

보안 과제(), 일반 과제(✓) / 공개(), 비공개(✓)발간등록번호(✓)

첨단생산기술개발사업 제 3차 연도 최종보고서

11-1543000-002544-01

원예온실용 ICT 원격제어형 고효율 하이브리드 제습난방기 개발 최종보고서

2019. 2. 1.

주관연구기관 / (주)신안그린테크
협동연구기관 / 그린씨에스(주)
위탁연구기관 / 충남대학교

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “원예온실용 ICT 원격제어형 고효율 하이브리드 채습난방기 개발”(개발 기간 : 2016. 08. 01 ~ 2018. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 2. 1.

주관연구기관명 : (주)신안그린테크 (대표자) 장승호 (인)

협동연구기관명 : 그린씨에스(주) (대표자) 배임성 (인)

위탁연구기관명 : 충남대학교 (대표자) 정선옥 (인)

주관연구책임자 : 장승호

협동연구책임자 : 배임성

위탁연구책임자 : 정선옥

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	316082-03	해당 단계 연구 기간	2016.08.01 ~ 2018.12.31	단 계 구 분	3/3
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	첨단생산기술개발사업			
연구 과 제 명	대 과 제 명	원예온실용 ICT 원격제어형 고효율 하이브리드 제습난방기 개발			
	세 부 과 제 명	-			
연구 책임 자	장승호	해당단계 참여연구원 수	총: 28명 내부: 28명 외부: -명	해당단계 연구개발비	정부:300,000천원 민간:100,000천원 계:400,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 28명 내부: 28명 외부: -명	총 연구개발비	정부:750,000천원 민간:250,000천원 계:1,000,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)신안그린테크				
협 동 기 관 명	그린씨에스(주)				
위 탁 기 관 명	충남대학교				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

<p>요약 : 난방, 제습, 공기순환 등 개별적인 장비로 수행되는 기능들을 통합한 hybrid 제습난방기를 개발하여 최적 작물생육조건을 효과적으로 제어함으로써, 병해충 발생을 억제하고, 기존 열풍기 대비 연료를 30~50% 절감하고, 농작물 생육촉진을 유도하며 ICT기술을 접목하여 원격제어를 통해 사용자 편의성을 극대화하고 외국 제품과 경쟁할 수 있는 성능의 제품 개발 필요</p>	<p>보고서 면수 259p</p>
--	-----------------------------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>○ 연구 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> • 난방, 제습, 공기순환 등 개별적인 장비로 수행되는 기능들을 통합한 hybrid 제습난방기를 개발하여 최적 작물생육조건을 효과적으로 제어함으로써, 병해충 발생을 억제하고, 기존 열풍기 대비 연료를 30~50% 절감하고, 농작물 생육촉진을 유도하며, ICT기술을 접목하여 원격제어를 통해 사용자 편의성을 극대화하고 외국제품과 경쟁할 수 있는 성능의 제품을 개발하고자 함. <p>○ 연구 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 원예온실용 고효율 하이브리드 제습난방기 통합 시작품 개발 • 고성능 경량 하이브리드 제습난방기 개발 • 온습도 통합관리 통합배전함 제작 • 원예온실용 ICT 원격제어형 시설기자재 통합제어 시스템 개발 • 개발제품 시제품제작 및 사업화 				
<p>연구개발성과</p>	<p>○ 특허출원 및 등록: 난방, 제습, 공기순환시스템, ICT스마트제어 등 3건 이상</p> <p>○ 기술이전 : 참여기관에서 개발한 기술 이전 1건 이상</p> <p>○ 상품화: 특허등록 된 기술에 대하여 주관기관의 자체 사업화(3건 이상)</p> <p>○ 논문: SCI급 2건 이상 게재 KCI급 2건 이상 게재</p> <p>○ 교육지도 10건, 언론홍보 10건 이상</p> <p>○ 전문 인력향상을 위한 5명 이상의 고용창출</p> <p>○ 개발된 기술을 원예온실 농가 적용 및 국외전시회를 통한 수출관로개척</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>○ 주관기업에 의한 자체사업화로 국내 산업 활성화</p> <p>○ 수입되고 있는 외국제품에 대한 수입대체 효과</p> <p>○ 원예시설용 기자재 산업의 국제경쟁력 향상</p> <p>○ 사업화 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내·외 특허, 인증 획득, 논문 게재, 신문·TV광고를 통한 홍보 • 국가 정책사업, 국내전시회 및 해외전시회에 출품 등 마케팅 전략 수립 및 시장수요 분석 • 농업부터 적용 범위를 넓혀, 공업용, 식품 가공 보조용 등 여러 분야에 적용, 관련기술의 기술력을 국내·외로 인정받아 내수 및 수출을 활성화하는 등 국내·외 진출의 교두보를 확보 <p>○ 사업화를 통한 기대효과</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>스마트폰 원격제어</p>	<p>제습</p>	<p>공기교반</p>	<p>면상발열체</p>	<p>난방</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Smart Farm</p>	<p>Dehumidifier</p>	<p>Air Mixing</p>	<p>Nano Sheet</p>	<p>Heating</p>

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	6
2. 국내외 기술개발 현황	10
3. 연구수행 내용 및 결과	22
4. 목표달성도 및 관련분야 기여도	235
5. 연구결과의 활용계획	239
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	240
7. 연구개발결과의 보안등급	244
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	244
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	245
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	246
11. 기타사항	254
12. 참고문헌	255
<별첨 1> 연구개발보고서 초록	256
<별첨 2> 자체평가의견서	257
<별첨 3> 연구성과 활용계획서	265

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

1-1. 연구개발 목적

난방, 제습, 공기순환 등 개별적인 장비로 수행되는 기능들을 통합한 hybrid 제습난방기를 개발하여 최적 작물생육조건을 효과적으로 제어함으로써, 병해충 발생을 억제하고, 기존 열풍기 대비 연료를 30~50% 절감하고, 농작물 생육촉진을 유도하며, ICT기술을 접목하여 원격제어를 통해 사용자 편의성을 극대화하고 외국제품과 경쟁할 수 있는 성능의 제품을 개발하고자함.

1-2. 연구개발의 필요성

가. 시설비 절감, 편의성, 경제성을 위해 일체성을 갖춘 하이브리드형 제습, 난방, 공기순환 살균 복합장치가 필요

- 제습기능과 난방기능, 공기순환을 한 번에 해결하므로 경제성과 시설비절감, 별도의 부대설비가 필요 없어 설치비가 저렴함.
- 1동당 1개의 대형 유류난방기와 다르게 온실의 일정간격으로 설치함에 따라 소형화를 통하여 여러 대를 설치하여 사각지대 없이 효율적인 제습, 난방, 공기순환 복합기가 필요
- 제습, 난방, 공기순환, 공기살균이 한 가지 장비에 모두 복합 수행 할 수 있어 1석3조의 효과를 낼 수 있음.
- 생육 성장 환경의 최적화를 위한 온실 환경 맞춤형 난방장치가 필요

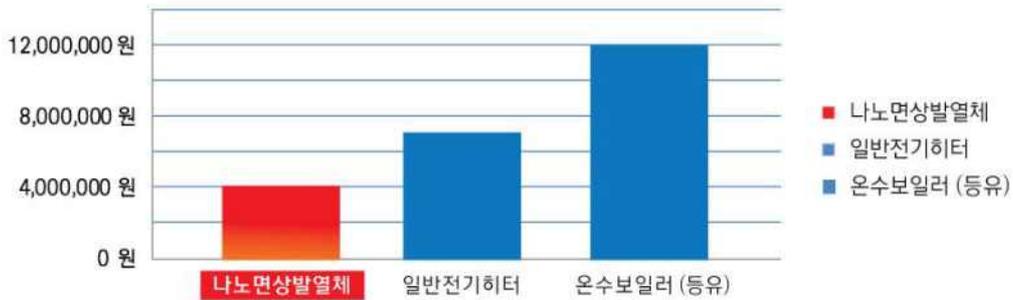
나. 기존 열풍기 대비 전난방비가 절감 가능한 고효율의 난방 및 건조가 가능한 발열체 및 방열판 요소기술 개발 필요

- 제습, 공기순환을 통해 겨울철 온실 내 온도 상승이 가능하며 추가적으로 난방 기능을 부착하여 최저 생육온도를 극복 할 수 있는 고효율 제습기 필요
- 시설원예용 난방기능은 주로 딸기, 토마토, 파프리카 등 면적대비 고효율의 재배 작물 온실에 사용하는데, 온실 내부 온도를 5°C 정도 상승이 필요한데 반해 기존 열풍기는 더 높은 온도 상승효과를 가져와 5°C정도만 온도상승효과가 필요한 온실에 면상발열체를 부착한 제습난방기를 설치함으로써, 난방비 절감 및 작물의 고른 성장 유도
- 우리나라 지리 특성상 난방기능은 주로 겨울철에만 사용하여 하이브리드 제습난방기를 일체형, 분리형으로 제작하여 원가 절감 및 유지하기에 용이함.

<난방효율 비교>

	면상발열체	등유 온풍기	전기 온풍기
일 사용량	3,011kW	350L	3,933kW
월 사용량	90,330kW	10,500L	117,990kW
단가(원)	36.4원/kWh (농업'병'기준)	693원/L (면세등유16.07기준)	36.4원/kWh (농업'병'기준)
월 사용금액(원)	3,288,012원	7,276,500원	4,294,836원
유류대비 절감율(%)	54.8%(등유대비)	-	40.9%(등유대비)
일반전기히터 대비 절감율(%)	23.4% (일반전기히터대비)	-	-
실험환경 : 비닐하우스 2,500평 - 기준온실:8,250m2 - 설정온도:18~20℃ - 외부온도:-8℃			

월사용금액



<면상발열체 월 사용금액>

다. 농업용 복합 제습기의 경량화를 통한 사용자의 편리성 및 에너지 효율성 증대

- 알루미늄은 경량금속 중에서 산업적으로 가장 널리 사용되고 있는 소재로서, 알루미늄 판재 및 압출/주조품 등 다양한 제품으로 사용가능함.
- 알루미늄은 비중이 2.7로써 SUS304의 7.94에 비해 약 30%수준으로 무게를 약 60%정도 경량화 할 수 있음.
- 자사 제습기 하우징의 경우 SUS304재질로써 무게가 약 10kg정도 되는데, 알루미늄 소재 대체 시 무게는 약 3.4kg정도로 무게를 줄일 수 있어 제습기를 지지할 추가적인 보강작업이 필요하지 않아 설치 비용 절감 및 작업 편리성 증대.
- 또한, 알루미늄(237W/mK) 소재는 스테인레스(16W/mK) 대비 열전도가 우수하여 내부에서 발생하는 열을 신속히 외부로 배출하여 효율적인 열 교환이 이루어질 수 있음.

라. 에너지 효율 및 재실자의 쾌적감과 만족감 그리고 운영비의 효율을 위해 ICT용 · 복합 환기통합제어시스템이 필요

- 개별제어와 달리 제어변수를 이용한 다양한 제어전략을 통해 에너지를 효율적으로 사용할 수 있음.
- 작물이 건조되는 공간에서의 쾌적한 실내 환경이 이루어져야 하므로 통합제어를 통해서 존의 불균등한 환기제어를 제거할 수 있음.
- 개별적인 시스템마다 센서와 감지기를 설치하고 운영하는 것보다 통합된 시스템에 하나의 감지기와 센서를 설치해 운영하는 것이 효율적

마. 현재, 국내 제습기 및 공기순환장치, 제어장치에 대한 해외 수출시 국문으로 기본제작이 되어 있어서 수출판로 개척에 애로사항이 있기 때문에 제품의 간편한 조작방식과 국·영문 메뉴얼이 필요

- 제습기, 공기순환장치, 제어장치등의 국문제작으로 인해 수출판로개척에 어려움을 겪고 있음.

바. ICT 융합 기술을 적극적으로 활용하여 농민들이 쉽게 사용할 수 있는 원격통합제어기술 개발이 필요함

- 우리나라가 인터넷, 스마트폰, 무선통신 기술은 국제경쟁력이 있으나, 온실제어에 손쉽게 사용할 수 있는 범용 플랫폼 개발이 미비한 상태

- 인터넷 및 스마트폰을 활용한 원격 온실 제어기술이 연구/개발되어 있으나, 농민들이 쉽게 접근 할 수 있는 인터페이스 제공, 실용화 및 산업화가 미비한 상태
- 기존 복합환경제어기가 사업화되어 판매되고 있지만, 모든 기기를 통합제어하기 때문에 초기 투자비용이 고가이고, 사용방법이 복잡하기 때문에 거의 모든 온실에 있는 창개폐, 공기순환 장치, 난방장치, 제습장치를 제어할 수 있게 제작하여 농민들에게 저가형 원격제어장치 필요

1-3. 연구개발 범위

가. 고성능 경량 제습기 개발

- 제습 및 공기순환기능
 - 온실 특성상 발생하는 수분, 습기에 의한 피해방지를 위한 방수 모터 개발
 - 작물성장에 적합한 공기순환을 위한 풍량 최적화 기술 개발
- 난방기능 및 살균기능
 - 면상발열체를 이용한 3kW 전기히팅요소 개발
 - 고열효율의 난방이 가능한 발열체 및 방열판 요소기술 개발
 - 공기에 적용 가능한 UV-C 램프 호환 가능 모듈 선정
- 난방&제습&공기순환&살균 호환적용
 - 면상발열체와 제습장치 호환성 검토
 - 난방&제습&공기순환 복합적용설계
 - 알루미늄소재를 이용한 공기순환제습난방기의 일체형, 탈·부착식 제품 하우징 및 요소부품 설계 및 제작을 통한 무게 경량화
 - 제습능력, 난방효과 향상을 위한 공기 흡입구와 토출구의 조절기능 설계
 - 공기순환기능 적용 시 공기살균을 위한 UV-C 램프 적용

나. 온습도 통합관리 통합배전함 제작

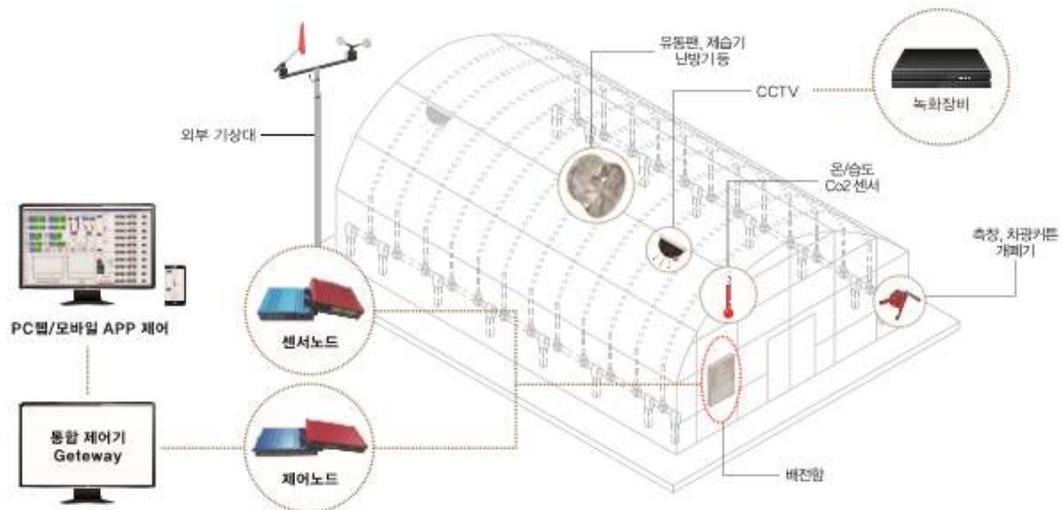
- 작동기기
 - 고성능제습기의 난방, 제습, 공기순환팬 각각 별도제어
 - 환풍기, 천창, 측창, 보온커튼, 차광막, 자동관수, 공기순환팬, LED 등
- 아래 그림과 같이 농업용 난방기능+ 제습기능+ 공기순환기능+ ICT스마트제어기능 등 4가지의 기능이 하나의 용도로 합쳐진 원예온실용 하이브리드형 통합기기 개발



<고효율 하이브리드 제습난방기 예상도>

다. 원예온실용 ICT 원격제어형 시설기자재 통합제어 시스템 개발

- 센서장비 조사 및 분석에 따른 시스템 부분 적용
 - 지상부센서 : 온도, 습도, 이산화탄소, 조도, 풍향, 풍속, 감우 등
 - 지하부센서 : 수분, 전기전도도 등
- 현장적용 작물인 방울토마토, 파프리카, 딸기에 대한 작물별 온습도조건 및 허용범위 분석
- 난방/제습의 편차감소를 위한 자동제어시스템 구성 및 제어프로그램 개발
- 작물생장주기에 따른 최적 습도 자동제어시스템 개발
- 스마트폰 기반 온실 환경 원격제어기술 개발 및 시험
- 센서 데이터 관리 및 자동제어를 위한 임베디드 S/W 개발
- 원격전송: 근거리 무선통신 기능
- 편의기능: 사용자가 새로운 센서 추가 시 자동인식 기능 등
- 단일환경, 복합환경 모니터링 시나리오를 고려하여 3가지 모듈 설계
- 센서 네트워크 : 무선 온습도 센서노드 개발 및 센서 네트워크 구축
- 통합제어모듈 : 시설기자재 제어 임베디드S/W 개발
- 영상장비 : IP카메라를 이용한 영상모니터링 전송 및 저장기능
- 스마트폰앱 개발 : 센서 노드 및 기자재 관리 스마트폰 앱 개발



<ICT 원격제어 예상도>

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04
------	------

1. 국내 기술개발 현황

1-1. 농업용 제습난방기

가. 국내 논문 연구현황

○ 국내 논문 분석 결과 건축, 선박분야에서 수분 제거를 통한 피복재에 발생하는 결로를 방지하는 부분과 냉동 사이클과 열교환기 부분에 연구가 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 알루미늄 재질을 이용한 제습기의 개발과 경량화를 통한 제습 효율 향상, 히터를 부착하여 제습과 히팅을 동시에 할수 있는 제습기의 개발에 대한 방향으로 연구를 추진하여 AI 소재로 경량화를 통한 제습기의 효율 향상, 히터를 부착한 제습기의 유용성등과 같은 논문 등을 학술지에 게재함

나. 국내 문헌 조사

<국내논문>

학술지명	저자	게재년도	논문 제목	내용
Journal of biosystems engineering	연광석, 강금춘, 강연구, 유영선, 김영중, 백이	2007년	Development of a Refrigeratory-Based Dehumidifier for Humidity Environment Control in Greenhouse 시설원예 습도환경 제어를 위한 냉각식 제습기 개발	시설원예용 제습 장치 개발
Journal of bio-environment control	남상운, 김기성	2005년	Improvement of Cooling Efficiency in Greenhouse Fog System Using the Dehumidifier 제습기를 이용한 온실 포그냉방시스템의 효율향상	온실용 제습 장치 개발

대한조선헌회 학술대회자료 집	박승태, 조승구, 박승상, 박종일	2011년	그린 하이브리드 열펌프 제습기	제습기에 응축기 폐열로 보조 전기 히터 사용하여 폐열을 재생열원으로 사용하여 에너지 절감 효과
생물환경조절 학회지	이현우, 심상연, 김영식	2012년	이중피복 온실의 피복방법과 환경조절에 따른 온습도 및 광합성유효광량자속 분포 특성 Characteristics of Temperature, Humidity and PPF Distribution by Covering Method and Environmental Control in Double Covering Greenhouse	본 연구에서처럼 온실에서의 제습기 사용

다. 국내 기술 특허현황

- 국내 특허 분석 결과, 농업용 제습난방기에 관해 단일 분야에만 치중되어 있고 히터를 부착하거나 히팅 기술을 접목시키는 부분에 있어서 이전 관련 사례를 찾아볼 수 없었음
- 본 연구과제에서는 농업용 제습난방기에 히터를 부착하는 방향으로 연구를 추진하여 제습과 히팅을 동시에 하는 부분에 관한 특허 등을 국내 출원함
- 더불어 폐열을 이용한 히팅, 건조 작업에 관해서도 존재하지 않아 이에 관한 연구가 필요함
- 또한 원예온실용 저가형 히팅시스템에 공기 살균 시스템을 적용하는 부분에 관한 특허가 아직 없어 이 부분에 관한 연구를 통해 개발된 기술을 출원함

라. 국내 특허 조사

<국내특허>

국가	등록번호	발명의 명칭	출원인
한국	1008980630000	열전소자를 이용한 소형 제습기(AUTOMATIC CONTROL DEHUMIDIFIER USING THERMOELECTRIC MODULE)	엄장우
	1013225360000	재생온도 낮춤 효과 및 고습도 영역에서의 제습 효과가 우수한 알루미나 제습 로터 및 그 제조 방법(ALUMINA DESICCANT ROTOR AND METHOD OF MANUFACTURING THE ALUMINA DESICCANT ROTOR)	(주)엘지하우시스
	1020150102367	제습기(DEH UMIDIFIER)	삼성전자주식회사
	1015059300000	천정 매립형 제습기의 제어장치 및 제어방법(Apparatus and method for controlling dehumidifier of ceiling reclamation type)	주식회사 나우이엘
	1013998210000	시설하우스 제습기의 폐열이용 장치(waste heat utilizing apparatus of dehumidifier for installation house)	김재휘
	1008914910000	비연소 비점화식 촉매히터를 이용한 발전시스템(Generating System using Catalytic heater)	목포도시가스(주) 주식회사 아이파워 농업회사법인 주식회사 하이안 이해훈
	1020160116653	시설하우스의 온도·습도 제어용 환기 히팅 시스템 (ventilator heating system temperature ·humidity control of greenhouse)	주식회사제노텍
	1008905740000	제올라이트를 이용한 온실 제습장치(Dehumidifying equipment using zeolite in greenhouse)	대한민국(농촌진흥 청장)
	1020140147164	도장건조 겸용 제습기 (Dehumidifier with drying painting function)	대우조선해양 주식회사
	1015687850000	내부 공기 순환형 제습장치 Interior Circulation Type Dehumidifier	대우조선해양 주식회사 주식회사 에이티이엔지

마. 국내 제품 및 시장현황

<국내제품>

항목	사진	제조사	모델명	사양 및 특징
국내 농업용 제습기		(주)신안그린테크	SGD-11S	유동팬형 제습기로서 공기순환 효과가 있으며 UV공기살균기능(노균, 곰팡이, 환기류 등이 있으며 공기중 먼지를 제거하는 기능을 가지고 있음
		동성엔지니어링	DSE-70	온실 700평당 1대씩 공기순환과 제습장치를 동시에 수행할수 있는 제습기 700평을 제습기 1대로 공기를 강하게 불어서 제습효과 보다는 가까운 작물들은 수분이 말라서 생육불안정을 초래
		나우이엘	NE-2500TF	17°C이하에서는 제습이 가능하지 않아 저온환경온실에서는 사용이 불능 농업용 제습난방기보다는 현재 건조기로 많이 사용하고 있음. 최대24시간까지 예약이 가능하며 리모컨으로 컨트롤 할 수 있고 연속 배수 기능와 자동 배수 기능을 갖추고 있으며 손잡이와 바퀴가 장착되어 있어 편리하게 이동이 가능함
		위닉스	DS-2500	연속배수 기능과 하루에 120L의 제습량을 가지고 있는 대용량 수산, 농업용 제습난방기임

바. 국외 논문 연구현황

- 국외 논문 분석 결과, 액체 제습의 장점과 제습 메커니즘 분석 또는 회전링 제습기의 관한 논문 등 농업용 제습난방기의 관한 논문의 거의 없음
- 제습과 히팅이 동시에 되며 알루미늄으로 개발한 제습기의 제습 효율, 성능등에 관한 논문 등을 학술지에 게재함

사. 국외 문헌 조사

<국외논문>

학술지명	저자	게재년도	논문 제목	내용
Journal of agricultural engineering research	Brusewitz, , G.H.	1985년	Rotating ring desiccant dehumidifier	본 연구에 포함될 제습기의 건조 능력 이용
Transactions of the Chinese society of agricultural engineering	Gu, Jie ; Wen, Jianjun ; Tian, Zhichang	2006년	Experimental research on dehumidifier using LiCl solution as liquid desiccant	국내 제습기의 설계 및 장치 작동을 위한 기준 및 가이드 제시

아. 국외 기술 특허현황

- 국외 특허 분석 결과, 공기 조절이 가능한 제습기에 관한 특허가 있으며 알루미늄 소재를 사용한 경량화한 제습기 모델에 관한 특허는 없었음
- 제습과 히팅을 동시에 할 수 있는 수출용 제습기 모델에 관한 특허를 국외 출원하고 또한 수출용을 위한 해외 제품용 매뉴얼을 만들고 이를 출원함

자. 국외 특허 조사

<국외특허>

국가	등록번호	발명의 명칭	출원인
미국	20050091993	Method and apparatus for cooling and dehumidifying air	Foreman Ronald E
미국	20180192596	GREENHOUSE	PURE GLASS GREENHOUSE LTD
일본	13070739	COMPRESSED AIR DEHUMIDIFIER, COMPRESSED AIR DEHUMIDIFYING APPARATUS AND REMODELING SYSTEM OF THEM	NABCO LTD
미국	08117764	Control system for particulate material drying apparatus and process	Ness Mark A Coughlin Matthew P Wheeldon John M Johnson Adam M

미국	20150211819	CLEANING DEVICE AND METHOD FOR CLEANING OF HEAT EXCHANGERS	Adaptum AB
----	-------------	--	------------

차. 국외 제품 및 시장현황

○ 국외 시장 분석결과, 전세계 최대 제습기 시장인 중국의 제습기 시장에 수출하기 위해 중국 수출용 제습기 개발 전략이 필요하며 중국에서 1,2위를 다투는 GREE사와 SEN Electric사의 제습기를 벤치마킹

○ 하루당 약 15L의 제습량과 440W의 낮은 정격파워, 20~60m²의 적용면적을 넘어서는 제습기 개발이 필요 또한 이스라엘 AGAM사 제품처럼 제습뿐만 아니라 히터를 부착하여 제습과 히팅이 동시에 되는 제습기를 개발해 제습능력과 히팅 능력을 동시에 제품 작동시 발생된 열을 회수하는 시스템을 가진 복합제습기 개발함

○ 또한 한국의 온실환경에 맞는 저가형 원예온실용 히팅 시스템과 공기 살균 시스템이 적용된 제습기 개발이 필요

카. 국외 제품 및 시장분석

<국외제품>

항목	사진	제조사	모델명	사양 및 특징
국외 농업용 제습기		ANDREWS SYKES	DH600	한시간에 600L의 제습이 가능한 대용량 제습기
		ANDREWS SYKES	DH150	한시간에 210L의 제습이 가능한 대용량 제습기이며 바퀴로 인해 가벼워 쉽게 이동가능함
		토요토미	TD-CH56E-W	연속배수, 자동배수 기능에 하루 250L의 대용량의 제습이 가능한 제습기

	칸료	CKC-DH-ELD	부착형 배수구를 통해서 집중적 제습이 가능함
	미츠비시	KFH-P2A	소음을 대폭 줄이고 한시간에 5.5L의 제습량으로 많은 제습이 가능한 제습기
	Munters (스웨덴)	MLT30 ~ 1400L	데시칸트를 사용하여 공기 중 수분을 제거하고 수증기를 포함한 물질을 끌어당겨 습기를 제거합니다. 데시칸트 제습기는 특히 온도 및 습도가 낮은 곳의 공기 중 습기 제거에 적합합니다
	AGAM (이스라엘)	VLHC-1020	실내 공기 중의 습기가 기계로 흡입되면 응축된 습기가 고농도 염분용액에 접촉하면서 물과 뜨거운 공기로 변화된다. 물은 기계 밖으로 빼고, 뜨거운 공기는 송풍장치로 온실 내에 보내진다.

1-2. ICT 통합 환경 제어

가. 국내 논문 연구현황

○ 국내 논문 분석 결과, 기존 시스템과 달리 별도의 서버를 두지 않는 지능형 센서노드에 관한 연구 또는 식물 성장환경에 대한 영상 데이터를 관리하여 성장환경을 최적으로 유지하는 제어 모니터링 시스템 개발과 스마트폰을 이용한 제어 임베디드 소프트웨어 개발분야에 치중되어 있음

○ 본 연구과제에서는 이 모든 것을 합쳐서 온실 내부 환경을 자동, 원격으로 제어하고 ICT기술을 이용해 IoT 시스템을 개발하여 작물의 최적 성장 환경을 유지하고 재배시스템을 구축하는데 까지 개발하는 방향으로 연구를 추진하여 ICT시스템을 통한 온실 원격통합제어 시스템 개발에 관한 논문을 학술지 등에 게재함

나. 국내 문헌 조사

<국내논문>

학술지명	저자	게재년도	논문 제목	내용
한국전자통신 학회	김윤, 이영재, 박경욱, 김응곤	2014년	스마트폰을 이용한 제습기 원격 제어시스템 개발 Development of Dehumidifier Automation System Using Smart-phone	본 연구에서처럼 온실용 제습기용 제어 시스템 개발
한국전자통신 학회	김경욱, 김응곤	2013년	스마트기기를 이용한 주기별 식물 생장 인식 자동 제어 모니터링 시스템 Cycle-by-Cycle Plant Growth Automatic Control Monitoring System using Smart Device	본 연구 목적처럼 농용 제습기를 통해 식물 생장 최적 환경 제공 시스템 개발

다. 국내 기술 특허현황

- 국내 특허 분석 결과, 대부분 스마트폰을 이용한 온실 모니터링 시스템에 관한 특허가 많았음
- 모니터링을 넘어서 ICT를 이용해 원격 제어가 가능한 통합제어 시스템을 구축하여 이 부분에 관한 특허를 출원함
- 또한 제습기에 원터치용 작동 컨트롤을 개발해 손쉽게 소비자가 작동 제어 할 수 있는 키트를 개발해 이 부분에 관한 특허를 출원함

라. 국내 특허 조사

<국내특허>

국가	등록번호	발명의 명칭	출원인
한국	1015094610000	I C T 기반의 스마트폰을 이용한 제어를 위한 온실시스템	농업회사법인 주식회사 홀인원
	1012313460000	유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 쓰레기 자동 수거 시스템 및 그 방법	한양대학교 에리카산학협력단
	1014579850000	양계 사육장의 최적 조명환경을 위한 스마트 제어시스템 및 방법	전북대학교 산학협력단
	1014330810000	센서네트워크 기반의 전력제어 시스템	울산대학교 산학협력단
	1009410000000	유비쿼터스 센서네트워크 기반 온실환경 자동관리 시스템	정인균, 정덕균
	1012703830000	유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 식물 공장 L E D 조명 시스템 및 방법	한양대학교 에리카산학협력단

마. 국내 제품 및 시장현황

○ 국내 시장 분석 결과, 나래트랜드사의 상시, 비상시 사용 장소의 통합적 관리를 위한 융합 제어시스템과 통합형 on-box 시스템의 간단한 설치와 편리한 유지,보수 이벤트(화재, 재난, 침입) 발생 시 푸시알람 전송, 스마트폰을 이용한 원거리 상태제어 및 현장 모니터링 할 수 있는 제품이 판매가 이루어지고 있으므로 이를 벤치마킹

○ 더 나아가 제습기와 스크린 창개폐기와 함께 연동하여 외부와 내부 환경측정이 원활하게 이루어지는 환기 제어 통합 모듈을 구축하여 국내에 판매하고 있음

바. 국내 제품 및 시장분석

<국내제품>

항목	사진	제조사	모델명	사양 및 특징
국내 농업 용 제습 기		나래트랜드	Eyesen II	-상시,비상시 사용 장소의 통합적 관리를 위한 융합제어시스템 -통합형 on-box 시스템의 간단한 설치와 편리한 유지,보수 -이벤트(화재,재난,침입) 발생 시 푸시알람 전송 -스마트폰을 이용한 원거리 상태제어 및 현장 모니터링
		신한에이텍 (주)	SH-3000	-LCD사용 모니터링 -하드웨어 및 소프트웨어 자사 원천기술 보유
		(주)우성하이텍	웰 - 시 스 , WCC-4000	-일사, 강우, 외온, 풍향 풍속센서를 통한 외부 환경측정 -온도, 습도, CO2, 토양센서를 통한 내부 환경측정 -전동개폐기, 배기팬, 유동팬, 보일러 등 작동 명령

			-인터넷 스마트폰을 통한 원격 제어가능
	(주)동우	D-3700	-자사 및 타사제품 양약기계 제어가능 -고장발생때 핸드폰 문자 메시지 통보가능 -작물 배지온도 측정기능 -하드웨어 및 소프트웨어 자사 원천기술 보유

사. 국외 논문 연구현황

- 국외 논문 분석 결과, 수분 제거를 위한 제습기 사용 외에는 제습기와 원격 제어 시스템이나 온실 환경 제습 통합 시스템에 관한 논문은 찾아볼 수 없었음
- 이 부분에 관한 연구를 하여 ICT기술과 향상된 제습 모듈을 이용한 온실 환기 통합 제어 시스템에 관한 논문을 학술지 등에 게재함

아. 국외 문헌 조사

<국외논문>

학술지명	저자	게재년도	논문 제목	내용
Applied thermal engineering	Mohammad, A.Th. ; Mat, S.B. ; Sulaiman, M.Y. ; Sopian, K. ; Al-abidi, A.A.	2013년	Artificial neural network analysis of liquid desiccant dehumidifier performance in a solar hybrid air-conditioning system	수분 제거를 위한 제습기 사용
Energy conversion and management	Mohammad, A.Th. ; Mat, S.B. ; Sulaiman, M.Y. ; Sopian, K. ; Al-abidi, A.A.	2013년	Implementation and validation of an artificial neural network for predicting the performance of a liquid desiccant dehumidifier	수분 제거를 위한 제습기 사용

마. 국외 기술 특허현황

- 국외 특허 분석 결과, LED원격 제어, 생육 환경 원격 제어, 온실 환경 제어 장치처럼 온실 내에 원격 제어에 관한 특허가 많았음
- 이 부분을 더 개선하여 온실내에 비상시 대처 제어 방법에 관한 특허와 스마트폰 어플을 이용한 사용이 더욱 용이한 원격 제어 방법에 관한 특허를 개발해 출원함

자. 국외 특허 조사

<국외특허>

국가	등록번호	발명의 명칭	출원인
미국	04982575	Apparatus and a method for ultra high energy efficient dehumidification and cooling of air	Foreman Ronald E
미국	20100038440	METHOD AND SYSTEM FOR REMOTE WIRELESS MONITORING AND CONTROL OF CLIMATE IN GREENHOUSES	Kodalfa Bilgi ve İletisim Teknolojileri San. Tic. A.S.
미국	09634856	AIR-CONDITIONING SYSTEM AND RELAY DEVICE	Takayoshi Kubo Akihiro Ogawa
미국	20050278619	Apparatus and method of transmitting/storing print or display control information, and recording medium having embodies thereon computer program for executing the method	SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

차 국외 제품 및 시장현황

- 국외 시장 분석 결과, 러시아, 일본, 말레이시아 제품의 야외 환경에서 실내 매개 변수 모니터링이 가능한 점과 기후 제어 설정에 대한 주간 일정을 프로그래밍하고 데이터를 그래픽으로 분석하고 작아서 설치가 용이함
- 소형 컨트롤러가 설치되어 쉽게 조절할 수 있는 시스템들을 벤치마킹하여 동시에 8개의 동 이상을 환경 제어 할 수 있고 측정되는 외부, 내부 데이터들이 그래프로 분석되어 실시간 스마트폰을 통해서 사용자에게 보고가 되며 저렴하고 소형화 시켜 설치가 용이하고 편리한 환기 통합 시스템을 제작하여 국외에 판매하고 있음

카. 국외 제품 및 시장분석

<국외제품>

항목	사진	제조사	모델명	사양 및 특징
국외 농업용 제어습기		FITO-AGRO(러시아)	FC Series	<ul style="list-style-type: none"> - 온실과 야외 환경에서 실내 매개 변수의 모니터링 가능 - 기후 제어 설정에 대한 주간 일정을 프로그래밍 - 보관 및 측정 데이터의 그래픽 분석 - 두 온실 또는 네 개의 온실 영역의 환경 제어
		JFE Engineering Corporation(일본)	Smart-agriculture	<ul style="list-style-type: none"> - 발전된 경작 제어 시스템과 에너지 이용 기술, 연간 다양한 작물 경작이 합쳐진 복합 제어 시스템
		WITURA(말레이시아)	WT-9001 IP65	<ul style="list-style-type: none"> - 설치가 용이하며 소형컨트롤러가 기본적으로 설치되어 온습도, 토양수분, 태양광의 데이터들을 모니터링 하는데 최적화되어있는 시스템

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

제 1 절 주요 요소 및 통합 시작품 설계 및 제작(주관, (주)신안그린테크)

1. 제습기 부착용 전기난방 모듈

가. 발열체, 난방모듈, 히팅장치 조사 및 선정

○ 난방모듈소재 선정

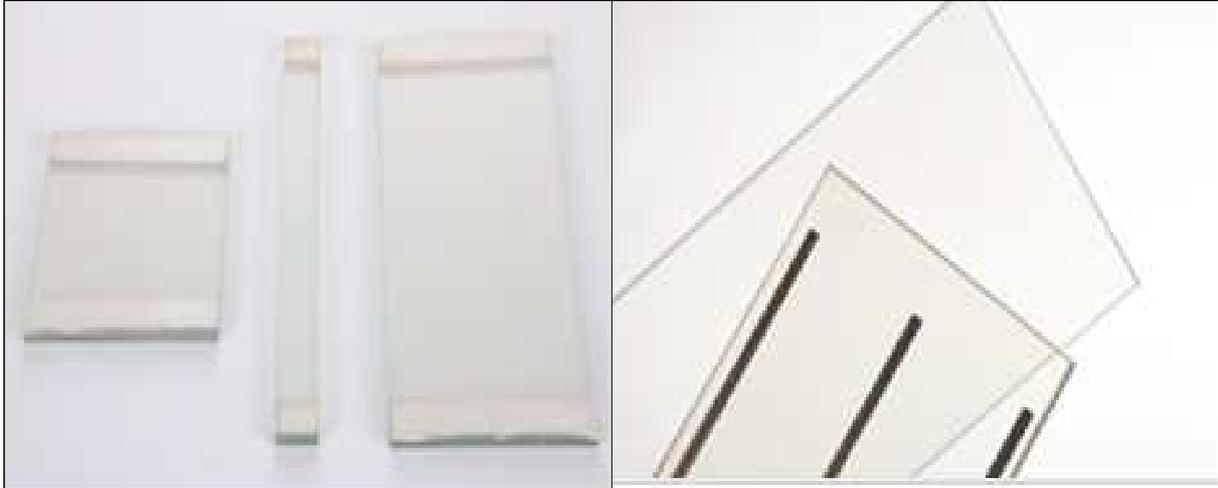
- PTC 면상발열체를 선정한 이유

- 전기저항을 갖는 세라믹저항체(탄소층)의 발열부위를 매개로 전기에너지를 열에너지로 변환시켜주는 면상의 형태를 가진 발열체로써, 카본 블랙 면상발열체제품은 기존의 열선이나 난방필름의 전기적인 문제점을 해결하고 안전성과 내구성이 개선된 제품으로 수명이 반영구적이고 난방비가 절감되어 매우 경제적이다.
- PTC 물질은 온도 상승에 따라 저항이 증가하는 물질을 말하는데, 온도가 증가하면서 저항 또한 증가하기 때문에 특정 온도까지 도달하면 전류가 차단됨.
- PTC의 큰 장점은 초기에 최대 전력을 소모하여 빠르게 가열되고, 온도가 올라가면서 전력 소비가 점차 감소하여 가열 속도가 점차 줄어듬.

- 면상발열체의 종류와 정보 조사

1. FTO 투명 발열유리

- 투명전도막 패터닝 기술로 에너지 절감형 FTO 발열유리의 결로제거 기능과 열차단 저방사(Low-E) 기능을 최대화한 첨단소재 유리로 내열유리에 FTO 박막을 코팅하여 내열성이 뛰어난 최적의 투명 면상발열체 재료, 가시광선을 투과할 만큼 투명도가 좋으며 원적외선 복사 능력이 뛰어나고 최고 사용 온도가 500℃로 필름형 면상발열체보다 높음. 면 저항은 5Ω~ 수백Ω이고, FTO 막 두께는 100nm~1micron임.
- 기관용도 : 내열유, 파이렉스유리, 소다라임유리, 사파이어, 세라믹 등을 사용
- 용도 : 난방기, 투명다리미, 투명토스트기, 쿡탑용 히터, 온열기용히터, 성에방지 유리창, 발열유리창, 고온현미경, 미니투명전기로 등에 활용



면상발열체(FTO 투명 발열유리)

2. PTC 면상발열체(Positive Temperature Coefficient Thermally Sensitive Resistor)

- BaTiO₃에 미량의 히토류 원소를 첨가함으로써, 전도성이 부여되고 Ba의 일부를 Sr 또는 Pb로 치환하여 큐리온도의 이동이 가능한 n형 산화반도체의 일종, 열반산 속도가 매우 빠르고 열 발생 능력이 강함.

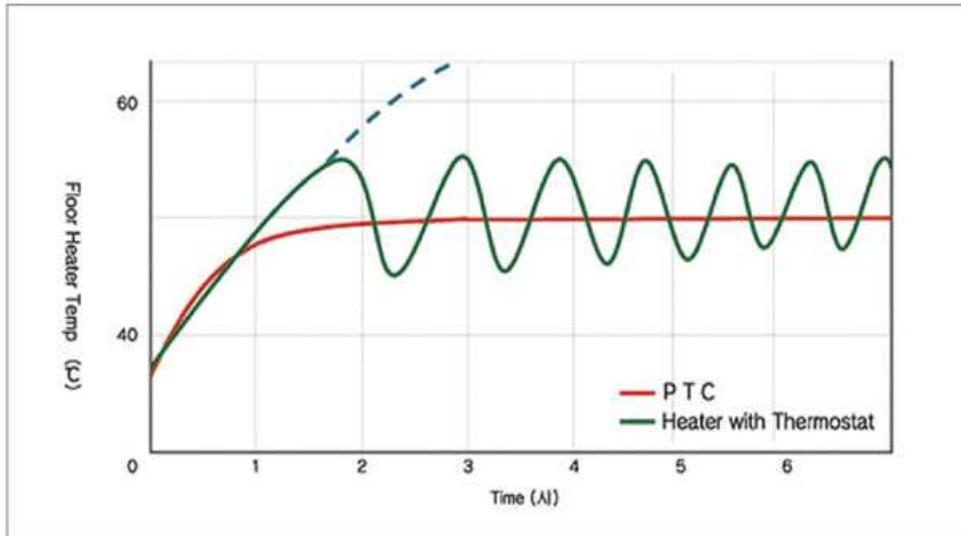


<PTC 면상 발열체의 특징>

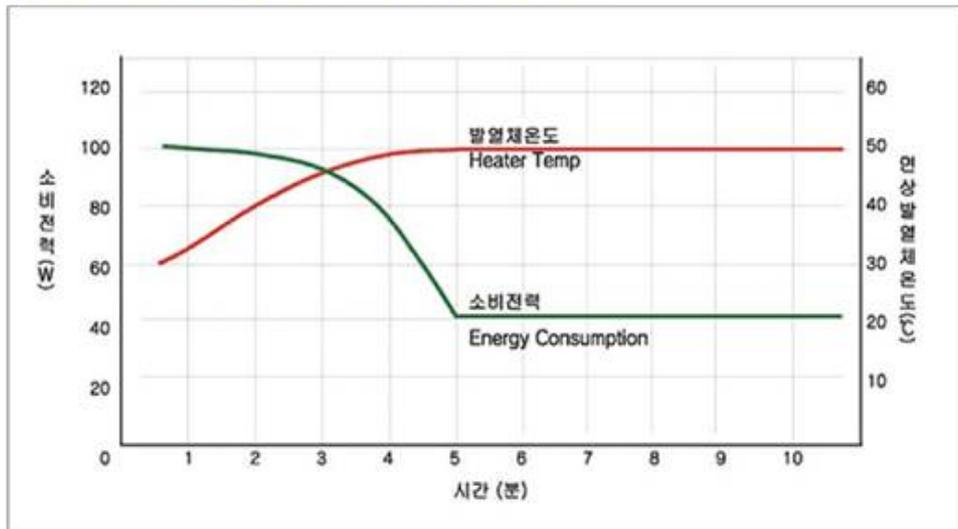
- PTC 면상발열체는 온도변화에 대한 대응이 자동적으로 이루어지기 때문에 초기전력의 1/3~1/5로 가동률이 줄어들어 전기소모가 적고 전류 초기의 발열 성능을 최대한 높여 단 시간에 설정온도에 도달하며 원적외선 에너지가 발산되어 약 40mm 깊이의 신체조직까지

침투하여 인체에 좋은 영향과 일정온도 이상으로 과열되면 전류가 차단되어 과전류 및 화재에 매우 안정적임.

온도변화 곡선



발열체온도와 소비전력(100%통전시)

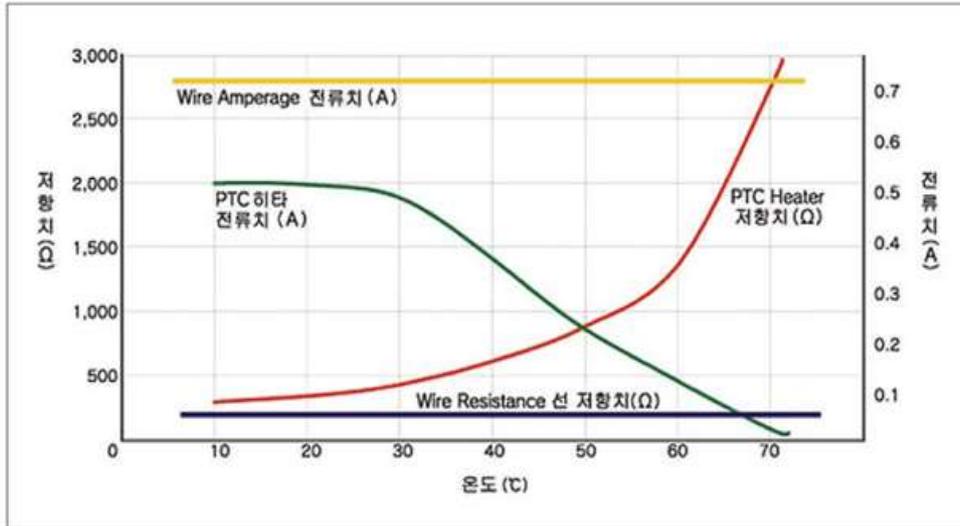


<면상발열체의 온도와 소비전력, 온도변화>

- 위 표에서 보듯이, 온도가 상승할수록 전력소모가 서서히 들어들다가 발열체 온도가 일정 수준에 다다르게 되면 에너지 소모량도 일정해져 불필요한 에너지 소모량이 없음.
- 기존 시중의 선상발열체 방식은 봉 히터, 니크롬선, 리본히터 등으로 선이 고온으로 발열하여 주위로 열전달이 이뤄지는 형태로서 이때 열손실 및 고온으로 발열함에 따라 화재의 위험이 따르고 하나의 저항체로서 선이 도중에 끊기면 전체적으로 발열이 안 되는 히터 소재
- 반면 면상발열체는 얇은 필름상, 또는 면상 자체가 발열함으로서 주변으로 열손실이 거의

없으며 처음 설정된 온도이상 올라가지 않고 디지털 온도 조절기로 정확한 온도를 조절해 면전체에 일정한 온도로 발열할 수 있어 안정성이 향상되고 저항체 일부가 손상되어도 손상된 그 부분 외의 발열에는 지장이 없어 유지보수가 용이한 장점이 있음.

■ 면상발열체와 선상발열체의 차이

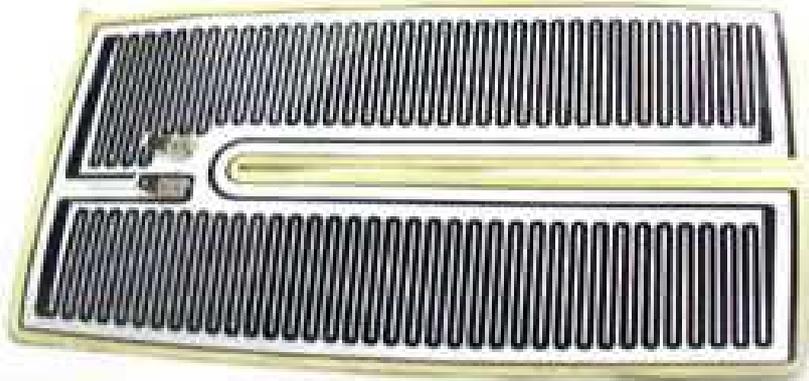


- 위 표에서 보듯이, 선상발열체는 온도가 상승해도 전류치와 저항치가 일정하지만, 면상발열체는 온도가 상승할수록 전류는 낮아지고 저항은 높아져 온도를 스스로 조절할 수 있음.

■ 시공시 비용 평가



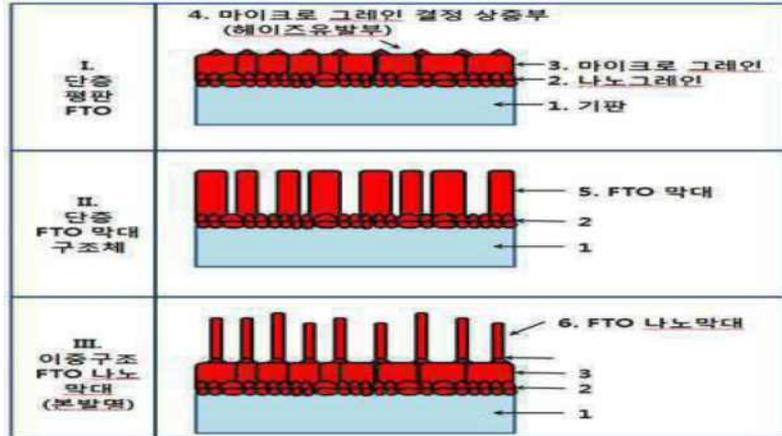
<시공의 PTC를 이용한 제품 비용 비교도>



<PTC 면상발열체>

3. 면상발열체의 FTO 산화막 코팅

- 투명 도전성 산화막의 일종인 불소(F)-도핑된 산화주석(F-doped SnO₂:FTO)을 글라스 및 세라믹 같은 기판에 증착하여 산화막 코팅
- 열분해 스프레이 방식(Thermal Pyrolysis Spray)
 - 1) 미세한 크기의 액적으로 초음파 분무시킨 금속유기용매를 기판(온도:~450℃)위에 분사시켜 합성함.
 - 2) 글라스 기판 면적(Max) : 300 X 300mm²
 - 3) 낮은 면저항(< 10 ohm/sq), 높은 광투과도 (>75%), 일종의 열 CVD 방식으로 착하기 때문에 기판온도가 비교적 높음 (> 400 C), 기판온도를 낮춰서 Polyimide film (PI film)에 증착
- 스퍼터링 방식 (Sputtering)
 - 1) SnO₂ 타겟을 사용하고 Ar+ CF₄+ O₂ 와 같은 반응성 가스를 사용하여 플라즈마 방전시켜 타겟물질과 F 성분을 기판(~300C) 위에서 반응시켜 합성함.
 - 2) 글라스 기판 면적 (max): 300 x 300 mm²
 - 3) 막두께 균일도: +/- 5% 이내
- 이중막구조의 FTO제조방법
 - 1) 면상발열체를 400~500℃가열하여 Sn이 함유된 점구체를 분사하여 FTO 나노막대층을 형성
 - 2) 아래 그림은 평판형 FTO 기판, 막대구조를 갖는 FTO기판의 막을 상합부로 결합시킨 이중막구조의 FTO기판들의 비교도임.



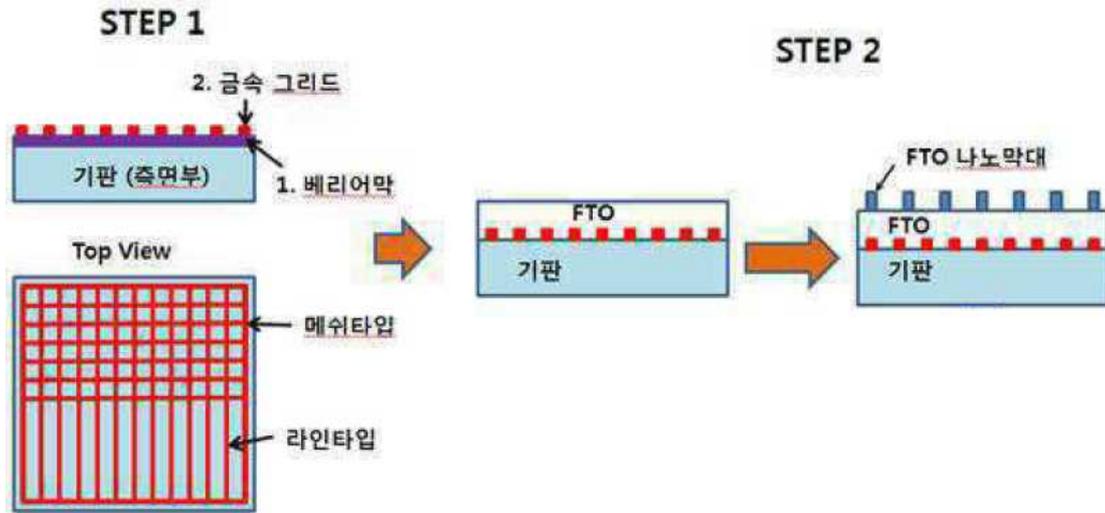
<이중막구조의 FTO기판들의 비교도>

- 평판형 FTO와 나노막대형 FTO의 성장조건이 온도에 있고, 평판형 FTO는 400~500℃ 내에서 최적으로 형성, FTONANO막대는 500~550℃ 이상이 최적의 조건임.
- 이중막 구조의 FTO는 곡면기판을 기반으로 하여도 똑같이 형성될 수 있음을 보이고 추가인 코팅을 통하여 3중막 구조를 갖는 FTO 나노구조체들이 형성



<추가코팅을 통한 3중막 구조를 갖는 FTO 나노구조체>

- 기판 위에 미리 배리어막을 형성해 두거나 금속그리드를 형성시키고 그 위에 이중층 구조의 FTO 막을 형성시킬 수 있음을 보여주는 개념도임.

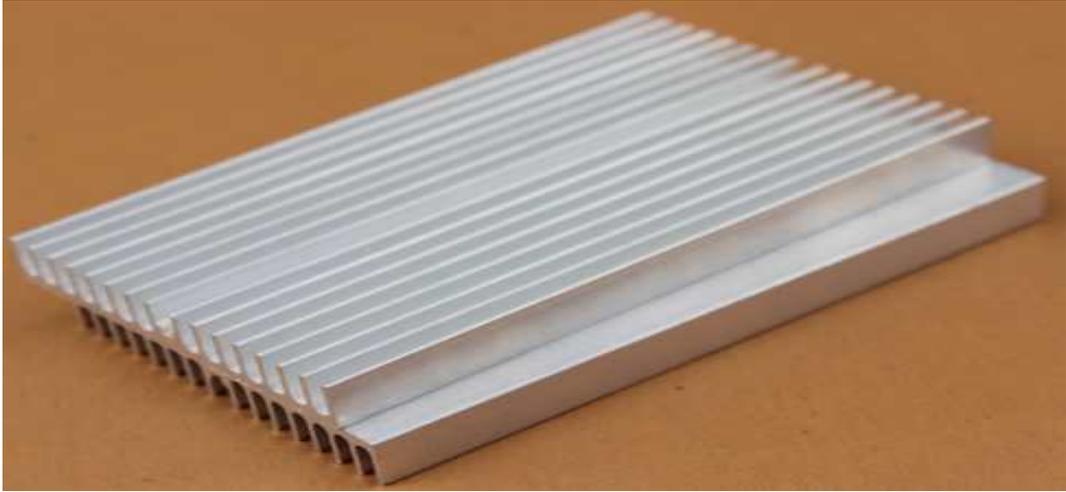


<이중층 구조의 FTO 막 형성 개념도>

나. 면상발열체와 방열판의 결합 설계 및 온도성능 테스트

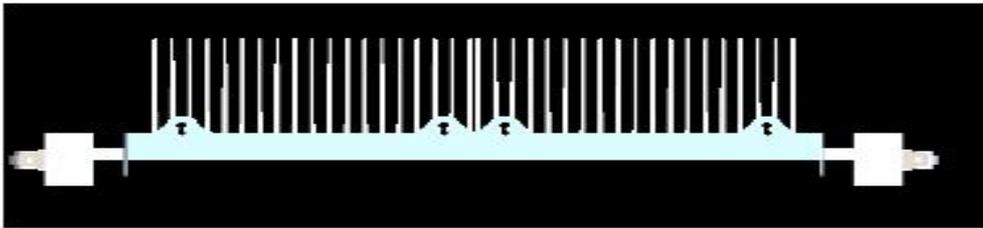
○ 방열판

- PTC 면상발열체 선정 및 개발 단계 전 성능 비교를 위해 FTO 투명 발열유리를 이용하여 온도성능 테스트를 진행함
- 방열판(Heatshink)
 - 1) 재질 : Al-6063S-T5
 - 2) 단면치수의 공차 : JIS H4100, 내부식 알루미늄 압출형재 보통급 또는 특수급에 의함.
 - 3) 절단치수의 공차 : 200mm이하±1mm, 300mm이하±1.5mm, 500mm이하±2mm
 - 4) 표면처리 : 아루마이트(복사열에 의한 방열효과가 좋은 부식방지 절연피막)
 - 5) 방열판의 설계 : 금속체의 방열판에 반도체소자를 부착시켜, 반도체의 접합부에서의 열손실은 스테드에서 방열판으로 흐르고 방사, 자연 또는 강제 대류에 의한 열전달에 의해 주위 공기속으로 방출
- 방열판 특징
 - 1) 방열기의 방열량은 방열FAN(날개)의 표면적에 비례
 - 2) 방열기의 방열량은 방열FAN(날개)의 표면을 도와 주의의 공기온도와의 차에 비례
 - 3) 방열기의 표면은 흑색이 방열효과가 높음.
 - 4) 방열FAN이 수직방향이 되도록 취부하여 사용치 않으면 Catalogue의 DATA와 같은 성능 구현불가
 - 5) 반도체와 방열 FAN사이는 밀착성이 좋지 않을 경우, 방열효과는 크게 떨어짐.
 - 6) 방열기에 취부한 장소에 충분한 공기의 자연대류가 이루어 지도록 하지 않으면 방열기의 성능저하
 - 7) FAN으로 강제공냉하면 방열기의 능력은 2~3배 증가

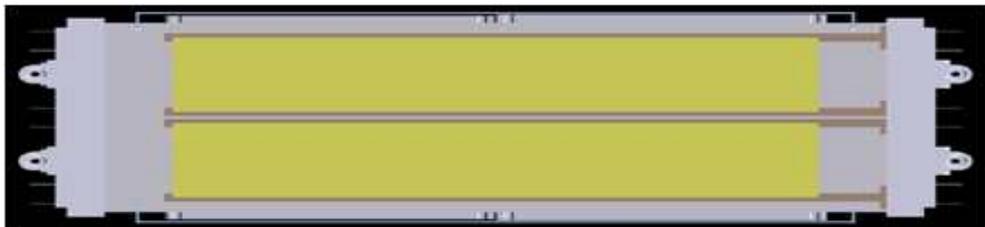


<알루미늄 방열판>

면상발열체의 열손실을 줄이기 위한 알루미늄 방열판과 면상발열체의 결합



<알루미늄방열판과 면상발열체 결합 정면도>



<알루미늄방열판과 면상발열체 결합 배면도>



<알루미늄방열판과 면상발열체 결합 평면도>



<알루미늄방열판과 FTO 투명 발열유리 면상발열체 결합>

○ 탈부착식 히팅 하우징과 FTO 면상발열체 결합설계



<예상 면상발열체와 하우징의 결합 도형도>

- FTO 면상발열체에서 가열된 열을 송풍기능을 통해 앞으로 밀어주기 위한 3개의 난방열원을 삼각형 형태로 배치

○ FTO 투명 발열유리 면상발열체 기본 온도성능 테스트 실험



<FTO 투명 발열유리 기본 온도성능 테스트>

작동시간	최대온도(°C)	최소온도(°C)	평균온도(°C)
2분	41	17.2	29.1
5분	229.9	29.5	129.7
10분	311.2	41.8	176.5
30분	390.6	60.2	225.4
1시간	396.2	61	228.6
2시간	392.1	60.8	226.45
3시간	394.5	61.2	227.85
4시간	396.4	62.5	229.45
5시간	398.9	62.3	230.6
6시간	389.2	58.8	224
평균	334	51.53	192.77

<면상발열체 테스트 결과>



<면상발열체 시간대별 온도분포도>

- 테스트 장비 : 열화상 카메라(Fluke Ti480)
- 2016년 12월 07일, 발열체 온도테스트 실시, 온도성능 테스트 후 제품 제작 시 1개의 난방 모듈에 3개의 면상발열체 설계
 - 1) 테스터기에 발열체를 작동시키고 2분후에는 최대 온도 41℃, 최소온도 17.2℃, 평균온도 29.1℃로 점차 발열
 - 2) 5분후부터는 최대온도 229.9℃, 최소온도 29.5℃, 평균온도 129.7℃로 고온의 발열
 - 3) 10분후부터 테스트 종료시간인 6시간이후까지 최대온도 334℃, 최소온도 51.53℃ 평균온도 192.77℃가 유지됨.
 - 4) 위의 하우징의 결합 도형도처럼 난방장치 1대당 발열체 3개를 삼각형 형태로 배치하고 알루미늄 방열판을 통해 열효율을 보존하여 작동시킨 후, 공기순환장치의 풍량에 의해 난방을 할 경우 온실 내 온도상승 기능은 탁월할 것으로 사료되지만 발열유리가 깨질 부정적인 가능성을 배제하기 힘들며 작물에 맞는 온·습도를 맞추기 힘들고 그만큼의 소비전력으로 인한 개발제품 단가로 인해 사업화 불가라는 판단으로 PTC 난방모듈을 선정함.

2. 경량 제습기

가. 방수모터

○ 방수모터 설계

- 모터사양(MOTOR SPECIFICATION)(220V, 60Hz)(국내 및 유럽용)

형식(TYPE) : CONDENSER RUN INDUCTION MOTOR

전원(POWER SOURCE) : AC 220V, 60Hz

콘덴사(CAPACITOR) : 3.0 μ F, 450 VAC

극(POLE) : 4P

전기특성(Electrical Characteristics) (220V, 60Hz측정기준)

규격	단위	정격부하(Rated load)		무부하(No load)	
		정격	편차	정격	편차
전류(Current)	A	0.58	$\pm 10\%$	0.25	$\pm 15\%$
입력(Input)	W	129	$\pm 10\%$	50	$\pm 15\%$
회전수(Speed)	RPM	1240	± 100	1730	MIN.
기동(Starting) 전압(Voltage)	V	154	MAX.	132	MAX.
비고		수직하향, 350 \emptyset , 높이 90 mm		전원인가후 즉시측정	

- 모터사양(MOTOR SPECIFICATION)(110V, 50/60Hz)(유럽향)

형식(TYPE) : CONDENSER RUN INDUCTION MOTOR

전원(POWER SOURCE) : AC 100~110V, 50/60Hz

콘덴사(CAPACITOR) : 10.0 μ F, 250 VAC

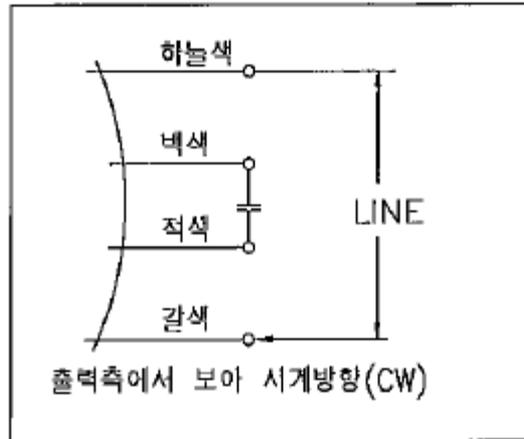
극(POLE) : 4P

전기특성(Electrical Characteristics) (110V, 50/60Hz측정기준)

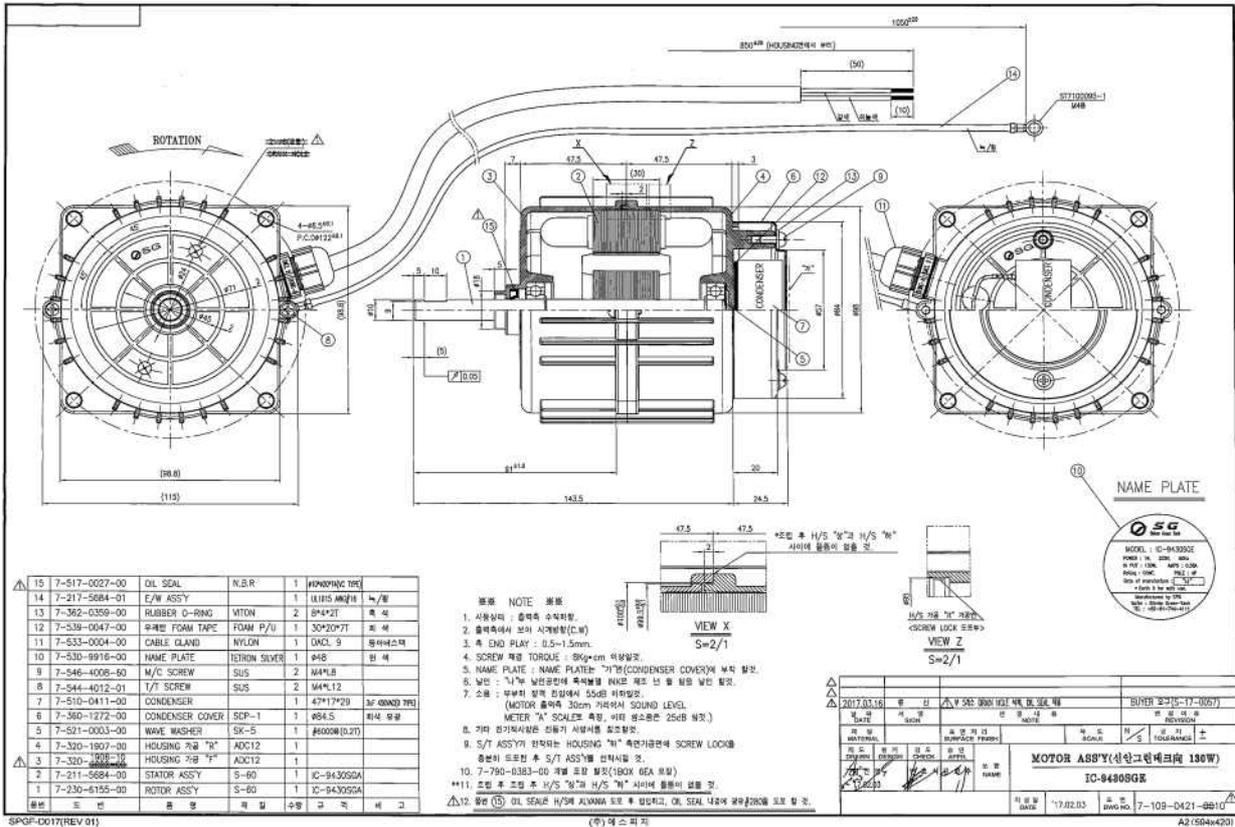
규격	단위	정격부하(Rated load)			무부하(No load)		
		50Hz	60Hz	편차	50Hz	60Hz	편차
전류(Current)	A	0.69	0.96	$\pm 10\%$	0.39	0.51	$\pm 15\%$
입력(Input)	W	75	102	$\pm 10\%$	40	51	$\pm 15\%$
회전수(Speed)	RPM	1400	1580	± 100	1440	1730	MIN.
기동(Starting) 전압(Voltage)	V	154		MAX.	132		MAX.
비고		수직하향, 350 \emptyset , 높이 90 mm			전원인가후 즉시측정		

- 출력(output) : 38.9/61.6W(110V 50/60Hz측정기준 수평)

- 결선도(Connection diagram)



- 구출선(Leads) : $VCTF \cdot 0.75SQ \cdot 2C$ (하늘,갈), UL1015#20(백색,적색)
- 절연등급(Insulation Class) : E종
- 온도상승(Temperature rise) : AT RATED LOAD
- 온도보호장치(THERMAL PROTECTOR) :
ST-22, 17AM033A5-4, 7AM033A5-174-5C(130°C)
- 수명(LIFE) : 20,000HR
- 소음 : 55dB MAX.(모터 단독 정격전압 인가하여 모터 출력측 30cm지점에서 소음측정)



<방수모터 설계 도면>

○ 방수모터 제작



<방수모터 시제품(정면)>



<방수모터 시제품(뒷면)>



<방수모터 뒷면(콘덴서)>



<방수모터 내부(축제외)>



<방수모터 내부(축포함)>



<방수모터 모터축>



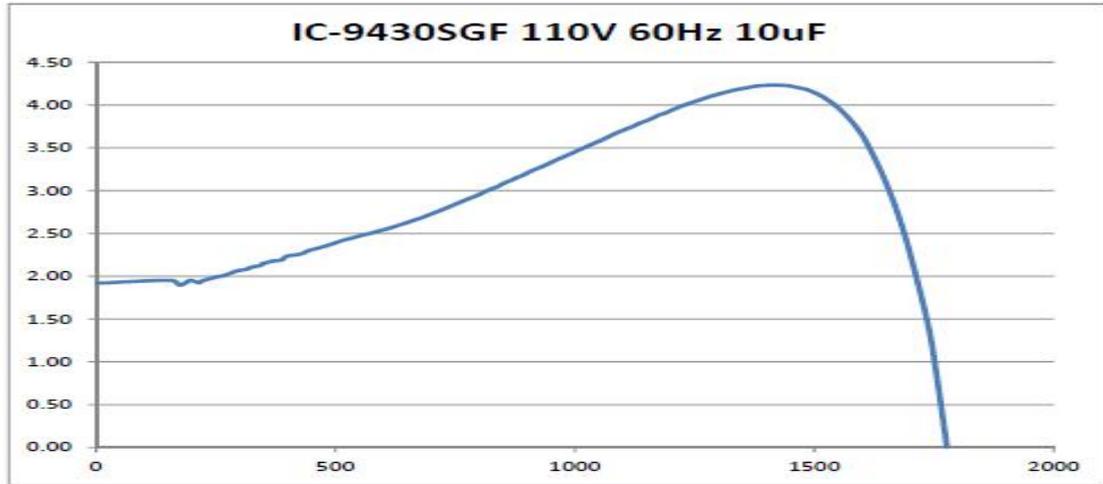
모터축

방수캡

전선방수캡

콘덴서

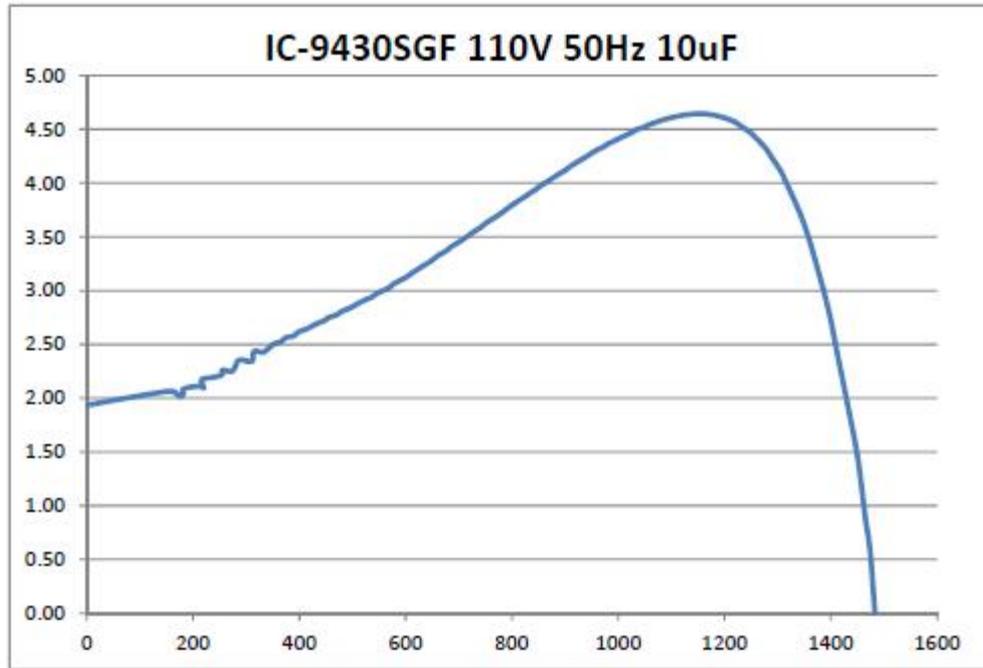
○ 방수모터 테스트
 - 110V, 60Hz 모터 테스트



A1	V1	Win1	PF1	Eff	RPM	kg.cm	Wout
0.522	110.12	52.80	0.919	0.048	1777	0.00	3.81
0.586	110.03	60.38	0.936	0.175	1755	0.86	15.44
0.640	109.91	66.80	0.950	0.255	1739	1.39	24.83
0.706	109.80	74.85	0.966	0.325	1712	2.01	35.32
0.779	109.69	83.69	0.980	0.376	1680	2.64	45.53
0.837	109.56	90.69	0.989	0.402	1649	3.10	52.47
0.875	109.53	95.12	0.993	0.409	1629	3.34	55.93
0.920	109.42	100.24	0.996	0.414	1604	3.61	59.48
0.954	109.38	104.19	0.998	0.413	1579	3.80	61.65
0.980	109.37	107.11	0.999	0.409	1562	3.90	62.60
1.007	109.33	110.00	1.000	0.404	1542	4.00	63.41
1.026	109.26	112.10	1.000	0.399	1525	4.07	63.75
1.047	109.26	114.28	0.999	0.393	1509	4.12	63.90
1.065	109.26	116.29	0.999	0.386	1492	4.16	63.79
1.076	109.22	117.36	0.999	0.382	1483	4.18	63.71
1.093	109.18	119.12	0.999	0.375	1465	4.21	63.28
1.103	109.17	120.09	0.998	0.370	1455	4.22	63.00
1.117	109.13	121.48	0.997	0.364	1440	4.23	62.54
1.128	109.12	122.60	0.997	0.358	1428	4.23	62.06
1.137	109.08	123.53	0.996	0.353	1416	4.23	61.55
1.151	109.08	124.87	0.995	0.346	1401	4.23	60.89
1.160	109.07	125.70	0.994	0.341	1389	4.23	60.28

1.171	109.03	126.79	0.993	0.334	1374	4.22	59.53
1.181	109.02	127.76	0.992	0.328	1361	4.20	58.76
1.190	109.02	128.59	0.992	0.322	1349	4.19	58.10
1.192	109.05	128.81	0.991	0.321	1347	4.19	57.97
1.201	108.98	129.55	0.990	0.315	1333	4.18	57.16
1.210	109.00	130.44	0.989	0.309	1319	4.16	56.30
1.217	108.94	131.05	0.988	0.304	1309	4.14	55.66
1.227	108.95	131.99	0.987	0.297	1292	4.12	54.62
1.234	108.96	132.62	0.986	0.292	1282	4.10	53.97
1.243	108.94	133.39	0.985	0.285	1267	4.07	53.00
1.251	108.97	134.19	0.984	0.279	1252	4.04	51.98
1.257	108.88	134.51	0.983	0.275	1241	4.03	51.30
1.265	108.89	135.25	0.982	0.268	1226	4.00	50.30
1.272	108.94	135.94	0.981	0.262	1213	3.97	49.41
1.277	108.87	136.31	0.980	0.258	1202	3.94	48.63
1.285	108.86	136.94	0.979	0.251	1187	3.90	47.58
1.289	108.84	137.29	0.978	0.247	1175	3.88	46.86
1.296	108.84	137.84	0.977	0.241	1162	3.85	45.90
1.302	108.83	138.32	0.976	0.236	1147	3.81	44.90
1.308	108.84	138.80	0.975	0.231	1134	3.79	44.08
1.313	108.84	139.25	0.974	0.226	1122	3.75	43.25
1.319	108.81	139.67	0.974	0.220	1105	3.72	42.16
1.323	108.81	139.99	0.973	0.216	1095	3.69	41.54
1.329	108.80	140.48	0.972	0.211	1080	3.66	40.56
1.333	108.78	140.78	0.971	0.206	1067	3.62	39.68
1.338	108.81	141.20	0.970	0.202	1056	3.59	38.95
1.343	108.80	141.57	0.969	0.197	1041	3.56	38.03
1.346	108.78	141.79	0.968	0.193	1030	3.53	37.33
1.348	108.78	141.95	0.968	0.191	1024	3.51	36.95
1.351	108.80	142.21	0.968	0.188	1016	3.49	36.44
1.356	108.81	142.61	0.967	0.182	999	3.45	35.43
1.359	108.80	142.83	0.966	0.179	989	3.43	34.79
1.363	108.74	143.02	0.965	0.174	973	3.39	33.85
1.368	108.79	143.47	0.964	0.169	958	3.35	32.97
1.371	108.76	143.62	0.963	0.166	947	3.32	32.30
1.375	108.76	143.93	0.962	0.161	933	3.28	31.47
1.378	108.74	144.12	0.962	0.157	917	3.25	30.61
1.382	108.75	144.36	0.961	0.153	906	3.22	29.98
1.385	108.74	144.57	0.960	0.149	893	3.18	29.20
1.388	108.75	144.81	0.959	0.145	878	3.15	28.41
1.391	108.75	145.02	0.959	0.142	867	3.12	27.78
1.393	108.72	145.13	0.958	0.138	852	3.09	27.02
1.397	108.71	145.34	0.957	0.134	837	3.04	26.16
1.398	108.73	145.47	0.957	0.131	825	3.02	25.59

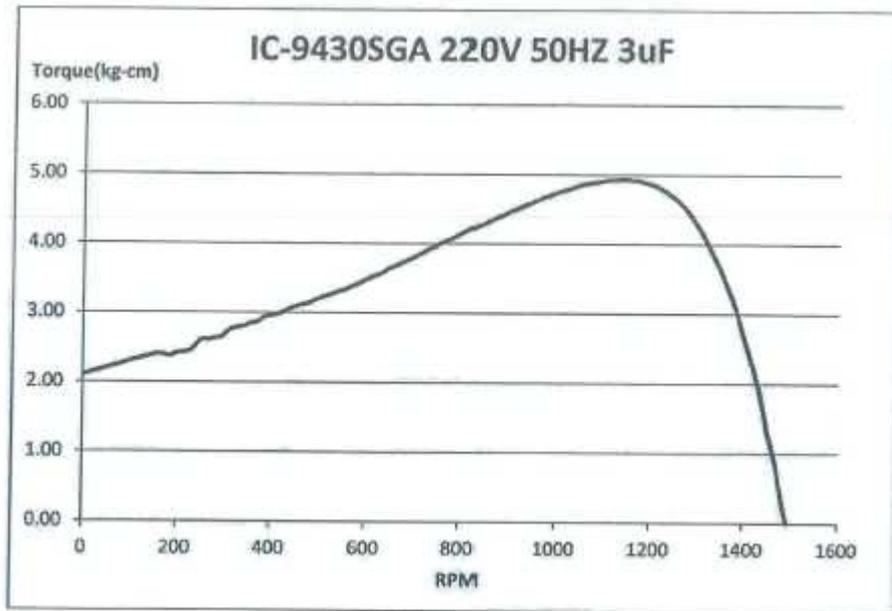
- 110V, 50Hz 모터 테스트



A1	V1	Win1	PF1	Eff	RPM	kg.cm	Wout
0.392	110.05	40.81	0.95	0.050	1483	0.00	2.99
0.422	110.04	44.76	0.96	0.135	1474	0.58	8.74
0.435	110.01	46.44	0.97	0.169	1469	0.75	11.34
0.446	109.97	47.70	0.97	0.191	1465	0.88	13.22
0.498	109.93	53.85	0.98	0.274	1451	1.43	21.33
0.549	109.87	59.72	0.99	0.321	1433	1.90	28.01
0.625	109.75	68.17	0.99	0.371	1407	2.54	36.75
0.645	109.75	70.34	0.99	0.382	1401	2.70	38.88
0.675	109.69	73.58	0.99	0.393	1389	2.95	42.08
0.749	109.68	81.72	0.99	0.400	1363	3.41	47.80
0.800	109.56	87.12	0.99	0.407	1342	3.72	51.27
0.833	109.55	90.71	0.99	0.404	1326	3.89	53.03
0.875	109.50	95.16	0.99	0.395	1308	4.09	54.97
0.899	109.52	97.75	0.99	0.394	1295	4.19	55.73
0.931	109.46	101.06	0.99	0.386	1279	4.31	56.65
0.951	109.43	103.14	0.99	0.379	1268	4.37	56.96
0.979	109.36	105.98	0.99	0.372	1252	4.45	57.26
0.995	109.36	107.66	0.99	0.368	1241	4.50	57.29
1.017	109.32	109.87	0.99	0.360	1228	4.54	57.25
1.032	109.31	111.37	0.99	0.356	1220	4.57	57.22
1.050	109.28	113.25	0.99	0.346	1206	4.59	56.91
1.066	109.30	114.91	0.99	0.340	1196	4.61	56.66
1.077	109.28	115.97	0.99	0.336	1188	4.62	56.40
1.094	109.26	117.68	0.98	0.328	1175	4.64	55.94
1.102	109.22	118.51	0.98	0.326	1169	4.64	55.71
1.120	109.19	120.27	0.98	0.316	1156	4.64	55.12
1.133	109.22	121.59	0.98	0.311	1142	4.64	54.46

1.149	109.18	123.23	0.98	0.303	1129	4.64	53.74
1.157	109.20	123.97	0.98	0.296	1124	4.63	53.49
1.172	109.20	125.46	0.98	0.288	1111	4.62	52.71
1.179	109.13	126.04	0.98	0.288	1103	4.61	52.25
1.194	109.11	127.47	0.98	0.280	1088	4.59	51.32
1.203	109.14	128.39	0.98	0.271	1078	4.58	50.68
1.214	109.11	129.43	0.98	0.269	1069	4.56	50.07
1.221	109.10	130.09	0.98	0.262	1061	4.55	49.56
1.236	109.07	131.46	0.98	0.255	1045	4.51	48.43
1.243	109.07	132.11	0.97	0.251	1036	4.50	47.89
1.253	109.06	133.13	0.97	0.247	1026	4.47	47.12
1.262	109.10	133.99	0.97	0.239	1016	4.45	46.42
1.269	109.06	134.68	0.97	0.234	1006	4.43	45.72
1.277	109.08	135.38	0.97	0.231	995	4.40	44.93
1.287	109.02	136.26	0.97	0.224	981	4.37	43.98
1.293	109.06	136.89	0.97	0.219	974	4.34	43.43
1.301	109.02	137.59	0.97	0.216	962	4.31	42.61
1.308	108.99	138.16	0.97	0.210	952	4.29	41.89
1.317	109.04	139.14	0.97	0.204	940	4.25	40.99
1.322	109.04	139.56	0.97	0.202	933	4.23	40.49
1.329	108.97	140.11	0.97	0.197	921	4.19	39.62
1.336	109.02	140.83	0.97	0.191	910	4.16	38.85
1.343	108.92	141.24	0.97	0.187	901	4.12	38.13
1.348	108.98	141.85	0.97	0.183	890	4.09	37.37
1.355	108.96	142.45	0.96	0.178	878	4.05	36.54
1.360	108.92	142.86	0.96	0.173	867	4.01	35.74
1.367	108.94	143.50	0.96	0.169	855	3.98	34.95
1.372	108.92	143.92	0.96	0.165	846	3.94	34.27
1.377	108.92	144.33	0.96	0.161	837	3.92	33.67
1.384	108.95	145.00	0.96	0.157	824	3.87	32.76
1.388	108.90	145.30	0.96	0.154	814	3.84	32.12
1.394	108.94	145.89	0.96	0.149	803	3.80	31.35
1.398	108.92	146.21	0.96	0.145	793	3.77	30.70
1.404	108.86	146.51	0.96	0.142	782	3.73	29.93
1.408	108.89	146.96	0.96	0.139	774	3.70	29.42
1.413	108.89	147.43	0.96	0.134	759	3.65	28.47
1.417	108.91	147.83	0.96	0.131	750	3.62	27.91
1.421	108.83	147.99	0.96	0.128	740	3.58	27.23
1.425	108.89	148.45	0.96	0.125	731	3.56	26.70
1.429	108.85	148.69	0.96	0.121	720	3.52	26.01
1.437	108.81	149.28	0.96	0.115	699	3.45	24.74
1.440	108.90	149.76	0.95	0.112	689	3.42	24.19
1.445	108.90	150.16	0.95	0.108	675	3.37	23.33
1.447	108.81	150.14	0.95	0.106	666	3.34	22.85
1.451	108.90	150.63	0.95	0.102	655	3.30	22.22
1.455	108.87	150.86	0.95	0.100	646	3.27	21.68
1.458	108.85	151.15	0.95	0.097	634	3.23	21.06
1.461	108.83	151.33	0.95	0.093	620	3.19	20.30
1.463	108.84	151.47	0.95	0.091	613	3.17	19.94

- 220V, 50Hz 모터 테스트



A1	V1	Win1	Eff	RPM	kg.cm	Wout
0.193	220.9	41.60	0.02	1493	0.00	0.95
0.216	220.8	47.14	0.14	1474	0.62	9.37
0.216	220.8	47.33	0.15	1474	0.65	9.77
0.226	220.8	49.64	0.18	1469	0.84	12.68
0.249	220.8	54.68	0.26	1450	1.36	20.23
0.280	220.8	61.70	0.34	1430	2.00	29.42
0.325	220.8	71.73	0.39	1395	2.79	39.97
0.342	220.7	75.35	0.40	1387	2.99	42.59
0.373	220.7	82.32	0.41	1359	3.48	48.55
0.405	220.7	89.34	0.42	1328	3.93	53.53
0.445	220.7	98.22	0.41	1294	4.32	57.46
0.475	220.6	104.81	0.40	1260	4.60	59.51
0.499	220.6	109.96	0.38	1227	4.77	60.10
0.514	220.6	113.32	0.37	1205	4.85	59.99
0.531	220.6	116.83	0.36	1180	4.90	59.33
0.541	220.6	119.11	0.35	1167	4.92	58.93
0.553	220.6	121.63	0.34	1146	4.93	57.97
0.563	220.6	123.69	0.32	1128	4.93	57.07
0.570	220.6	125.11	0.32	1116	4.93	56.45
0.579	220.6	127.02	0.31	1100	4.91	55.48
0.586	220.6	128.51	0.30	1083	4.89	54.40
0.592	220.6	129.79	0.29	1071	4.88	53.67
0.600	220.6	131.25	0.28	1052	4.85	52.43
0.605	220.6	132.35	0.27	1042	4.83	51.67
0.611	220.6	133.66	0.27	1026	4.80	50.55
0.618	220.5	134.91	0.26	1012	4.76	49.51
0.623	220.5	136.03	0.25	994	4.73	48.27

- IP 5X 시험조건

활석가루(Talcum powder) : 화이어 직경(50um), 와이어간의 틈간격(75um)

시험챔버 활석가루의 양 : 2kg/m³

시험시간 : 8시간

테스트확인내용 : 시험후 분진 침투 확인



a. Before the test



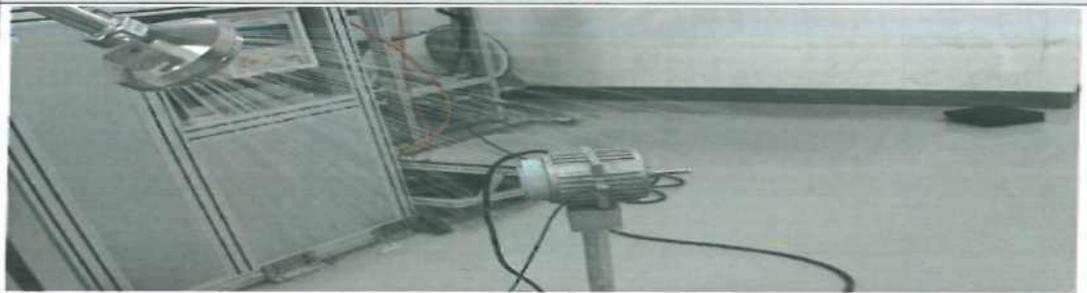
b. After the test

- IP 5X 시험결과
 모터 내 분진 침투 발견하지 못함

- IP X4 시험조건
 방수율 : $10 \times (1 \pm 5\%) \text{L/min}$
 수압 : (50~150)kPa
 물분사거리 : (300~500)mm
 시험시간 : 5분



a. Before the test



b. During the test

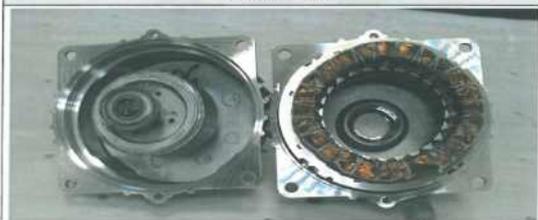
- IP X4 시험결과
 모터 내 수분 침투 발견하지 못함



a. Inside of cover



a. Inside of cover



b. Inside of gear box



b. Inside of gear box

I. IP5X

II. IPX4

○ 방수모터 수분 침투방지 모터커버 설계

- 수분 침투방지 모터커버 필요성

▪ 원예온실의 기기 중 작물의 생육성장 환경조성에 필요한 스프링클러를 이용하여 전체적 온도를 낮추는 과정 중 개발제품 모터에 물이 뿌려지는 상황 발생 시 최소한의 수분침투를 방지하기 위해 필요함

▪ 온실 내 미립자 방제작업 중에 개발제품에 침투방지를 위해 필요함

▪ H/S 하측을 전체 밀폐함으로써 온실 내에 있는 수분과 분진의 침투방지를 하고 모터 부식의 부정적인 요소를 해결함

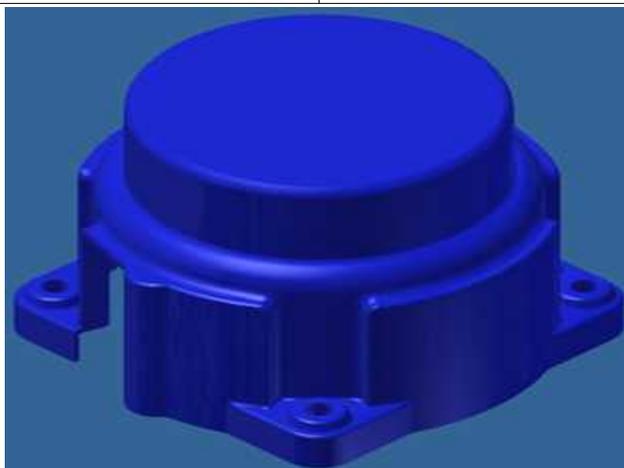
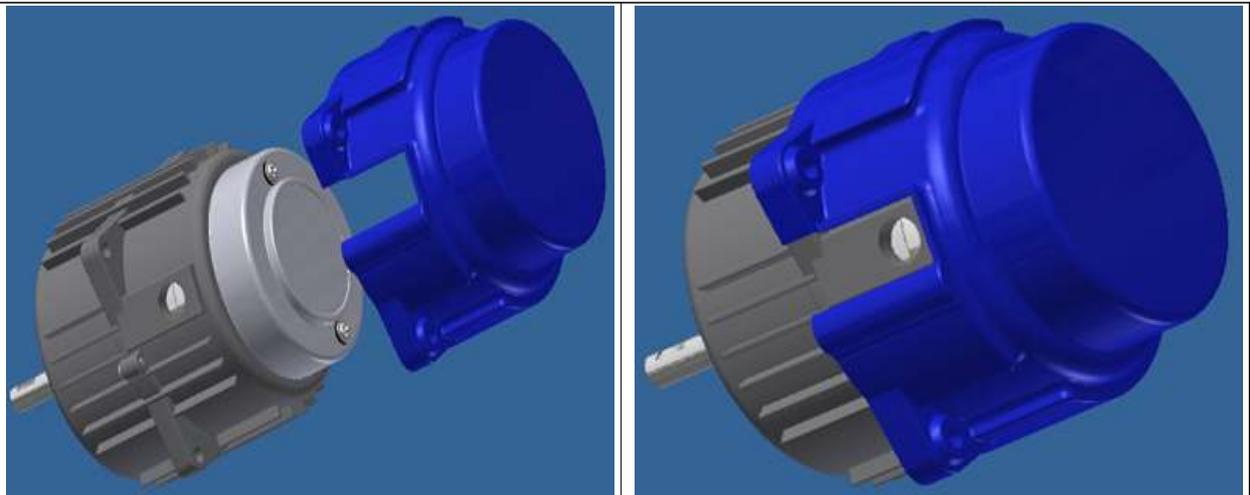
- 모터커버 사양

재질 : ABS

규격 : 121*114*79

무게 : 78g

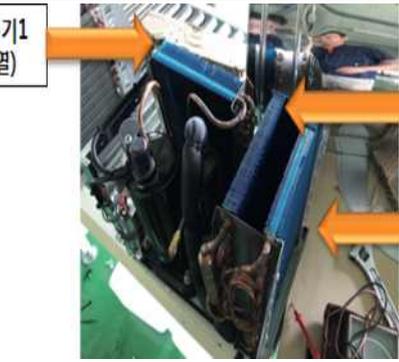
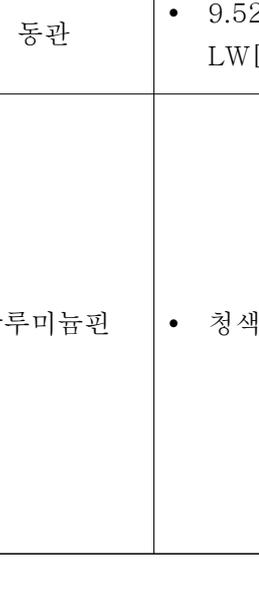
- 모터커버 도면



<모터커버도면 : 모터커버조립은 SET 조립(M6 Screw) 4개소로 조립>

나. 난방제습기 설계 및 부속품

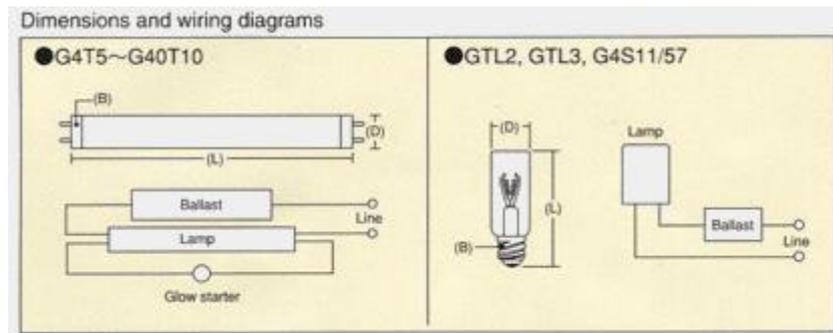
- 제습 및 공기순환시스템 성능개선 및 난방모듈 호환성 검토
 - 제습장치 성능개선

		
항목	기존제습장치	신규변경제습장치
열교환기숫자	3개 (응축기1+ 응축기2+ 증발기1)	2개 (응축기1+ 증발기1)
열교환기및배열	<ul style="list-style-type: none"> • 응축기1의 경우 수직방향으로 쉘의 영향을 받지 않아 응축기능 저하 판단 • 증발기 1열로 증발능력 의문 	<ul style="list-style-type: none"> • 열 교환기 배열을 팬과 일치되게 배열 • 증발기 코일 2열로 변경 • 응축기/증발 코일 간격 조정(최적화)
동관	<ul style="list-style-type: none"> • 9.52파이(IGT LW[Bare]) 	<ul style="list-style-type: none"> • 7파이 • 타입:IGT (Inner Grooved Tube)적용으로 LW(Level wound,Bare) 대비 효율 높음
알루미늄핀	<ul style="list-style-type: none"> • 청색 코팅 핀 	<ul style="list-style-type: none"> • 친수 핀으로 코팅 핀 대비 친수성이 좋음 (에어컨용에 기본적으로 사용하는 Fin) • 열전도도가 높은 알루미늄핀, 구리재질로 형성 • 냉각핀은 원형단형형태로 형성되며, 제습 공간에서 유동되는 가스와 접촉되는 가스를 응축 및 냉각시킴으로서 제습량이 극대화 됨. • 냉각핀은 가스의 유동의 유동방향과 직교하게 배치시킴으로서 열교환능력이 상승하여 제습능력이 향상됨.

○ UV-C공기살균램프 적용

- 기성품 UV-C공기살균램프 조사 및 선정

업체명 : 산료자외선



Type	Lamp Wattage (W)	Dimensions(mm)		Shape	Cap (B)	Lamp Current (A)	Ultraviolet Output (W)	Average Useful Life (h)	No. 60081 IEC
		Length (L)	Diameter (D)						
G4T5	4	134.5	15.5	Straight	G5	0.162	0.8	8,000	1020
G6T5	6	210.5	15.5	Straight	G5	0.147	1.7	8,000	1030
G8T5	8	287	15.5	Straight	G5	0.170	2.5	8,000	1040
G10T8	10	330	25.5	Straight	G13	0.230	2.7	8,000	-
G15T8	15	436	25.5	Straight	G13	0.300	4.9	8,000	2120
G20T10	20	580, 588.5	32.5	Straight	G13	0.360	7.5	8,000	2230
G25T8	25	436	25.5	Straight	G13	0.600	6.9	8,000	-
G30T8	30	893	25.5	Straight	G13	0.420	13.4	8,000	2320
G40T10	40	1,198	32.5	Straight	G13	0.420	19.8	8,000	2430
GTL2	2	55	20	Mini-Bowl	E17	0.220	0.12	2,000	-
GTL3	3	63	20	Mini-Bowl	E17	0.300	0.16	2,000	-
G4S11/57	3.5	57	35	Mini-Bowl	E17	0.350	0.18	2,000	-

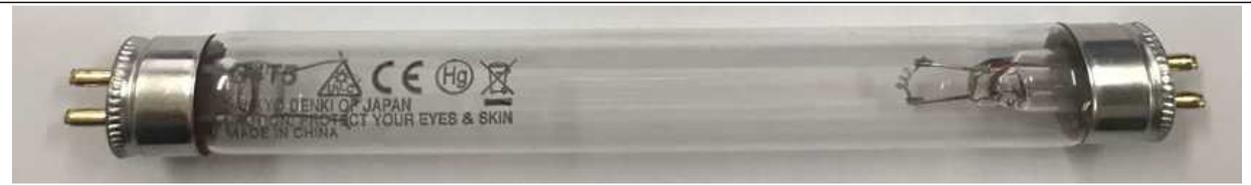
- 최종 선정 공기살균램프

업체명 : 산료자외선

타입 : G4T5

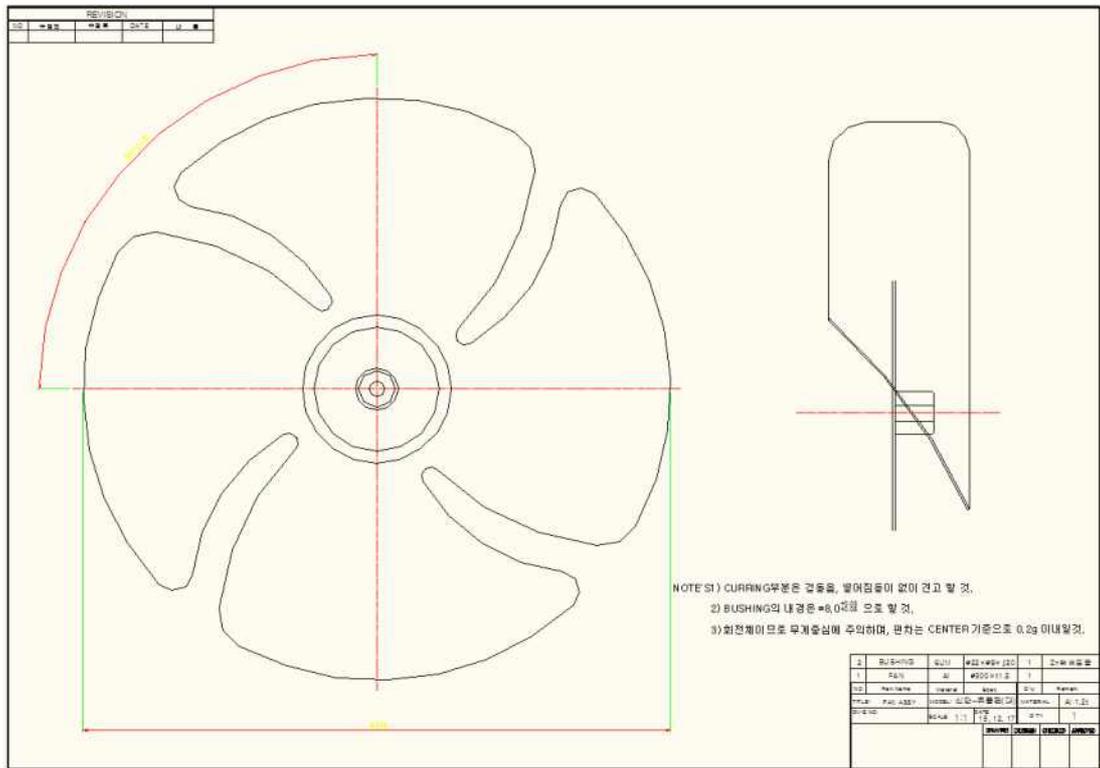
전력(W) : 4

규격(mm) : 134.5*15.5



<UV-C 공기살균램프(G4T5) / 램프전력안정기>

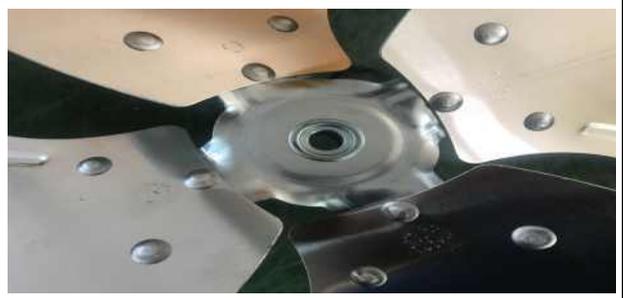
- 알루미늄 날개 및 브라켓 제작
 - 알루미늄 날개 설계 및 제작
- 규격 : Al Ø350mm, 3B



- 규격 : Al Ø350mm, 3B
- 알루미늄날개 제작



<그림10. 날개전면>



<그림11. 날개축(앞면)>



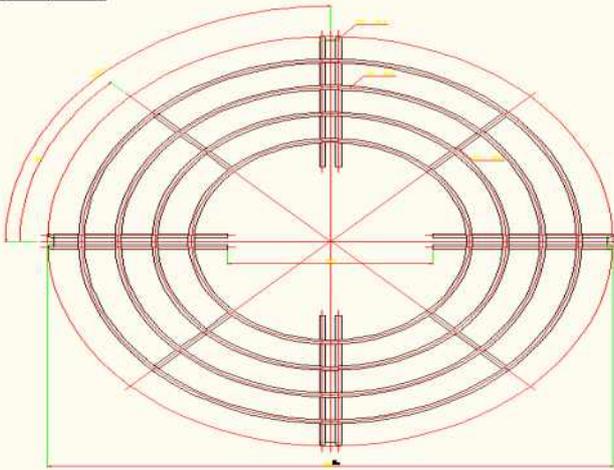
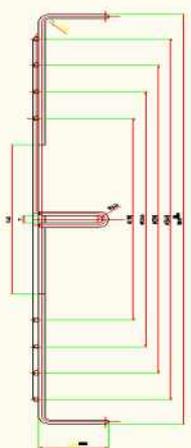
<그림12. 날개축(뒷면)>



<그림13. 날개 금형>

- 브라켓 설계 및 제작

구분	내용	수정	일자	인

NOTE'S 1) 치수 도면 절대준수 할것.
 2) RING 스롯용접시 동심도 0.5D이하 될 것.
 3) 스롯용접시 BURR가 없으며 견고하게 용접될것.
 4) 외관은 유해한 결함이 없으며, Zn 백색 도금으로 마무리 할것.

NO	Part Name	Quantity	Spec	QTY	Material	Remark
1	READ GUARD	1000045G				연광선
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

- 브라켓 제작



<그림14. 플라스틱 브라켓(앞면)>



<그림15. 플라스틱 브라켓(뒷면)>

- 모터, 브라켓, 날개 결합 공기순환장치 제작



○ 난방모듈 선정 및 찰탁식 난방기기 설계 제작

- 난방모듈 선정

- 난방모듈 : PTC(Positive Temperature Coefficient Thermally Sensitive Resistor)
BaTiO₃에 미량의 히토류 원소를 첨가함으로써 전도성이 부여되고 Ba의 일부를 Sr 또는 Pb로 치환하여 큐리온도의 이동이 가능한 n형 산화반도체의 일종으로 어떤 온도에 도달하면 상전이에 의해 온도가 상승함에 따라 급격히 저항값이 증가하는 성질을 갖고 있으며 PTC 면상발열체는 열 발산속도가 매우 빠르고 열 발생 능력이 강하며 성능이 안정되고 전기소모가 적은 것이 특징임. 또한 PTC 면상발열체는 인체에 좋은 원적외선 발산과 일정온도 이상으로 과열되면 전류가 차단되어 과전류 및 화재에 매우 안정적이고 저전력으로 높은 열효율을 달성할 수 있어 에너지 절약을 필요로 하는 온풍기에 적용

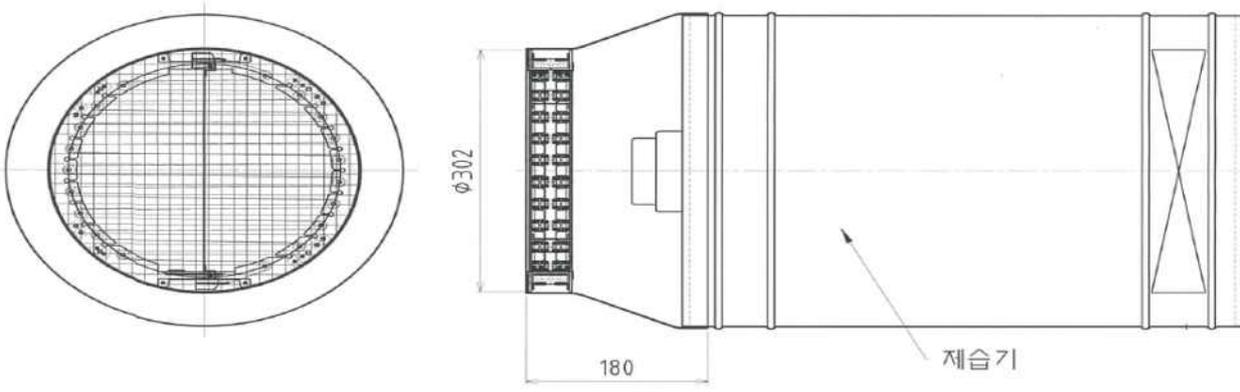
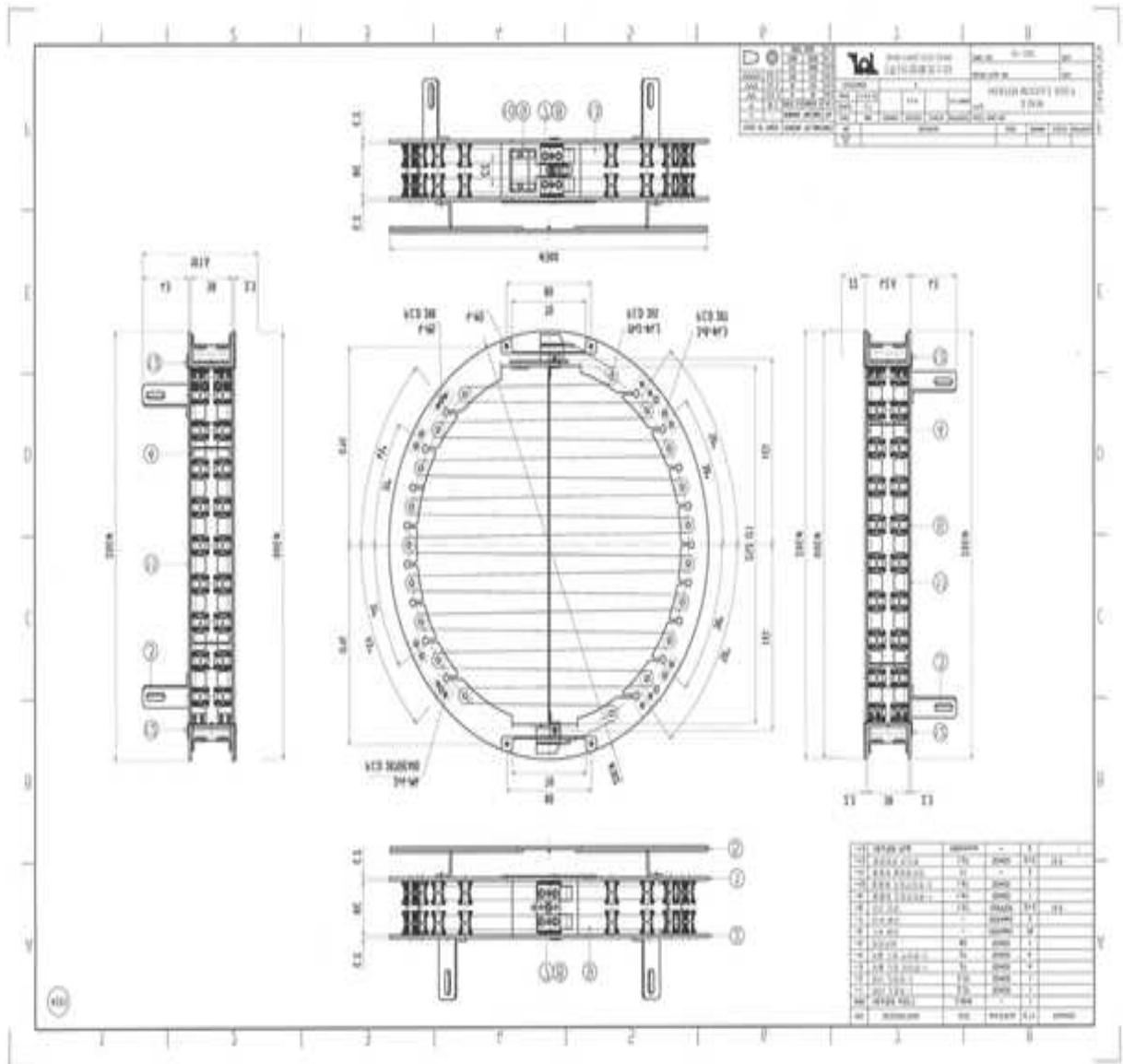
- 난방모듈 열효율 테스트



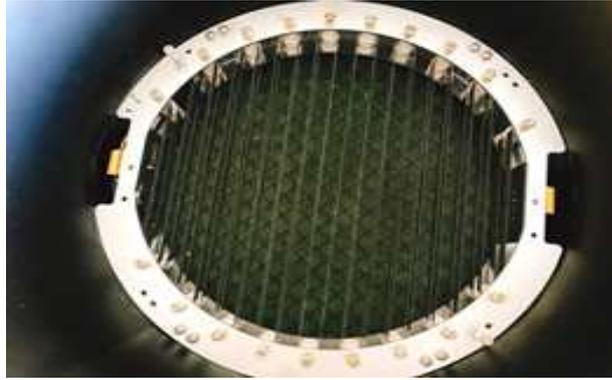
- 난방모듈 열효율 테스트 결과

구분	1	2	3	4	평균
표면온도	69.3℃	142.9℃	205.9℃	179.3℃	149.35℃
1m뒀 온도	45.7℃	47.5℃	47.4℃	48.4℃	47.25℃

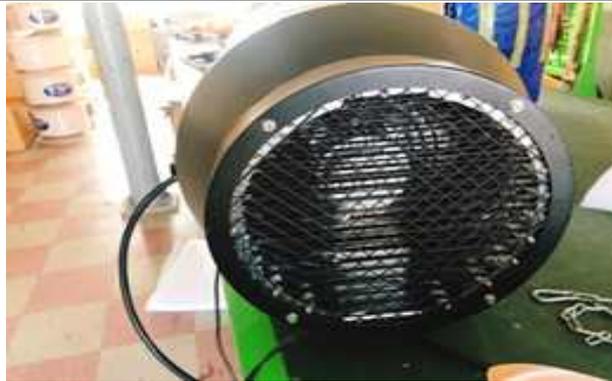
- 난방모듈 착탈식 설계 및 제작



<착탈식 난방제습공기순환기기 설계도면>



<PTC전기난방기기 제작>



<PTC전기난방기기과 제습장치 결합>

다. 알루미늄소재 하우징 및 경량화

○ 공기순환제습난방기 설계

Rev	Description	Modification	Date	Name	A.P

NO.	N A M E	QTY	REMARK
14	PACKING BOX	공판제	1
13	방진망리 직조나기 (연식불인)	H5x12L(실사용)	4
12	PARTITION PLT-R		1
11	PARTITION PLT-L		1
10	BRK. CAPACITOR		1
9	FILTER(필터망)		1
8	RUN CAPACITOR	15uF/370VAC	1
7	PIPING ASS'Y		1
6	BASE PLATE ASS'Y		1
5	FAN MOTOR ASS'Y		1
4	COMPRESSOR	QAI8K6HA	1
3	EVAPORATOR ASS'Y		1
2	CONDENSER ASS'Y		1
1	FAN DUCT ASS'Y		1

Specifications

시 품 명	B-22
Compressor	Model 2R11S3R23E6A8A Motor Input 685W Run Capacitor 15uF/370VuF
Condenser	Coil Size #7x2Rv14Sx190EL Fin Pitch 1.2mm T.A (M ²)
Evaporator	Coil Size #7x2Rv12Sx190EL Fin Pitch 1.2mm T.A (M ²)
Fan & Motor	Fan 6350x4B Motor 14020V,130Wx4P
Weight (kg)	

Anchor Holes

(단위 : mm)					
직 수 구 분 의 등 급	A급	B급	C급	D급	E급
38 이하	0.1	0.15	0.25	0.4	0.6
38 초과 49 이하	0.15	0.25	0.45	0.7	1.1
49 초과 65 이하	0.2	0.4	0.6	1.0	1.6
65 초과 100 이하	0.3	0.7	1.1	1.8	2.8
100 초과 200 이하	0.5	1.1	1.8	3.0	4.5

주 기

- 1.Base Drain 볼트 체결부 실러진 작업함.
- 2.계열 Coil 양측 Partition Panel 설치 (sta30410.8)
- 3.Base Drain 내수부 단열재 부착함.
- 4.Suction Pipe를 배관 단열재 부착함.
- 5.본선용이 실용하게 용어 (Comp. 용어는 변경함).

PROJECT	하수용 제습기(응온용)		
DRAWING of.	제습기 ASS'Y	DWG.No	DHSO-075-001
SCALE	Reg:QTY	REV.No	
	DESIGNED	DRAWN BY	CHECKED
N A M E	K.S.H		
D A T E	17.05.15		

○ 알루미늄을 이용한 제습공기순환장치 하우징 및 기타자재 제작



<AI1000계열 제습하우징 1차 시작품 제작>

- 비교적 단가가 저렴한 알루미늄 1000계열 제습하우징을 1차 제작하였음.
- 제습기의 제습장치, 팬, 모터를 결합하여 테스트한 결과, 제습하우징 아래의 받침대에서 무게를 견디지 못하고 휘어지는 현상이 발생함.
- 온실 내의 여름 최고온도 40℃까지 올라갈시 불안성, 제습장치 쪽에 난방장치를 결합하였을 때 등 내식성 및 내구성에 대한 문제점이 발견됨.



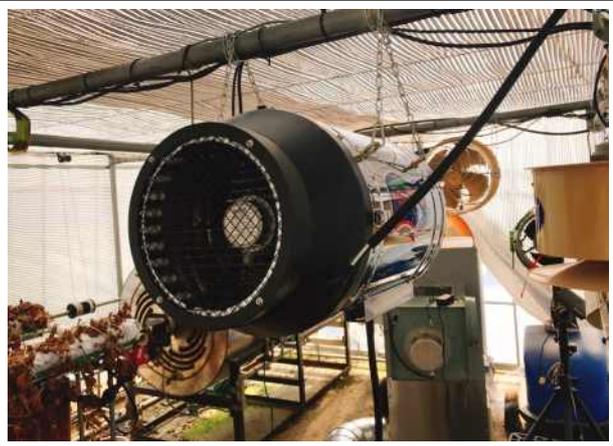
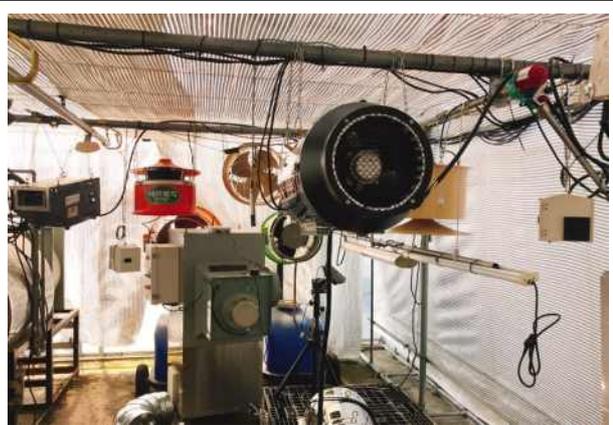
<Al5000계열 제습하우징 최종 시제품 제작>

- 1차로 제작한 알루미늄 제습하우징의 문제점을 보완하여 2차 알루미늄 제습하우징을 제작함.
- 하우스 내부 환경, 내부에 들어가는 제습장치, 팬, 모터 등의 무게를 견딜 수 있는 내식성, 강도, 내구성을 갖춘 알루미늄 5000계열(Al-Mg계 합금)을 선정하여 제작
- 알루미늄 5000계열 중에서도 Mg함유량이 상대적으로 많은 Al5083합금을 선정함. 이유는 우수한 강도를 유지하면서 용접성도 뛰어나 선박, 차량, 화학플랜트 등의 저온용 탱크, 압력 용기의 용접구조물에서 사용되고 있음.
- Al5083은 Al-Mg합금으로써, 인장강도 300Mpa, 항복강도 210Mpa로 SUS304재질에 대비하여 약 66%정도 가볍고 단단함.
- 표면처리는 아노다이징 표면코팅을 통해 내식성을 향상시킴
- 양극산화를 시켜줌으로, 알루미늄에 전기를 통하면 알루미늄의 양극에 산소가 발생하고, 이 산소가 알루미늄 표면을 산화시키며, 산화된 표면에 피막이 형성되어 알루미늄 표면강도를 강화시켜줌.



<제습장치 받침대(알루미늄소재를 이용하여 제작)>

- 난방겸용 공기순환제습장치 최종 시제품 제작
 - 최종 시제품 실험온실 설치



<난방겸용 공기순환제습장치 최종 시제품 실험온실 내 설치>



<공기순환제습장치 최종 시제품>

- 난방겸용공기순환제습기 사양

모델명	SGD-17H	규격	Ø385*Ø550mm
재질	알루미늄	팬	4FAN/350mm
사용면적	50~100평	제습량	1.7L/h(온도20℃, 습도80%)
전력	4,090W FAN(130W),제습(460W), 난방(3.5kW)	UV살균 램프	5W
풍량	30m3/min	무게	25kg

라. 1차 시작품제작 및 실험테스트베드 적용

시험장소 : 신안그린테크 내 실험온실(4600*8000*3600mm)

시험환경 : 스크린, 부직포, 창개폐기를 이용한 공기배출 방지

난방겸용공기순환제습기 앞뒤 1m에 무선온습도센서 서리, 설치

오전 10:00~17:00 7시간동안의 제품작동후 온습도 변화수치상호분석



<신안그린테크 내 실험온실>



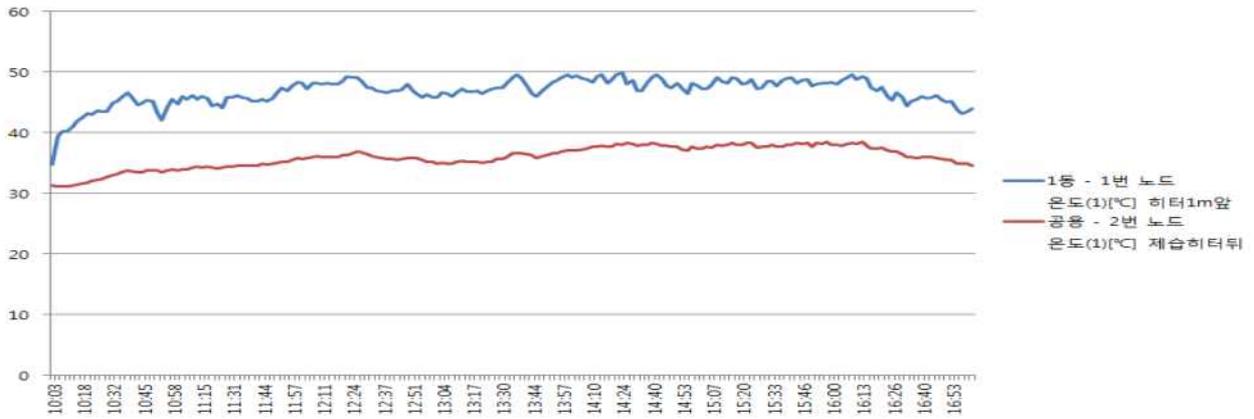
<온실내 제품시험환경>

시작시간	종료시간	히터1m앞 온도[℃]			온실내 온도			팬차			히터1m앞 습도[%]			온실내 습도[%]			팬차		
		최대값	최소값	평균	최대값	최소값	평균	최대값	최소값	평균	최대값	최소값	평균	최대값	최소값	평균	최대값	최소값	평균
10:00	11:00	46.5	34.7	43.2	33.9	31.1	32.6	12.6	3.6	10.5	54.5	29.4	35.0	54.3	45.9	50.1	0.2	-16.5	-15.132
11:00	12:00	47.6	44.1	45.7	35.4	33.8	34.5	12.2	10.3	11.2	33.3	28.3	31.2	50.6	44.2	48.1	-17.3	-15.9	-16.863
12:00	13:00	49.2	45.8	47.5	36.8	35.1	35.9	12.4	10.7	11.6	30.4	26.2	28.5	47.8	41.3	44.9	-17.4	-15.1	-16.389
13:00	14:00	49.6	45.8	47.4	37.1	34.9	35.8	12.5	10.9	11.6	30.5	26.1	28.4	47.7	40.9	44.4	-17.2	-14.8	-15.952
14:00	15:00	49.8	46.4	48.4	38.2	37	37.7	11.6	9.4	10.7	26.3	23.3	24.6	43.1	34.1	36.8	-16.8	-10.8	-12.252
15:00	16:00	49.1	47.2	48.2	38.4	37.4	37.9	10.7	9.8	10.3	25.2	23.5	24.3	36.8	33.4	35.4	-11.6	-9.9	-11.078
16:00	17:00	49.6	43.1	46.3	38.5	34.6	36.6	11.1	8.5	9.8	29.8	23.7	26.7	42.5	34.5	38.9	-12.7	-10.8	-12.231
평균		48.8	43.9	46.7	36.9	34.8	35.8	11.9	9.0	10.8	32.9	25.8	28.4	46.1	39.2	42.7	-13.2571	-13.4	-14.271

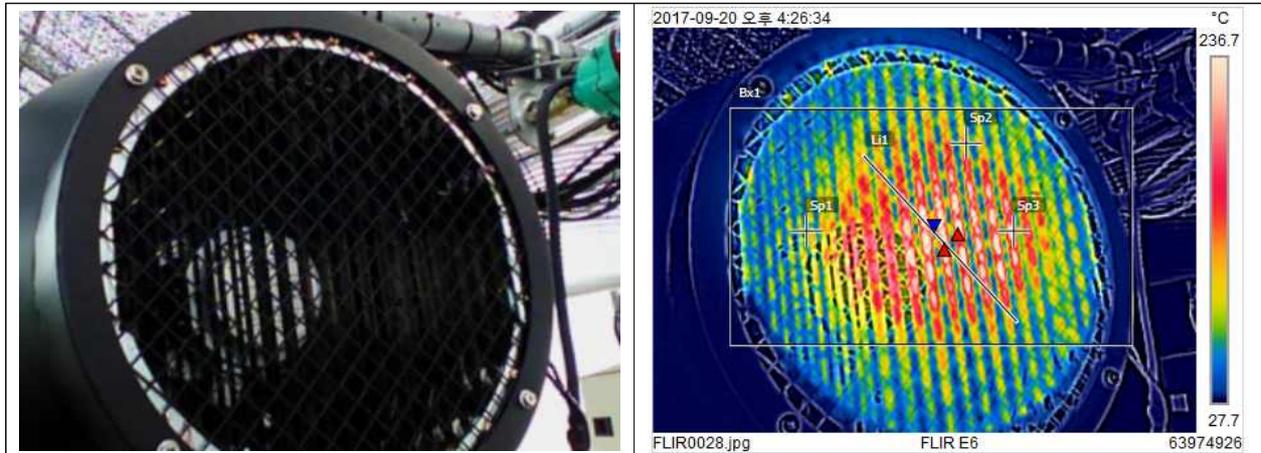
○ 실험온실 내 난방겸용공기순환제습기 난방테스트

위 표의 데이터와 같이 온도분포의 경우에는 7시간동안난방장치를 작동시켰을때와 미작동의 10.8℃의 온도상승효과를 확인 할 수 있음.

난방장치 표면온도의 경우에는 최대온도는 279.2℃, 최소온도는 49.8℃ 확인이 가능함



< 온도변화 그래프 >



<제품난방온도적외선 온도측정>

측정	
Bx1	Max 280.2 °C ❌
Sp1	69.3 °C
Sp2	142.9 °C
Sp3	205.9 °C
Li1	Max 279.2 °C ⚠️
	Min 49.8 °C
	Average 138.8 °C ⚠️
Dt1 Bx1.Max - 참조 온도	280.2 °C ⚠️
매개변수	
방사율	0.95
반사 온도	20 °C

< 전기난방기기 온도측정 결과 >

○ 실험온실 내 난방겸용공기순환제습기 제습테스트

공기순환장치 작동시 분당 31.6m³/min의 풍량의 테스트 결과확인

제습장치과 공기순환장치 동시작동시 시간당 1.8L/h의 제습량 확인

아래 그래프, 수치 같이 난방과 제습장치를 작동시켰을 때 더욱 효과적인 제습효과발생



< 습도변화 그래프 >

3. 시작품 제작 및 현장 적용

가. 방습, 방진모터 PSE인증 획득

- PSE마크제도는 일본내의 전기전자제품에 적용해오던 전기용품취체법(전취법 : Dentori마크, T-Mark)이 개정된 새로운 형태 법인 전안법(Denan)에 따른 인증제도임
- 전취법에서는 전기용품을 두 개의 범주인 갑종(A)과 을종(B종)으로 나누고 있는 반면, 새로운 전안법에서는 특정전기용품(Specified Products, SP)과 특정전기용품 이외의 전기용품(Non-specified Products, NP) 2개의 분야로 나누고 있음
- 특정전기용품의 경우 일본 경제산업성의 지침을 충족하는 별도의 인정기관에서 평가되어야만 하며 동제품이 일본 시장에 진출하기 위해서는 반드시 승인검사기관에 의한 적합성검사를 받아야 함

PSE CONFORMANCE VERIFICATION

PSE CONFORMANCE VERIFICATION hereby issued to the named Applicant and is VALID ONLY for the equipment identified hereon for use under the rules and regulations listed below:

Applicant : SHINAN GREEN TECH CO., LTD.
Address : 1210, Noksaeok-ro, Suncheon-si, Jeollanam-do, Korea

Manufacturer : SHINAN GREEN TECH CO., LTD.
Address : 1210, Noksaeok-ro, Suncheon-si, Jeollanam-do, Korea

Report No. : STD-PSE-17013

Equipment Description : AIR MIXER

Equipment Type : SGA-120

Family Model : SGA-04C

Test Required : CISPR 14-1:2005/A1+A2:2011
 Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus
 - Part 1: Emission

Date: June 26, 2017 Signature

Jang Seung Ho / CEO

Standard Engineering Co., Ltd.
 142, Haungyeon-ro, Eunam-myeon, Seosan-si, Chungcheongnam-do 31941, Republic of Korea
 Tel : +82-41-563-9430-71 Fax : +82-41-563-9434 e-mail : selen@steling.com

PSE Declaration of Conformity

According to

Safety Standard

For the following

Product : AIR MIXER
Model Name : SGA-120
Variant Model Name : SGA-04C
Applicant Name : SHINAN GREEN TECH CO., LTD.
Applicant Address : 1210, Noksaeok-ro, Suncheon-si, Jeollanam-do, Korea
Manufactured Name : Same as above
Manufactured Address : Same as above

This declaration is called for all samples that are part of this declaration, which are manufactured according to the production charts appendix.

The standards relevant for the evaluation of Safety requirements are as follows:

Test Standard : IEC 60335-2-80:2015
 IEC 60335-1:2010+A1:2013
 IEC 62233:2005

Date of issue: , 2017

SHINAN GREEN TECH CO., LTD.
 1210, Noksaeok-ro, Suncheon-si, Jeollanam-do, Korea

(Name and signature of authorized person)

<PSE인증서>

나. 유리온실 테스트베드 구축(4500*8000*4617mm)

1. 연구실험 목적의 유리온실 테스트베드 구축 및 개발제품 테스트

- 유리온실 테스트베드 내부에서 개발제품 현장 테스트 실시
- 풍량, 소음, 무게, 제습량, 난방모듈 등 공인인증 시험의뢰를 하기 전 자체테스트 진행
- 다겹 부직포, 차광막 스크린, 측창&천장 개폐 등으로 내부의 온·습도 및 차광을 조절



<유리온실 테스트베드 구축>



<유리온실 테스트베드 구축>



<유리온실 테스트베드 구축>



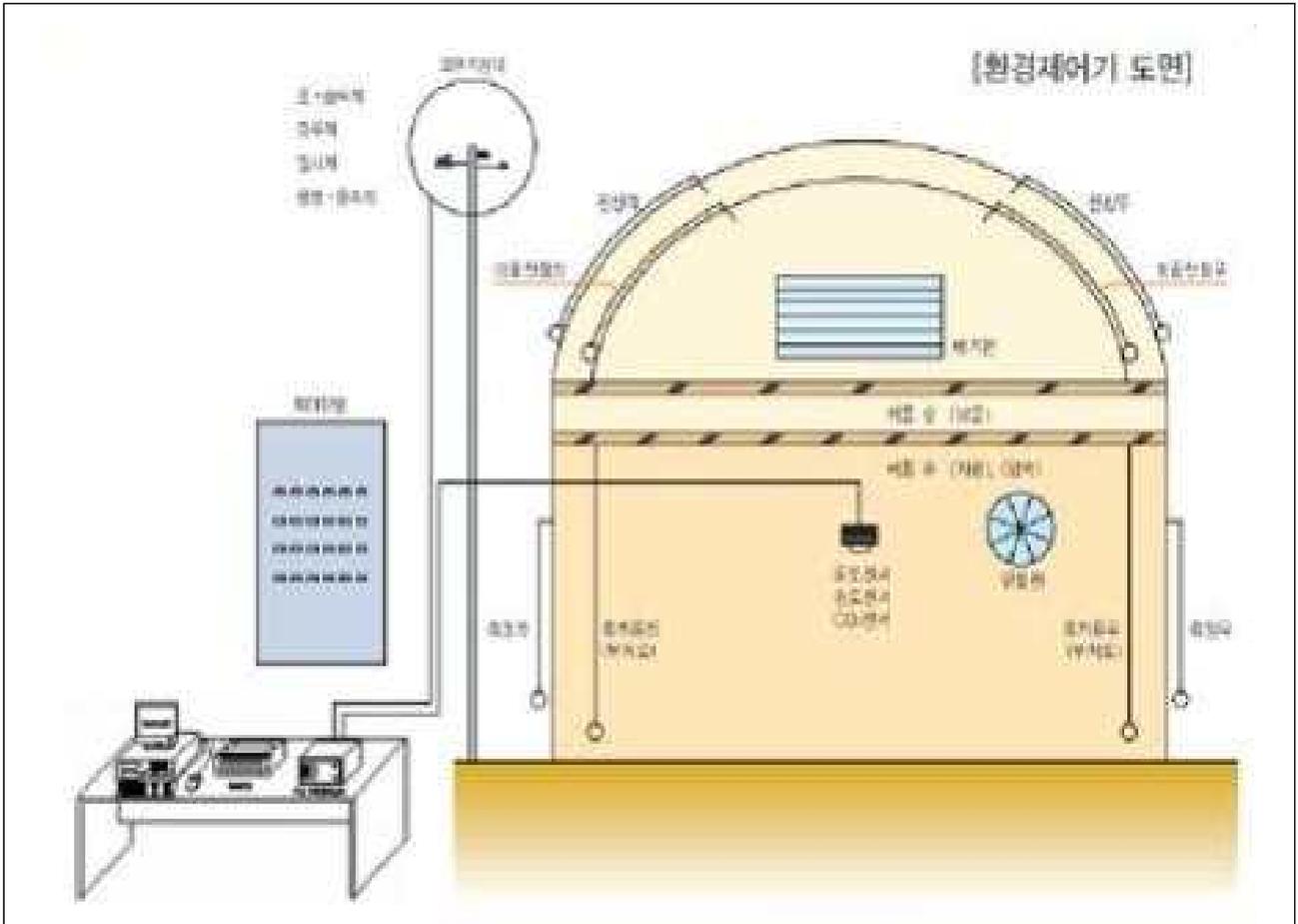
<유리온실 테스트베드 구축>

2. 유리온실 테스트베드 통합 배전함 및 원격제어형 ICT 제어기 설비(협동기관 공동수행)

- 과제 협동기관 그린씨에스(주)와의 공동수행으로 원격제어형 ICT 제어기 설비
- 컴퓨터에 의한 복합 환경제어시스템



<ICT 실제>



<ICT 환경제어기 도면>

천창제어	이중창제어	측창제어	차광커튼제어	보온커튼제어	측커튼제어
유동팬제어	배기팬제어	순환펌프제어	보일러 3WAY밸브제어	CO2제어	보광등제어

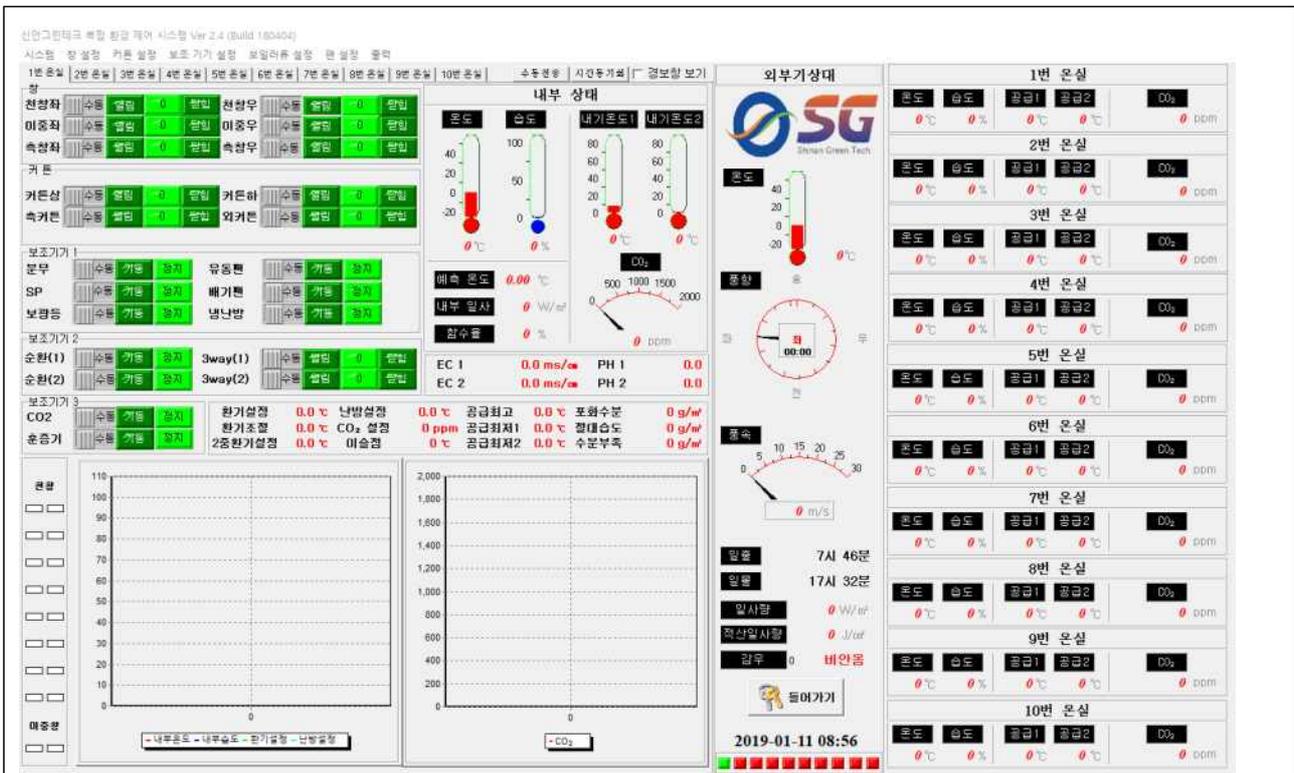


· 계측값 활용을 위한 제어항목/내용

설치장비 제어 항목	활 용 센 서	제어내용
천창 모터 개폐 이중창 모터 개폐 측창 모터 개폐	실내온도 / 실내습도 / 실외온도 / 일사 / 감우 / 풍향 / 풍속 센서 사용	환기제어
차광커튼 모터 개폐 보온커튼 모터 개폐 측커튼 모터 개폐	실내온도 / 실내습도 / 실외온도 / 일사 센서 활용	차광커튼 제어 보온커튼 제어 측커튼 제어
CO2 공급밸브	CO2 센서 / 실내습도 / 일사센서 활용	CO2 공급량 제어
유동팬	실내온도 / 실내습도 활용	공기유동 제어
보광등	일사 센서 활용	보광등 제어
훈증기	타이머 활용	훈증기 제어
스프링클러	실내온도 / 실내습도 활용	지붕 SP제어
배기팬	실내온도 / 실내습도 활용	공기배출 제어
난방 순환펌프	실내온도 / 실내습도 활용	난방 제어
난방 3-way밸브	실내온도 / 난방수온도 센서 활용	난방 제어

· 컴퓨터에 의한 복합 제어장치

센서종류	환경 제어 기능 활용 기본 범위
실내 온도 센서	-천창, 이중천창, 측창의 열림, 닫힘 작동 및 개폐속도 및 수준 제어 결정 -난방, 순환펌프 및 3WAY밸브 개폐 범위 결정 -차광/보온/측 커튼 개폐 유무 및 개폐 수준 결정 -유동팬, 배기팬 작동 여부 결정 -온수 온도 결정 및 내부 난방에너지 총량 계산 -지붕 스프링클러 작동 여부 결정
실내 습도 센서	-환기 및 난방 설정값 가감에 영향 -차광/보온/측 커튼 개폐 범위 결정 -온풍난방기 및 온수난방시스템 작동여부 결정 -온수난방시스템의 온수온도 결정 -유동팬, 배기팬 작동 여부 결정 -지붕 스프링클러 작동 여부 결정
CO2 센서	-CO2 밸브 개폐 여부 결정 -CO2 사용 농도 결정 및 환기창 개도율 결정 -CO2 설정값과 공급값의 비교 분석
난방관 온도 센서	-3WAY밸브 개폐 여부 결정 -온수난방온도 결정 -온실내부의 난방에너지 계산
EC센서	-급배액량 및 배액을 증감을 설정값 의사결정 활용 -양액공급시스템의 설정값과 공급값 비교 -일중 급배액 양액농도 모니터링 및 알람기능
PH센서	-급배액량 및 배액을 증감을 설정값 의사결정을 위한 활용 -양액공급시스템의 설정값과 공급값 비교 및 알람기능 -일중 급배액 양액 pH모니터링 및 pH조절기능
배지내 온도 센서	-배지내 온도값 모니터링 -급액 개시 및 종료 시간 설정을 위한 의사결정 활용
외부 온도센서	-환기 및 난방 설정값 조절 -차광/보온/측 커튼 열림 대기시간 -천창/이중천창/측창 P밴드 값 결정 -3WAY밸브 열림/닫힘 대기시간 -온수난방시스템의 온수온도 결정 -환기창(천창 및 측창) 개폐 여부 결정 및 온실 보호기능
일사 센서	-환기 및 난방 설정값 조절 -차광/보온/측 커튼 열림 시점 결정 -차광/보온 커튼 닫힘 시점 결정 -CO2 설정값 비례제어 기능에 영향 -광량 계산 및 증산량 계산 -양액 공급 농도 조절(광도 영향) 및 공급시간대 결정
감우 센서	-천창 개폐 여부 및 개폐 수준 설정 -이중창 개폐 여부 및 개폐 수준 설정 -측창 개폐 여부 및 개폐 수준 설정
풍향, 풍속 센서	-천창의 열림 방향 및 개폐 속도 제어 설정 -이중천창 열림 방향 및 개폐 속도 제어 설정 -측창의 열림 방향 및 개폐 속도 제어 결정 -풍하중에 의한 온실 보호 기능



다. 유리온실 테스트베드 통합 관리 배전함 설계 및 제작

- 다겹 부직포, 차광막 스크린, 측창&천장 개폐기 및 본 과제를 통한 개발제품 수동 ON/OFF
- 원격제어형 ICT 복합환경제어기기와의 호환을 통한 조건부 자동 ON/OFF

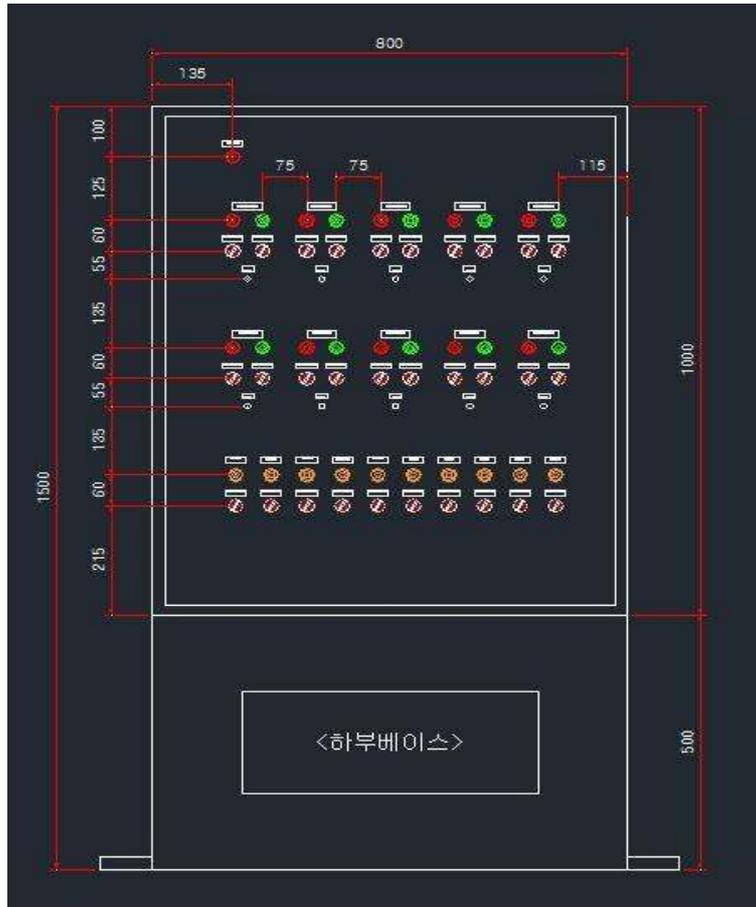


<통합 배전함 외부>



<통합 배전함 내부>

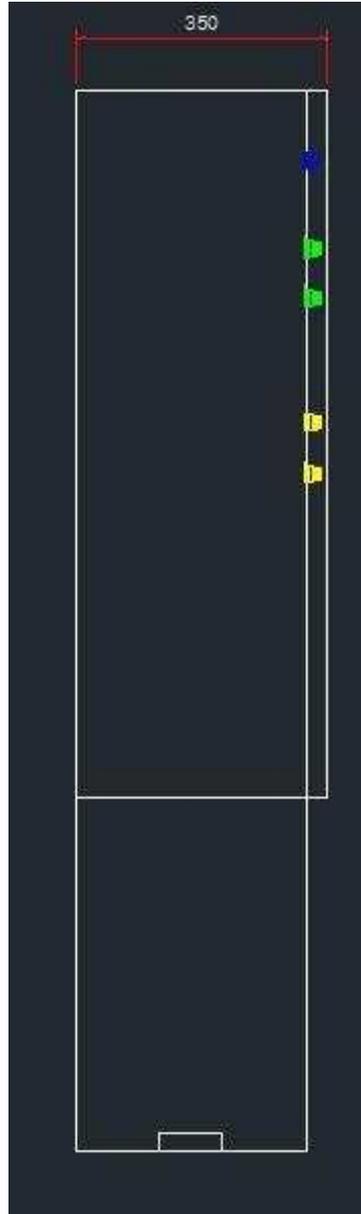
· ICT 통합 관련 배전함 회로도 및 설계도



<정면도>



<내부도>



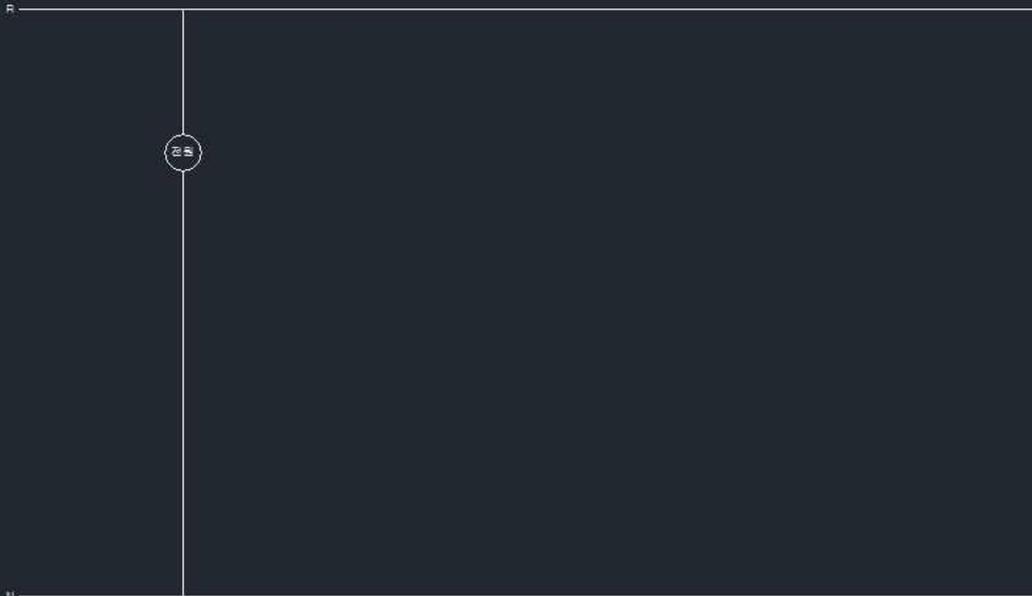
<측면도>

범례

No	품명	수량	형식 및 규격	자동/수동 변환 S/W	기기 작동 S/W	비고
1	POWER LAMP	1	25φ			
2	천창(좌,우)	2	SELECTOR SWICH.PUSH BUTTON	3단 : 판넬/정지/환경	열림/정지/닫힘	
3	측창(좌,우)	2	SELECTOR SWICH.PUSH BUTTON	3단 : 판넬/정지/환경	열림/정지/닫힘	
4	수평스크린	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경	3단 : 열림/정지/닫힘	
5	측면커튼1	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경	3단 : 열림/정지/닫힘	
6	측면커튼2	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경	3단 : 열림/정지/닫힘	
7	측면커튼3	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경	3단 : 열림/정지/닫힘	
8	측면커튼4	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경	3단 : 열림/정지/닫힘	
9	수평부직포	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경	3단 : 열림/정지/닫힘	
10	환풍기	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
11	제습기	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
12	양액기	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
13	전기히터	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
14	LED등	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
15	예비1	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
16	예비2	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
17	예비3	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
18	예비4	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
19	교반기	1	SELECTOR SWICH	3단 : 판넬/정지/환경		
20						
21						

<범례>

전원



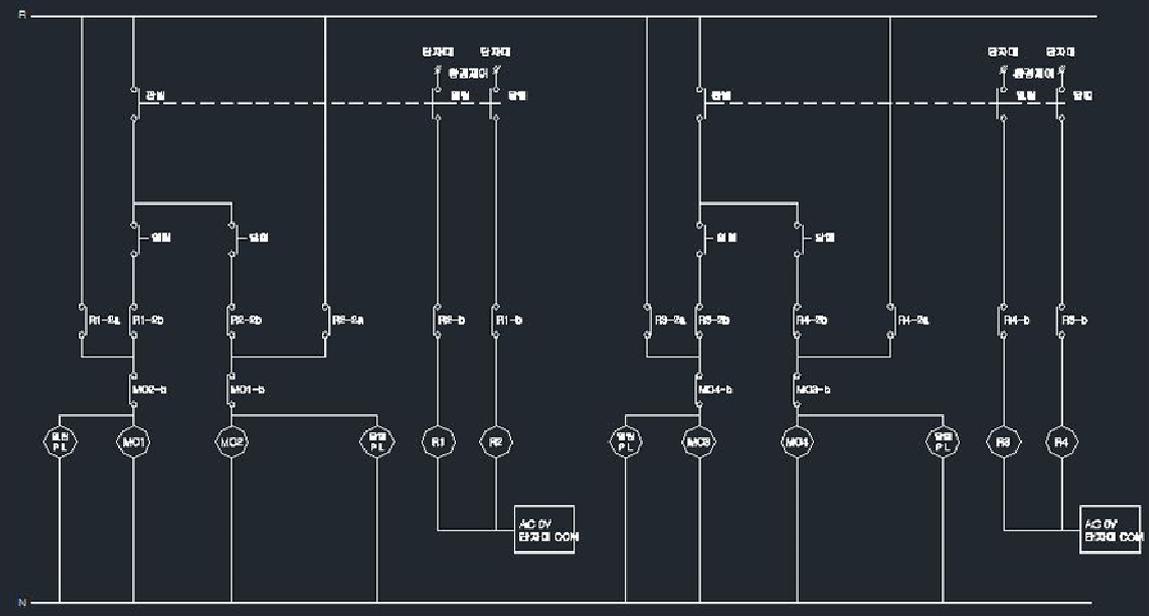
E D I T		NOTE	OWNER	COMPANY	MATERIAL	OFF	PROCESS
수	수	수	수	수	수	수	수
리	리	리	리	리	리	리	리
자	자	자	자	자	자	자	자
사	사	사	사	사	사	사	사
자	자	자	자	자	자	자	자
자	자	자	자	자	자	자	자
자	자	자	자	자	자	자	자
자	자	자	자	자	자	자	자

2FA: GH-F0808-01 (Rev. 1.0)

A4: 297 X 210

1층전창좌

1층전창우



REVISION		NOTE	DATE	DRAWN	CHECKED	APPROVED	SCALE	SHEET NO.	TOTAL SHEETS	PROJECT NO.	PROJECT NAME	CLIENT	DESIGNER	CHECKER	APPROVER
NO.	DESCRIPTION														
1	시공개량														

NO.	REVISION	DATE	DESCRIPTION
1	시공개량		

NO.	REVISION	DATE	DESCRIPTION
1	시공개량		

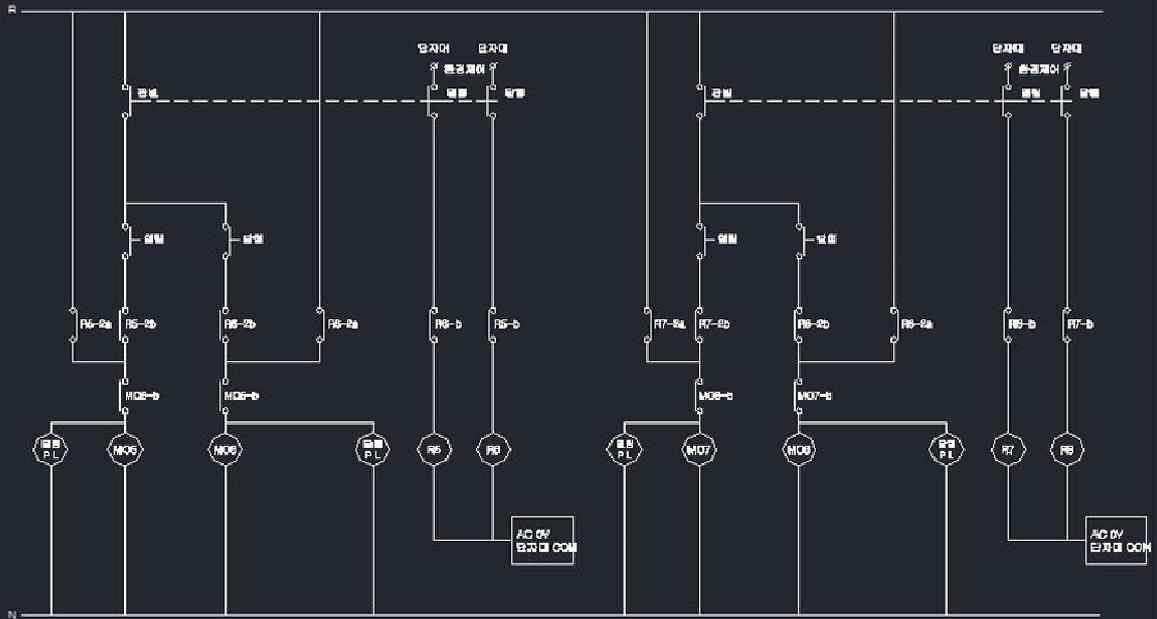
NO.	REVISION	DATE	DESCRIPTION
1	시공개량		

SPAL CH-P0009-01 (Rev. 1.0)

A4(297 X 210)

1. 정복상조

1. 정복상우



NO	REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECK

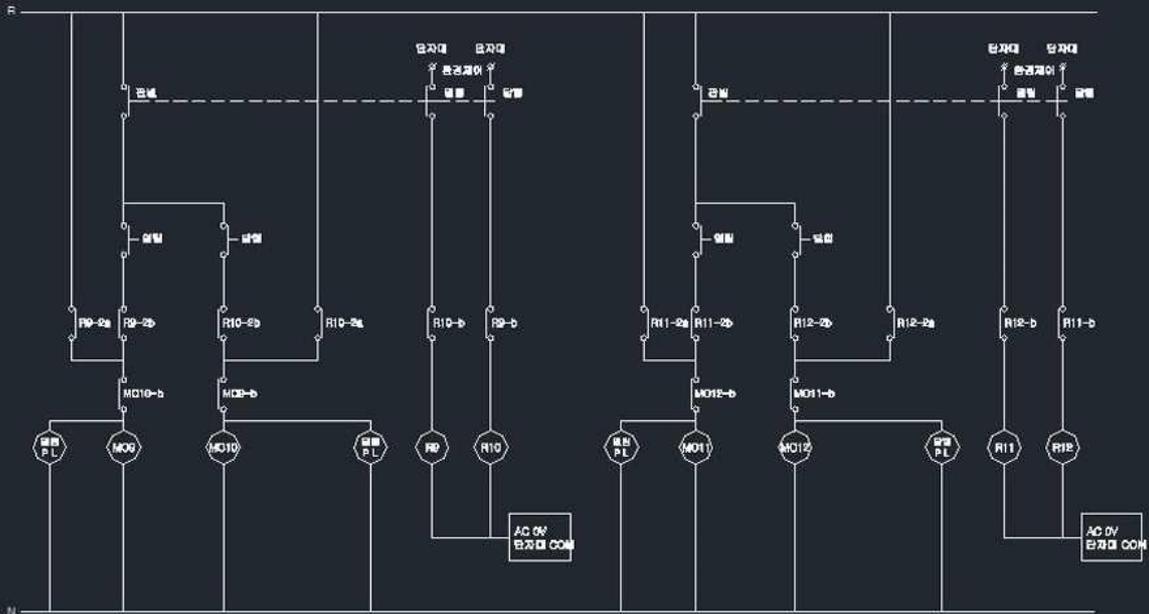
	도면명: 정복상조 도면번호: 01 작성: 2023.10.10 검토: 2023.10.10 승인: 2023.10.10	도면명: 정복상우 도면번호: 02 작성: 2023.10.10 검토: 2023.10.10 승인: 2023.10.10
--	---	---

일차: 01-PO06-01 (Rev. 1.0)

A4 (297 X 210)

수평스크린

측면커튼1



REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK

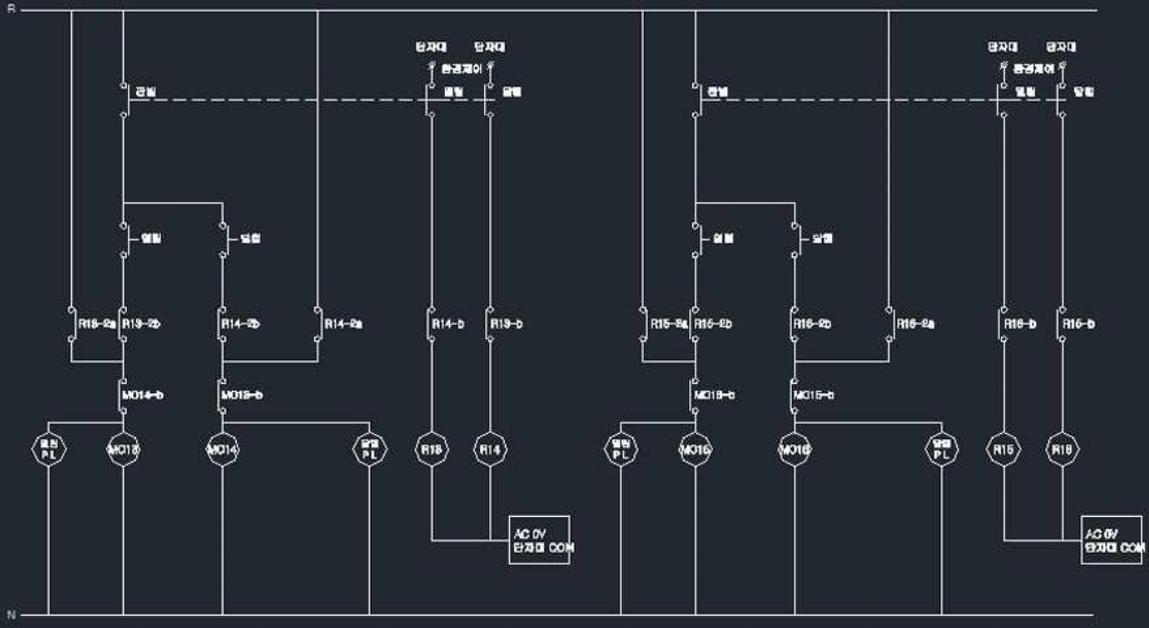
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK

274. Ch-P0808-01 (Rev. 1.0)

측면커튼2

측면커튼3



NO	설비명	설비구분	설비번호	설비위치	설비상태	설비비고
1	측면커튼2	측면커튼				
2	측면커튼3	측면커튼				

NO	설비명	설비구분	설비번호	설비위치	설비상태	설비비고
1	측면커튼2	측면커튼				
2	측면커튼3	측면커튼				

설비명	설비구분	설비번호	설비위치	설비상태	설비비고
측면커튼2	측면커튼				
측면커튼3	측면커튼				

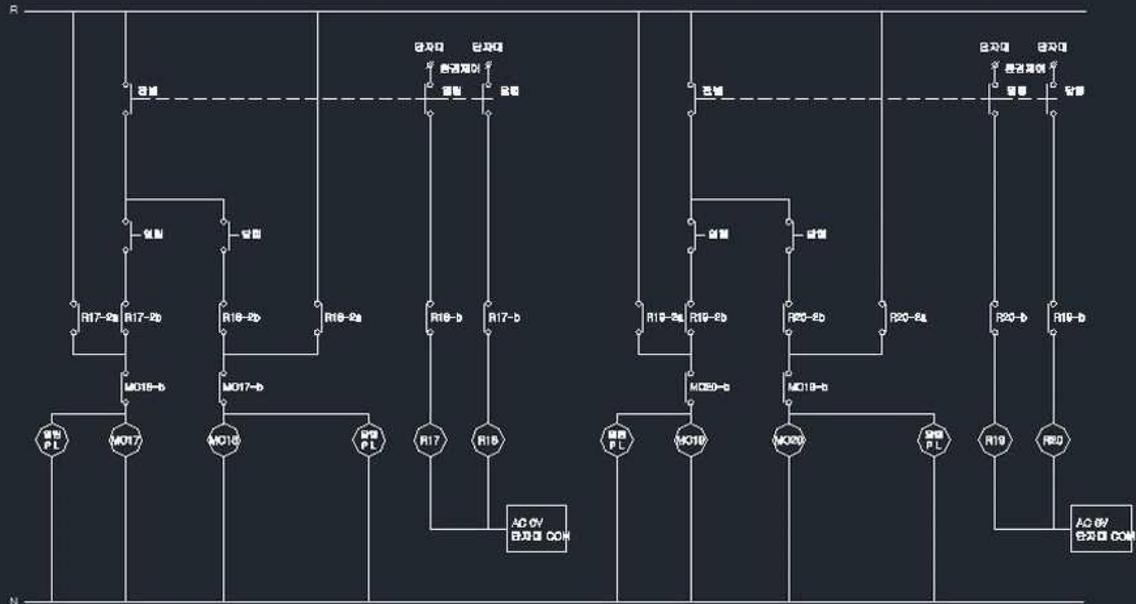
설비명	설비구분	설비번호	설비위치	설비상태	설비비고
측면커튼2	측면커튼				
측면커튼3	측면커튼				

274. Ch-P0205-01 (Rev. 1.0)

페이지 297 X 210

측면커튼4

수평부직포



E O I T		NOTE
1	상자대	
2	상자대	
3	상자대	
4	상자대	
5	상자대	

NO	DESCRIPTION	COMMAND	UNIT	QTY	REVISION
1	상자대				
2	상자대				
3	상자대				
4	상자대				
5	상자대				

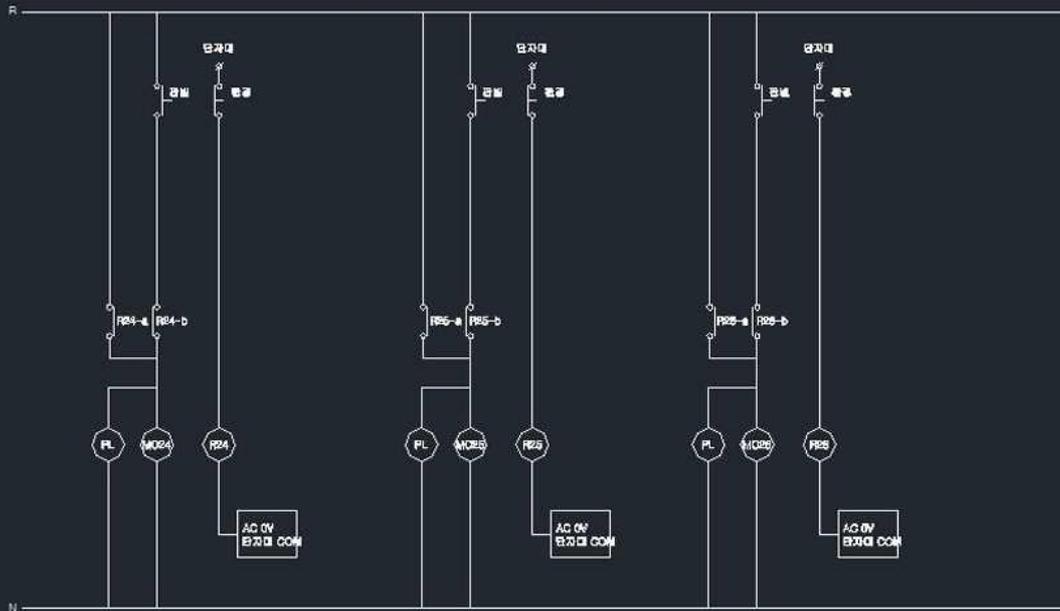
22A_OI-P0805-01 (Rev. 1.0)

A4 (297 X 210)

전기히터

LED등

예비1



구분	구분명	구분번호	구분내용	구분위치	구분상태	구분비고
△	사용기					
△	사용기					
△	사용기					
△	사용기					

구분	구분명	구분번호	구분내용	구분위치	구분상태	구분비고
△	사용기					
△	사용기					
△	사용기					
△	사용기					

구분	구분명	구분번호	구분내용	구분위치	구분상태	구분비고
△	사용기					
△	사용기					
△	사용기					
△	사용기					

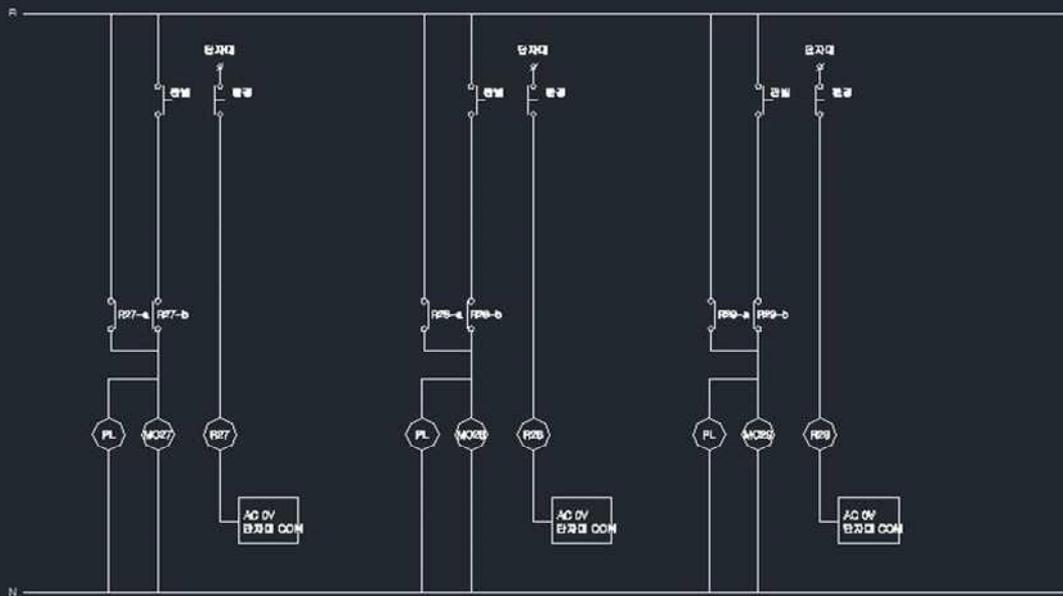
224: CH-P0805-01 (Rev. 1.0)

A4(297 X 210)

예비2

예비3

예비4



구분	번호	구분명	비고
△			
△			
△			
△			
△			

구분	번호	구분명	비고

구분명	구분번호	구분명	구분번호	구분명	구분번호
신호선		신호선		신호선	
신호선		신호선		신호선	
신호선		신호선		신호선	
신호선		신호선		신호선	
신호선		신호선		신호선	

설비: OH-F0502-01 (Rev. 1.0)

A4(297 X 210)

교반기



일사: CH-P0808-01 (Rev. 1.0)

제 207 X 210

S E T T I N G		NOTE	ASSUMES		COMMAND		WARNING		OFF		REVISION	
구분	내용		구분	내용	구분	내용	구분	내용	구분	내용	구분	내용
△		시동기동	SG	시동기동	시동기동	시동기동	시동기동	시동기동	시동기동	시동기동	시동기동	시동기동
△												
△												
△												

4. 공인인증기관 시험의뢰(KTR 한국화학융합시험연구원)

가. 무게 및 소음 시험의뢰 전 자체테스트

- KTR(한국화학융합시험연구원)에 개발제품 ‘무게 및 소음’의 공인인증시험의뢰를 맡기기전 실제 작물을 생육하고 있는 온실에 적용하여 테스트를 진행



개발제품 설치작업



유리온실 온습도 센서 설치작업



개발제품 설치작업



개발제품 열측정기 테스트 작업

- 장소는 전남대학교 내부에 위치하고 있는 파프리카 유리온실이며 공인인증시험의뢰 전 무게 및 소음을 테스트하는 동시에 개발제품을 응용하여 여러 가지의 테스트를 진행하였음.



시제품 무게 측정



시제품 무게 측정

- 개발제품의 소음측정은 공인인증시험의뢰 방식과 똑같이 하기 위하여 개발제품 가동 후 전, 후, 좌, 우의 1M 거리에서 소음측정기로 측정



개발제품 후면 소음측정 83.6dB



개발제품 전면 소음측정 76.9dB



개발제품 우측 소음측정 76.7dB



개발제품 좌측 소음측정 66.4dB



개발제품 바람팬 1M 앞 풍속측정



개발제품 풍속측정(22.8m³/min)

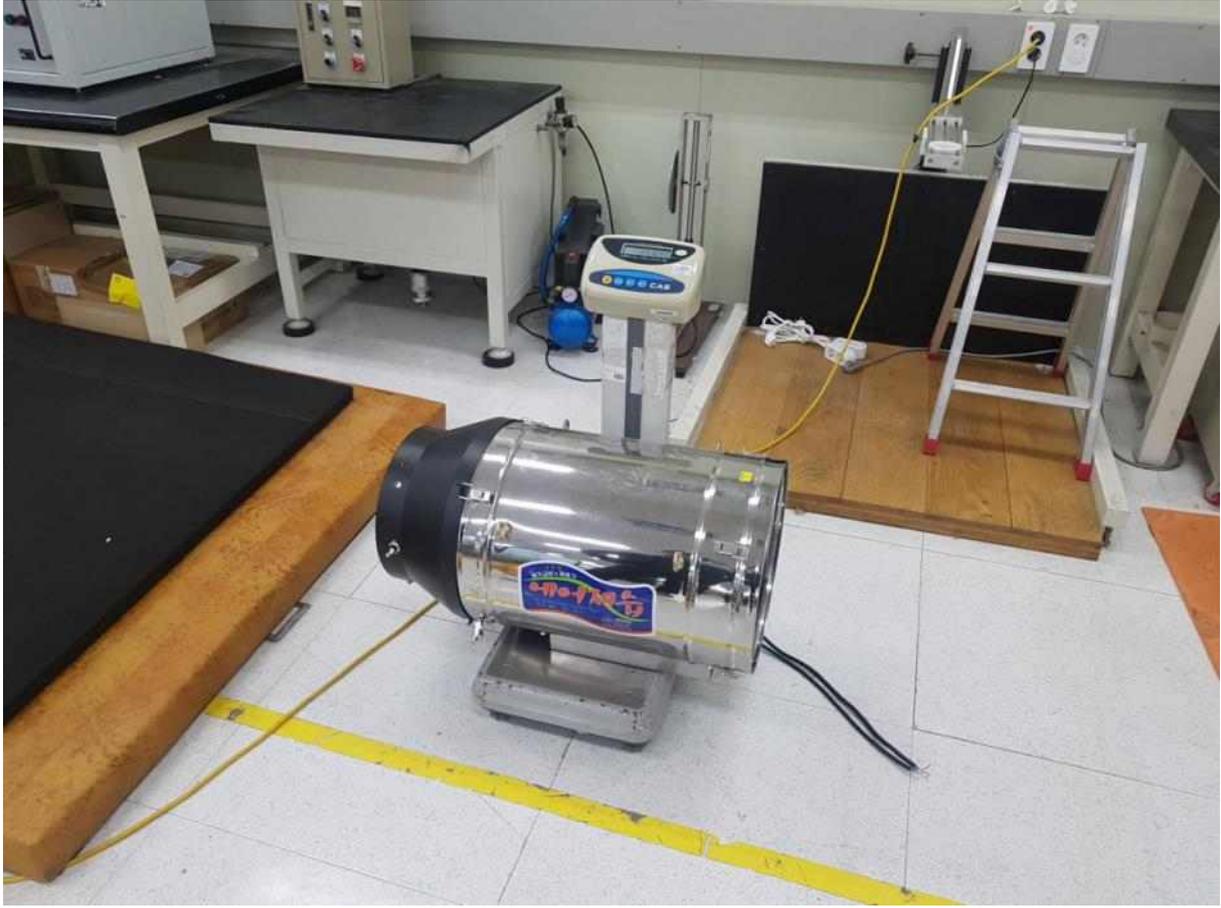
나. 무게 및 소음 공인인증기관 시험의뢰

· 스트레인 게이지 센서를 이용한 전자저울 무게 측정

· 결과 : 25Kg



<무게 측정>



<무게 측정>

- 반무향실 내 바닥 표면으로부터 1.5M 높이에 흔들리지 않도록 견고히 설치
- 정격 주파수, 정격 전압에서 운전
- 제품 안정 후 시료 외곽 표면에서 1M 떨어진 지점에서 소음측정(전면, 좌측, 우측, 후면)
- 결과 : 전면 70, 좌측 65, 우측 65, 후면 77 / 배경소음 33
- 비고 : 상기 시험은 의뢰자(신안그린테크)가 제시한 시료 및 시험방법에 따라 시험한 결과로서 시험결과의 적합 여부는 시험 의뢰자(신안그린테크) 또는 최종 시험결과 검수자에 의해 결정되며 상기 시험결과는 KS Q 5002 (4.4.2항) 수치의 잣음법에 의함

· 무게 및 소음 시험의뢰에 사용된 사용장비 목록

Equipment	Model No.	Manufacturer	Calibration date
표준줄자	-	KOMELON	2017.12.18
Microphone & Preamplifier	4189 & 2671	B&K	2018.02.21
Sound Calibrator	4231	B&K	2018.02.21
Electric Scale	DL-100	CAS	201.12.07

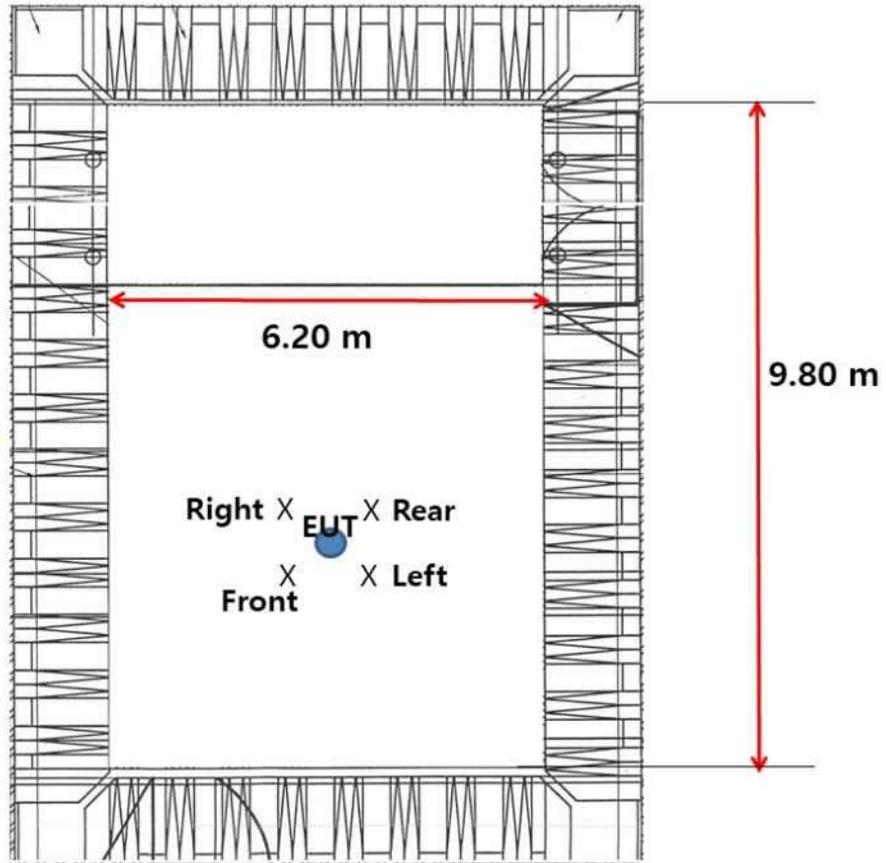


<소음 측정>



<소음 측정>

W : 6.20 m
D : 9.80 m
H : 7.40 m
1 m distance
from the EUT



<소음 측정 무향실>



TEST REPORT

성적서 번호 : ECU-2018-007541

신청자 0 회사명 : (주)신안그린테크
 0 주소 : 전라남도 순천시 녹색로 1210 (인월동)
 0 대표자명 : 장승호

시험성적서의 용도 : 제출용(농림수산식품기술기획평가원)

시험대상품목 : 제습난방기

모델 / 정격 : SGD-11SH/AC 220 V, 60 Hz, 4 090 W

시험기간 : 2018년 09월 28일 ~ 2018년 10월 05일

시험방법 : 의뢰자 제공 시험방법

시험결과 : 시험결과 참조

- 비 고 :
1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

이원일

작성자 : 이원일
Tel : 02-2092-4024

신호천

기술책임자 : 신호천
Tel : 1577-0091

2018년 10월 05일

KTR 한국화학융합시험연구원
 KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE



위변조 확인용 QR 코드

KTR-QI-Y10053-F09(05)

A4(210 X 297)

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

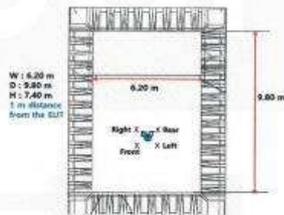
<무게 및 소음 시험 성적서>

시 험 결 과

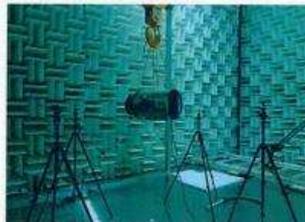
시험항목	시험방법 및 기준	단위	시험결과	
소음	• 시험방법 1. 반무향실 내 바닥 표면으로부터 1.5 m 높이에 흔들리지 않도록 견고히 설치 2. 정격 주파수, 정격 전압에서 운전 3. 제품 안정 후 시료 외곽 표면에서 1 m 떨어진 지점에서 소음 측정 (전면부, 좌측면부, 우측면부, 후면부)	dB	전면	70
			좌측	65
			우측	65
			후면	77
			배경소음	33
무게	• 시험방법 1. 제품 무게 측정	kg	25	

비고 :

1. 상기 시험은 의뢰자가 제시한 시료 및 시험방법에 따라 시험한 결과로서 시험결과와 적합 여부는 시험 의뢰자 또는 최종 시험결과 검수자에 의해 결정되어짐
2. 상기 시험결과는 KS Q 5002 (4.4.2항) 수치의 맞음법에 의한
3. 시험구성도



<반무향실 내 시료위치>



<소음측정>



<무게측정>

4. 사용장비

Equipment	Model No.	Manufacturer	Calibration date
표준출자	-	KOMELON	2017.12.18
Microphone & Pre-amplifier	4189 & 2671	B&K	2018.02.21
Sound Calibrator	4231	B&K	2018.02.21
Electric Scale	DL-100	CAS	2017.12.07

시험 결과

제품 사진



<시험시료>

다. 제습량 측정 시험의뢰 전 자체테스트

- KTR(한국화학융합시험연구원)에 개발제품 ‘제습량’의 공인인증시험의뢰를 맡기기 전 실제 작물을 생육하고 있는 온실에서 제습량 체크 및 테스트를 진행
- 장소는 전남대학교 내부에 위치하고 있는 파프리카 유리온실이며, 실험당시 유리온실의 조건 부적합으로 인해 공인인증기관처럼 ‘지속적’으로 테스트 조건에 맞는 온도와 습도를 유지하지 못하여, 아침 해가 뜨기 직전인 새벽(온실의 습도가 굉장히 높은 구간)에 공인인증시험의뢰의 조건과 유사한 조건으로 1시간 제습량 측정 진행, 테스트 당일 전 날에 모든 장비 및 테스트 준비를 마침



전기난방장치 결합작업



제습량 측정을 위한 제습기 호스연결 작업

- 습도를 낮추기 위한 제습기능을 ON 할 시 제습기에서 나오는 제습량을 측정하기 위해 온실 밖으로 호스를 빼서 제습량을 측정



<테스트 시작할 때의 유리온실 내부 온도 및 습도>

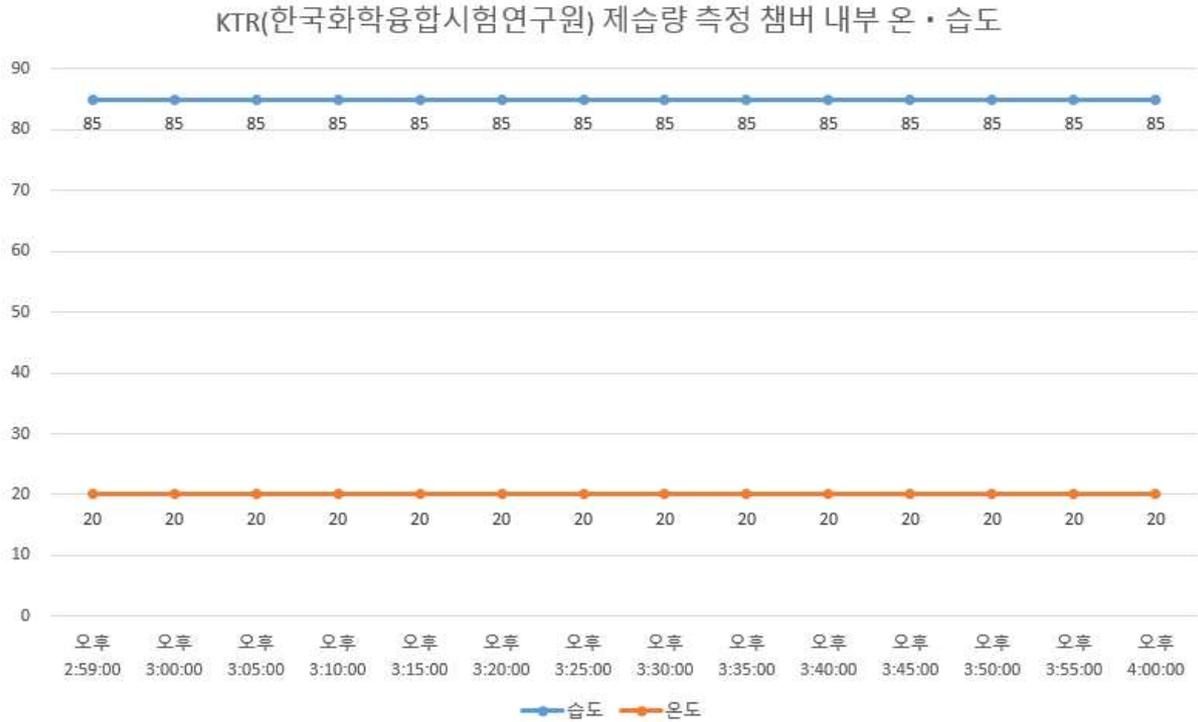
- 제습기 가동 후 10분 후부터 제습량을 측정하였으며 외부환경의 영향을 차단하기 위하여 온실의 차단막, 스크린, 개폐등을 강제로 작동하여 테스트를 진행함.

A white plastic measuring cup with a handle and a scale on the side. The cup is filled with water up to the 1.4-liter mark.	A digital humidity and temperature meter showing "45.7% RH" and "38.7°C" on its LCD screen.
<p>1시간 제습량(1.4ℓ)</p>	<p>1시간 제습 후 유리온실 내부 온도 및 습도</p>

- KTR(한국화학융합시험연구원)에 공인인증시험의뢰를 할 때의 조건과 정확히 알맞은 조건이 아닌 상태에서 제습량(정량적 목표 1.4ℓ)이 정량적 목표와 같게 측정이 되었으며, 공인인증시험의뢰를 맡길 시에 제습량 정략적 부분은 충분히 도달할 것으로 판단되었음.

라. 제습량 공인인증기관 시험의뢰

- 온/습도 측정 챔버에서 아래와 같은 조건을 부여한 후 개발제품 1시간 시운전 진행하고 그 후에 1시간동안 제습량 측정
 ↳조건 : 온도 (20.0 ± 1.0)℃, 습도 (80 ± 5)% R.H.



- 개발제품 안정 후 조건이 갖춰진 챔버의 정가운데에 개발제품을 놓고 밑에 제습이 되어 나온 물을 받아 제습량 측정
- 정격 주파수, 정격 전압에서 운전
- 시험 최종조건
 ↳입력전압 : 220V~ ± 1%, 입력주파수 : 60Hz ± 1%, 온도 (20.0 ± 1.0)℃, 습도 (80 ± 5)%
- 결과 : 1.9ℓ



<시험의뢰 조건이 맞춰진 챔버 외부>



<챔버 시스템 화면>



<시험의뢰 전 개발제품 점검 및 준비>



<시험의뢰 전 개발제품 점검 및 준비>



<제습량 측정 시험의뢰 결과>



TEST REPORT

성적서 번호 : EBB-2018-000005

신청자 0 회사명 : (주)신안그린테크
 0 주소 : 전라남도 순천시 녹색로 1210 (인월동)
 0 대표자명 : 장승호

시험성적서의 용도 : 제출용(과제결과)

시험대상품목 : 제습난방기

모델 / 정격 : SGD-11SH/220 V~, 60 Hz, 4.09 kW

시험기간 : 2018년 09월 20일 ~ 2018년 12월 28일

시험방법 : 의뢰자제시 시험방법

시험결과 : 시험결과 참조

시험환경 : 온도 : (20.0 ± 1.0) °C , 습도 : (80 ± 5) % R.H.

- 비 고 :
1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

이 관 형

작성자 : 이관형
Tel : 02-2092-3891

김재학

기술책임자 : 김재학
Tel : 1577-0091

2018년 12월 28일

KTR 한국화학융합시험연구원
 KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE



위변조 확인용 QR 코드

KTR-QI-Y-0053-F09(v5)

A4(210 X 297)

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

<제습량 시험 성적서>

시험 결과

시험 항목	시험 기준	단위	시험 결과
제습능력시험	시험조건으로 1시간 운전 시 제습능력을 측정	L/h	1.9

※ 비고

1. 상기 시험은 의뢰자가 제시한 시료 및 시험방법에 따라 시험한 결과로서 시험결과와 적합 여부는 시험 의뢰자 또는 최종 시험결과 검수자에 의해 결정되어짐을 알려 드립니다.
2. 시험조건
 - 입력전압 : 220 V \sim \pm 1 %
 - 입력주파수 : 60 Hz \pm 1 %
 - 주위온도 : (20.0 \pm 1.0) $^{\circ}$ C
 - 상대습도 : (80 \pm 5) %

성적서 번호 : EBB-2018-000005

시험결과

사진

〈시험품〉



KTR-QI-Y10053-F09(0C)

Page 3 of 3

A4(210 × 297)

KTR KOREA TESTING &
RESEARCH INSTITUTE

<제습량 시험 성적서>

마. 전기히팅난방 자체테스트

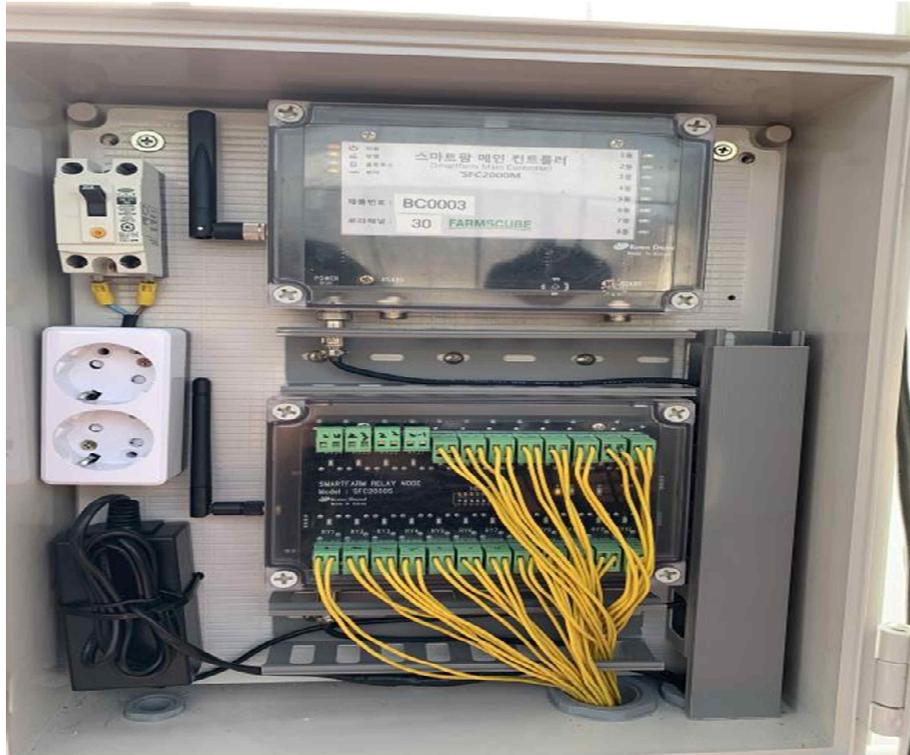
- 다양한 환경에서의 데이터 추출을 위해 약 3곳에서 개발제품의 전기히팅요소를 측정
- 본 과제를 통해 개발한 3.5kW 면상발열체 전기히팅은 온실 내부의 온도를 직접적으로 상승시켜주는 것이 아닌, 온실의 내부 온도가 겨울철 생육중인 작물에 적합한 온도까지 올라가도록 간접적으로 보조해주는 역할
- 각 평수가 다른 온실에서 전기히팅난방실험을 진행 후 온실의 내부 온도와 외부 온도의 편차를 분석하여 개발제품의 난방성능의 결과를 도출

① 첫 번째 전기히팅요소 난방온도 상승 실험(신안그린테크 비닐온실)



<신안그린테크 비닐실험온실 외부>

- 규격 : 4200*7600*3400mm
- 환경 : 스크린, 부직포, 창개폐기를 이용한 공기배출 방지
- 비닐온실 중앙부에 위치한 내부온도센서와 외부기상대에 있는 외부온도센서의 변화수치 편차분석
- 시간 : 오전 09:00 ~ 오전 11:00 / 오후 15:00 ~ 오후 17:00



<비닐실험온실의 센서측정 데이터값을 전송하는 메인컨트롤러>



<난방겸용제습기와 비닐실험온실 가운데의 온도센서>

신안그린테크 비닐실험온실

시간	내부온도	외부온도	시간	내부온도	외부온도	시간	내부온도	외부온도
9:01	4.9	-1.8	10:01	7.1	1.3	11:01	14.1	4
9:03	5.1	-1.6	10:04	7.3	1.5	11:03	14.6	4
9:06	5.1	-1.6	10:06	7.1	1.4	11:06	14.8	4
9:08	5.3	-1.3	10:08	7.2	1.6	11:08	14.1	4.1
9:10	5.4	-1.4	10:10	7.4	1.5	11:10	15.4	4.1
9:12	5.6	-1.3	10:13	7.4	1.7	11:12	15.5	4.1
9:14	5.7	-1.2	10:15	7.6	1.8	11:15	14.9	4.2
9:16	5.8	-1.1	10:17	7.7	1.9	11:17	15.2	4.4
9:18	5.9	-1	10:19	7.7	2	11:19	15.2	4.4
9:20	5.9	-1	10:21	7.8	2	11:21	15.6	4.5
9:22	6.1	-0.9	10:24	7.9	2.1	11:23	16.2	4.7
9:24	6.2	-0.7	10:26	8.2	2.3	11:26	16.6	4.8
9:26	6.4	-0.5	10:28	8.4	2.5	11:28	16.1	4.8
9:28	6.3	-0.4	10:30	8.7	2.7	11:30	16.6	4.9
9:30	6.3	-0.2	10:32	9	2.8	11:32	16.1	4.9
9:33	6.4	-0.1	10:35	9.6	2.9	11:34	16.2	4.9
9:35	6.3	0	10:37	10.1	3	11:37	15.9	4.8
9:37	6.4	0	10:39	10.3	3.1	11:39	16.1	5
9:39	6.6	0.1	10:41	10.6	3.5	11:41	16.1	5
9:42	6.7	0.3	10:44	11.1	3.3	11:43	16.2	5.1
9:44	6.7	0.6	10:46	11.3	3.4	11:46	17.1	5.2
9:46	6.8	0.4	10:48	11.6	3.4	11:48	17.4	5.5
9:48	6.7	0.5	10:50	11.9	3.5	11:50	18.3	5.6
9:50	6.8	0.7	10:52	12.3	3.6	11:52	18.3	5.8
9:53	6.6	0.9	10:55	12.4	3.8	11:54	18.3	5.7
9:55	6.8	1	10:57	13.1	3.8	11:57	18.6	5.9
9:57	6.9	1.1	10:59	13.8	3.9	11:59	19.4	6
9:59	6.9	1.4						

- 10월 05일 오전 09시부터 오후 12시까지 총 3시간 난방겸용제습기 작동
- 비닐실험온실 정가운데에 위치해있는 온도센서로 내부의 온도를 측정하고 비닐실험온실의 외부에 장착되어 있는 외부기상대의 온도센서로 외부의 온도를 측정하여 내부와 외부의 온도편차분석
- 위 표의 데이터와 같이 9시~10시의 1시간동안의 온도편차는 5.5℃, 10시~11시의 온도편차는 9.9℃, 11시~12시의 온도편차는 13.4로 온실 내부 전체의 온도상승에 영향을 주고, 시간대별로 점차 온도가 지속적으로 상승하는 것이 확인됨



② 두 번째 전기히팅요소 난방온도 상승 실험(신안그린테크 유리온실)



<신안그린테크 유리실험온실 외부>

- 규격 : 4500*8000*4617mm
- 환경 : 스크린, 다겹, 창개폐기를 이용한 공기배출 방지

- 유리온실 중앙부에 위치한 내부온도센서와 외부기상대에 있는 외부온도센서의 변화수치
편차분석
- 시간 : 오전 11:00 ~ 오전 17:00



<유리실험온실 온도센서(유리온실 가운데 위치)>



<난방겸용제습기 유리실험온실 장착 후 테스트>

신안그린테크 유리실험은실

시간	내부온도1	외부온도	시간	내부온도1	외부온도	시간	내부온도1	외부온도
2019-01-08 11:00	14.8	4.3	2019-01-08 12:01	19.1	4.8	2019-01-08 13:01	21.7	5.1
2019-01-08 11:01	14.9	4.3	2019-01-08 12:02	19.3	4.6	2019-01-08 13:02	21.6	5
2019-01-08 11:02	14.8	4.3	2019-01-08 12:03	19.3	5	2019-01-08 13:03	21.4	5.1
2019-01-08 11:03	14.9	4.5	2019-01-08 12:04	19.4	4.7	2019-01-08 13:04	21.3	5.3
2019-01-08 11:04	15	4.2	2019-01-08 12:05	19.5	4.6	2019-01-08 13:05	21.4	5.2
2019-01-08 11:05	15.1	4.3	2019-01-08 12:06	19.5	4.5	2019-01-08 13:06	21.6	5.2
2019-01-08 11:06	15.1	4.4	2019-01-08 12:07	19.6	4.6	2019-01-08 13:07	21.4	5.1
2019-01-08 11:07	15.1	4.4	2019-01-08 12:08	19.7	4.7	2019-01-08 13:08	21.6	5.5
2019-01-08 11:08	15.2	4.3	2019-01-08 12:09	19.7	4.6	2019-01-08 13:09	21.4	5.7
2019-01-08 11:09	15.2	4.1	2019-01-08 12:10	19.9	4.6	2019-01-08 13:10	21.5	5.7
2019-01-08 11:10	15.2	4	2019-01-08 12:11	19.9	4.6	2019-01-08 13:11	21.4	5.3
2019-01-08 11:11	15.3	4.1	2019-01-08 12:12	20	4.7	2019-01-08 13:12	21.4	5
2019-01-08 11:12	15.4	4.2	2019-01-08 12:13	20.1	4.5	2019-01-08 13:13	21.5	5.4
2019-01-08 11:13	15.3	4.1	2019-01-08 12:14	20.2	4.7	2019-01-08 13:14	21.6	5.5
2019-01-08 11:14	15.4	4.1	2019-01-08 12:15	20.2	4.6	2019-01-08 13:15	21.5	5.4
2019-01-08 11:15	15.5	4.4	2019-01-08 12:16	20.2	4.6	2019-01-08 13:16	21.7	5.6
2019-01-08 11:16	15.5	4.3	2019-01-08 12:17	20.1	4.6	2019-01-08 13:17	21.7	5.7
2019-01-08 11:17	15.6	4.1	2019-01-08 12:18	20.1	4.5	2019-01-08 13:18	21.8	5.5
2019-01-08 11:18	15.7	4.1	2019-01-08 12:19	20.2	4.6	2019-01-08 13:19	21.8	5.8
2019-01-08 11:19	15.5	4.2	2019-01-08 12:20	20.2	4.8	2019-01-08 13:20	22	6
2019-01-08 11:20	15.6	4.3	2019-01-08 12:21	20.3	5	2019-01-08 13:21	22.1	5.7
2019-01-08 11:21	15.7	4.2	2019-01-08 12:22	20.3	5.1	2019-01-08 13:22	22.2	5.5
2019-01-08 11:22	15.9	4.4	2019-01-08 12:23	20.4	4.9	2019-01-08 13:23	22.3	5.9
2019-01-08 11:23	15.8	4.4	2019-01-08 12:24	20.4	4.8	2019-01-08 13:24	22.5	6
2019-01-08 11:24	15.9	4.3	2019-01-08 12:25	20.5	4.8	2019-01-08 13:25	22.4	5.5
2019-01-08 11:25	15.9	4.5	2019-01-08 12:26	20.6	4.9	2019-01-08 13:26	22.4	5.6
2019-01-08 11:26	15.9	4.5	2019-01-08 12:27	20.6	4.9	2019-01-08 13:27	22.4	5.4
2019-01-08 11:27	16.1	4.3	2019-01-08 12:28	20.7	4.8	2019-01-08 13:28	22.5	5.7
2019-01-08 11:28	16.2	4.3	2019-01-08 12:29	20.7	4.6	2019-01-08 13:29	22.5	5.8
2019-01-08 11:29	16.1	4.4	2019-01-08 12:30	20.8	4.7	2019-01-08 13:30	22.7	5.5
2019-01-08 11:30	16.3	4.4	2019-01-08 12:31	20.8	4.6	2019-01-08 13:31	22.9	5.7
2019-01-08 11:31	16.2	4.3	2019-01-08 12:32	20.8	4.8	2019-01-08 13:32	23	5.6
2019-01-08 11:32	16.4	4.1	2019-01-08 12:33	20.9	4.9	2019-01-08 13:33	23	5.6
2019-01-08 11:33	16.5	4	2019-01-08 12:34	20.8	4.9	2019-01-08 13:34	23.1	5.8
2019-01-08 11:34	16.7	4.3	2019-01-08 12:35	20.8	5	2019-01-08 13:35	23.3	5.8
2019-01-08 11:35	17	4.4	2019-01-08 12:36	20.8	5.1	2019-01-08 13:36	23.4	5.8
2019-01-08 11:36	17.1	4.3	2019-01-08 12:37	20.8	5.4	2019-01-08 13:37	23.5	6.2
2019-01-08 11:37	17.2	4.6	2019-01-08 12:38	20.8	5.5	2019-01-08 13:38	23.5	6.4
2019-01-08 11:38	17.3	4.9	2019-01-08 12:39	20.9	4.8	2019-01-08 13:39	23.6	6.4
2019-01-08 11:39	17.4	4.5	2019-01-08 12:40	21	4.7	2019-01-08 13:40	23.7	6.1
2019-01-08 11:40	17.6	4.3	2019-01-08 12:41	21.1	4.9	2019-01-08 13:41	23.9	6.1
2019-01-08 11:41	17.7	4.5	2019-01-08 12:42	21.1	5.2	2019-01-08 13:42	24.1	5.8
2019-01-08 11:42	17.8	4.4	2019-01-08 12:43	21.3	4.9	2019-01-08 13:43	24	5.8
2019-01-08 11:43	18	4.6	2019-01-08 12:44	21.3	5.1	2019-01-08 13:44	23.8	5.8
2019-01-08 11:44	18.1	4.6	2019-01-08 12:45	21.4	5.1	2019-01-08 13:45	23.7	5.7
2019-01-08 11:45	18.2	4.4	2019-01-08 12:46	21.3	5	2019-01-08 13:46	23.5	5.6
2019-01-08 11:46	18.3	4.5	2019-01-08 12:47	21.4	5	2019-01-08 13:47	23.4	5.8
2019-01-08 11:47	18.4	4.6	2019-01-08 12:48	21.5	4.9	2019-01-08 13:48	23.2	5.7
2019-01-08 11:48	18.4	4.5	2019-01-08 12:49	21.7	5	2019-01-08 13:49	23.1	6.1
2019-01-08 11:49	18.5	4.5	2019-01-08 12:50	21.9	5	2019-01-08 13:50	23	6
2019-01-08 11:50	18.5	4.6	2019-01-08 12:51	21.8	5.4	2019-01-08 13:51	23	6.1
2019-01-08 11:51	18.5	4.7	2019-01-08 12:52	21.9	4.9	2019-01-08 13:52	23.1	5.9
2019-01-08 11:52	18.6	4.6	2019-01-08 12:53	21.9	5	2019-01-08 13:53	23.2	6.1
2019-01-08 11:53	18.7	4.5	2019-01-08 12:54	21.9	5.4	2019-01-08 13:54	23.1	6.3
2019-01-08 11:54	18.8	4.5	2019-01-08 12:55	21.9	5.3	2019-01-08 13:55	23.1	6.4
2019-01-08 11:55	18.9	4.3	2019-01-08 12:56	21.9	5.3	2019-01-08 13:56	23.2	6.3
2019-01-08 11:56	19	4.6	2019-01-08 12:57	22	5.5	2019-01-08 13:57	23.1	6.6
2019-01-08 11:57	19.1	4.6	2019-01-08 12:58	22	5.1	2019-01-08 13:58	23.1	6.8
2019-01-08 11:58	19.1	4.6	2019-01-08 12:59	21.9	5	2019-01-08 13:59	23.1	6.6
2019-01-08 11:59	19.2	4.5	2019-01-08 13:00	21.8	5.3	2019-01-08 14:00	23.1	6.4
2019-01-08 12:00	19.2	4.8						

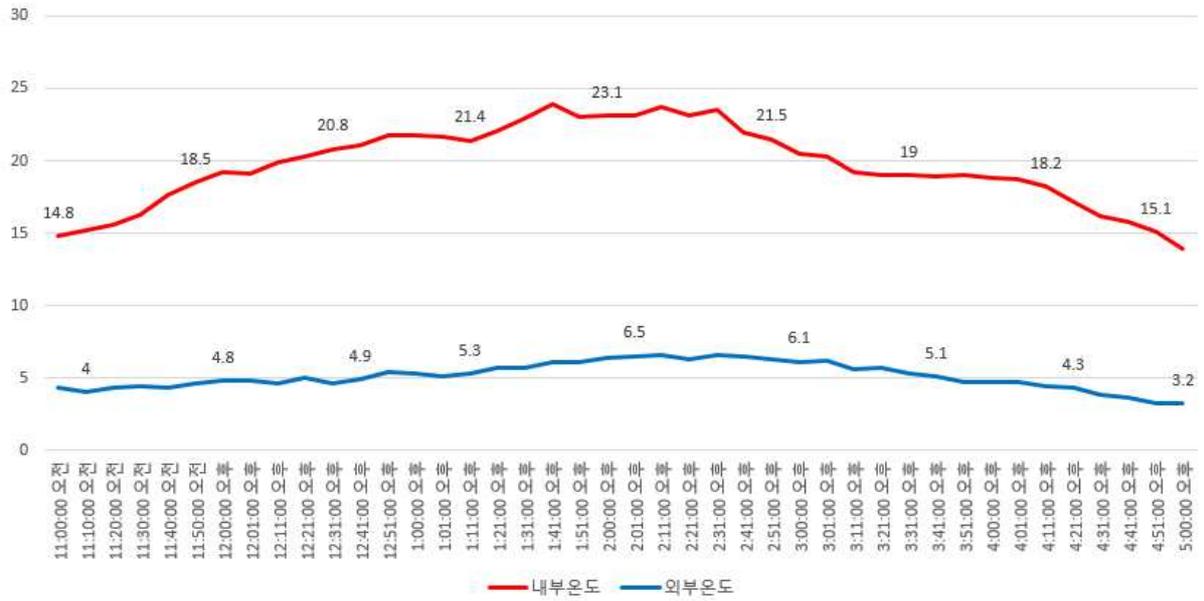
시간	내부온도1	외부온도	시간	내부온도1	외부온도	시간	내부온도1	외부온도
2019-01-08 14:01	23.1	6.5	2019-01-08 15:01	20.3	6.2	2019-01-08 16:01	18.7	4.7
2019-01-08 14:02	23.1	6.2	2019-01-08 15:02	20.1	6.3	2019-01-08 16:02	18.7	4.6
2019-01-08 14:03	23.1	6.5	2019-01-08 15:03	20.1	6	2019-01-08 16:03	18.8	4.5
2019-01-08 14:04	23.2	6.7	2019-01-08 15:04	19.8	6	2019-01-08 16:04	18.7	4.4
2019-01-08 14:05	23.1	6.3	2019-01-08 15:05	19.5	6	2019-01-08 16:05	18.6	4.4
2019-01-08 14:06	23.3	6.4	2019-01-08 15:06	19.3	5.8	2019-01-08 16:06	18.6	4.3
2019-01-08 14:07	23.3	6.3	2019-01-08 15:07	19.3	6	2019-01-08 16:07	18.6	4.5
2019-01-08 14:08	23.4	6.4	2019-01-08 15:08	19.2	6.1	2019-01-08 16:08	18.5	4.5
2019-01-08 14:09	23.6	6.3	2019-01-08 15:09	19.3	5.9	2019-01-08 16:09	18.4	4.5
2019-01-08 14:10	23.6	6.5	2019-01-08 15:10	19.2	5.9	2019-01-08 16:10	18.4	4.4
2019-01-08 14:11	23.7	6.6	2019-01-08 15:11	19.2	5.6	2019-01-08 16:11	18.2	4.4
2019-01-08 14:12	23.8	6.7	2019-01-08 15:12	19.2	6	2019-01-08 16:12	18.1	4.4
2019-01-08 14:13	23.6	6.7	2019-01-08 15:13	19.3	5.9	2019-01-08 16:13	18	4.4
2019-01-08 14:14	23.5	6.9	2019-01-08 15:14	19.2	5.7	2019-01-08 16:14	17.9	4.4
2019-01-08 14:15	23.4	7.1	2019-01-08 15:15	19.1	5.6	2019-01-08 16:15	17.8	4.4
2019-01-08 14:16	23.5	6.7	2019-01-08 15:16	19.1	5.6	2019-01-08 16:16	17.6	4.5
2019-01-08 14:17	23.5	6.5	2019-01-08 15:17	19.2	5.7	2019-01-08 16:17	17.5	4.5
2019-01-08 14:18	23.4	6.5	2019-01-08 15:18	19.1	5.8	2019-01-08 16:18	17.5	4.5
2019-01-08 14:19	23.4	6.5	2019-01-08 15:19	19.1	5.7	2019-01-08 16:19	17.5	4.5
2019-01-08 14:20	23.3	6.4	2019-01-08 15:20	19.2	5.6	2019-01-08 16:20	17.4	4.3
2019-01-08 14:21	23.1	6.3	2019-01-08 15:21	19	5.7	2019-01-08 16:21	17.2	4.3
2019-01-08 14:22	23.1	6.6	2019-01-08 15:22	18.9	5.6	2019-01-08 16:22	17.2	4.3
2019-01-08 14:23	23.1	6.3	2019-01-08 15:23	19.1	5.6	2019-01-08 16:23	17.1	4.3
2019-01-08 14:24	23.3	6.4	2019-01-08 15:24	19.1	5.5	2019-01-08 16:24	17.1	4.3
2019-01-08 14:25	23.4	6.7	2019-01-08 15:25	19.1	5.4	2019-01-08 16:25	16.9	4.2
2019-01-08 14:26	23.5	6.6	2019-01-08 15:26	19.3	5.4	2019-01-08 16:26	16.8	4.3
2019-01-08 14:27	23.6	7	2019-01-08 15:27	19.3	5.2	2019-01-08 16:27	16.8	4
2019-01-08 14:28	23.6	6.9	2019-01-08 15:28	19.3	5.4	2019-01-08 16:28	16.6	4.1
2019-01-08 14:29	23.7	6.6	2019-01-08 15:29	19.2	5.2	2019-01-08 16:29	16.4	4.1
2019-01-08 14:30	23.6	6.4	2019-01-08 15:30	19.1	5.3	2019-01-08 16:30	16.2	4
2019-01-08 14:31	23.5	6.6	2019-01-08 15:31	19	5.3	2019-01-08 16:31	16.2	3.8
2019-01-08 14:32	23.5	7	2019-01-08 15:32	18.7	5	2019-01-08 16:32	16.2	3.9
2019-01-08 14:33	23.4	6.9	2019-01-08 15:33	18.5	5.1	2019-01-08 16:33	16	4
2019-01-08 14:34	23.1	6.8	2019-01-08 15:34	18.5	5	2019-01-08 16:34	16	3.9
2019-01-08 14:35	22.9	6.6	2019-01-08 15:35	18.4	5	2019-01-08 16:35	16	3.9
2019-01-08 14:36	22.5	6.3	2019-01-08 15:36	18.4	5.1	2019-01-08 16:36	16	4
2019-01-08 14:37	22.4	6.5	2019-01-08 15:37	18.7	5.3	2019-01-08 16:37	16	3.9
2019-01-08 14:38	22.1	6.5	2019-01-08 15:38	18.7	5	2019-01-08 16:38	15.9	3.8
2019-01-08 14:39	22.1	6.4	2019-01-08 15:39	18.8	4.9	2019-01-08 16:39	16	3.7
2019-01-08 14:40	22	6.4	2019-01-08 15:40	18.9	5	2019-01-08 16:40	15.9	3.7
2019-01-08 14:41	22	6.5	2019-01-08 15:41	18.9	5.1	2019-01-08 16:41	15.8	3.6
2019-01-08 14:42	22.1	6.4	2019-01-08 15:42	19	4.9	2019-01-08 16:42	15.8	3.5
2019-01-08 14:43	22.2	6.2	2019-01-08 15:43	19	4.9	2019-01-08 16:43	15.7	3.6
2019-01-08 14:44	22.2	6.2	2019-01-08 15:44	19	5	2019-01-08 16:44	15.6	3.4
2019-01-08 14:45	22.3	6.3	2019-01-08 15:45	19.1	4.7	2019-01-08 16:45	15.6	3.6
2019-01-08 14:46	22.3	6.5	2019-01-08 15:46	19.1	4.7	2019-01-08 16:46	15.4	3.5
2019-01-08 14:47	22	6.1	2019-01-08 15:47	19.1	4.6	2019-01-08 16:47	15.4	3.5
2019-01-08 14:48	21.9	6.1	2019-01-08 15:48	19.1	4.7	2019-01-08 16:48	15.3	3.5
2019-01-08 14:49	21.8	6.3	2019-01-08 15:49	19.1	5	2019-01-08 16:49	15.2	3.4
2019-01-08 14:50	21.6	6.5	2019-01-08 15:50	19.1	4.9	2019-01-08 16:50	15.3	3.4
2019-01-08 14:51	21.5	6.3	2019-01-08 15:51	19	4.7	2019-01-08 16:51	15.1	3.2
2019-01-08 14:52	21.3	6.4	2019-01-08 15:52	19	4.6	2019-01-08 16:52	14.9	3.3
2019-01-08 14:53	21.1	6.4	2019-01-08 15:53	19	4.7	2019-01-08 16:53	14.6	3.4
2019-01-08 14:54	21.3	6.2	2019-01-08 15:54	19	4.7	2019-01-08 16:54	14.6	3.4
2019-01-08 14:55	21.2	6.3	2019-01-08 15:55	19	4.8	2019-01-08 16:55	14.5	3.3
2019-01-08 14:56	21.2	6.5	2019-01-08 15:56	19	4.6	2019-01-08 16:56	14.4	3.3
2019-01-08 14:57	21.3	6.7	2019-01-08 15:57	19	4.7	2019-01-08 16:57	14.2	3.2
2019-01-08 14:58	21	6.1	2019-01-08 15:58	18.8	4.9	2019-01-08 16:58	14	3.2
2019-01-08 14:59	20.8	6	2019-01-08 15:59	18.8	4.7	2019-01-08 16:59	13.8	3.3
2019-01-08 15:00	20.5	6.1	2019-01-08 16:00	18.8	4.7	2019-01-08 17:00	13.9	3.2

· 11월 05일 오후 12시부터 오후 17시까지 총 5시간 난방겸용제습기 작동

· 유리실험온실 정가운데에 위치해있는 온도센서로 내부의 온도를 측정하고 비닐실험온실의 외부에 장착되어 있는 외부기상대의 온도센서로 외부의 온도를 측정하여 내부와 외부의 온도편차분석

· 위 표의 데이터와 같이 12시~13시의 1시간동안의 온도편차는 14.4℃, 12시~13시의 온도편차는 16.5℃, 13시~14시의 온도편차는 16.7℃, 14시~15시의 온도편차는 14.4℃, 15시~16시의 온도편차는 14.1℃, 16시~17시의 온도편차는 10.7℃로 온실 내부 전체의 온도상승에 영향을 줌

(주)신안그린테크 유리실험온실



③ 세 번째 전기히팅요소 난방온도 상승 실험(협동기관 그린씨에스(주) 비닐온실)



<그린씨에스(주) 비닐실험온실 외부>

- 규격 : 6000*12000*4000mm
- 환경 : 2중 창개폐, 스크린, 창개폐기를 이용한 공기배출 방지

- 비닐온실 중앙부에 위치한 내부온도센서와 외부기상대에 있는 외부온도센서의 변화수치 편차분석
- 시간 : 오전 15:00 ~ 오전 22:00



<비닐실험온실 온도센서 및 데이터값을 전송하는 컨트롤러>

그린씨에스(주) 비닐실험온실



- 12월 05일 오후 15시부터 오후 22시까지 총 7시간 난방겸용제습기 작동
- 비닐실험온실 정가운데에 위치해있는 온도센서로 내부의 온도를 측정하고 비닐실험온실의 외부에 장착되어 있는 외부기상대의 온도센서로 외부의 온도를 측정하여 내부와 외부의 온도편차분석
- 위 표의 데이터 그래프와 같이 15시~16시의 1시간동안의 온도편차는 5.6℃, 16시~17시의 온도편차는 4℃, 17시~20시의 3시간동안의 온도편차는 2.3℃, 20시~22시의 2시간동안의 온도편차는 4.1℃로 온실 내부 전체의 온도상승에 영향을 줌

제 2 절 통합제어기 및 원격제어 로직 개발(위탁, 충남대학교)

1. 제습 및 난방 제어기 설계 및 제작

가. 제습 및 난방 모듈 제어기 개발

○ 센서장비 조사 및 분석에 따른 시스템 부분 적용

- 제품 및 시장 조사
- 지상부, 지하부 센서 조사

온·습도, 이산화탄소, 조도 등 센서 별 측정범위, 응답시간, 정밀도 등의 재원 조사 및 분석을 통한 시스템 부분 적용

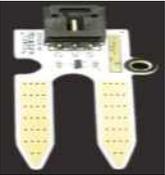
<센서장비 제품 조사(지상부 센서)>

항목	그림	제조사	모델명	재원
온·습도 센서		OMRON	ES2-THB	습도범위:20~25% 검출:25, 40℃~80% 전압:DC 24 V 소비전류:10 mA 이하 온도검출:0~55℃ 사용범위:0~55℃, 95% 출력:DC 24 V
		(주)한스 시스템	HA-TH100	측정범위:0~100% RH 정밀도:±1.8% RH 응답성:8 sec 온도정밀도:0.3℃ 전력:30 μW
		에이스 시스템	ATH100	측정범위:0~100% RH 정밀도:±3% RH 응답성:15 sec 반복성:±0.5% RH 측정범위:-20~80℃ 정밀도:±3℃ 출력:DC 1~5 V
		SENSIRION	SHT75	반응 속도: <4 sec 정밀도:±1.8% RH 측정범위:0~100% RH
		(주)미코엠에스티	HT-01DV	정밀도:±2% RH 측정범위:0~100% RH 응답시간:8 sec
		나노선택	NHT-15B	측정범위:0~100% RH -40~125℃ 출력:디지털(2-wire)
		에코나라	ETH-01DV	측정범위:0~100% RH -40~125℃ 정밀도:±3.0% RH 응답성:8 sec 온도정밀도:0.3℃

항목	그림	제조사	모델명	재원
이산화탄소 센서		(주)소하테크	SH-300-DC	동작전압:3 V 출력전압:0~3,000 ppm 방식:NDIR
		GE Sensing	T6613	동작전압:5 V 출력전압:0.8~4 V 측정범위:400~2,000 ppm 방식:NDIR
		SOHATECH	SH-300-ND	측정범위:0~3000 ppm 응답시간:0~80%<30 sec 정밀도:±2% 입력전압:DC 5~12 V
		GE Sensing	T6615	측정범위:0~2000 ppm 응답시간:<2 sec 정밀도:±3% 입력전압:DC 5 V
		DIWELL	EPXDC8CV	측정범위:0~2000 ppm 해상도:10 ppm 정확도:±3% 전원:5 V 출력:0.8~4 V
조도 센서		SMG	BH1750	측정범위:0~65535 lux 전원:3~5 V
		한진데이터	BH1750FVI	측정범위:0~65535 lux 측정단위:1 lux 전원: 3~5 V
		YwRobot	TEMT6000	전압: 3.3 V, 5 V 포트: 아날로그 전압 플랫폼: 아두이노, 라즈베리파이, ATmega128

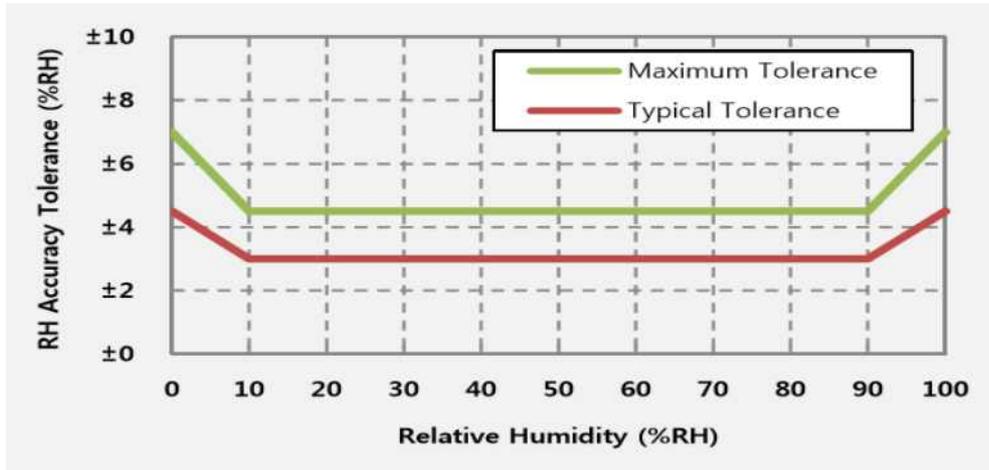
항목	그림	제조사	모델명	재원
풍향 센서		Vector Instruments	W200P	출력:1k Ohms potentiometer 측정 범위:0~356.5° 기동 풍속:0.6 m/s 정확도:±3° 동작온도:-50~70℃
		Unisense	1PCS X	측정 범위:0~360° 분해능:0.1 m/s 정확도:±3% 동작온도:-20~80℃
		HYXC	FX02XD	측정 범위:0~360° 정확도:±2° 동작온도:-40~70℃
풍속 센서		R.M.young	05103,05106	기화풍속:1.1 m/s 측정범위:01000 m/s 정확도:5% 출력:DC 0~1 V
		Campbell	WindSonic	기화풍속:0.01 m/s 측정범위:0~60 m/s 정확도:2% 출력:DC 5~16 V
강우량 센서		(주)지비엠아이엔 씨	QMR101	범위:144 mm/h 기자재:cable, connector 출력:DC 10~15 V
		(주)영전	TRWS 500/503	범위:240 mm/h 출력:DC 10~15 V
		Texas Electronics	TE525MM	측정단위:0.1 mm 정확도:±1% 출력:DC 12 V

<센서장비 제품 조사(지하부 센서)>

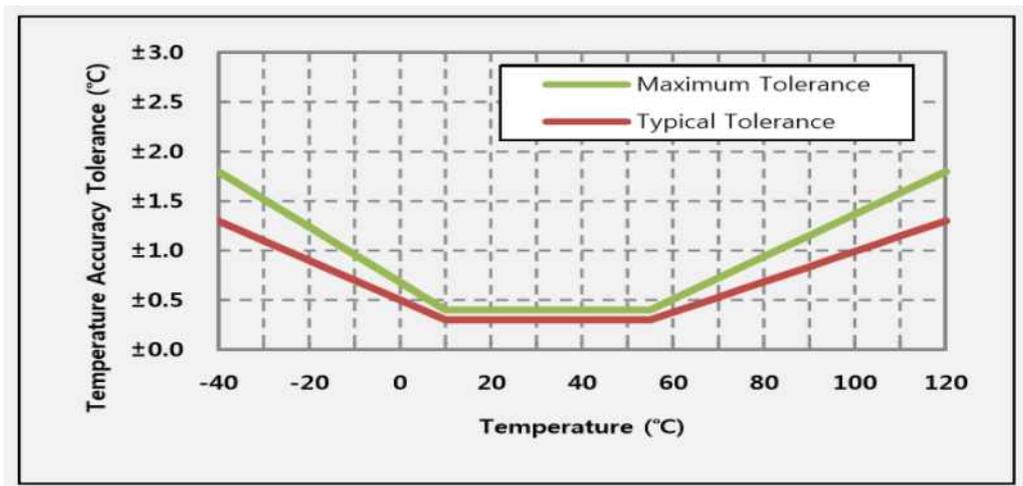
항목	그림	제조사	모델명	재원
수분 센서		(주)미래센서	WT1000N	측정범위:0~99.9% R 정확도:±3% 센서종류:FDR 작동온도:0~60℃ 출력:DC 12 V
		DECAGON	10HS sensor	측정범위:0~57% 정확도:±3% 측정시간:10 ms 작동온도:-40~50℃ 출력:DC 3 V, 15 V
		(주)미래센서	WT1000N/H	수분측정범위:0~99.9% R 토양측정범위:0~6.0 dS/m 정확도:±3% 센서종류:FDR 작동온도:0~60℃ 출력:DC 9~15 V
		ELECFREAKS	EF04027	측정범위:0~99.9% R 정확도:±3% 센서종류: FDR 출력:0~4.2 V 전원:3.3 V or 5 V
		DFROBOT	SEN0193	측정범위:0~99.9% R 정확도:±2% 작동온도: 0~55℃ 전원:3.3~5.5 V
EC 센서		Vernier International	UMS-CON-BT A	측정범위:0~±20000 uS/cm 분해 능력:±10 uS/cm 작동온도:-20~60℃
		SEEED	NT-101020052	측정범위:0~±1000 uS/cm 분해 능력: ±0.1 uS/cm 포트: I2C
		EUTECH	CT-27111D	측정범위:0.05~200 uS/cm 작동온도:0~80℃ 샘플량:16 mL 최대 수압:0.5 MPa 최대 유속:2,000 mL/min

- 온실내부 사용에 적합한 센서 선정

- 온·습도센서는 여름철 태양열로 인한 시설내부 및 난방기의 온도를 측정하기 위해 필요함 또한 시설 내·외부 온도차이와 시설 관수로 발생하는 습기로 인한 고장이 발생하지 않아야 하며 여름철 비닐하우스 내부의 온도를 견딜 수 있어야 함
- 이에 적합한 제품은 현재 시중에서 판매되고 있는 제품 중 측정범위가 -40~ 125℃로 온실 내부의 온도에 측정하기 적합하며 비닐하우스 내부에 생길 수 있는 습기에 강하여 고장 발생 우려가 없는 ETH-01DV가 가장 적합하여 해당 센서로 선정



<ETH-01DV센서 상대습도 허용치(www.econara.com)>



<ETH-01DV센서 온도 허용치(www.econara.com)>

○ 현장적용 작물인 방울토마토, 파프리카, 딸기에 대한 작물별 온·습도 조건 및 허용범위 분석

- 시설 내부 제어조건

- 온도에 따른 시설 내부 제어
- 습도에 따른 시설 내부 제어

- 논문을 통한 시설재배의 환경제어 필요성 확인
 - 일반적인 시설재배는 밀폐된 공간으로 겨울철 낮에는 온도가 상승하며 밤에는 열을 외부로 빼앗기기 때문에 외부기온 이하로 낮아짐
 - 온도 : 작물의 맞는 적절한 온도로 유지시키면 작물은 광합성을 하고 동화 산물의 전류를 촉진시키며 호흡을 억제하기 때문에 일일 일사량에 따라서 변온관리를 해야 작물의 생육에 알맞은 환경이 됨
 - 습도 : 시설 내부의 습도를 40%이하로 낮게 유지하면 작물로부터 증산량이 증가하여 수분흡수가 촉진되기 때문에 토양수분 함량에 영향을 줄 수 있으며, 습도가 90%이상으로 높아지면 증산 및 광합성량이 감소하고 병 발생이 심하게 일어남
 - 일반적으로 시설재배 병행은 습도가 높은 조건에서 발병된다고 볼 수 있음

<과건·습 조건의 발생원인과 작물의 생리현상>

구분	발생원인	작물의 생리 작용
과 건	온실을 건조한 토질위에 건립한 경우 투과량이 높고 난방이 용이한 유리온실의 경우 난방을 심하게 작동하는 경우	생육부진, 수량감소
과 습	밀폐관리 지하수위가 높아진 경우 관수방법에 의한 과습 조건 형성 환기창 등으로 다량의 빗물 유입	작물의 증산 감소 광합성 지장 초래 병충해 발생 증가

- 방울토마토에 대한 최적의 온·습도조건 분석(고온)
 - 고온에서는 생육이 빠르고 화아분화 및 개화기가 촉진되지만 꽃수가 적고, 꽃이 작고 과실도 작음
 - 30℃이상의 높은 온도에서는 광합성에 의한 생산보다도 호흡에 의한 소비가 많아져서 생육상태가 나빠지고 꽃이 잘 떨어짐
 - 공동과도 발생되며 생육상태가 불량해지고, 40℃ 이상일 경우 잎, 줄기에 일소현상이 나타나고 심하면 고사함
 - 고온에서는 화아분화기 및 감수분열기의 화분이 고온장해를 받아 불임화분으로 되어 낙화 원인이 되거나 작은 과실이 됨
 - 직사광선이 닿으면 과실내부의 온도상승으로 일소현상이 나타나며 비대가 나쁘고 리코핀 색소 발현이 불량하여 착색이 나쁨
 - 과피조직이 경화하여 열과 발생도 많아지고, 고온, 건조는 잎말이 현상의 원인이 됨

- 방울토마토에 대한 최적의 온·습도조건 분석(저온)
 - 저온에서는 생육이 지연되어 초장이 짧으나 잎이 큼
 - 화아 분화 및 개화기는 늦지만 개화수가 많고 꽃이 큼
 - 고온에서는 비교적 작은 과실이 되고 저온에서는 자실수가 많고 과실이 큼
 - 야간온도가 20℃ 이상 일 경우 착과가 불량하여지고 불량과실이 생기는 경우가 많음
 - 10℃ 이하에 오랫동안 처하면 기형과 발생이 증가함
 - 화분은 5℃ 이하가 되면 수정능력이 없어져 낙화됨
 - 본엽이 2~3매 때 꽃눈이 생기는데 이때 온도가 낮으면 기형과가 발생함
 - 반축성 재배시 1화방 또는 2화방에서 기형과 등이 많이 발생하는 것은 이러한 원인에 의한 것임
 - 토양온도는 20~30℃가 가장 좋고 33℃ 이상이나 13℃ 이하가 되면 생육이 크게 떨어짐

- 방울토마토에 대한 최적의 온·습도조건 분석(습도)
 - 토마토는 토양수분이 충분하면 건조기후에 적합한 작물임
 - 다습조건에서는 도장하고 각종 병해가 많이 발생하게 됨
 - 생육에는 다량의 토양수분을 필요로 하고 특히 공기중의 습도가 낮은 상태에서는 줄기, 잎이 왜소화되고 생육도 일시 중지되어 낙화가 많아져 수량이 감소함
 - 재배에 적합한 공기습도는 65~80% 정도이며 60%이하에서는 부족현상이 일어나는데 토양수분이 충분하고 공중습도가 낮은 상태가 좋음

- 딸기에 대한 최적의 온·습도조건 분석(온도)
 - 딸기의 생육적온은 주간 17~20℃, 야간 10℃ 내외이며 약간 서늘한 기후를 좋아함
 - 특히 내한성이 강하여 -2~-3℃ 정도의 저온에도 견디나, -7℃ 이하에서는 동해를 받음
 - 25℃ 이상에서는 생육이 지연되고, 30℃ 이상에서는 생육이 정지되며, 37℃ 내외에서는 고온 장해를 받음
 - 특히 개화기의 꽃이나 꽃봉오리가 온도에 민감하여 5℃ 이하에서 장시간 경과하거나 0℃ 내외에서 1~2시간 경과하면 냉해를 받아 꽃받침 부분이 검게 변하며, 35℃ 이상 고온에서는 암술머리가 장해를 받아 화분의 발아가 불량하여 기형과 또는 불수정과의 원인이 됨

- 파프리카에 대한 최적의 온·습도조건 분석(온도)
 - 과채류 중에 가장 고온을 필요로 하는 작물임
 - 발아(씨앗에서 싹이 틔)하기 하기 적당한 온도는 23~25℃, 아주심기후 첫화방(꽃송이) 착과(열매가 달림)시까지 낮온도는 24~25℃, 밤온도는 21~22℃가 알맞으며 착과(열매가 달림)후 생육상태를 살펴 낮에는 21~24℃, 밤에는 최저 18~20℃로 관리하되 15℃ 이하, 28℃ 이상으로 되지 않게 함. 만약 이 범위를 벗어날 경우 화아분화(꽃눈이 생김)의 억제와 배꼽썩음과, 낙화(꽃 떨어짐) 및 낙과(과일 떨어짐), 기형과(석과, 주굴렁과, 선침과), 자색과가 발생함

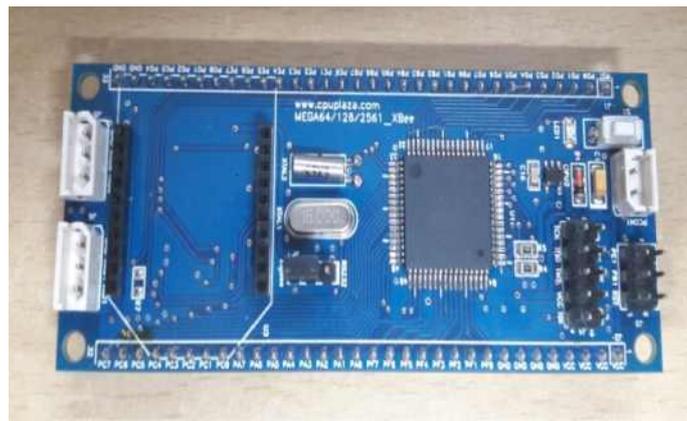
<적용작물에 대한 각 작물의 최적 온·습도 분석>

	딸기	파프리카	방울토마토	국화
온도	주간: 17~20℃	주간: 15~21℃	주간 12~18℃	18℃
	야간: 10~15℃	야간: 10~13℃	야간: 12~15℃	
습도	60~80%	70~80%	65~80% (적정: 75%)	60~65%

○ 원예온실용 원격 조절 가능한 제습 및 난방 제어기기 개발

- 온실 환경수집 시스템과 모니터링 및 무선 온·습도 센서 노드 개발

- 100×100 규격의 PCB기판 및 센서 노드 3핀의 커넥터 핀을 이용하여 센서 모듈을 제작 하였음. PCB기판 커넥터와 연결한 센서의 해당핀에 코딩작업을 실시하여 연결된 센서로부터 센서 데이터 값이 측정되는 시스템으로 구성하였음
- 센서 모듈 성능 테스트를 위해 AVR ATmega128 개발 보드를 사용 하고, 온실내의 온도, 습도를 측정 하였으며, 센서의 측정주기는 1 Hz, 통신 전송량은 16 Byte × 1/40 sec = 512bps 으로 설정하였음



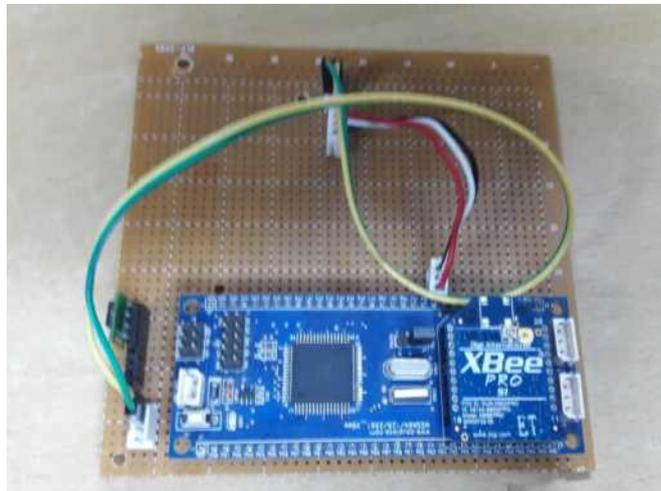
<ATmega128_Xbee 메인보드>

- 무선 온·습도 센서 노드 개발을 위하여 ATmega128 AVR 마이크로 컨트롤러가 내장되어 있는 모듈을 사용하였고, 온도, 습도 센서모듈을 연결하기 위하여 개발 보드 포트의 10Pin 커넥터를 연결 하여 사용하였음



<센서 노드 제작을 위해 사용된 AVR Connector>

- 센서 모듈 성능 시험을 위하여 ATmega128, Zigbee 모듈, 온·습도 센서로 구성되는 센서 모듈을 제작하였으며 센서 모듈 시험을 위한 기본구성도는 아래 그림과 같음



<센서 모듈 시험을 위한 기본구성도>

- 온도, 습도 측정을 위해 컴파일러 AVR Studio4를 사용하여 C언어로 코딩 작업을 실시하였으며, 코딩 작업은 아래 그림과 같음

```

File Project Build Edit View Tools Debug Window Help
Trace Disabled
IPET_Master (default)
  Source Files
  Header Files
  External Dependencies
  Other Files
// S/W Environment : AVR Studio + WINAVR Compiler
// Target : M128
// Crystal : 16MHz
// #define F_CPU 16000000UL
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <stdio.h>

unsigned char OutString[256];
unsigned char *Property[8] = { "Temp", "Humidity", "Light", "CO2", };

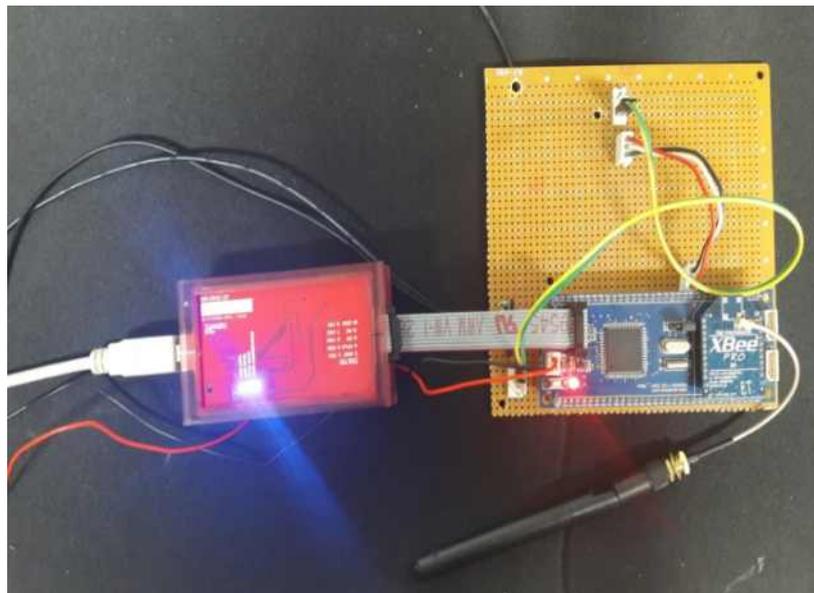
void putchar(unsigned char c);
void putchar(unsigned char c);
void putchar(unsigned char c)
{
  while (!(UCSR0A & (1<<UDRE0)));
  UDR0 = c;
}

void putchar(unsigned char c)
{
  while (!(UCSR1A & (1<<UDRE1))); // data register empty ?
  UDR1 = c;
}

void putstring(char *str)
{
  //UCSR0B=0b01001000;
  //delay(110);
  while(*str)
  {
    putchar(*str++);
  }
  //putchar(0x00);
}

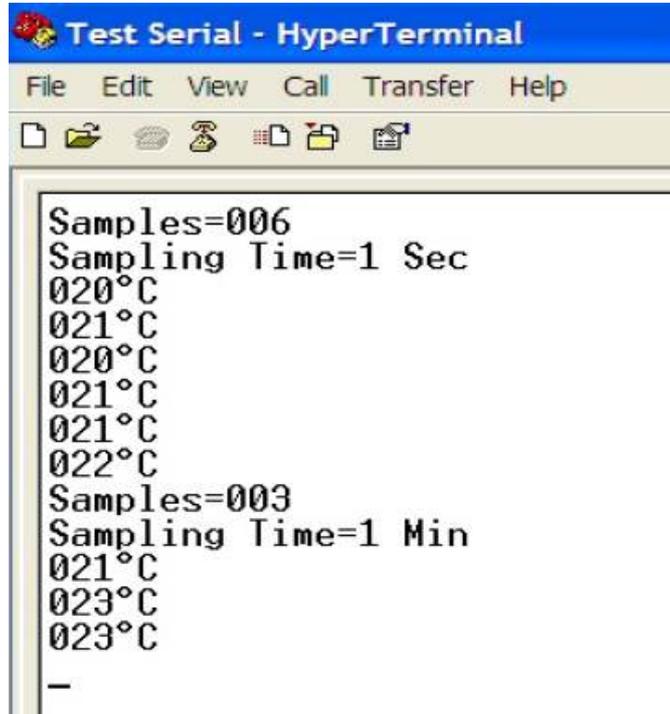
```

<온·습도 데이터 수집을 위한 AVR studio 코드>



<센서 모듈 코딩 작업>

- 센서의 측정데이터는 Hyperterminal과 RS-232 통신 케이블을 사용하여 온·습도 데이터를 컴퓨터로 수집하였음



<하이퍼터미널을 이용한 온·습도 데이터 수집>

- 무선통신 모듈을 이용한 센서 인터페이스 모듈 성능시험
 - 온실 환경 측정 센서의 데이터를 PC로 수집하기 위하여 Zigbee 모듈, Xbee보드, UART 통신 방식의 ATmega128를 사용하였음. Zigbee 모듈의 경우 2.4GHz의 작동 주파수와 10~20 m의 통신거리를 지원하여 본 시스템에 적절하다고 판단하여 선정함



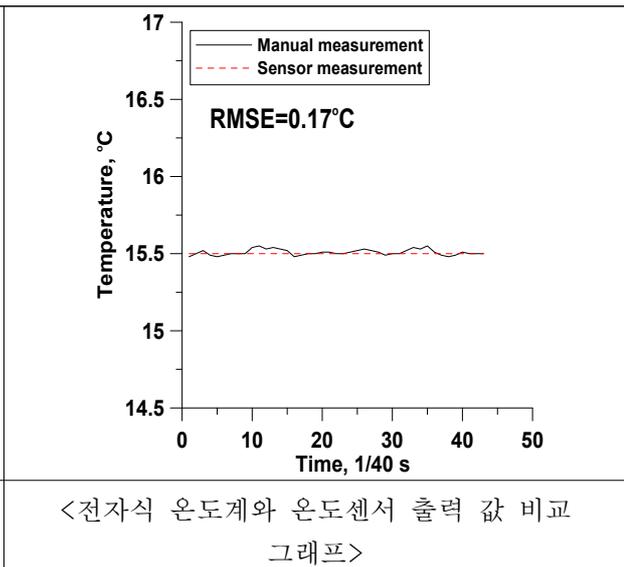
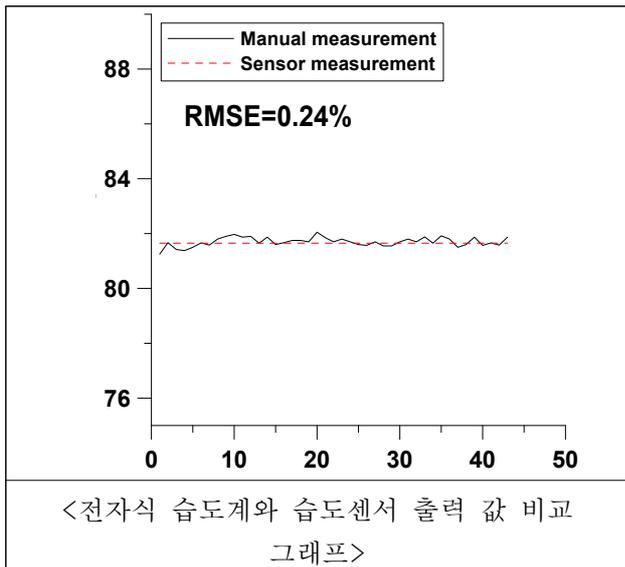
<XBee_Pro 무선통신 모듈>

- 온·습도 센서의 측정 값을 Zigbee의 UART 통신을 이용하여 무선으로 PC에 전송 하도록 제작함
- ATmega128과 Xbee Pro 모듈을 연결하여 센서의 측정 데이터 값을 수집하고다른 두 개의 Zigbee 인터페이스 모듈과 Zigbee 모듈에 데이터 값을 전송하여 그 값을 PC로 전송 하게 제작함



<Zigbee 모듈을 이용한 데이터 전송>

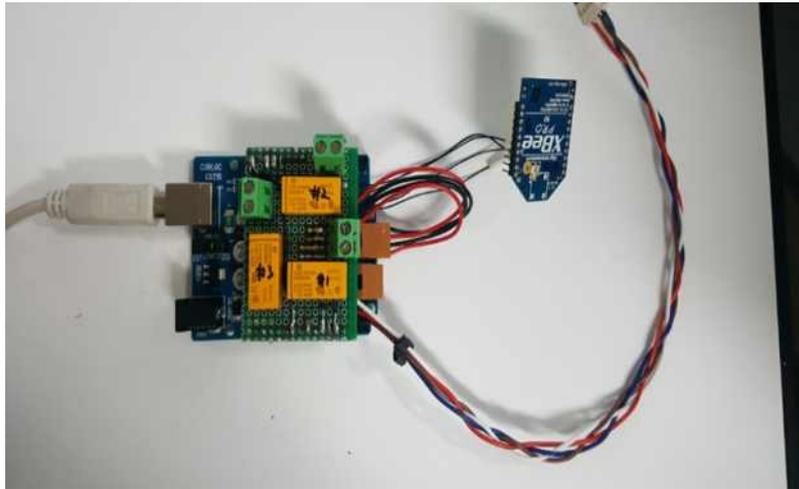
- Zigbee의 UART통신을 이용하여 센서의 측정값을 PC로 전송하였고 센서가 측정한 데이터는 Zigbee와 UART통신을 이용하여 PC로 전송되도록 제작함
- 제작한 센서노드의 성능평가를 진행하기 위해 전자식 온도계 및 습도계로 측정한 온·습도 값과 센서 출력 값을 비교하였음. 실험 결과 온도 측정 실험의 RMSE 0.17°C, 습도 측정 실험의 RMSE=0.24%로, 낮은 RMSE 확인하여 온·습도 센서의 정확성을 확인하였음



○ 제어 인터페이스 모듈 설계 및 제작

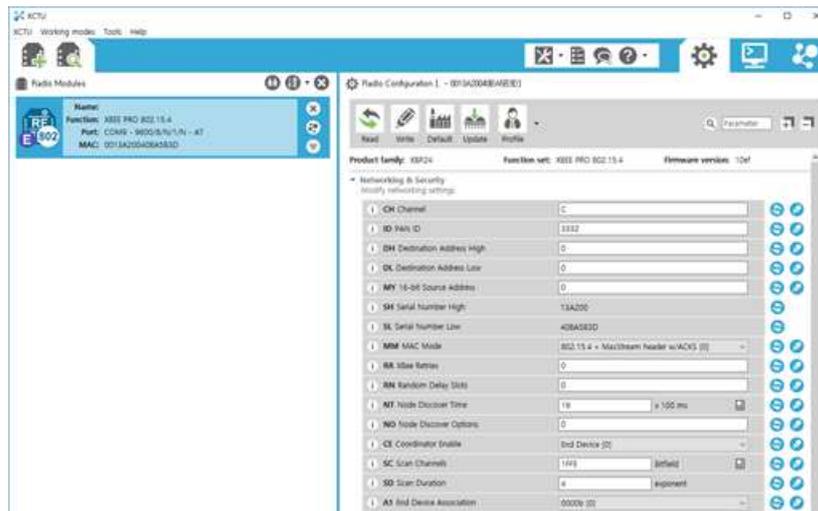
- 무선 통신을 이용한 제어 모듈 설계

- 센서 인터페이스 모듈 개발 및 모니터링을 위해서 무선 통신에 대한 설정과 장치의 구성이 중요하기 때문에 아래 메인보드인 CB210과 Xbee_Pro-와이어 안테나 타입 모듈, 릴레이로 구성 되도록 설계함

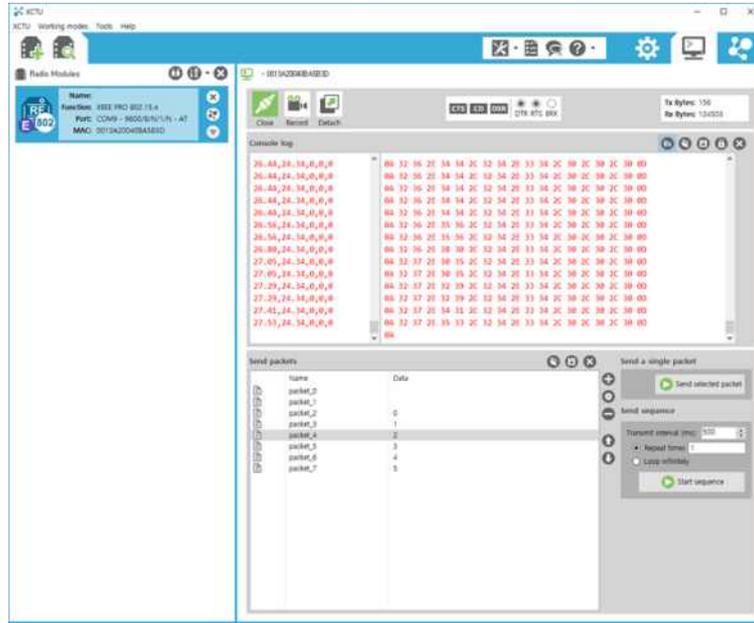


< 어노드 구성 >

- 모듈 제작에 앞서 센서노드-PC-제어노드의 데이터 송/수신을 위해 Xbee Pro 인터페이스 모듈을 이용하여 XCTU 소프트웨어로 송신 및 수신 Zigbee의 포트, 채널, Source Address 등의 네트워킹 셋팅 값을 아래의 그림과 같이 셋팅



<CTU를 이용한 Zigbee모듈 연결 및 포트 셋팅>



<CTU를 이용한 Zigbee 모듈 송/수신>

- 무선통신을 이용한 제어노드 제작
 - 무선통신이 가능한 모듈을 제작하기 위해 보편적으로 사용되는 장비를 선택하였고 제작된 설계에 따라 이상적인 CB210을 이용하였음
 - 센서와의 연결부분을 고려하여 CB210보드에 핀헤더를 이용한 커넥터 핀방식을 적용하여 메인보드를 제작함
 - 제어 노드 제작을 위해 PCB기판과 CB210 메인보드, RS232, Xbee_Pro 장비를 적용하여 코딩 작업을 실시하였으며, 제어 모듈 코딩 작업은 아래 그림에서 확인할 수 있음



<B210을 이용한 제어모듈 메인보드>

- 온·습도 데이터 수신 및 제어를 위한 프로그래밍

- 온·습도 데이터 수신을 위하여 보편적으로 사용하는 소프트웨어인 Visual Basic을 사용하였으며 아래 그림은 CB210 메인보드의 Cubloc Studio를 사용하여 Visual Basic 코딩한 그림임

```
Const Device = CB210
Opesize 1, 800, 3,100,100

Dim HT1 As Integer 'Humidity Analog Value
Dim TT1 As Integer 'Temperature Analog Value
Dim HS As Single 'Humidity Conv. Value
Dim TS As Single 'Temperature Conv. Value
Dim HS As String #1 'Humidity Data
Dim TS As String #2 'Temperature Data
Dim RD As String #3 'Control Command
Dim DS1 As String #1 'Output Status Data
Dim DS2 As String #1 'Output Status Data
Dim DS3 As String #1 'Output Status Data
Dim DS4 As Integer 'Output Status Value
Dim DS5 As Integer 'Output Status Value
Dim DS6 As Integer 'Output Status Value
Dim DS7 As Integer 'Output Status Value

'Program Start
Do
    'Humidity Analog Input
    HT1=AnIn(1)
    HS = Float HT1

    'Temperature Analog Input
    TT1=AnIn(2)
    TS = Float TT1

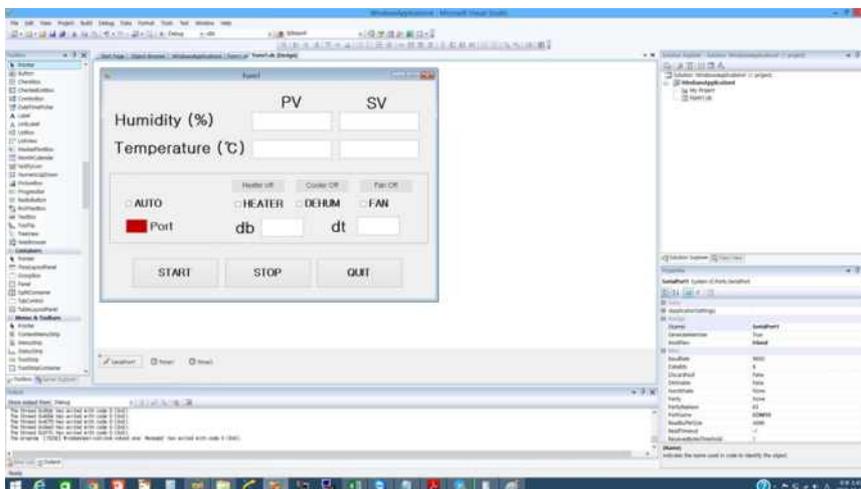
    'Output Status Value Conv.
    DS1 = Dec RDand
    DS2 = Dec RDand
    DS3 = Dec RDand

    'Data Transmission
    PutOut 1, HS, TS, DS1, DS2, DS3, DS4, DS5, DS6, DS7
    Delay 100

    'Command Receive
    RD=AnIn(3)
```

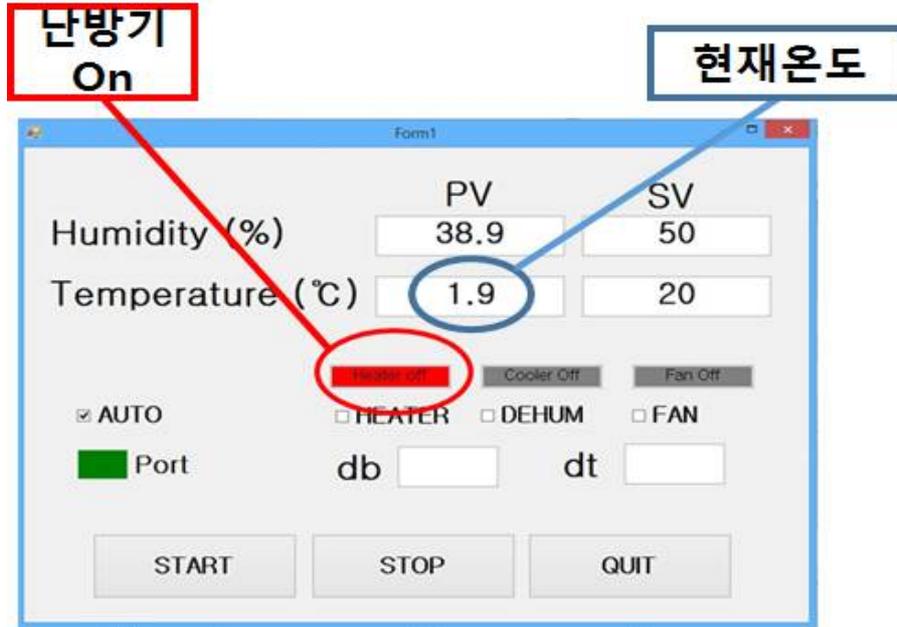
<isual Basic을 이용한 온·습도 데이터 수신 코드>

- CB210 메인보드와 호환성이 좋은 Visual Basic 2008을 이용하여 온·습도 데이터 수집 프로그램을 제작함



<isual Basic 2008을 이용한 온·습도 데이터 수집 프로그램>

- Visual Basic 2008을 이용하여 실외 측정 기준 1.9℃, 상대습도 34.9%의 데이터를 얻었으며 아래 그림에서 볼 수 있듯이 현재 온도가 셋팅 온도보다 낮기 때문에 온풍기가 작동되는 것을 볼 수 있음



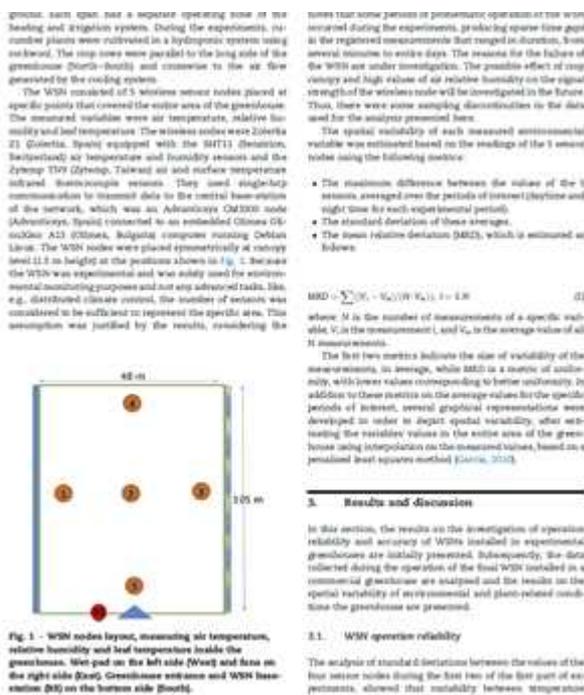
<visual Basic 2008을 이용한 온·습도 데이터 및 온도제어>

2. ICT 원격제어 로직 개발

가. ICT 원격제어 로직 설계

○ 자동제어를 위한 신호 Protocol 설계 및 ICT 원격 제어 시스템 로직 최적 설계 및 개발

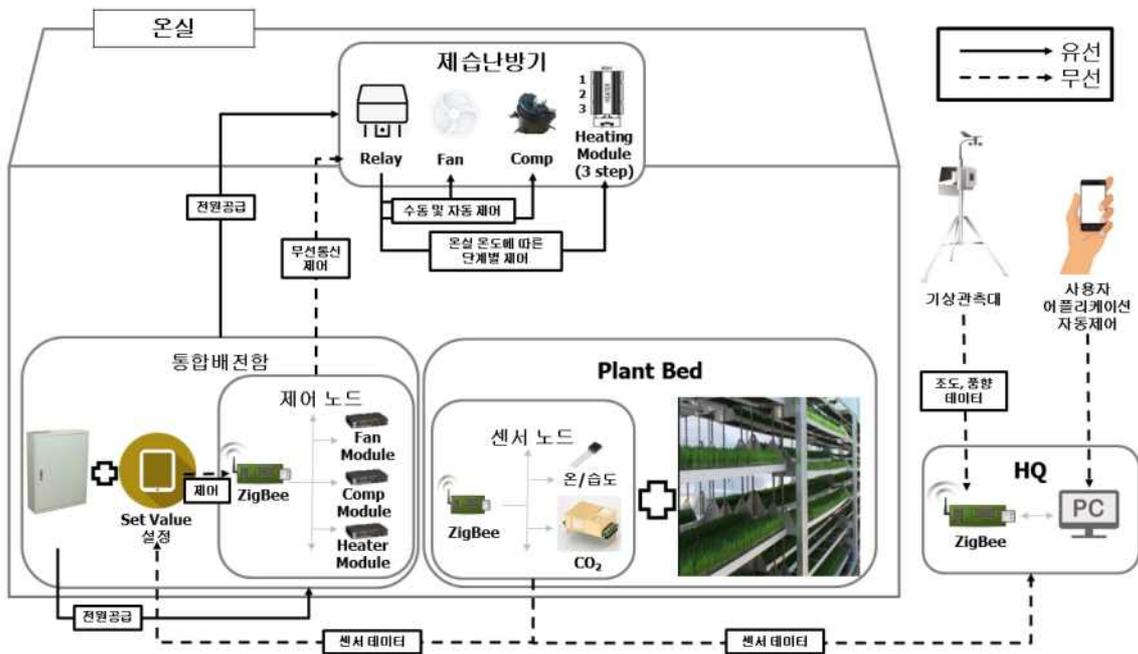
- 시설내부 센서노드의 효율적인 위치, 온실의 온/습도 자동제어를 위한 최적의 센서 개수 선정을 위해 문헌 조사를 진행하였으며, 자동제어를 위한 신호 Protocol 및 알고리즘을 제작하였음



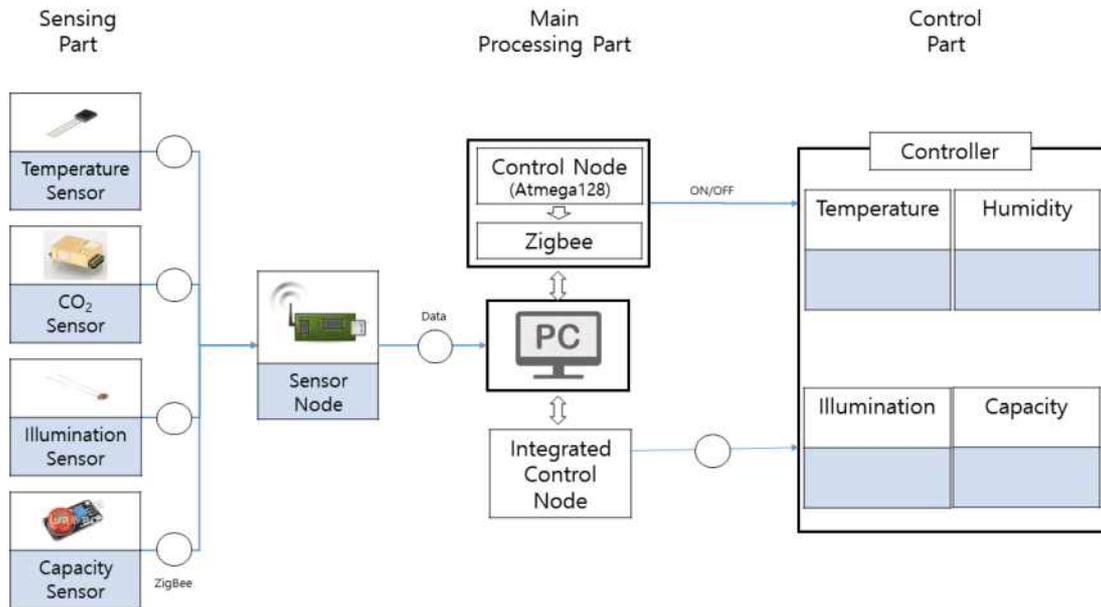
<Simulation of humidity control and greenhouse temperature - R. Tawagoum, Biosystems Engineering(2016)>

<A Proposal of Greenhouse Control Using Wireless Sensor Networks - Luciano Gonda, ASABE(2017)>

- 센서노드 및 제어노드 제작을 위해 문헌조사를 바탕으로 센서 및 제어 인터페이스의 데이터 송/수신, PC에서의 정보처리, 제습난방기 제어 등을 표현하기 위해 온실 내부 데이터 처리 구상도를 나타내었음. 또한 데이터 주 처리부를 크게 센서 인터페이스 부, 제어 인터페이스 부, 정보처
- 리 부 총 3개의 파트로 나누었으며 통합제어기와와 유·무선 제어 및 데이터 송/수신을 원활하게 할 수 있게 됨



<시설 내부 센서 및 제어 인터페이스 구상도>



<센서 및 제어 인터페이스 데이터 처리 세부 모식도>

- ATmega128의 64핀 중 B포트의 6개핀(PB00~PB05)과 A포트의 6개의 핀(PA00~PA05)을 사용하였음. B포트의 0~1핀은 팬, 2~3핀은 제습기, 4~5핀은 히터를 On/Off 제어하도록 제작하였으며, A포트의 3개의 핀은 자동/수동 제어가 가능하도록 스위치로 제작을 하였음. 또한 PA03~PA05핀은 제어장비를 On/Off 할 수 있도록 릴레이를 제어하는데 사용되었음.

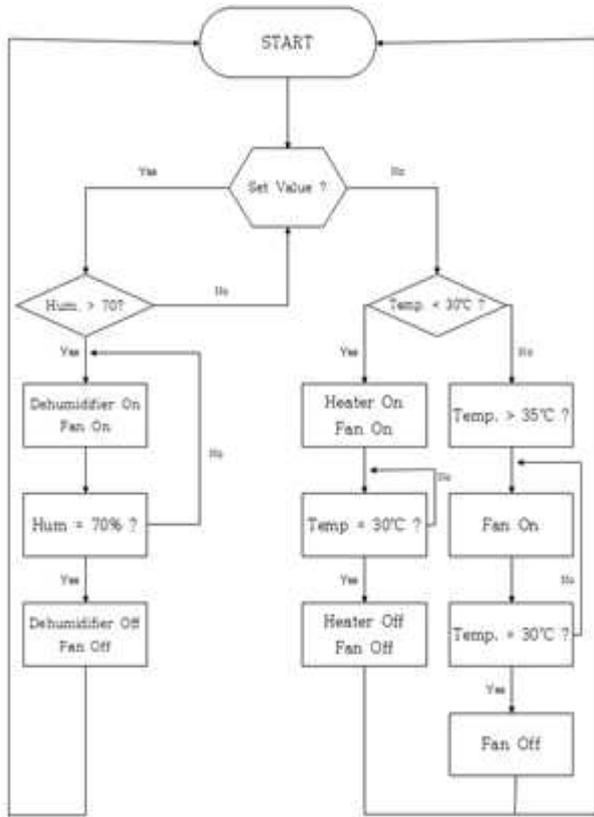
- 제어 인터페이스 제작을 위해 프로토콜 및 제어 조건을 정리하였는데, 장치의 상태 정보와

환경 데이터를 제어 모듈로 송신하는 부분과 PC의 클라이언트로 구성이 됨. 제어 프로토콜은 On(1)/Off(0) 방식으로 제어가 되도록 제작하였으며 팬은 따로 수동제어가 가능하지만 제습기 및 히터가 On(1) 상태로 될 경우 항상 같이 On(1)이 될 수 있도록 제작하였음{PB02 or PB04 (1) - PB00 (1)}. 아래 표는 제작된 신호 프로토콜 제어 조건을 정리한 것임

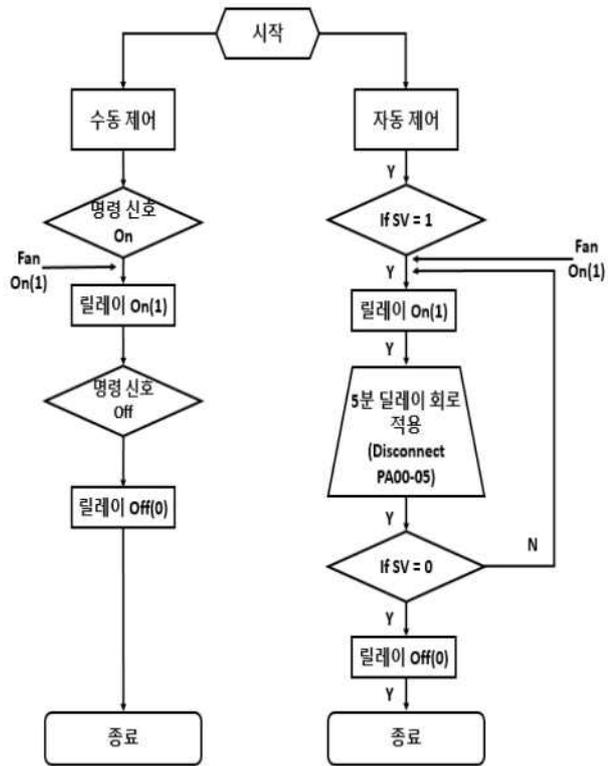
<신호 프로토콜 제어 조건>

Condition	PA00~02pin(I nput), s/w 2 switch	PA04~05pin(Output) - Relay	PA00~01pin(Output, Fan) - Relay	PB02~05pin(Output), s/w 2switch	PB00~01pin(Output, Fan), s/w 2switch
	Auto(1) / Manual(0)	On(1) / off(0)	On(1) / off(0)	On(1) / Off(0)	On(1) / off(0)
1	1	On(1) Off(0)	1 0	1 0	1 0
2	1	On(1) Off(0)	1 0	1 0	1
3	0	1 0	1	1 0	1
4	0	0	0	0	0

- 기존 1차년도에 제작되었던 제어 알고리즘을 개선 및 보완하기 위해 더욱 복잡한 알고리즘을 제작하게 되었는데, 크게 2가지로 나눌 수가 있음. 먼저 위에 설명한 내용처럼 Fan의 On/Off 제어방식과 두 번째는 딜레이 회로를 추가하였음. 딜레이 회로는 PC의 셋팅값에 맞춰 계속 On/Off가 되는 것이 아니고 릴레이가 상태 변화가 일어날 경우 5분 동안은 릴레이에 전류가 흐르지 않게 막아주는 것이라 할 수 있음. 이로 인해 모듈의 내구성 문제와 에너지 절감 부분을 해결할 수 있음



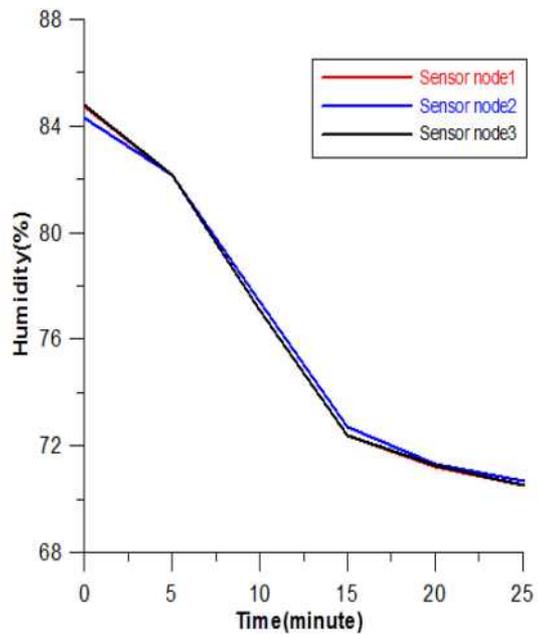
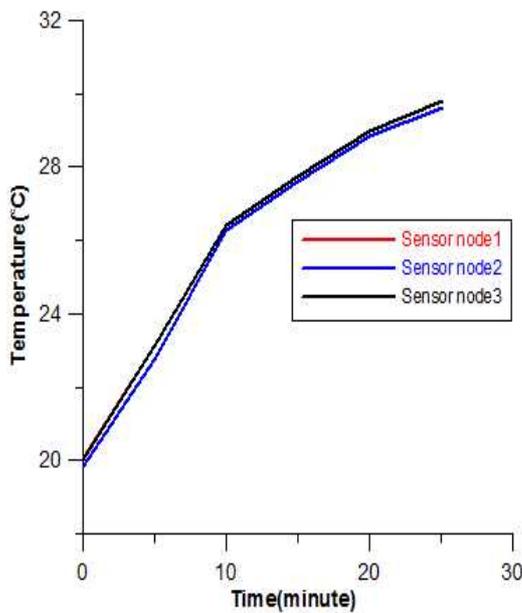
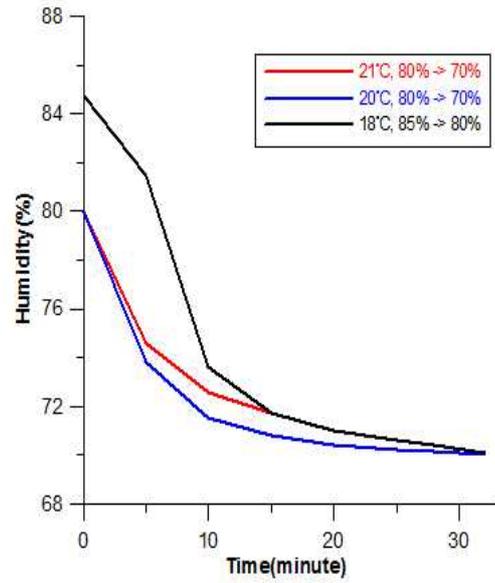
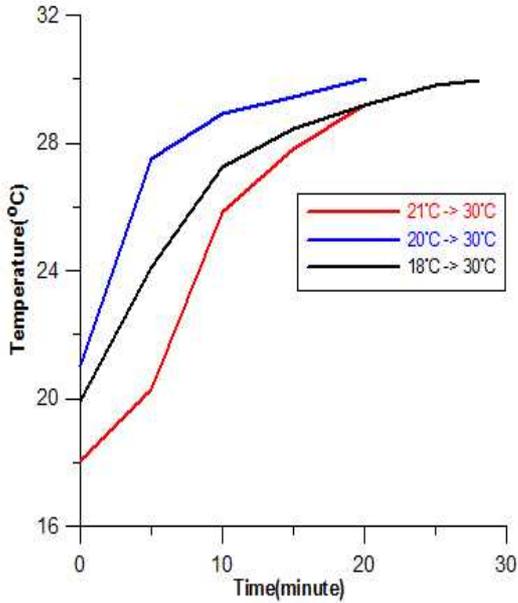
1차년도 제작된 제어 알고리즘>



2차년도 릴레이 회로 및 릴레이가 적용된 제어 알고리즘>

○ 소형 식물공장에서의 1차 현장 테스트

- 소형 식물공장 내 미니히터 및 제습기를 활용하여 실험 환경 조성 후 온·습도 자동제어 기초 실험을 진행하였음. 먼저 온도는 18℃, 20℃, 21℃에서 30℃로의 자동 제어실험을 진행하였으며, 각각 26분, 28분, 29분이 소요되었음. 습도는 80%, 85%, 90%에서 70%로의 제어실험을 진행하였으며, 각각 24분, 26분, 32분이 소요되었음



<소형 식물공장 내에서의 온·습도 자동제어 실험결과 그래프>

나. 제어 시스템 로직이 적용된 원격 제어기 시스템 현장적용

○ 원예 온실용 실시간 모니터링이 가능한 무선 센서노드 설계 및 제작

- 무선 온·습도 센서노드 개발 및 데이터 수신, 기본 성능 테스트를 위해 AVR ATmega128 메인 보드를 사용 하고, AVR Studio 4 응용프로그램과 AVR Connector를 활용하여 온·습도 센서 데이터 송·수신이 가능하도록 코딩 작업을 수행하였음

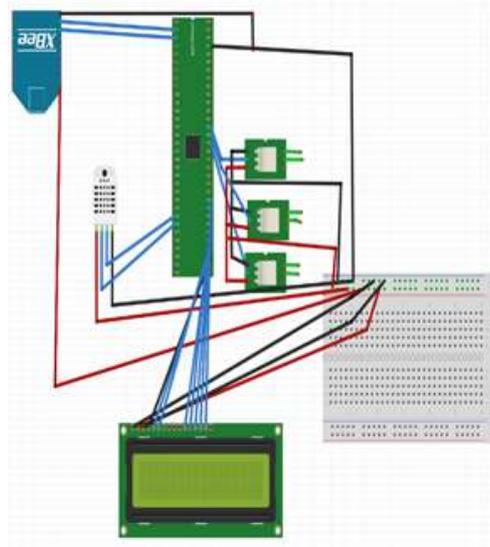
<ATmega128 MCU 재원>

Photo	Item	Specifications
	Manufacturing	ATmel
	Model	ATmega128
	Input voltage	12 V (DC)
	Ouput voltage	0~5 V
	Port connection	10 pin

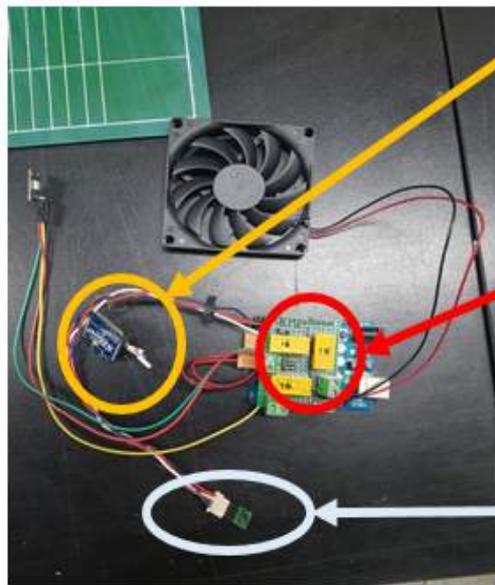
- 온·습도 데이터를 송/수신하기 위해 사용된 온·습도 센서는 기존 MiCo SnP사의 ETH-01DV 센서에서 방습 및 방진성이 뛰어나고 데이터 오차율 및 정확성이 기존대비 10% 가량 더 뛰어난 AM2315 센서를 사용하였음. 또한 다습한 환경에서도 고장이 나지 않도록 온·습도 센서와 ATmega128 메인보드를 케이싱 하였는데, 특히 천장 등 공중에 달았을 때를 감안하여 무게가 가벼운 Hi-Box로 케이싱 작업을 진행하였음
- 온·습도 센서 데이터를 제어노드 및 PC와 송/수신 할 수 있도록 ZigBee 통신모듈을 사용하였으며, XCTU 응용프로그램을 활용하여, 1개의 Data Receiver ZigBee는 5개의 온·습도 데이터를 수신할 수 있도록 하였음. 또한 LCD를 부착하여 동작 확인 및 시인성을 향상시켰으며, PC 뿐만 아니라 제어노드에서도 실시간으로 모니터링이 가능하도록 하였음



<AM2315 온·습도 센서>



<설계된 센서 및 제어 노드 회로도>

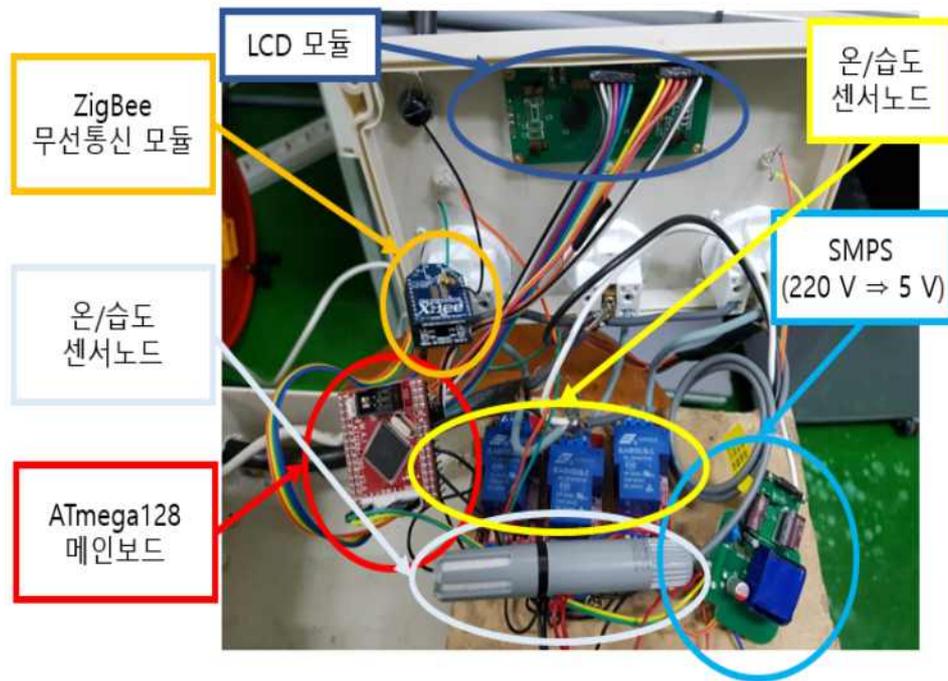


ZigBee
무선통신 모듈

ATmega128
메인보드

온/습도
센서노드

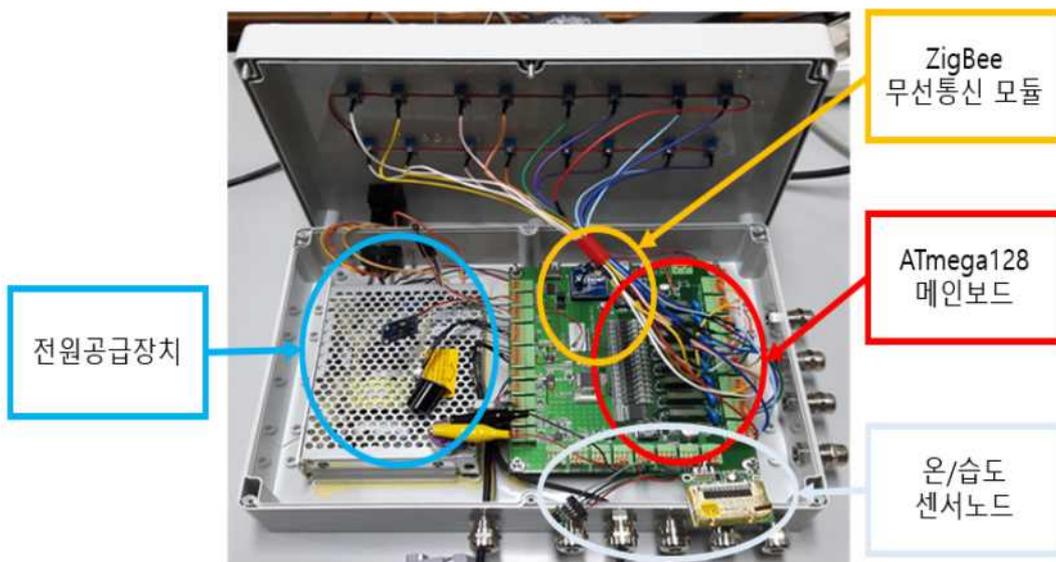
<1차년도 제작된 센서 및 제어노드>



<2차년도 제작된 센서 및 제어노드>

○ 제어 시스템 로직이 적용된 원격 제어 노드 및 제어 인터페이스 설계 및 제작

- 제어 인터페이스 설계 및 개발을 위해 사용된 제어방식은 PID제어로, 메인보드는 센서노드와 마찬가지로 ATmega128 개발보드를 사용하였으며, ZigBee 통신모듈을 사용하여 PC의 수동 제어 명령 및 셋팅값에 따른 자동제어가 가능하도록 하였음. 또한 Relay를 부착하여 미니 제습기 및 히터, Fan의 On/Off 제어가 가능하도록 하였음



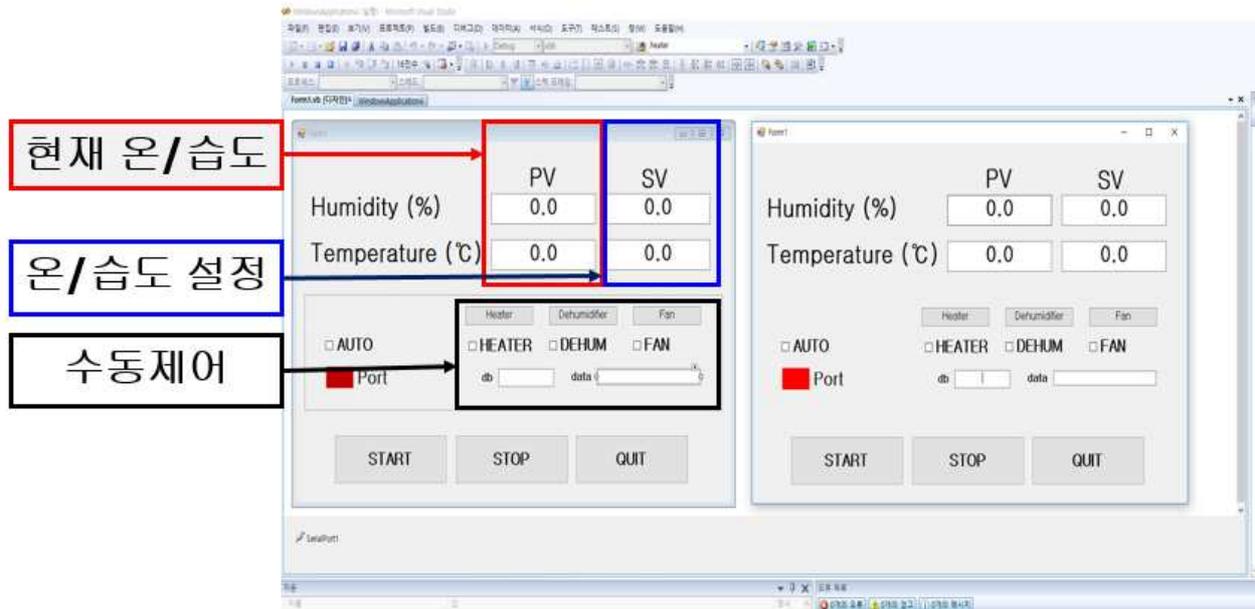
<제어 시스템 로직을 적용하여 제작된 원격 제어 노드>

- 제어노드 수동 및 자동 제어를 위해 Visual Basic 2014 응용프로그램을 활용하여 기존 제작되었던 제어 인터페이스 프로그램을 개선하였음

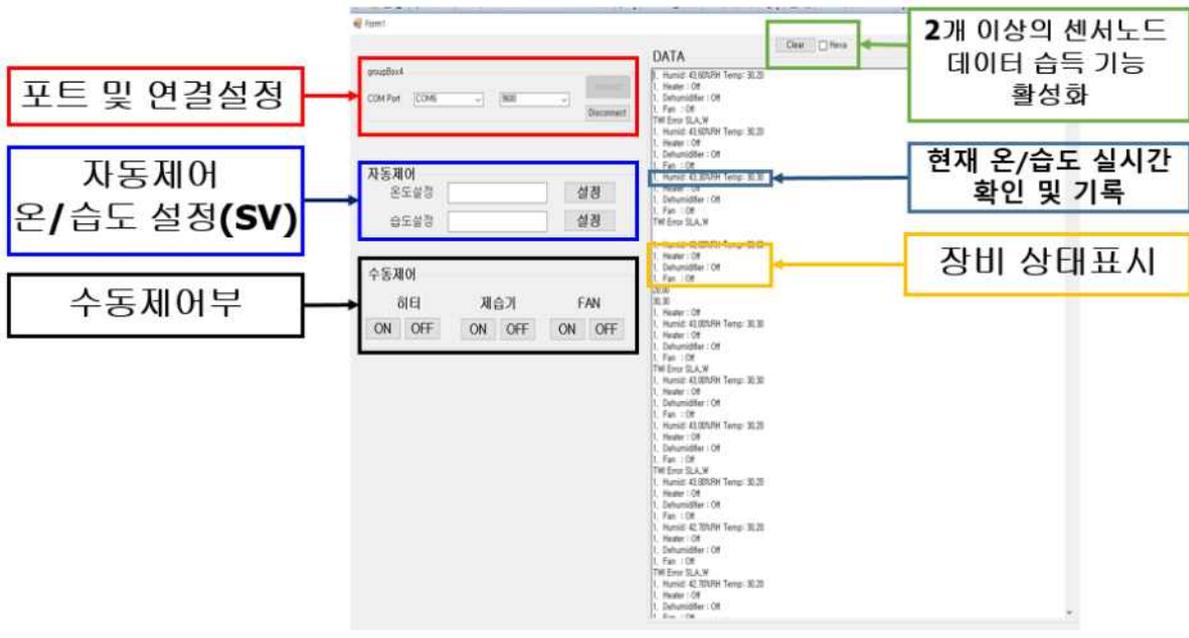
* 수동제어: 기존 프로그램은 1개의 Data Send ZigBee - Receiver ZigBee - PC - Control ZigBee 로 1개의 데이터 송/수신 라인을 지정해야 했지만, 개선된 응용프로그램에서는 1개의 5개의 Data Send ZigBee - 1개의 Receiver ZigBee - PC - 5개의 Control/ Reiceiver ZigBee의 라인을 가짐으로써 1개의 데이터 송신 ZigBee 당 5개의 제어노드를 컨트롤 할 수 있도록 개선하였음

* 자동제어: 기존 SV(Setting Value)에서 바로 On/Off가 되는 현상이 발생해 에너지 절감, 노드 및 릴레이의 내구성 등의 문제점이 있었지만 개선된 제어 인터페이스는 릴레이에 명령 후, 3분의 딜레이 회로를 추가하여 내구성 및 에너지 절감 부분을 크게 향상시켰음. 또한, 1개의 제어노드에서 8개의 이상의 시설내부 장비를 컨트롤 할 수 있도록 개선 제작하였음

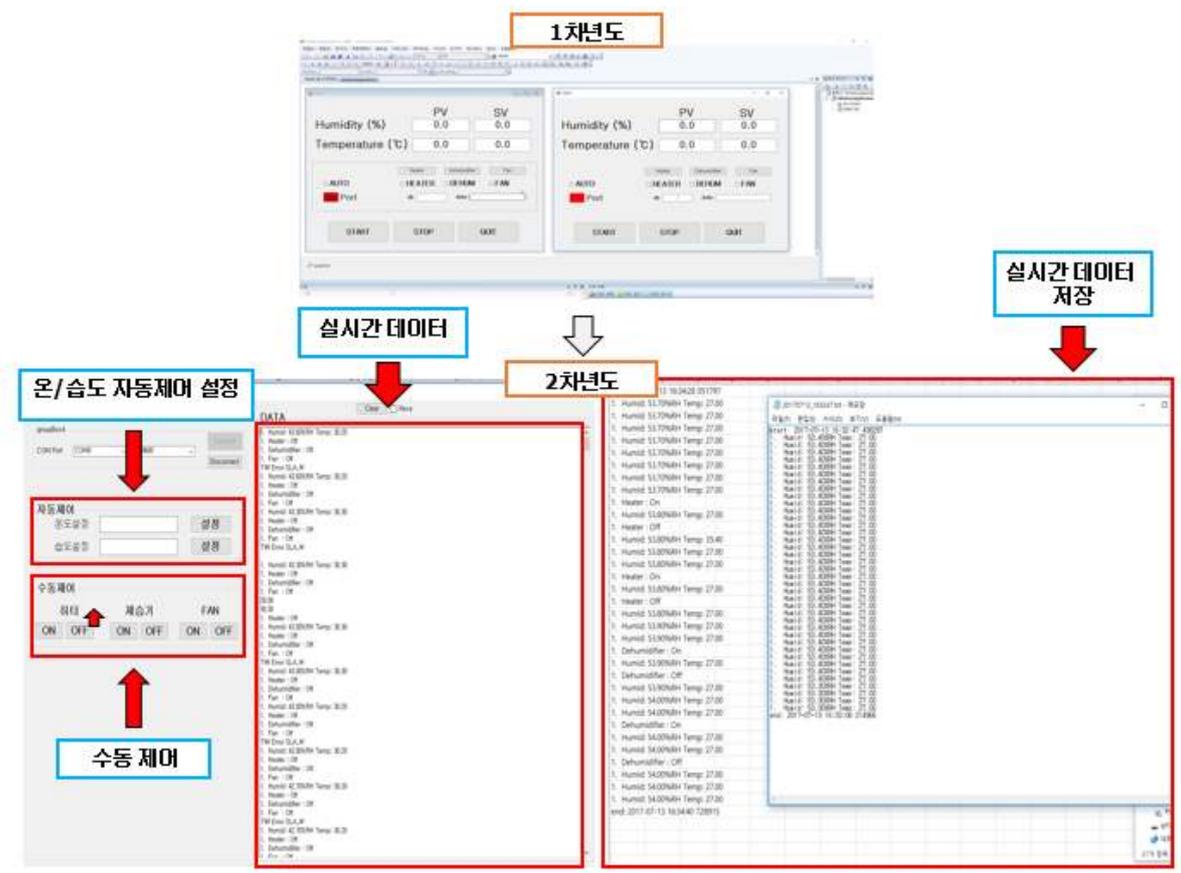
* 데이터: 기존 프로그램의 실시간 데이터 확인은 센서와 메인보드의 호환성 문제, 환경적인 문제 등으로 인해 데이터 오차가 환경에 따라 달라지고 수신율 또한 한 눈에 확인하기 어려웠지만, 개선된 제어 인터페이스 프로그램에서는 실시간으로 데이터가 기록되는 것을 확인하였음



<1차년도 Visual Basic 2008을 활용하여 제작된 제어 인터페이스 프로그램>



<Visual Basic 2014를 활용하여 제작된 제어 인터페이스 프로그램>

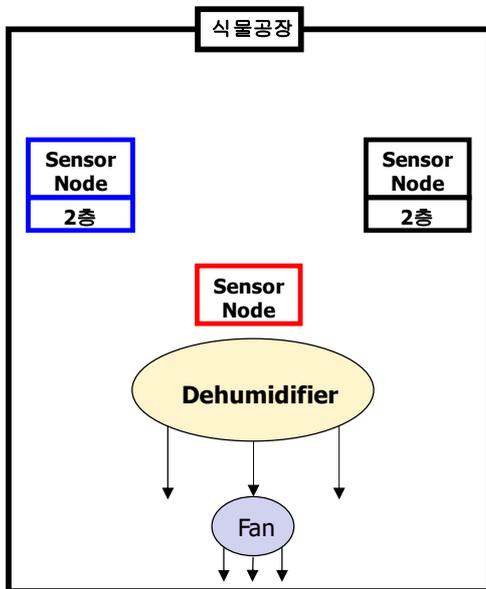


<기존 1차년도 및 2차년도에 개선된 제어 인터페이스 프로그램의 비교>

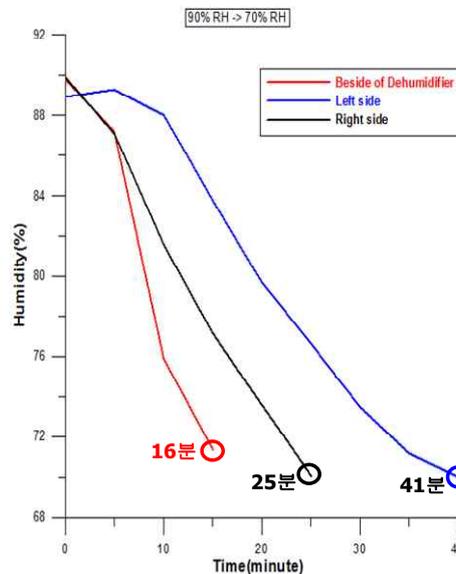
○ 최적 설계된 로직이 적용된 원격 제어기 현장 적용

- 소형 식물공장에서 미니히터 및 제습기를 활용한 기초실험 진행 후 주관기관인 (주)신안그린테크의 개발 시작품인 제습난방기를 활용하여 자동제어 기초실험을 진행하였음. 제습기 및 팬, 3개의 센서노드의 위치에 따라 목표 온·습도까지 소요되는 시간이 다르기 때문에 최적의 센서노드 및 팬의 위치 등을 선정하기 위해 시설내의 제습난방기, 팬, 센서노드의 위치에 변화를 주었으며, 실험내용은 아래와 같음

* 적용 작물인 파프리카, 딸기, 방울토마토의 최적 습도인 70%로의 자동제어 실험을 위해 시설내부의 가습기를 이용하여 습도를 90%로 맞춰주었음. 실험은 밀폐된 식물공장 내에서 진행되었으며 제습난방기, 팬, 센서노드의 위치는 아래 그림 과같이 배치하였으며, 그림 16는 상대습도 90%에서 70%로의 습도 변화 그래프를 나타내었음

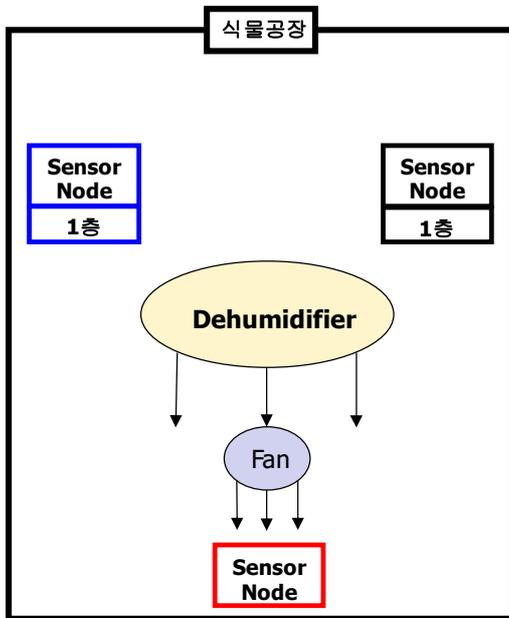


<자동제어 실험 모식도(1)>

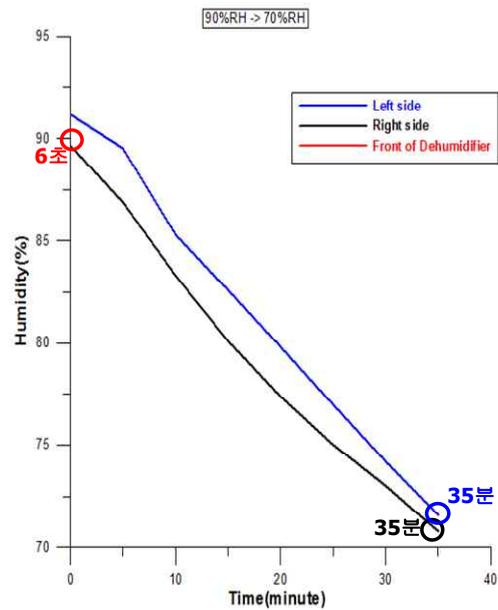


<습도 변화 그래프(90%RH → 70%RH)>

* 아래 모식도 및 실험 내용은 (1)번 실험과 같은 조건에서(90% RH → 70% RH) 센서노드의 위치를 변화시켜 자동제어 실험을 진행하였음. 먼저 제습기 측 센서노드를 팬 앞에 위치하였으며, 위 실험의 좌·우측 센서노드는 천장으로부터 1/3높이에서 2/3위치로 변화시켜 실험한 내용임. 제어기측 센서는 팬 바로 앞에 위치하여 70%로 6초가 소요되었으며 나머지 좌·우측 센서노드의 경우 35분이 소요됨

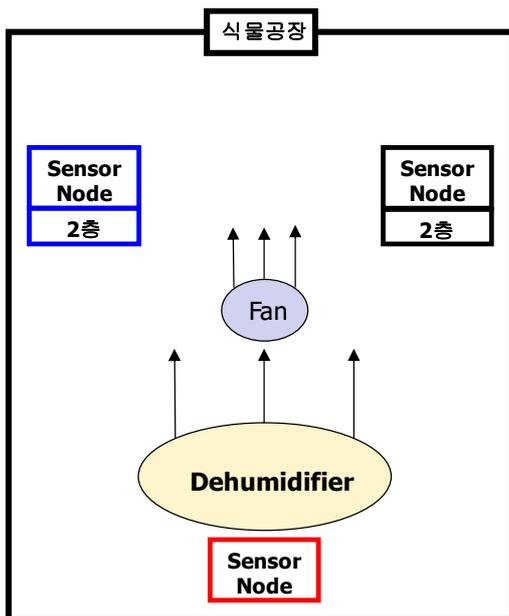


<자동제어 실험 모식도(2)>

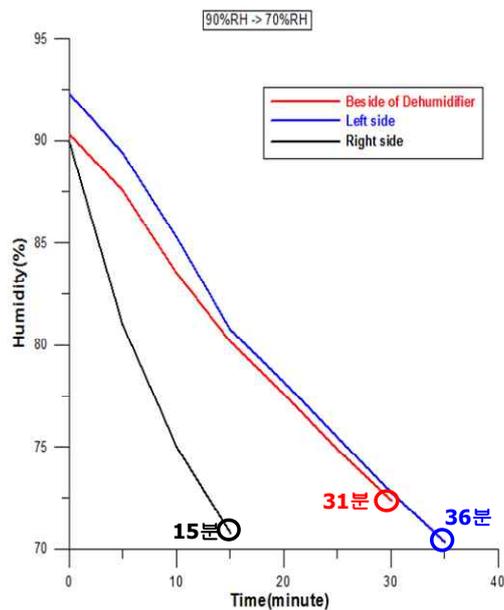


<습도 변화 그래프(90%RH → 70%RH)>

* (3)번 실험은 (1)번의 실험조건(90% RH → 70% RH)에서 시설내부에서 제습기와 팬의 위치를 변화시켜 실험한 내용을 그림과 같이 정리하였음. 제습기측 센서는 제습기로부터 1 m 떨어진 위치에 있으며, 상대습도 70%까지 걸리는 시간은 31분이었고, 좌우측 센서는 천장으로부터 1/3위치에 있으며, 70%까지는 각각 15분, 36분이 소요되었음

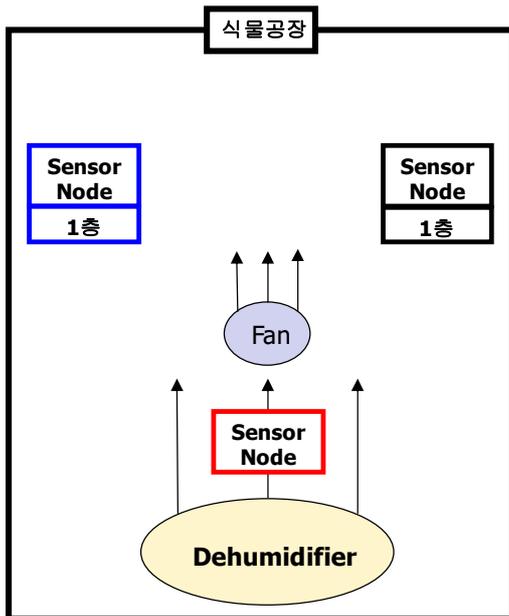


<자동제어 실험 모식도(3)>

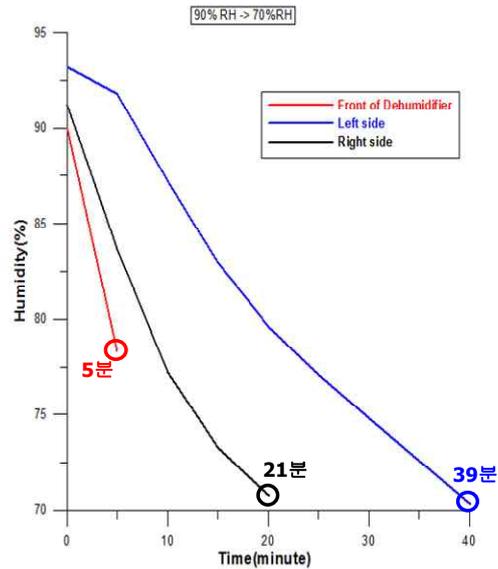


<습도 변화 그래프(90%RH → 70%RH)>

* (4)번 실험은 제습기와 팬 사이인 제습기로부터 30 cm 위치에서, 좌·우측 센서는 천장에서부터 2/3위치에서 실험을 진행하였음. 제습기 측의 센서노드의 경우 상대습도 90%에서 70%까지 5분이 소요되었고, 좌·우측 센서노드는 각각 39분, 21분이 소요되었음

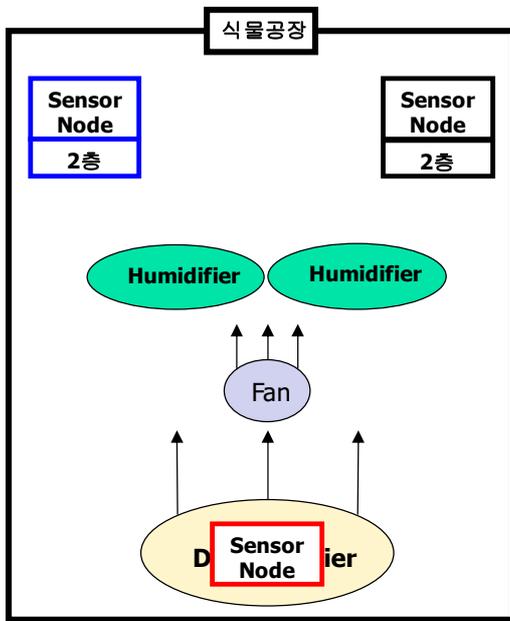


<자동제어 실험 모식도(4)>

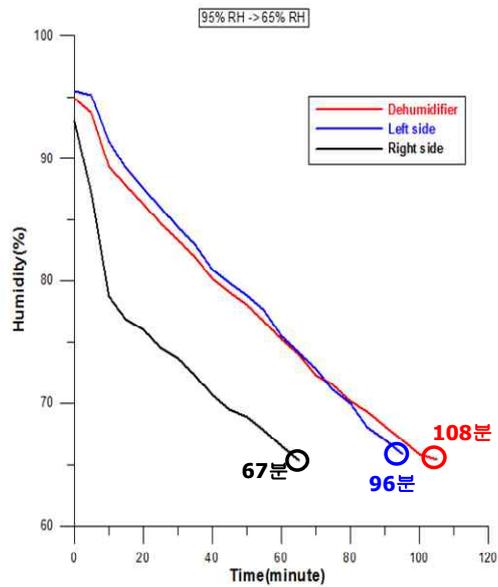


<습도 변화 그래프(90%RH → 70%RH)>

* (5)번 실험은 장마철 및 시설에서의 환경조성을 위해 제습을 함과 동시에 가습기를 동시에 작동시켰음. 제습기측 센서노드는 이전 실험들과는 다르게 제습기 위에 부착시켜 습도를 측정하였으며 시설내부 좌·우측 센서노드는 천장에서부터 1/3위치에서 습도를 측정하였음. 가습기는 팬 앞에 위치시킴으로써 시설내부의 습도가 균일하게 분포될 수 있도록 하였음. 또한 상대습도를 95%까지 조성하였으며, 자동제어 목표 습도는 65% RH로 설정하여 실험을 진행하였음. 제습기 측 센서노드의 경우 목표 상대습도까지 108분이 소요되었으며, 좌·우측 센서노드의 경우 각각 96분, 67분이 소요되었음

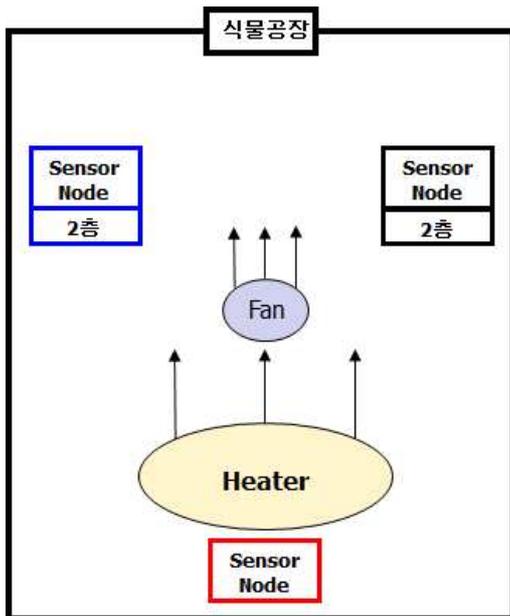


<자동제어 실험 모식도(3)>

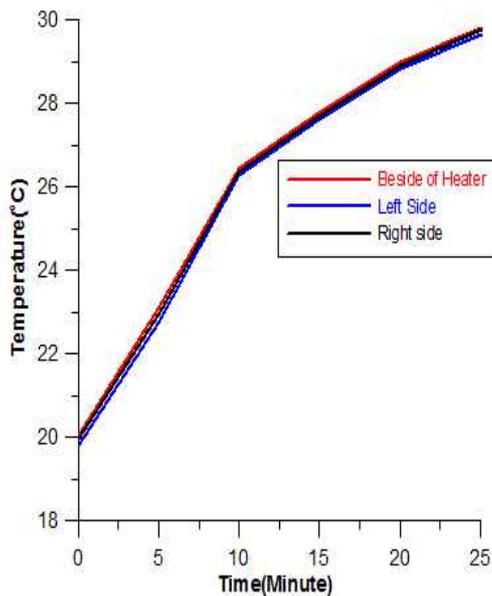


<습도 변화 그래프(90%RH → 70%RH)>

* 시설내부 히터의 성능시험 및 위치별 온도 증가를 측정하기 위해 냉방기를 이용하여 온도를 20℃로 맞춰주었음. 실험은 밀폐된 식물공장 내에서 진행되었으며 제습난방기, 팬, 센서노드의 위치는 아래 그림 과같이 배치하였으며, 그림 27는 상대습도 20℃에서 30℃로의 온도 변화 그래프를 나타내었음

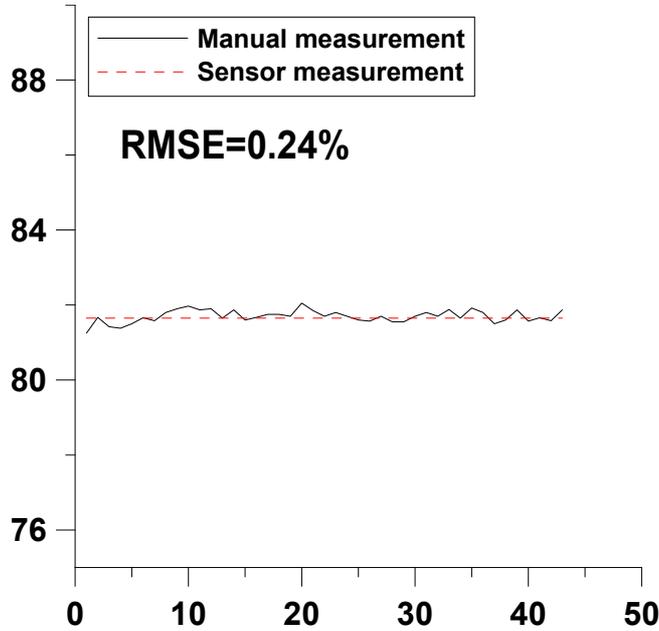


<온도 자동제어 실험 모식도>



<온도 변화 그래프(20℃ → 30℃)>

제작된 센서노드의 데이터 취득 및 수신 과정에서의 오차율을 계산하기 위해 전자 온·습도 기록계를 이용하여 데이터를 비교 및 기록하여 저장하였음. 위의 (1) ~ (5) 번의 실험에서 제습기 측의 센서노드의 평균값을 기준으로 오차율을 계산하였으며, 계산결과 RMSE=0.24%의 높은 정확률을 보였음. 다음은 전자식 습도계와 습도센서의 출력 값 비교 그래프임



<전자식 습도계와 습도센서 출력 값 비교 그래프>

- 센서 및 제어노드 내구성 테스트

* 설계 및 개발된 센서노드와 제어노드의 현장 적용을 위해 많은 실험이 진행되어야 함. 그 중에서도 시설내부의 저온~고온 및 장마철의 다습한 환경을 견딜수 있는 내구성 테스트는 필수이며, 테스트를 통한 보관을 위해 다습한 환경을 조성하여 실험을 진행하였음. 20℃, 75% RH의 조건에서 3시간, 6시간, 12시간, 24시간, 72시간, 1주, 2주일 동안의 데이터 수신율을 통해 테스트를 진행하였으며 수신한 데이터와 전자 온·습도 기록계와의 데이터 비교를 통해 오차율 및 센서노드의 고장 유무를 확인하였음

* 실험 결과 오차율의 경우 3주일까지 평균 $\pm 0.2\%$ 로 거의 차이가 나지 않았음. 또한 데이터 수신율도 평균 99.8% ~ 99.9% 이상으로 아주 안정적이었음. 하지만, 72시간 때 센서노드 측의 송신 ZigBee 1개가 고장이 났으며 데이터를 송·수신 할 수 없었음. 내구성 테스트를 반복하여 지속적인 문제점인지 확인하고 센서노드를 리케이싱할 필요가 있음

<센서 및 제어노드 내구성 테스트 결과>

시간	3시간	6시간	12시간	24시간	72시간	1주일	2주일
오차율	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.2\%$
데이터 수신율	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.8%	99.8%	99.8%
고장유무	X	X	X	X	1EA (송신 ZigBee 고장)		

- 시설 내부(10평 온실)에서의 제어 인터페이스 1차 시작품 실험 진행

* 소형 식물공장 내에서 제어로직 기초시험 및 제어 노드·제어 인터페이스의 1차 시작품 실험을 바탕으로 유리 온실에서 시작품 실험을 진행중. 실험 온실의 크기는 8.2m(가로) x 4m(세로)이며, 소형 식물공장 내에서 제어로직 기초시험의 실험 방법과 같이 현장 테스트를 진행중임. 먼저, 제습난방기를 기준으로 좌·우측 1m 에 센서노드를 설치하였으며 제습난방기 측에 센서를 위치하여 제습난방기, 팬, 센서노드의 위치를 변경시키며 목표 온·습도 까지의 시간을 측정함

* 실험 온실은 밀폐된 소형 식물공장과 환경이 유사하지만, 태양열 및 외부공기의 유입이 있을 수 있고, 장마철 실제 농가에서 계속 다습하다는 것을 고려하여 실험을 진행하였음



<10평 온실 시설내부>

3. 통합 제어기 성능평가

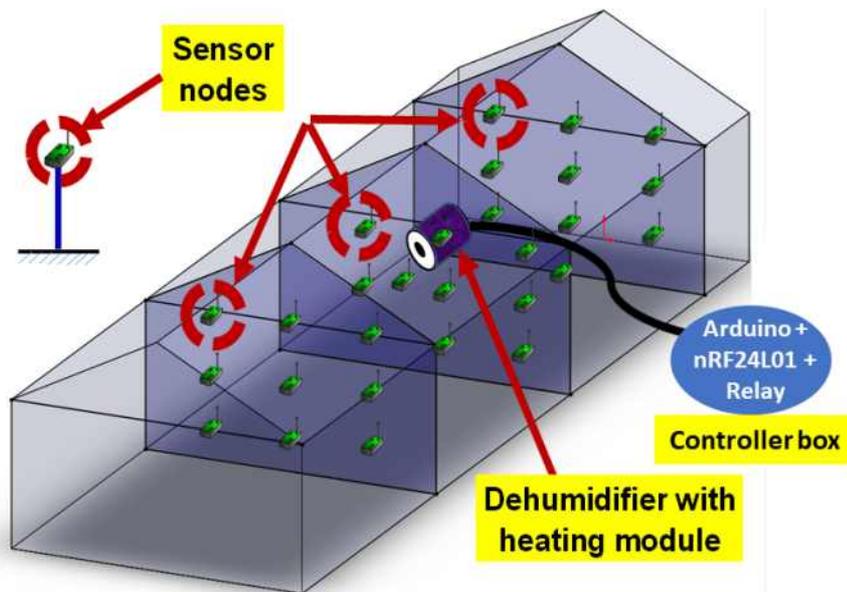
가. 2차 시제품에 대한 성능평가

○ 새로운 시제품 개발

- 2년차에 제어모듈은 컨트롤러 ATmega128이 장착된 Zigbee모듈로 구성되어 있으며, Visual Basic 으로 프로그래밍이 됨
- 제어 정확성이 낮은 등 시스템에서 유도되는 문제들이 있음
- 시제품도 약간 복잡했음
- 이 문제를 해결하기 위해 아두이노 마이크로 컨트롤러와 nRF24L01 2.4GHz 무선/무선 트랜시버 모듈을 기반으로 한 시제품이 3년차에 개발됨
- 이 시제품은 이전모델에 비해 덜 복잡하고 비용이 효율적임
- 성능을 평가하기 위해 일년동안 여러 실험이 수행되었음.

○ 실험설계

- 난방모듈과 제어알고리즘을 이용한 제습기의 성능평가를 위해 4가지 조건에 실험을 수행함
- 기본 시험은 밀폐된 공간에서 수행한 후 소형 플라스틱 온실에서 수행됨
- 그런 다음 현장 평가를 위해 실험은 작물이 있거나 없는 두 개의 온실에서 수행됨.



<실험 중 센서 노드 및 컨트롤 박스 위치>

- 변동성을 알아보기 위해 총 27개의 온도 및 습도 센서 노드가 온실의 전면, 중간 및 후면과 같은 세 부분에 균일하게 배치됨
- 각 구간 상단, 중단, 하단에 3개의 센서를 배치함
- 한 개의 센서 노드는 히터 앞에, 다른 하나는 온실 외부에 설치됨
- 센서노드는 아두이노UNO 328 2.4GHz 마이크로 컨트롤러, AM2315온도 및 습도 센서

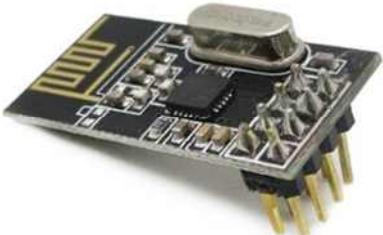
- nRF24L01 2.4GHz무선/무선 트랜시버모듈로 구성됨
- 온도의 변동성에 따라 알고리즘을 설계하고 제습 및 난방을 제어함
- 제어 프로세서는 자동/수동에 의해 수행됨 (원격제어)
- 제어프로그램은 각 실험에서 분석됨

○ 실험 목적

- 밀폐공간에서 히터 및 제습기의 성능 시험
- 소형 온실 히터 성능 시험
- 온실에서 작물상태에 대한 히터와 제습기 성능 시험
- 시간에 따른 리모컨 정밀도 확인

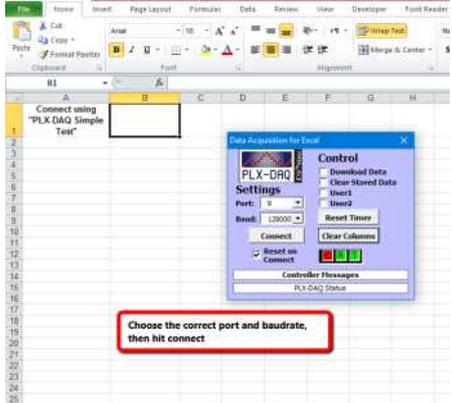
○ 실험에 사용된 기계

<하드웨어>

Sl.no	명칭	사진
01.	<p>습온도 센서 (AM2315)</p> <p><u>특징:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 3.5 to 5.5V DC 전력 - 변환 중에 I/O 10 mA 최대 전류 사용 - (데이터 요청하는 동안에) - 0-100% 습도 판독값 2% 정확도 - -20 _ 80°C 온도 판독값 ±0.1°C 일반적인 정확도 - 0.5 Hz 업데이트 속도 - 크기 98mm x 16mm 지름 (4"x0.9") - 4와이어, 20 inches 길이 - 무게: 82.64g - Uses I2C 7-bit address 05C. 	
02.	<p>nRF24L01</p> <p><u>특징:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 2.4GHz RF 트랜시버 모듈 - 동작 전압 3.3V. - 정격전류 50mA. - 범위: 50 - 200 feet. - 동작 전류: 250mA (최대) - 통신프로토콜 SPI. - 보드속도 250 kbps~2 Mbps. - 채널범위 125. 	
03.	<p>Arduino UNO</p> <p><u>특징:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 마이크로 컨트롤러 ATmega328 - 동작전압 5V - 입력전압(권장) 7-12V - 입력전압 (제한) 6-20V - 디지털 I/O 핀 14 (6개는 PWM 출력 제공) - Analog Input Pins 6 - DC current per I/O Pin 40 mA - DC current for 3.3V Pin 50 mA - 플래시메모리 32 KB - SRAM 2 KB - EEPROM 1 KB 	

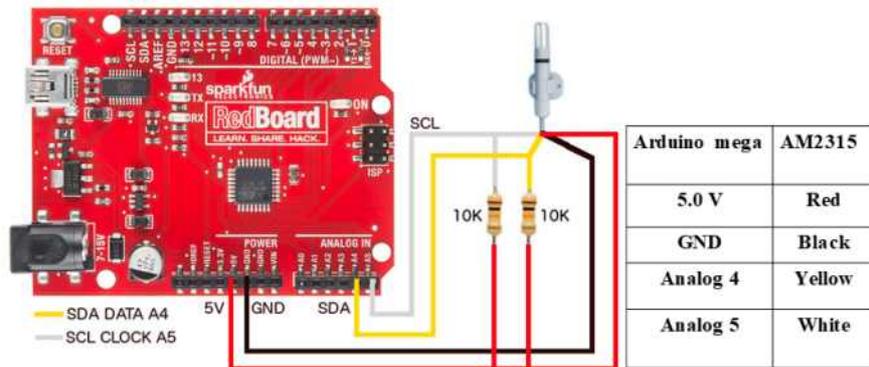
	- 컴퓨터 운영 속도 16 MHz	
04.	<p>4 channel relay</p> <p>특징:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 접촉 저항 100mΩ 최대 - 동작시간 10msec 최대 - 복구시간 5msec 최대 - 코일과 접점 간 절연 내력 1500VAC 50 / 60HZ (1 분) - 절연 저항 100MΩ 최소(500VDC) - 최대 ON/OFF 전환 기계 300 작동/분 - 최대 ON/OFF 전환 전기 30회 작동/분 - 외부 온도 - 25°C ~ +70°C 작동 - 습도 45 ~ 85 % RH - 진동 내구성 오류 10 ~ 55Hz 이중 진폭 1.5mm - 10 ~ 55Hz 이중 진폭 1.5mm 충격 내구성 오류 작동 100G Min. 10G - 분, 기대 수명 - 10⁷ operations Min. (no load) - Min. life expectancy electrically 10⁵ operations Min. (at rated coil voltage) - Weight abt. 10gm 	

<소프트웨어>

Sl no	명칭	사진
01.	<p>Arduino software 1.8.7.(IDE)</p> <p>특징:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전체 시스템을 작동시키기 위해 오픈 소스 아두이노 1.8.7. 사용 - 이 프로그램은 윈도우, macOS 및 Linux 운영 체제와 작동함 - 이 소프트웨어에 사용되는 플랫폼은 IA-32, x86-64, ARM - Java, C 및 C ++ 이 소프트웨어의 작성 언어로 사용됨 	
02.	<p>Parallax Data Acquisition tool (PLX-DAQ)</p> <p>특징:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Microsoft Excel을 사용해 실시간으로 도착하는 데이터를 구성하거나 그래프로 표시함 - 시스템은 Microsoft Windows 98 및 Microsoft Office / Excel 2000 to 2003이 필요함 - 최대 26 개의 데이터 열 기록 - 재설정 후 실시간으로 (hh : mm : ss) 또는 초로 데이터 표시 - 워크 시트의 모든 셀 읽기 / 쓰기 - 인터페이스를 제어하는 4개의 확인란 중 읽기 / 설정 - 사용 가능한 BS2, SX (SX / B) 및 Propeller 코드 예 - 최대 전송 속도 128K - Supports Com1-15 	

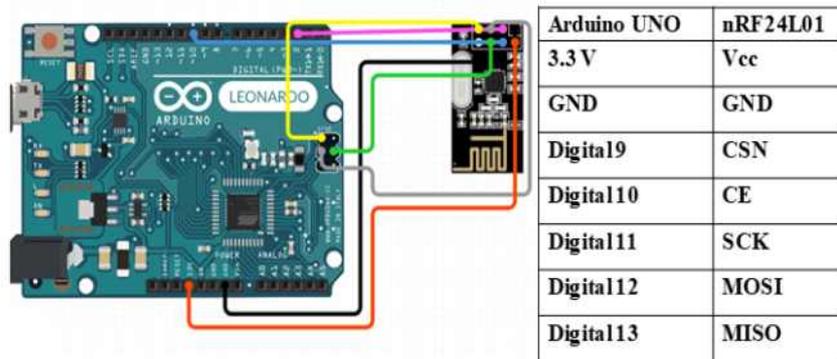
○ 시스템 제작

- 센서 노드 준비를 위해 AM2315 센서가 아두이노 UNO 마이크로 컨트롤러에 연결
- 빨간색과 검정색 선은 각각 아두이노 5V 출력 핀과 접지 핀에 연결



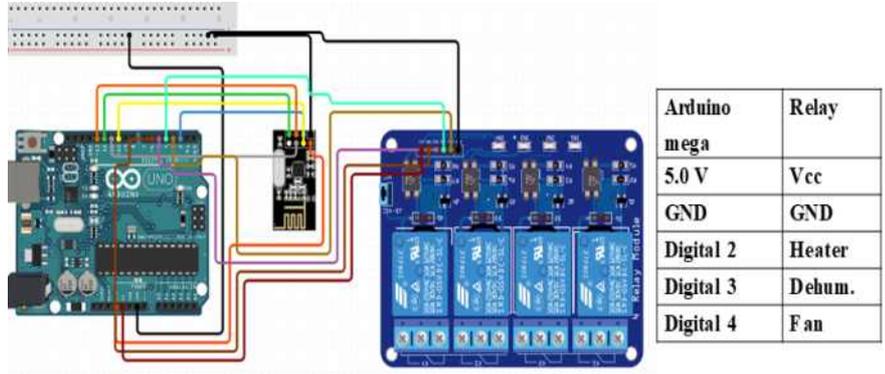
<아두이노 UNO가있는 온도 및 습도 센서 (AM2315)의 배선>

- 노란색과 흰색 와이어는 각각 아날로그 4 아날로그 5핀에 추가됨.
- 2개의 10kΩ 풀업 저항에 전원과 흰색 및 노란색 와이어가 별도로 추가됨
- 무선 센서 네트워킹의 경우 nRF24L01 2.4GHz 무선 / 무선 트랜시버 모듈도 동일한 노드에 연결됨.



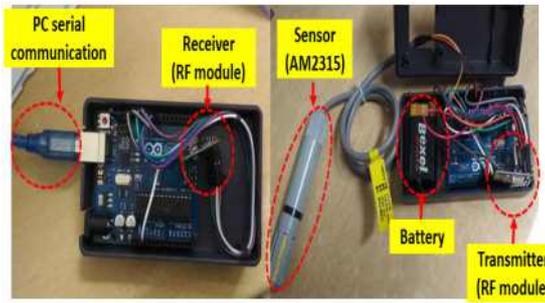
<아두이노 UNO가있는 nRF24L01의 배선>

- RF 모듈의 Vcc 핀과 접지 핀은 Arduino 마이크로 컨트롤러의 3.3V 및 접지 핀과 연결
- CSN, CE, SCK, MOSI, RF 모듈의 MISO 핀은 Arduino UNO의 9,10,11,12 및 13 핀과 연결
- 가습 및 난방 동작을 제어하기 위해 nRF24L01 및 4 채널 릴레이 모듈로 된 컨트롤러 노드를 제작

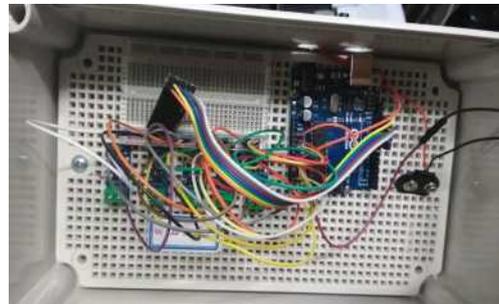


<아두이노 UNO가있는 nRF24L01 및 릴레이 모듈의 배선>

- 릴레이 모듈의 Vcc 및 접지 핀은 마이크로컨트롤러의 5.0V 및 접지 핀과 연결됨
- 히터, 제습기 및 팬이 3 개의 개별 릴레이 채널에 연결되고, 다른 채널이 연결되지 않은 채로 있음



<센서 데이터 전송 및 수신기>



<컨트롤러 노드>

- 다음 각 센서 노드에 대한 코드가 아두이노 소프트웨어 1.8.7 (IDE)에서 스케치되고 업로드 됨

```

#include <RF.h>
#include "nRF24L01.h"
#include "RF24.h"
#include <Wire.h>
#include <AM2315.h>

AM2315 am2315;

RF24 radio(19, 10); // CE = 9, CSN = 10
const uint8_t pipe0 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe1 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe2 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe3 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe4 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe5 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe6 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe7 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe8 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
uint8_t pipe9 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("TRANSMITTER");
  if (!am2315.begin()) {
    Serial.println("Sensor not found, check wiring");
    while (1);
  }
  radio.begin();
  radio.enableDynamicPayloads();
  radio.stopListening(); //모듈을 수신기를 설정
}

void loop()
  
```

<송신기 노드 스케치>

```

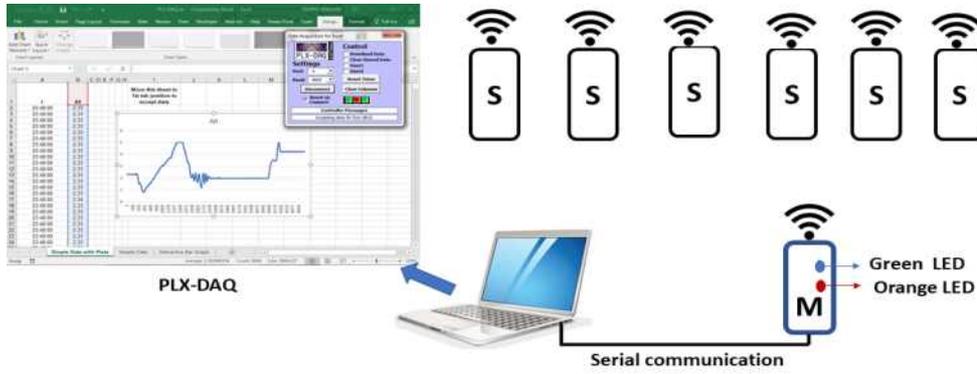
#include <RF.h>
#include "nRF24L01.h"
#include <RF24.h>

RF24 radio(19, 10); // CE = 9, CSN = 10
const uint8_t pipe0 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe1 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe2 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe3 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe4 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe5 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe6 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe7 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe8 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;
const uint8_t pipe9 = 0x00FF0F0F0F0F0F0F;

//첫 delay문
//첫 calibratry
// wa, sb, tw, th for pipe0
// wa, sb, tw, th for pipe1
// ga, sb, tw, th for pipe2
// First values are stored in wa, sb, tw, th, wa, sb, tw, th
float wa, sb, tw, th, wa, sb, tw, th;
// wa, sb is number/decimal for humidity pipe, wa, sb is number/decimal
float wa, sb, tw, th, ga, sb, tw, th, wa, sb, tw, th;
float la, sb, tw, th, wa, sb, tw, th;
  
```

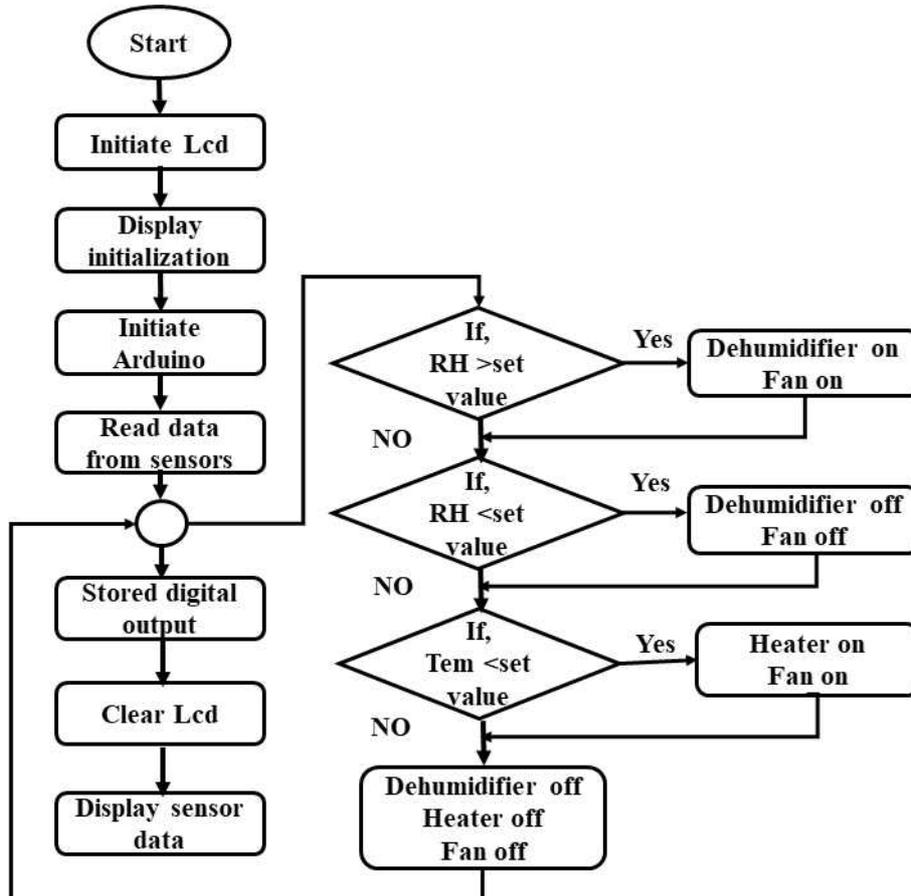
<수신기 노드에 대한 스케치>

- 수신된 데이터는 PC에서 직렬 통신에 의해 수집되었으며, 이는 Parallax Data Acquisition 툴(PLX-DAQ)을 사용하여 XI 작업 시트에 직접 표시됨.



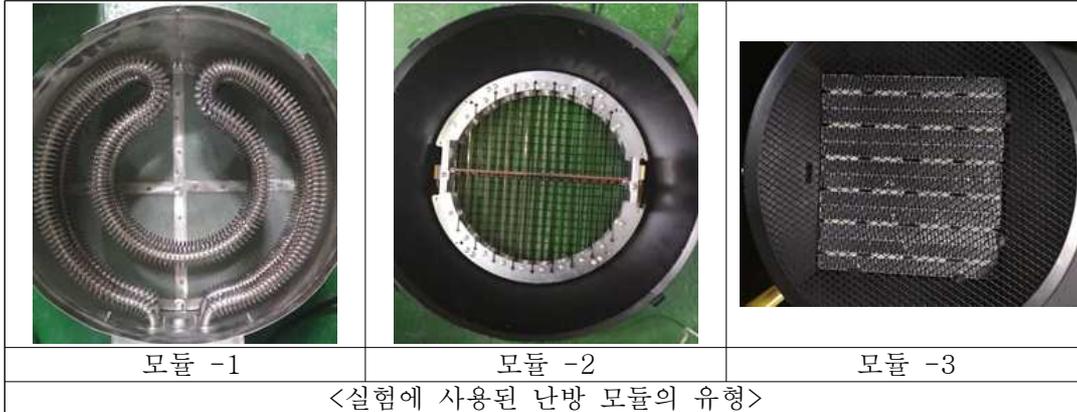
<데이터 수집 과정>

- 송신기 노드는 종속 장치라고 칭하고 수신 노드는 마스터로 칭함
- 슬레이브는 센서 데이터를 전송하고 수신노드는 모든 슬레이브에서 해당 데이터를 수신함.
- 시스템을 제작 한 후 동일한 회사의 동일한 센서가 동일한 조건에서 약간의 변화를 제공 할 수 있으므로 센서 노드가 보정됨
- 센서를 보정하기 위해 15 분 동안의 센서 데이터를 알려진 온도 및 습도가 포함 된 장소에 두어 측정함
- 이 과정은 세 번의 복제로 수행되다 스케치에서 보정됨
- 히터를 제어하기 위해 가습기 및 팬 알고리즘이 구축되어 컨트롤러에 자동 제어 기능이 추가 됨



<Control logic of the heater, dehumidifier and fan>

- 전체 시스템을 제어하기 위해 기준 온습도 센서를 그린 하우스 중앙에 배치함
- 목표가 시스템에 설정된 다음 시스템이 실행됨
- 히터, 제습기 및 팬의 수동제어를 위해 리모컨을 제어 스위치로 제작함
- nRF24L01 2.4GHz 무선 / 무선 모듈의 도움으로 원격과 시스템 간의 제어 신호가 무선으로 작동하는 위치
- 실험 중 3가지 유형의 난방모듈과 1개의 제습 모듈 성능을 평가함



- 각 부품의 소비 전력은 ACS712 전류 센서를 사용하여 측정됨. 실시간 데이터는 nRF24L01 2.4GHz 무선 / 무선 모듈을 사용하여 수집됨

<모든 구성 요소가 포함된 전력 소비>

부품	전력소비 (watt)	
팬	101.57	
제습기	611.92	
난방 모듈	모듈 -1	2917.4
	모듈 -2	3472.5
	모듈-3	3083.52

- 실험 중에 각 난방모듈에 대해 측정된 모듈 앞의 풍속.

<다양한 난방 모듈의 평균 공기 속도>

난방 모듈	평균 풍속(m/sec)
모듈-1	2.02
모듈-2	2.97
모듈-3	3.17



<풍속 측정>

○ 밀폐 공간 실험

- 밀폐 공간 실험은 대한민국 대전 충남대학교 식물 공장에서 수행됨
- 5.7m×2.9m×2.5m.크기로 된 밀폐 공간이 사용됨

장소	충남대학교 식물공장	
사양	<ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 구조 - 하드보드로 구성된 지붕 - 크기 5.7m×2.9m×2.5m. 	

- 실험의 주요 목표는 히터 및 제습기의 성능을 평가하는 것임
- 3가지 유형의 난방 모듈이 1개의 성능 평가용 제습기에 사용됨
- 각 재료의 소비 전력은 ACS712 전류 센서를 사용하여 측정됨. 실시간 데이터는 nRF24L01 2.4GHz 무선 / 무선 모듈을 사용하여 수집됨
- 이론적으로 밀폐 된 공간의 온도를 높이는 데 걸리는 시간은 다음 공식에 의해 계산됨

$$Time (min) = \frac{Q}{Q_h}$$

$$Q (kcal) = cm\Delta t$$

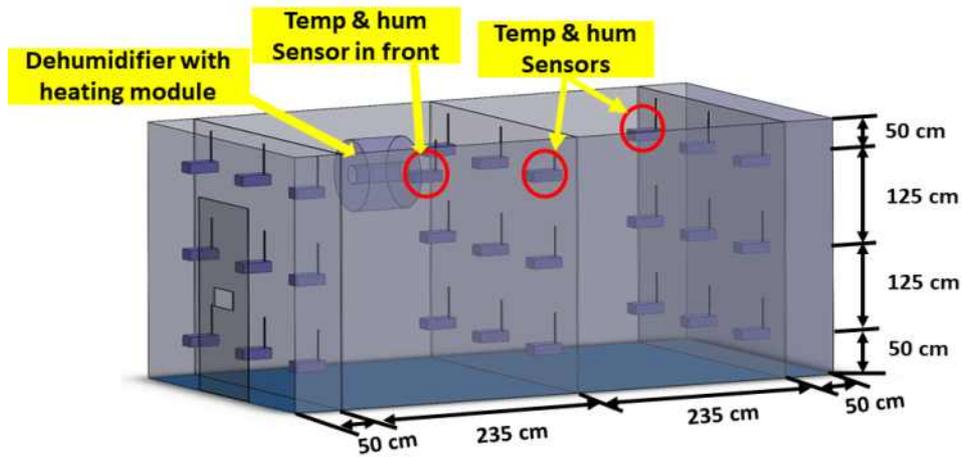
$$m = volume\ of\ chamber \times specific\ mass\ of\ air$$

- 여기서, Q = 열을 증가시키는 데 필요한 에너지, Qh = 히터의 에너지, c = 공기의 비열 용량, m = 챔버 내부의 공기 질량, Δt = 온도 차이

<3 개의 난방 모듈을 별도로 갖춘 밀폐 된 공간에서 50°C를 증가하는데 필요한 이론적인 시간>

난방 모듈	소비 전력, watt	소요 시간 (min)
모듈-1	2917.4	98.82565
모듈-2	3472.5	83.02778
모듈-3	3083.52	93.50157

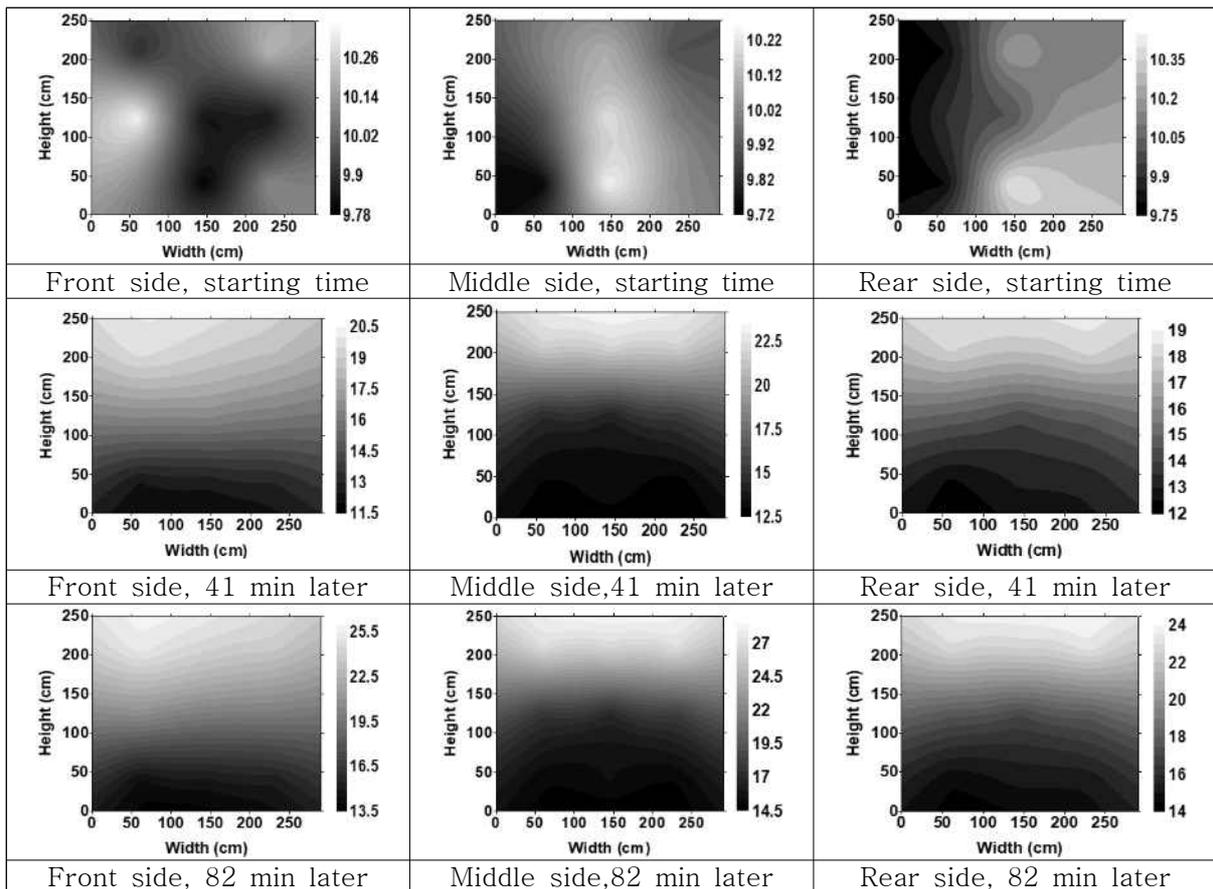
- 난방모듈의 성능을 평가하기 위해 각 모듈 별로 10~15oC, 15~20oC and 20~25oC 온도를 증가시킴
- 총 28 개의 센서가 공간 내부에 배치되어 27 개의 센서가 공간의 전면, 중간, 후면에 3개의 층으로 배치됨
- 각 측면에는 3개의 층이 있는 9개의 센서가 있음



<밀폐된 공간 실험 중 구성 요소 위치>

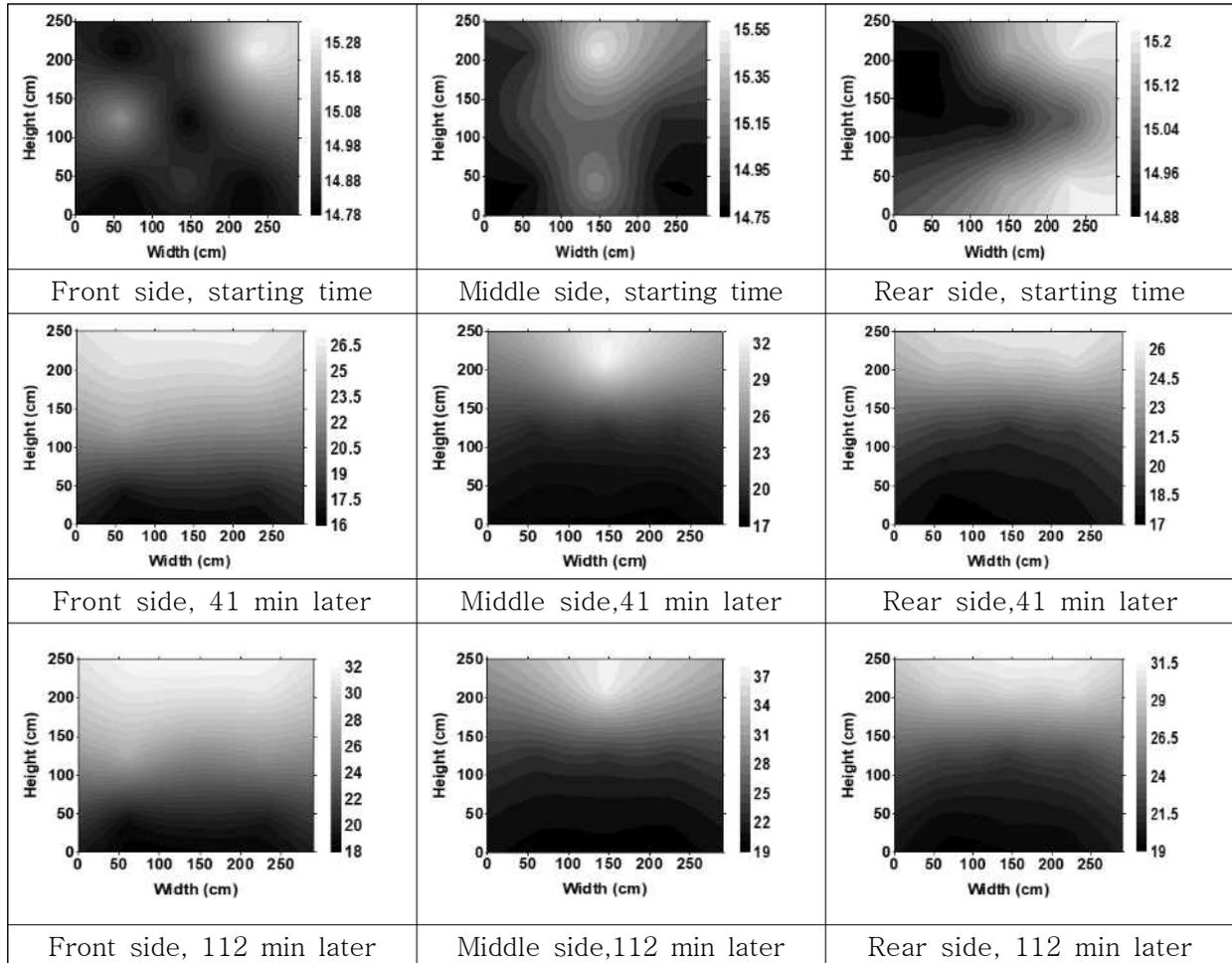
- 이 실험은 3개의 복제를 가진 각 난방 모듈에 의해 수행됨
- 각 센서 층의 평균 온도는 Surfer 8 소프트웨어를 사용해 지도에 그려짐

<난방 모듈-1을 사용하여 10°C 에서15°C로 상승하는 동안 온도변동성>



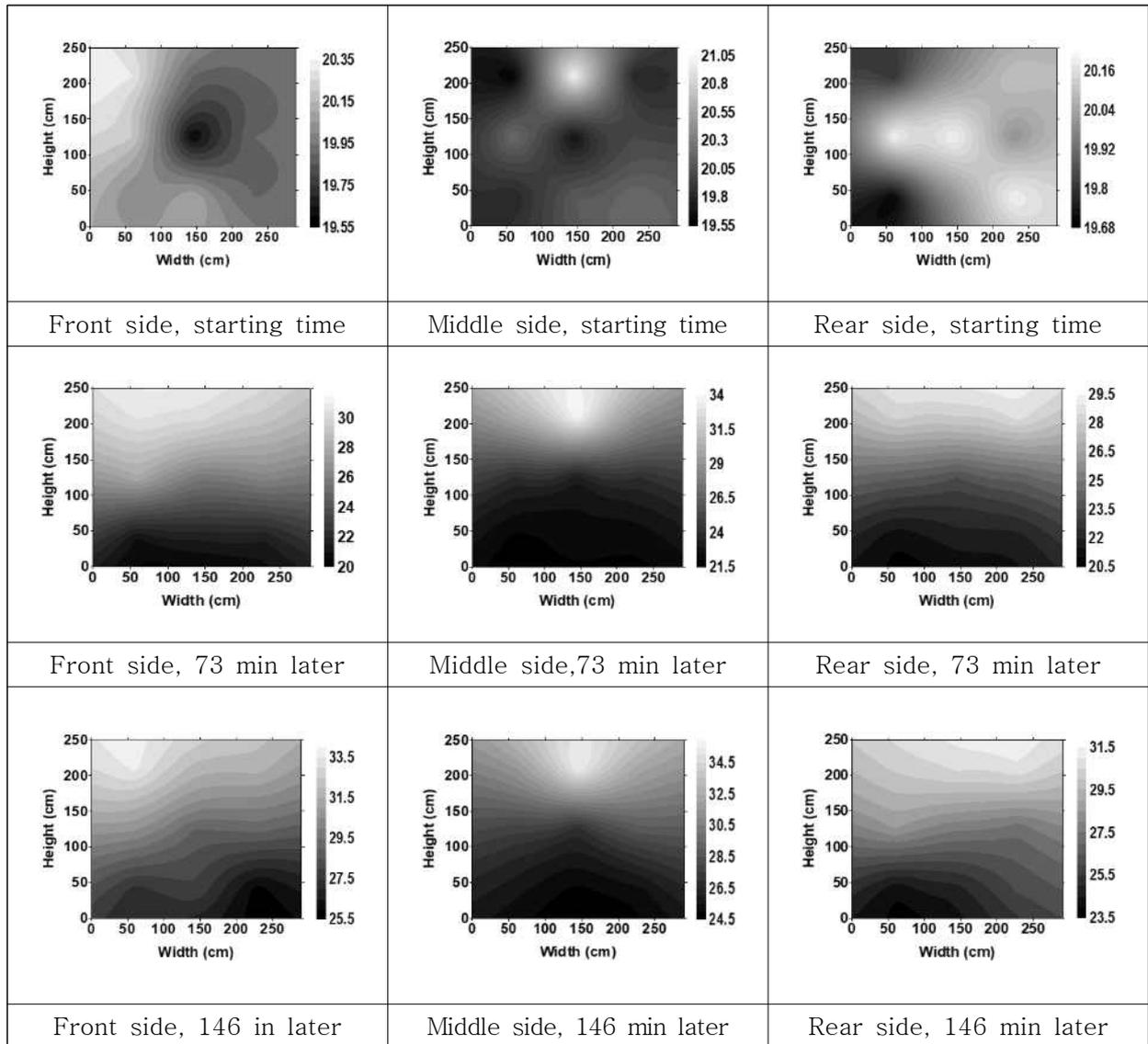
- 실험 중 난방 모듈 1의 평균 온도 상승이 10°C에서 15°C로 82분 소요됨
- 그 시간에는 상층과 하층의 온도차가 매우 많이 관찰됨
- 상층부의 평균 온도는 약 26°C이었고, 하층 온도는 약 14°C로 확인됨
- 작동 중에 실내 공기 순환이 감소하여 밀폐된 공간에서 온도 차이가 확인됨
- 난방 작업을 시작한 후 상층부는 항상 고온에 빨리 닿았으며, 반면에 하층부는 상단 층에 비해 천천히 가열됨
- 동일한 난방 모듈을 사용하여 온도가 15°C에서 20°C로 증가됨
- 평균 온도를 15°C에서 20°C로 높이기 위해 약 112분이 소요됨

<난방 모듈-1을 사용하여 15oC 에서20oC로 상승하는 동안 온도변동성>



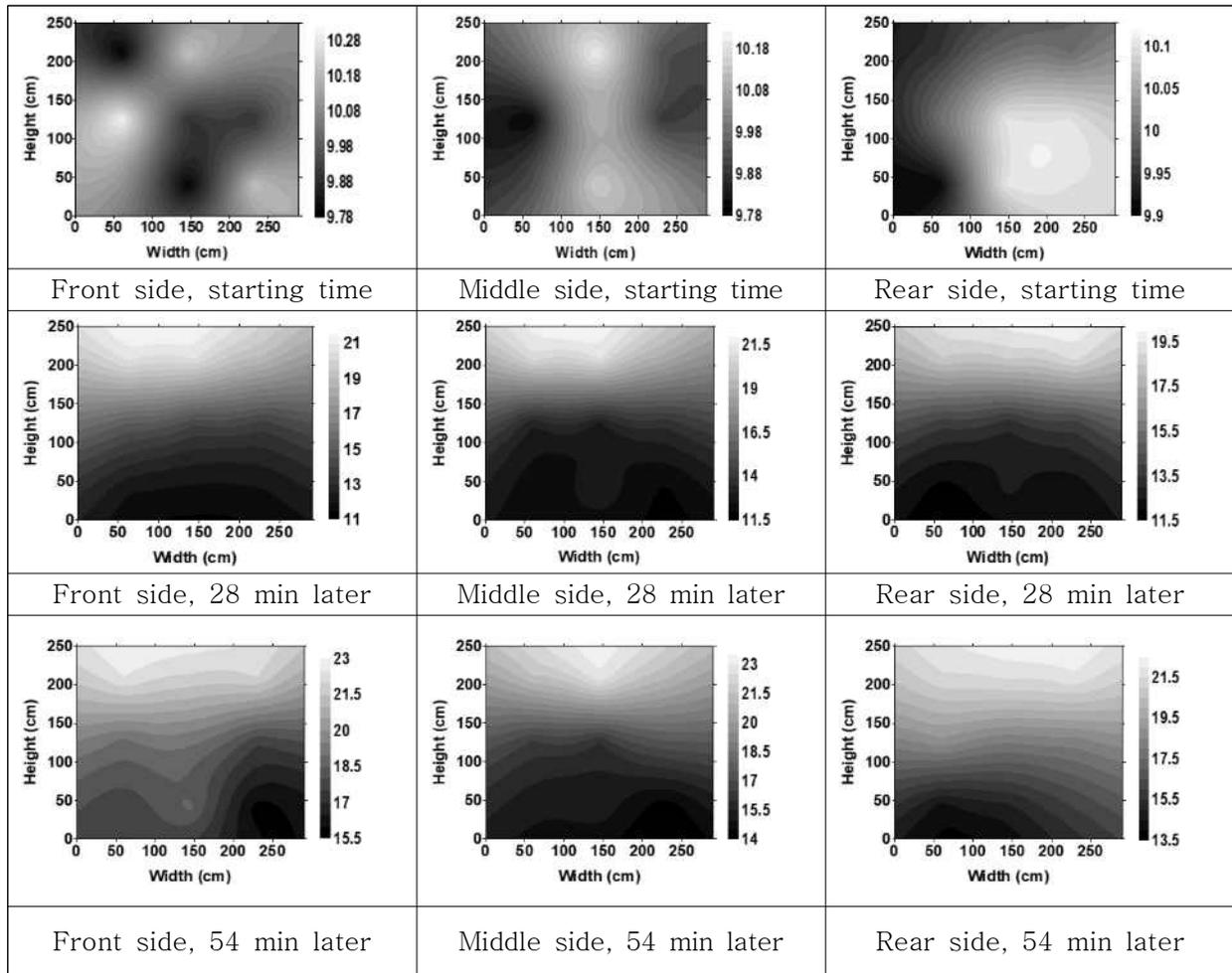
- 초기에는 공간의 평균 온도가 15°C였지만, 실험 도중 상층부는 약 30°C, 하층부는 약 16.5°C임
- 전체 공간에서 공기 순환이 원활해졌기 때문에 발생함
- 112분 작동 후 평균 온도는 20°C로 유지되지만 상층과 하층 사이에 상당한 온도 차이가 있음을 알 수 있음
- 112분 작동 후 1층 평균온도는 33°C로 확인되며, 하층은 약 19°C임
- 그런 다음 가열 모듈 1을 사용하여 온도를 20°C에서 25°C로 높이기 위해 가열 작동을 실행함
- 이 경우 난방 모듈이 목표값에 도달하기 위해 146분 동안 작동함
- 실험 중 상층 평균온도는 32oC로, 하층부는 약 21oC.로 확인됨

<난방 모듈-1을 사용하여 20°C에서 25°C로 상승하는 동안 온도변동성>



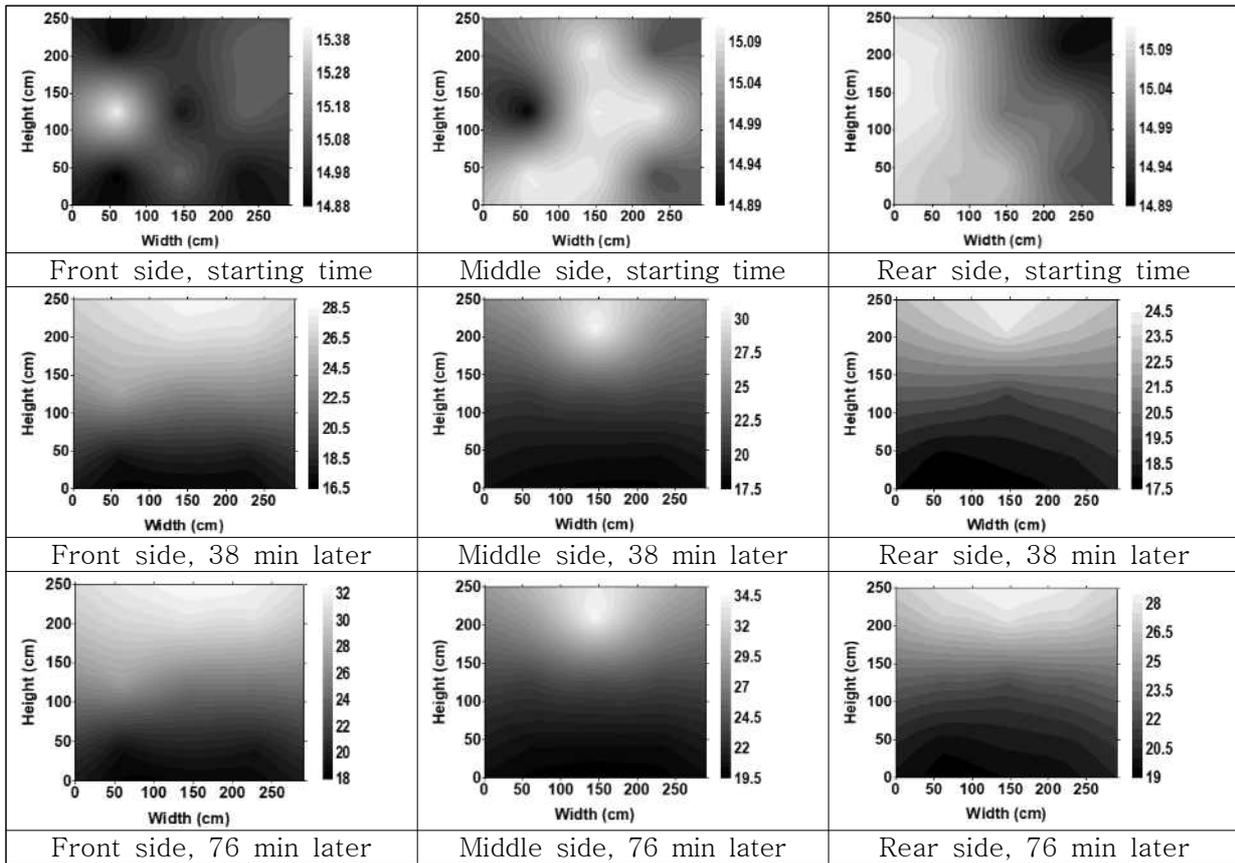
- 난방작동을 시작 후 73분 후 상층 평균온도는 32°C, 하층온도는 20.5°C로 확인됨
- 가열 모듈 -146 분을 작동 한 후 평균 온도가 25°C에 도달하면 층간 온도 차이가 매우 높음
- 상층부 평균온도는 32°C, 하층부 평균온도는 24°C임
- 그 후 모듈 1 대신 다른 난방 모듈(모듈-2)을 배치하여 성능을 시험함

<난방 모듈-2을 사용하여 10°C 에서 15°C로 상승하는 동안 온도변동성>



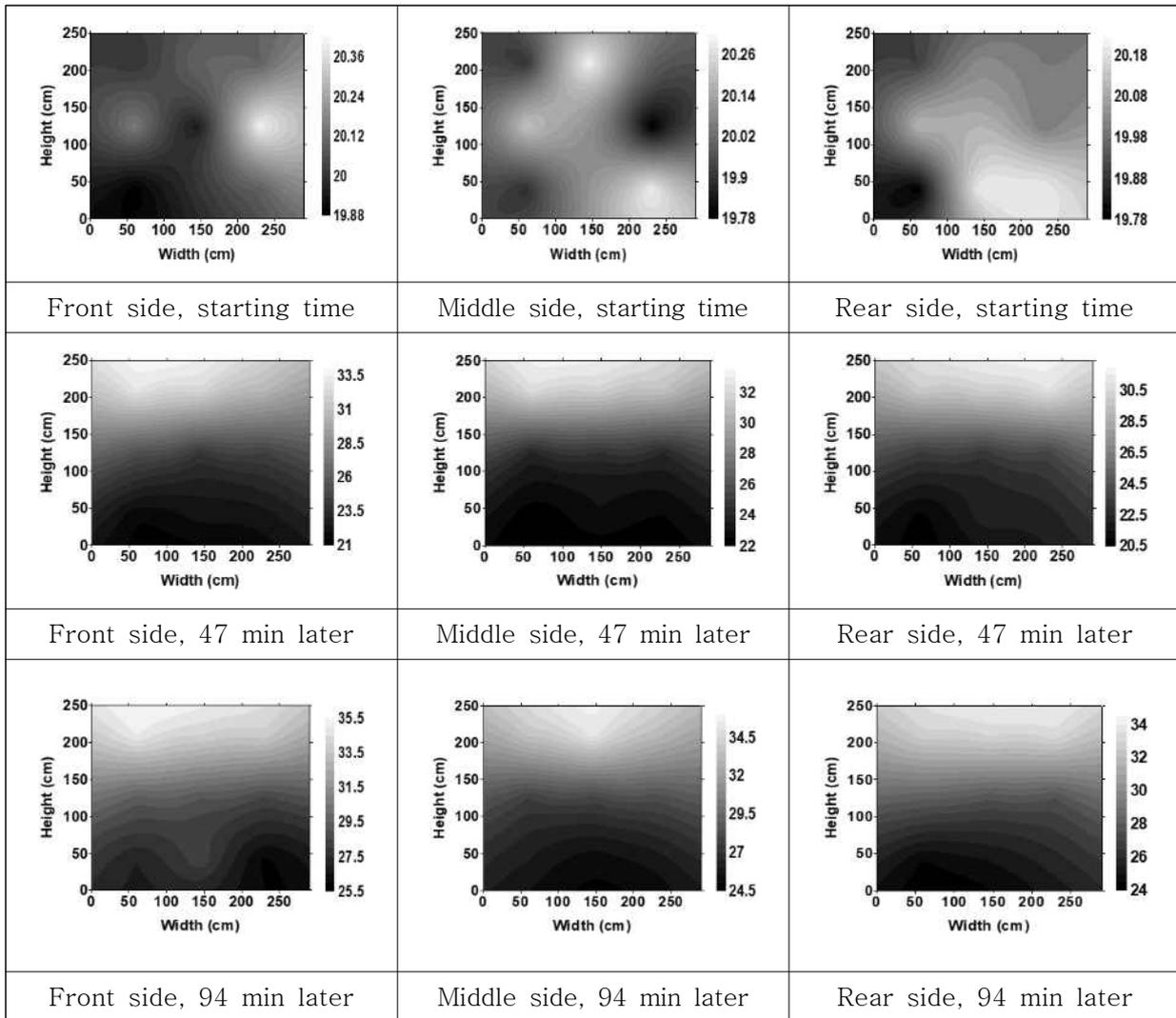
- 난방작동 시작 후 28분 후 상층 평균온도는 12oC ,하층온도는 20.5oC로 확인됨
- 난방 모듈을 작동한 후-2, 54분 후 모듈 1의 평균 온도는 최저 15°C로 유지되며, 모듈 1의 경우 82분이 소요됨
- 낮은 레벨, 높은 레벨 그리고, 전후면에는 큰 차이가 있음
- 54분 후 난방 모듈 하단층 평균온도는 15.3°C로 기록되었으며, 상단층은 거의 24°C로 나타남
- 하단과 상단층 온도는 각각 14.8oC , 25oC 임
- 바닥과 상단 층의 평균온도는 히터 후면 온도는 15.1oC.임
- 다시 난방 모듈 2가 작동하여 빈공간의 온도를 15°C에서 20°C로 증가함
- 작동을 위해 가열 모듈은 76분간 연속적으로 작동함
- 동일한 작동을 위해 히터 모듈 1이 모듈-2보다 36분 더 소요됨.

<난방 모듈-2를 사용하여 15°C에서 20°C로 상승하는 동안 온도변동성>



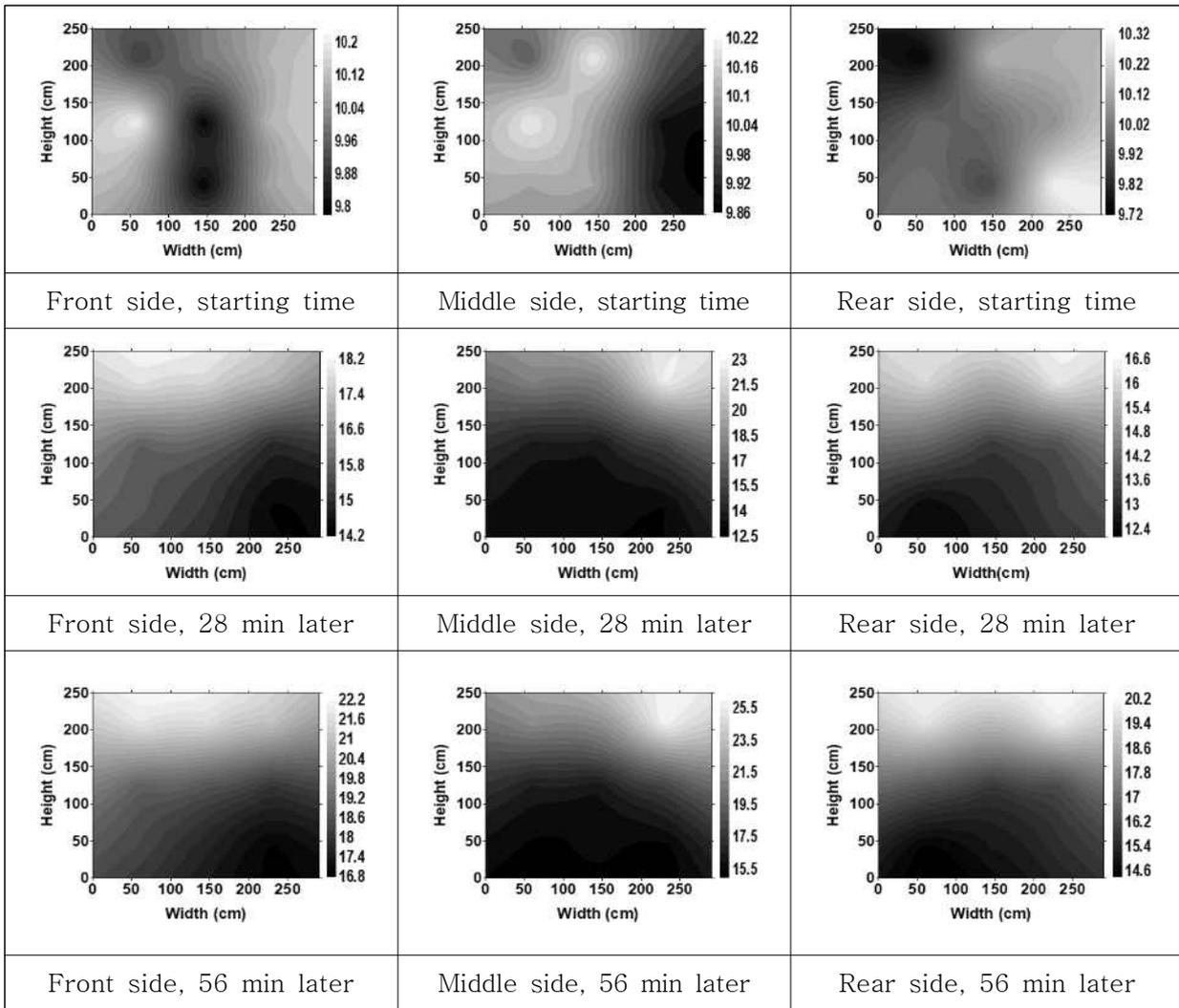
- 작업 도중에 전면, 중간 및 후면 바닥과 상단 층의 온도 차이는 각각 13oC, 14.5oC 및 9oC 나타남13oC
- 모든 바닥면 평균 온도는 거의 20oC임
- 앞면, 중간면, 뒷면의 최상층 평균 온도는 각각 33oC, 35.2oC 30oC 임
- 그 후 가열 모듈 -2에 의해 20oC에서 25oC로 온도가 상승하도록 가열 성능을 점검함
- 가열 모듈 -1이 146 분인 곳에서 약 94 분 동안 공간의 바닥 온도를 25oC까지 상승시킴
- 작동 47 시간 후, 전방, 중간 및 후방의 최하층의 평균 온도는 각각 22.03℃, 22.56℃ 및 21.83℃임
- 동시에 이 측면의 상부층 평균 온도는 각각 31.97℃, 31.7℃ 30.36℃임
- 94분 작동 후 하부층 평균 온도는 약 25℃였으나 상부층과 하부층 사이에 차이가 있음
- 전면, 중앙, 후면 상단 층 평균 온도는 각각 33.3℃, 34℃ 33.06℃임.

<난방 모듈-2를 사용하여 20°C에서 25°C로 상승하는 동안 온도변동성>



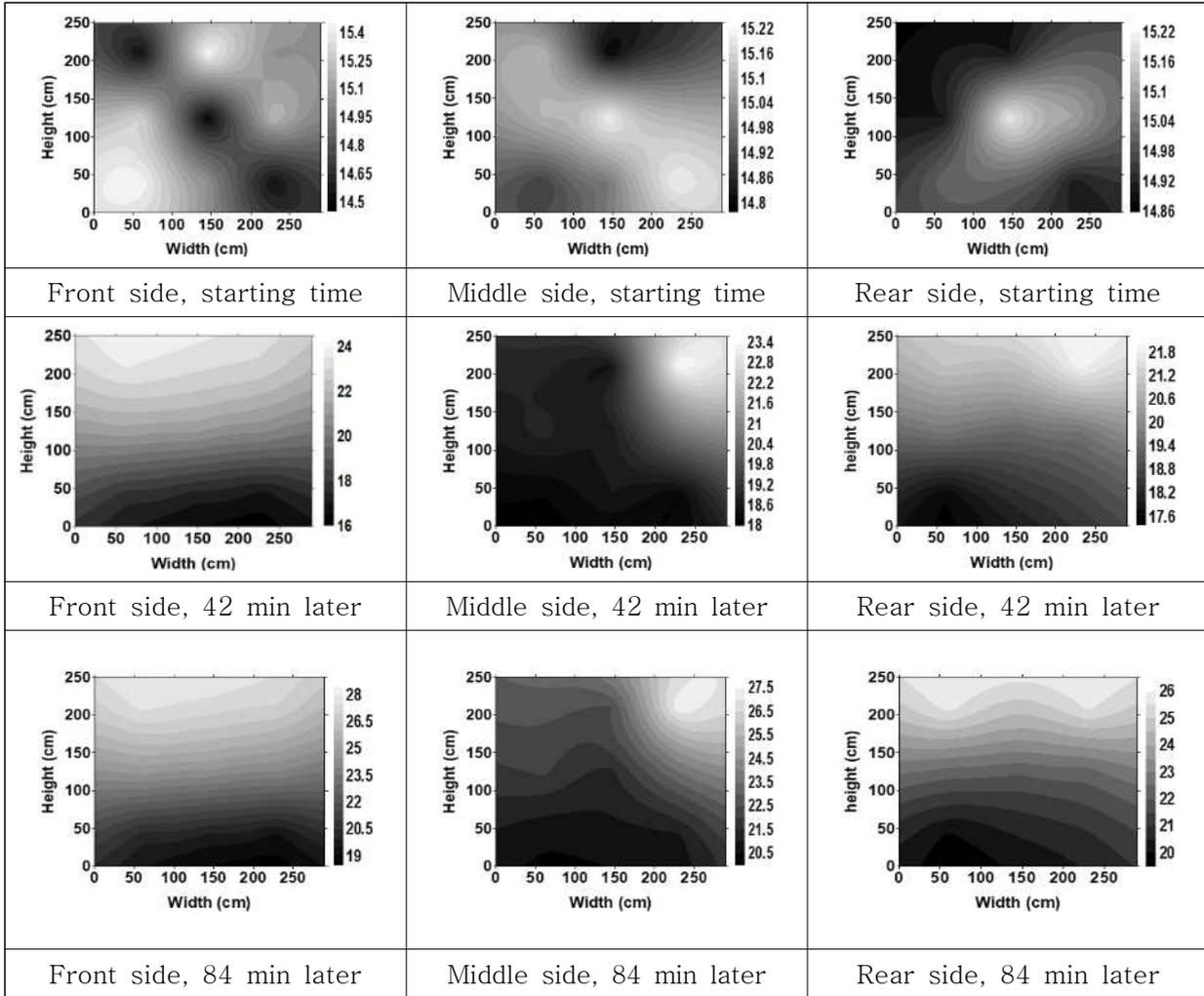
- 전반적인 상황을 고려할 때 난방 모듈-2는 난방 모듈-1보다 성능이 우수함
- 그런 다음 거의 3.08kW를 소비한 가열 모듈(모듈-3)의 성능을 평가함
- 이 실험에서는 온도가 10oC-15oC, 15oC-20oC, 20oC-25oC 범위에서 증가함

<난방 모듈-3를 사용하여 10°C에서 15°C로 상승하는 동안 온도변동성>



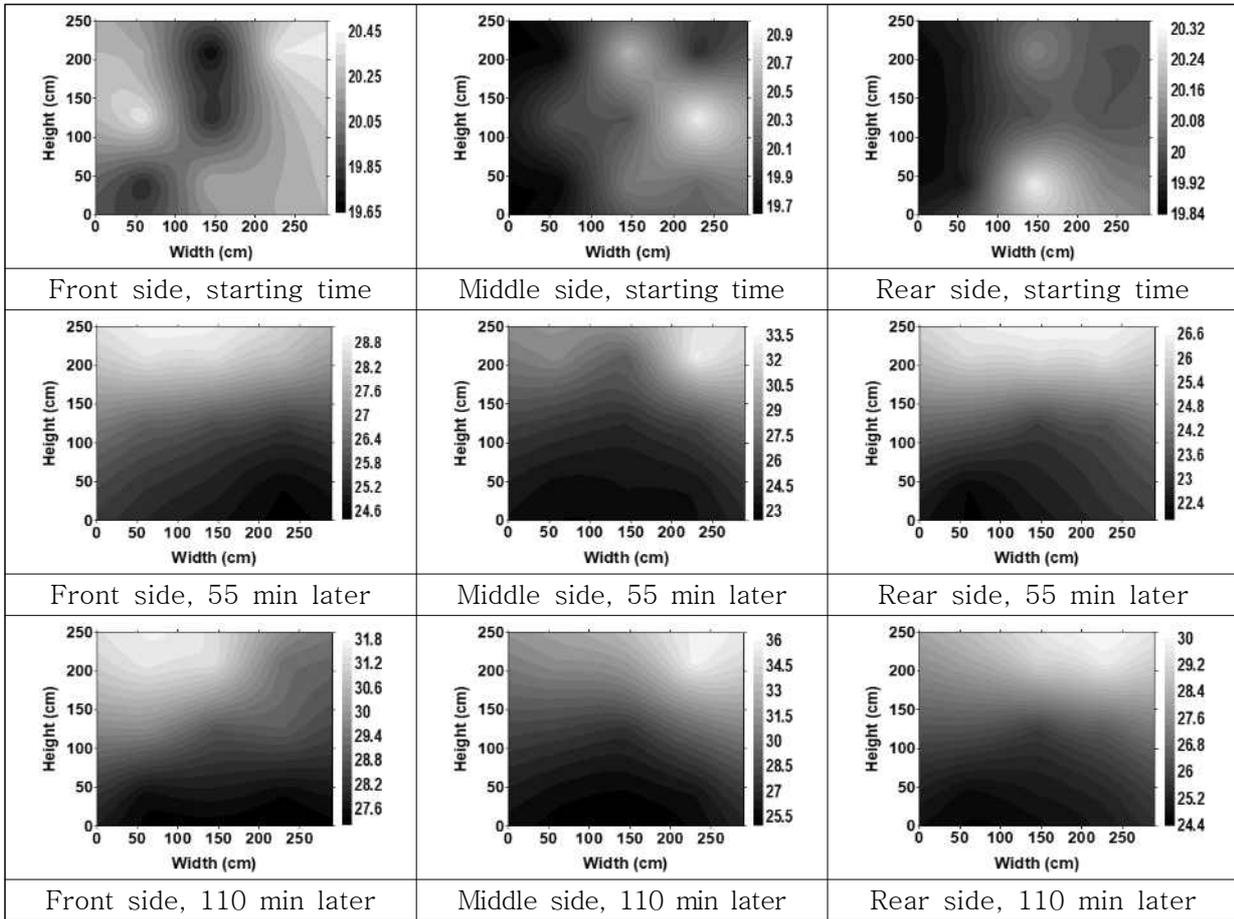
- 하부층 평균 온도를 10oC에서 15oC로 높이기 위해 가열 모듈 3은 56분이 소요됨
- 상단 층의 전면, 중간, 후면 평균온도는 각각 17.56oC,19.56oC,15.87oC 임
- 하단부는 각각 15.07oC, 13.24oC, 12.9oC임
- 56분 동안 가열 모듈 3으로 실험을 시작한 후 모든 측면의 하부층 평균 온도는 약 15°C임
- 그 후 전면, 중간, 후면 상단층 평균온도는 각각 21.46oC, 22.83oC 19.47oC로 파악됨
- 다시 밀폐된 챔버의 온도를 15oC에서 20oC로 높이기 위해 84분 동안 가열 모듈 3을 취하여 모듈 1과 모듈 2를 각각 112분 및 76분씩 소요함

<난방 모듈-3를 사용하여 15°C에서 20°C로 상승하는 동안 온도변동성>



- 42분 후 전면 중앙부와 후면 상단 층 평균 온도는 각각 23.17oC, 20.27oC 21.26oC 임
- 하부층 평균 온도는 각각.17.23oC, 18.34oC,18.21oC 임
- 전면 하단층 온도가 거의 20oC,일때 전면, 중간, 하단 상단층 온도는 각각 27.17oC,, 24.20oC,, 25.34oC,임

<난방 모듈-3를 사용하여 20°C에서 25°C로 상승하는 동안 온도변동성>



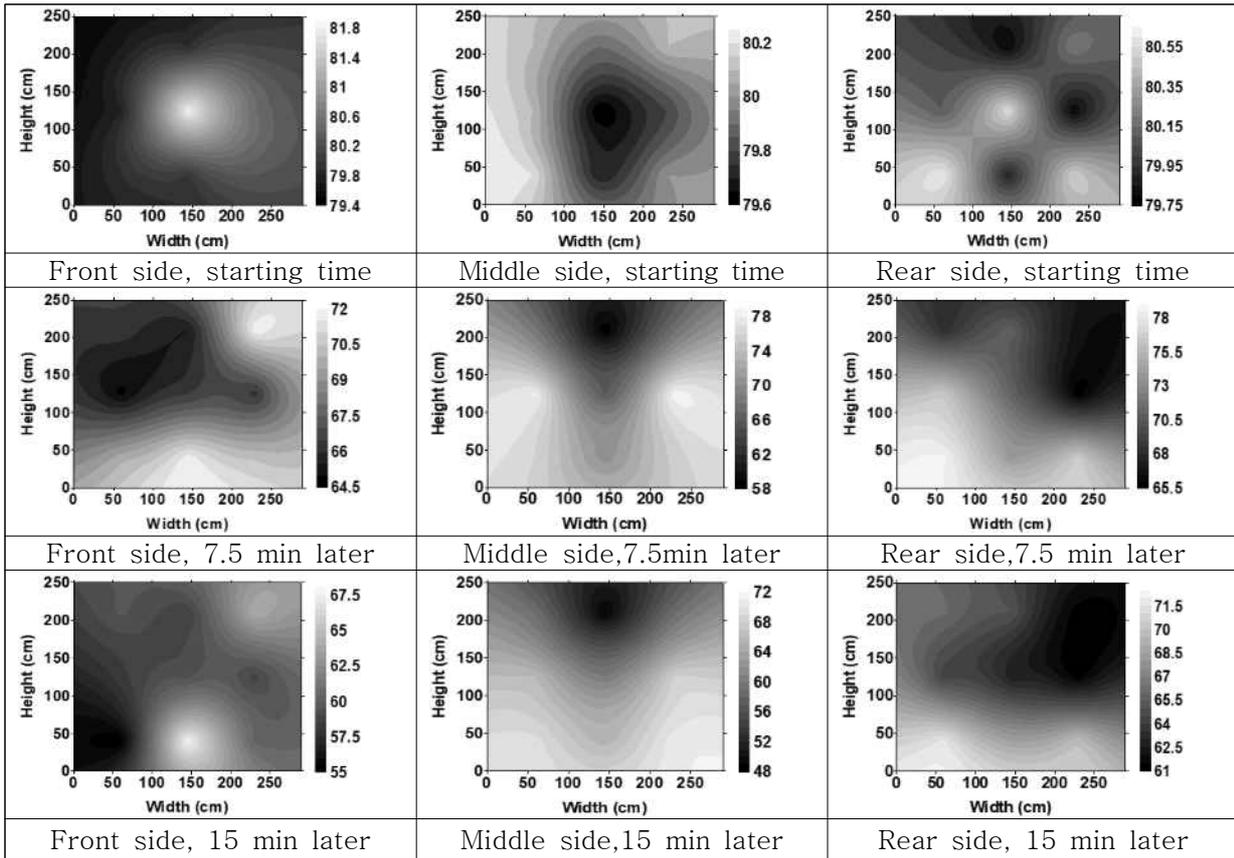
- 가열 모듈-3으로 밀폐실 내부의 온도를 20°C에서 25°C로 높이기 위한 실험을 수행함
- 바닥층의 평균온도에 도달하는데 거의 110분이 소요됨
- 작동을 시작한 후 각 층의 온도 변화가 확인됨
- 실험 중 상단 층 전면, 중간, 하단 측면 평균온도는 각각 28.38oC, 29.53oC 26.1oC 임.
- 그 다음 각 측면의 하단부를 각각.25.03oC, 23.43oC 22.67oC 표기함
- 작동 110분 후 하단층 평균온도는 25°C까지 도달함
- 그 후 앞, 가운데, 후면의 상층 평균 온도는 각각 .30.7oC, 33oC 28.96oC 임

목표 온도	각 난방 모듈에 필요한 시간 (분)		
	모듈-1	모듈-2	모듈-3
10°C~15°C	82	54	56
15°C~20°C	112	76	84
20°C~25°C	146	94	110

- 실험에서 난방 모듈 2가 모든 난방 모듈보다 좋지만 다른 모듈보다 더 많은 전력을 소비함
- 가열 모듈 -2에서 공기 순환이 더 좋으므로 실험 기간의 층별 온도 차이는 다른 것보다 적음
- 제습기의 제습 성능을 평가하기 위해 90 % ~ 70 % 및 80 % ~ 70 %의 제습을 3 회 반복하여 수행함.
- 제습 실험을 하기 전에 추가 가습기를 사용하여 공간의 습도를 높이고 에어 믹서를 사용하여 습도를 섞음

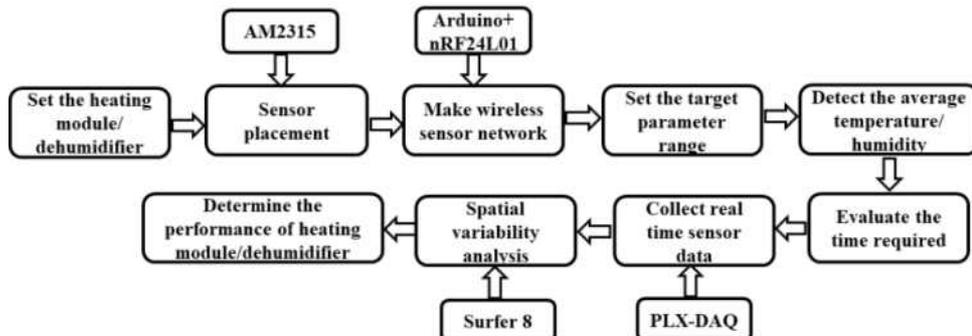
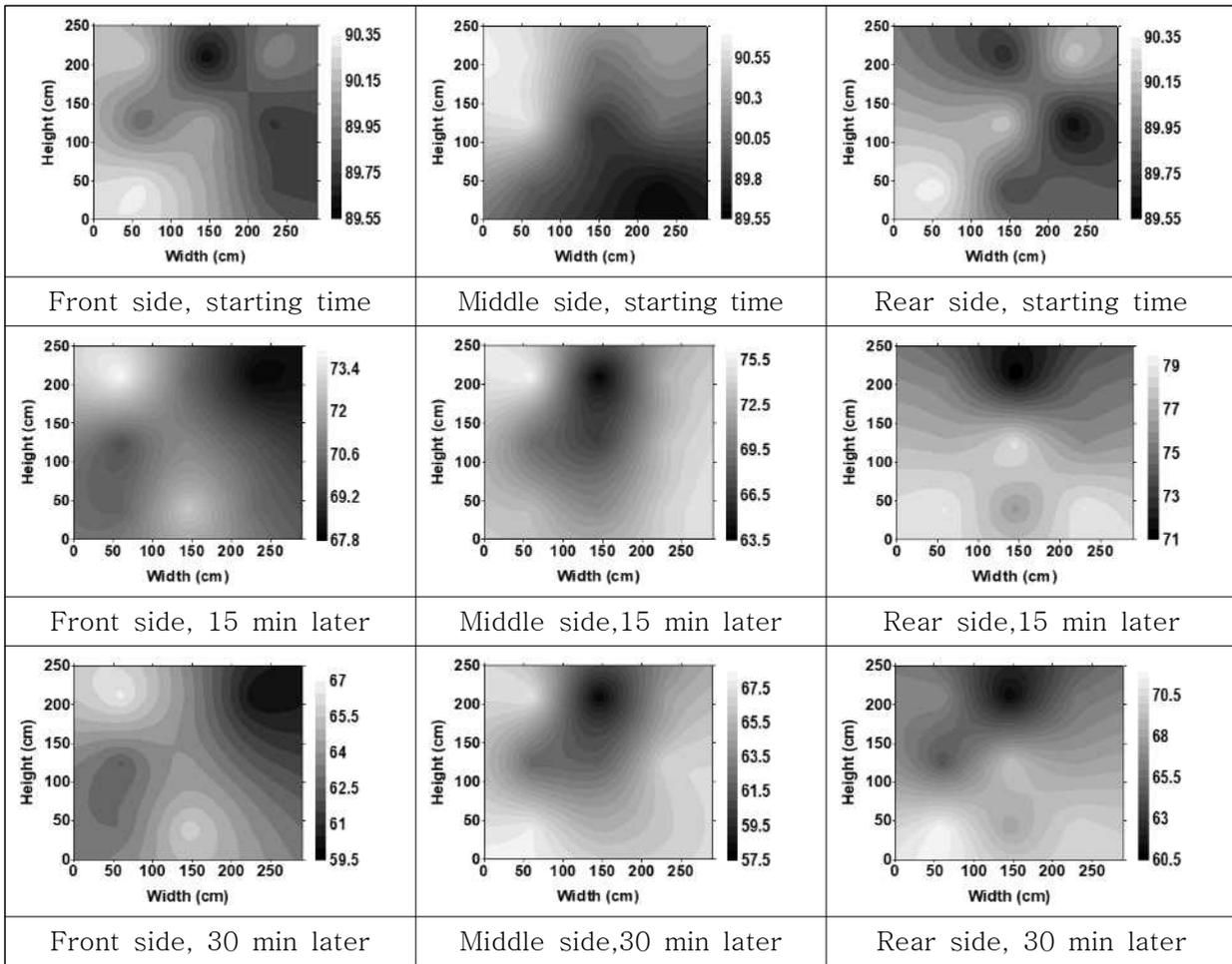
- 습도가 안정된 상태에서 제습 실험이 시작됨
- 분석을 위해 필요한 시간과 물 추출량을 기록함
- 실험에서 평균 습도는 15분 안에 80%에서 70%로 감소했고 약 75ml의 물을 추출했음
- 습도의 가변성이 그림에 나타남

<밀폐공간에서 제습 시 습도의 변화>

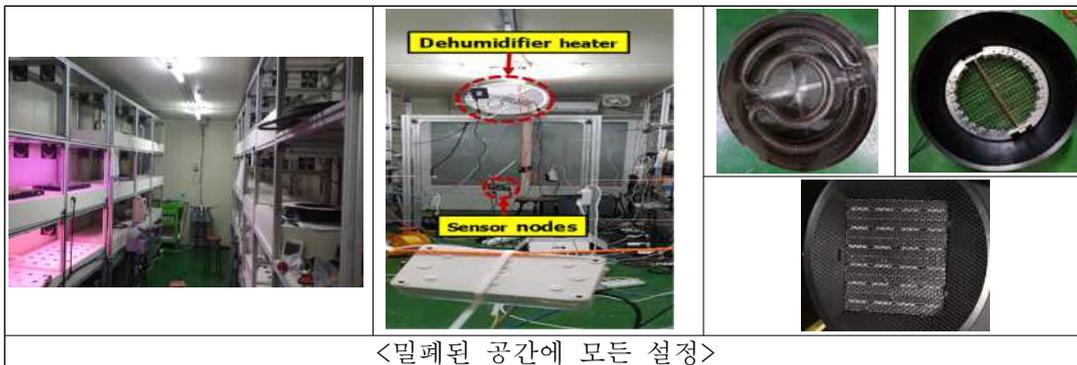


- 7.5분 후 앞면, 가운데면, 뒷면 상단층 평균 습도는 각각 67.9%, 64.8%, 68.5%로 나타남
- 작동을 시작하는 15분 동안 하부층 평균 습도는 70%까지 도달하고, 전면, 중간, 후면 상층 습도는 각각 60.73%, 55.52%, 64.1%로 기록됨
- 90% ~ 70%의 제습을 위해 또 다른 실험이 밀폐된 공간에서 수행됨
- 이 작업은 30분이 걸렸고 거의 160ml의 물을 추출함
- 중간의 전면, 중앙, 후면 상단 층 습도는 각각 70.76%, 70.71%, 73.73%임
- 동시에 바닥 층 습도는 각각 71.19%, 72.49%, 78.13%임
- 30분 작동 후 모든 측면 하단층 습도가 거의 70%임
- 전방, 중간, 후방 최고 습도는 각각 63.5%, 63.38% 및 64.67%로 나타남.

<밀폐공간에서 제습 시 습도의 변화>



<밀폐된 공간 실험의 종합적인 절차>



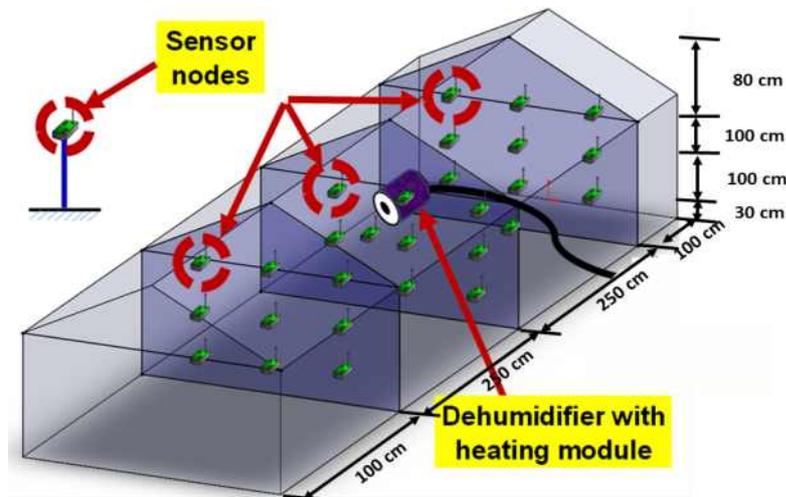
<밀폐된 공간에 모든 설정>

○ 소형 온실에서의 실험

- 본 실험은 충남대학교 연구단지에 있는 플라스틱 온실에서 수행되었음
- 본 실험의 주요 목적은 현장 조건에서 히팅 모듈 및 제습기의 성능을 평가하기 위함

장소	충남대학교 연구단지	
일자	2019.01.02-04	
제원	<ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱 커버 - 강철 프레임 - 사이즈 7m×5m×3m - 삼각형의 상단 모양 	
작물 상태	작물 없음	

- 총 28개의 센서가 온실 내부에 설치되었으며, 27개의 센서들을 온실 내부에서 앞, 중간 및 뒷면으로 3개의 층으로 나누어 배치하였음
- 각 면마다 9개의 센서로 이루어지며, 한 개의 센서는 히팅모듈이 장착된 제습기 앞에 설치되었음
- 외부 온도와 습도를 측정하기 위해 온실 외부에서 10m 떨어진 곳에 하나의 센서를 추가로 설치하였음

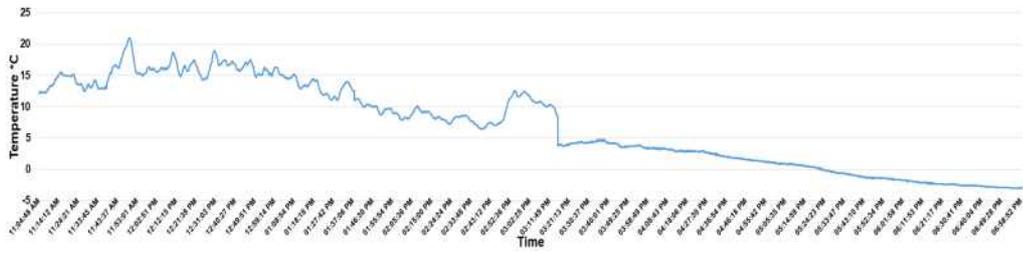


<밀폐된 챔버 실험 중 구성 요소 위치>

- 실험은 8시간 (11.00AM to 7.00PM) 연달아 수행하였음
- 실험을 진행하면서 온실 내·외부 온습도 변이를 측정하였으며, 그 다음 온실 내부 온습도 변화에 대한 공간적 변이 분석을 수행하고, sufer 8 소프트웨어를 사용하여 매핑하였음
- 실험을 수행하는 동안 3개의 히팅 모듈 성능 평가를 진행하였음
- 모든 히팅 모듈은 8시간 동안 작동되었으며, 외부온도가 12oC 일 때 히팅모듈-1이 작동되었으며, 앞쪽, 중간 면, 뒷면 상단 층의 내부 평균 온도는 각각 20.36oC, 21.66oC, 22.76oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 19.73oC, 22oC, 28.06oC 이었으며, 뒷면의 온도는 각각

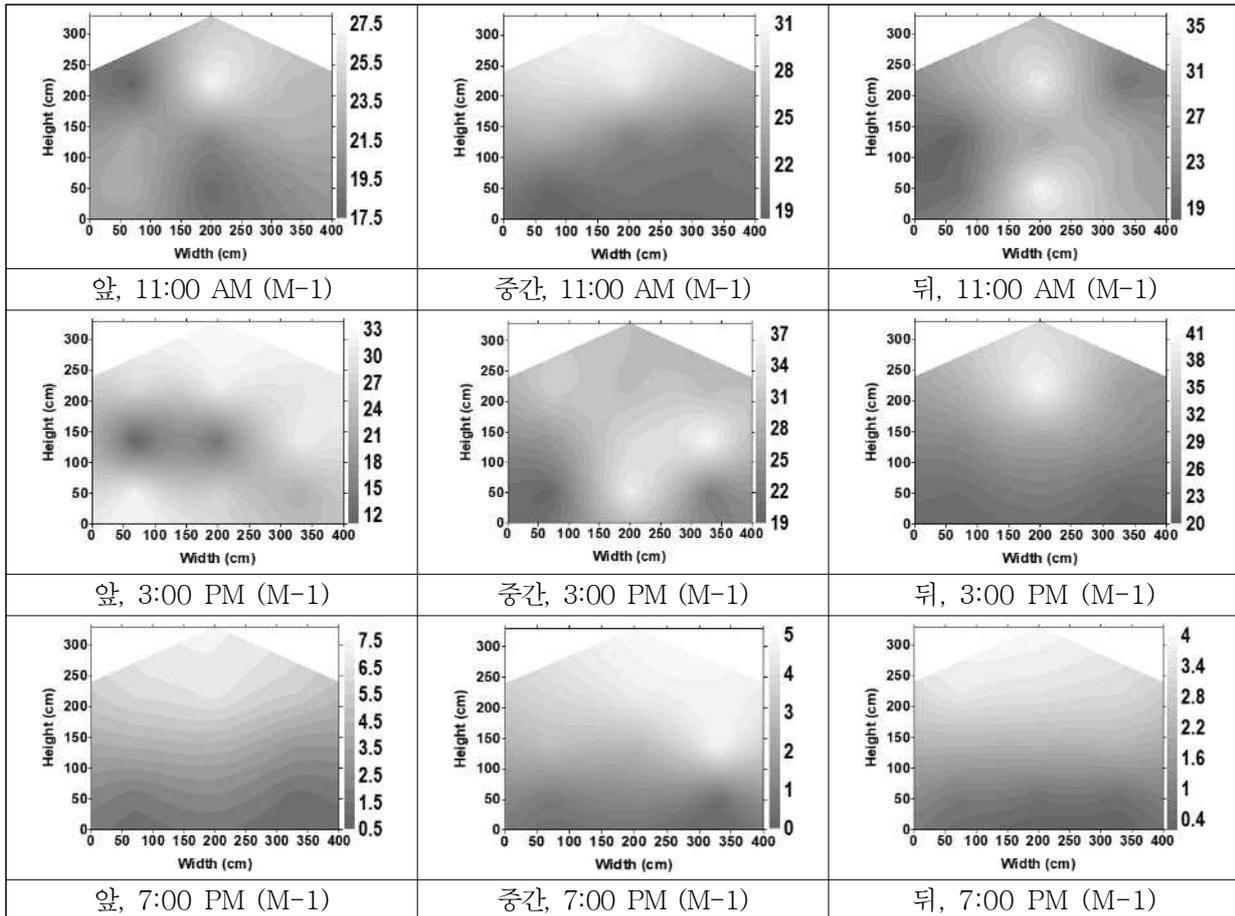
26.8oC, 23.63oC, 26.54oC로 나타남

- 3:00PM에 히팅 모듈이 장착 된 제습기를 작동시키는 동안 앞쪽, 중간 면, 뒷면 상단 층의 평균 온도는 각각 27.03oC, 18.74oC, 29.84oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 25.77oC, 31.67oC, 30.27oC 이였으며, 뒷면의 평균온도는 22.45oC, 26.97oC, 33.2oC 였음
- 외부 온도가 9oC로 기록되었을때 7:00PM에 외부온도는 -2.3oC였으며, 앞, 중간, 뒷면 상단 층의 평균온도는 각각 1.74oC, 3.8oC, 6.1oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 0.84oC, 3.5oC, 4.3oC 였으며, 뒷 면의 온도는 각각 0.66oC, 2.23oC, 3.4oC 였음



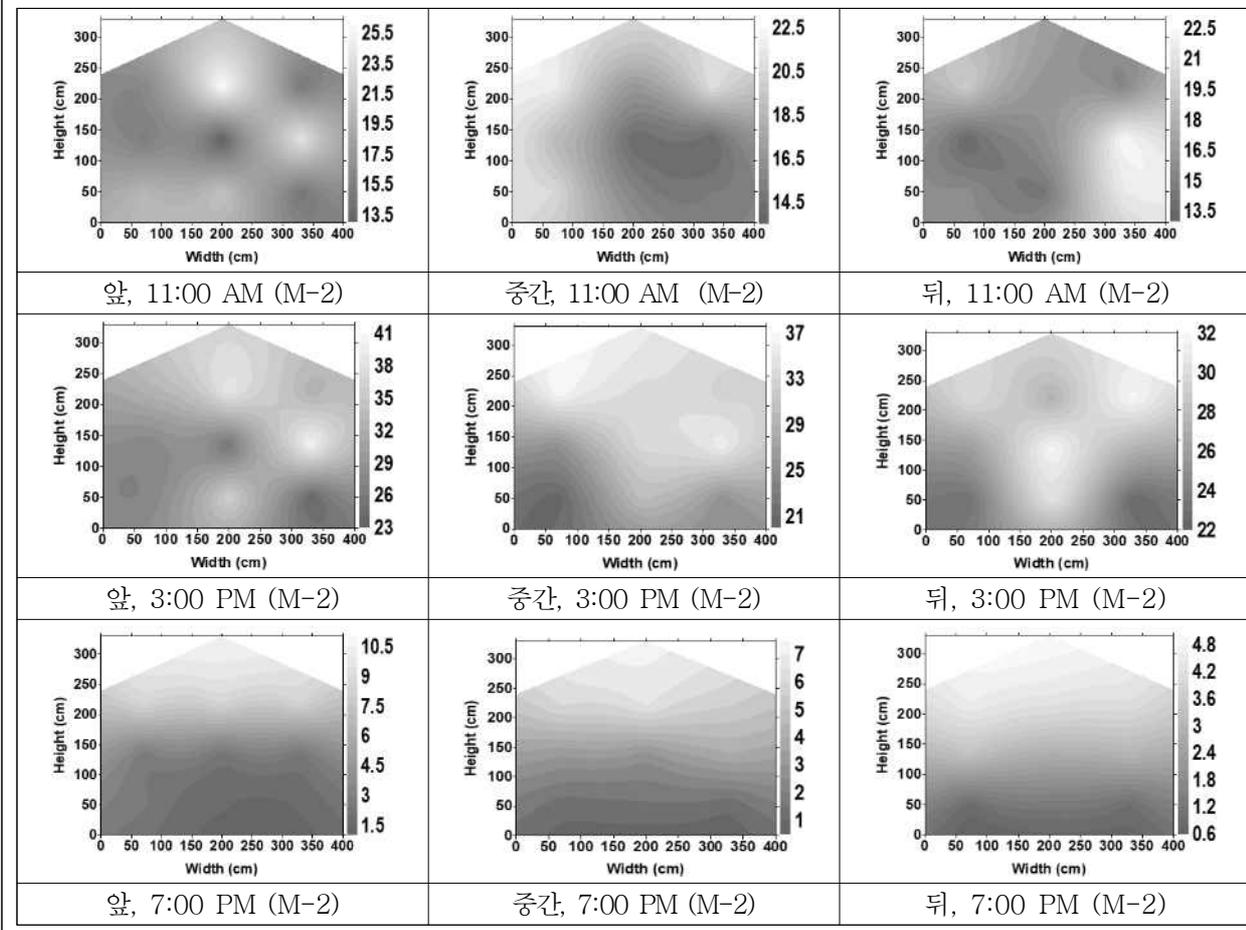
<외부 온도 변화 (히팅 모듈-1 실험)>

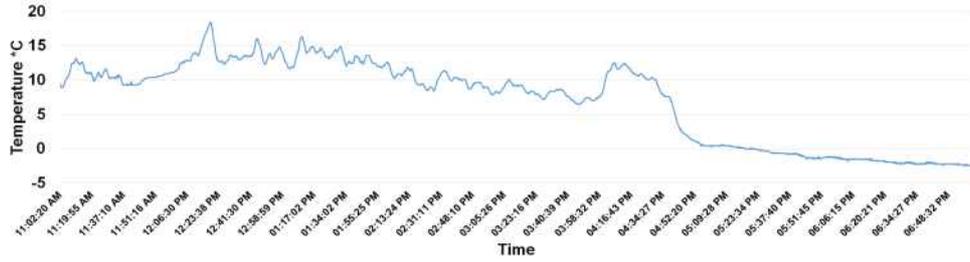
<소형 온실에서의 히팅 모듈-1 실험 동안의 온도 변이 (충남대학교)>



- 히팅 모듈-2는 외부온도가 9.5oC 일 때 작동이 시작되었으며, 그 때의 온실 내부 앞, 중간 뒷면 상단 측의 평균온도는 각각18.6oC, 17.5oC, 18.97oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 17.03oC, 15.63oC, 19.77oC 이었으며, 뒷면의 온도는 각각 17.17oC, 17.24oC, 17.03oC 였음
- 3:00PM에 히팅모듈이 장착된 제습기를 작동시키는 동안 앞, 중간, 뒷면 상단 층의 평균온도는 각각 28.93oC, 30.97oC, 34.44oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 25.4oC, 31.36oC, 34.19oC 이었으며, 뒷면의 온도는 25.36oC, 28.24oC, 29.63oC 였음
- 외부온도가 7.9oC로 기록되었을 때 7:00PM에 외부 온도는 -2.5oC 였으며, 앞, 중간, 뒷면 상단 층의 평균온도는 각각1.93oC, 2.46oC, 8.6oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 1.23oC, 3.2oC, 6oC 이었으며, 뒷면의 온도는 각각 1.06oC, 3.06oC, 4.36oC 였음

<소형 온실에서의 히팅 모듈-2 실험 동안의 온도 변이 (충남대학교)>

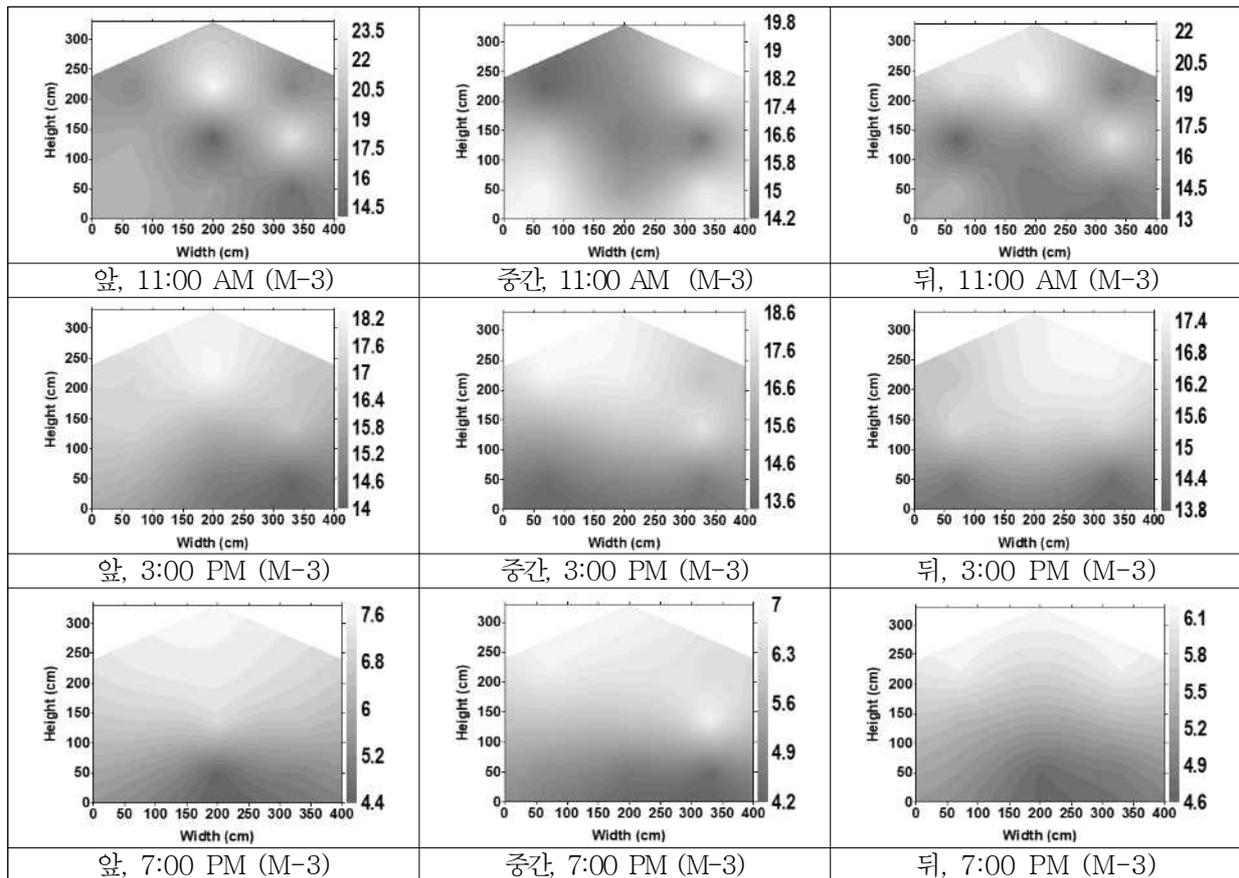


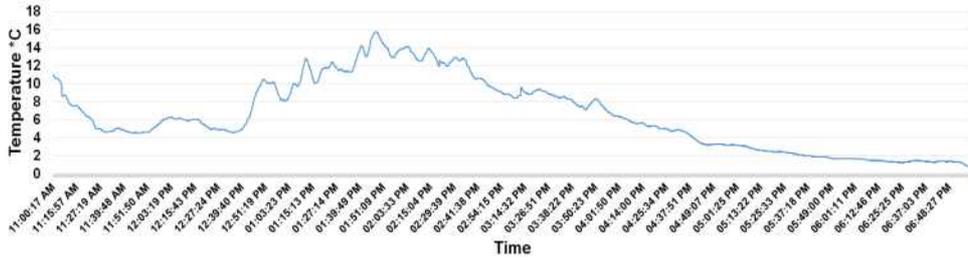


<외부 온도 변화 (히팅 모듈-2 실험)>

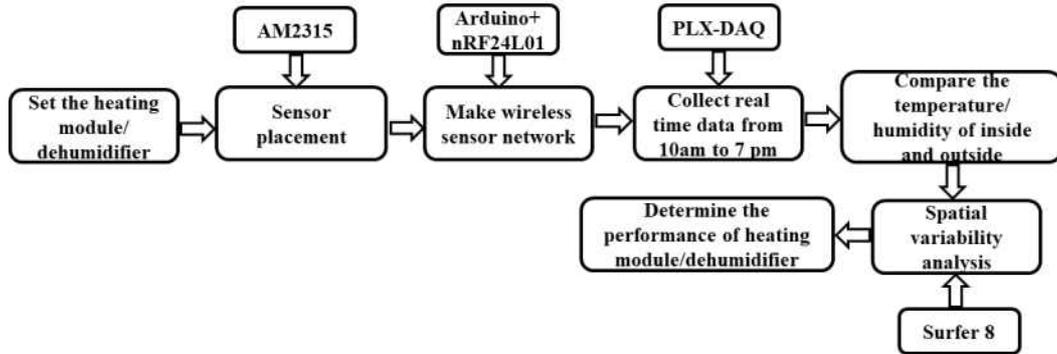
- 히팅 모듈-3은 외부 온도가 12.3oC 일 때 작동이 시작되었으며, 그 때 온실 내부의 앞, 중간, 뒷면 상단 층의 평균온도는 각각 17.5oC, 18.6oC, 18.9oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 18.36oC, 16.06oC, 16.54oC 이었으며, 뒷면의 온도는 15.7oC, 16.67oC, 19.2oC 로 측정됨
- 3:00PM에 히팅 모듈이 장착된 제습기가 작동하는 동안 온실 내부 앞, 중간, 뒷 면 상단 층의 평균온도는 각각 15.13oC, 16.82oC, 17.56oC 였음
- 중간 면의 평균온도는 각각 14.27oC, 16.86oC, 17.75oC 이었으며, 뒷면의 온도는 14.53oC, 16.73oC, 17oC 였음
- 외부 온도가 8.39oC 로 측정되었을 때 7:00PM에 외부 온도는 1.7oC 이었으며, 온실 내부 앞, 중간, 뒷면 상단 층의 평균 온도는 각각 5.13oC, 6.83oC, 7.34oC 였음
- 중간 면의 평균 온도는 각각 4.67oC, 6.27oC, 6.6oC 이었으며, 뒷면의 온도는 4.93oC, 5.4oC, 6oC 로 측정됨

<소형 온실에서의 히팅 모듈-3 실험 동안의 온도 변이 (충남대학교)>

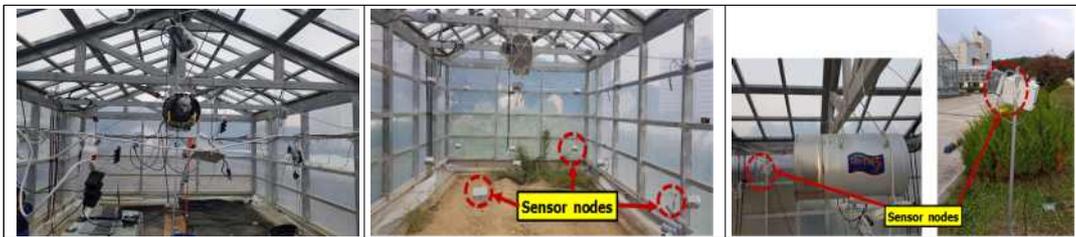




<외부 온도 변화 (히팅 모듈-3 실험)>



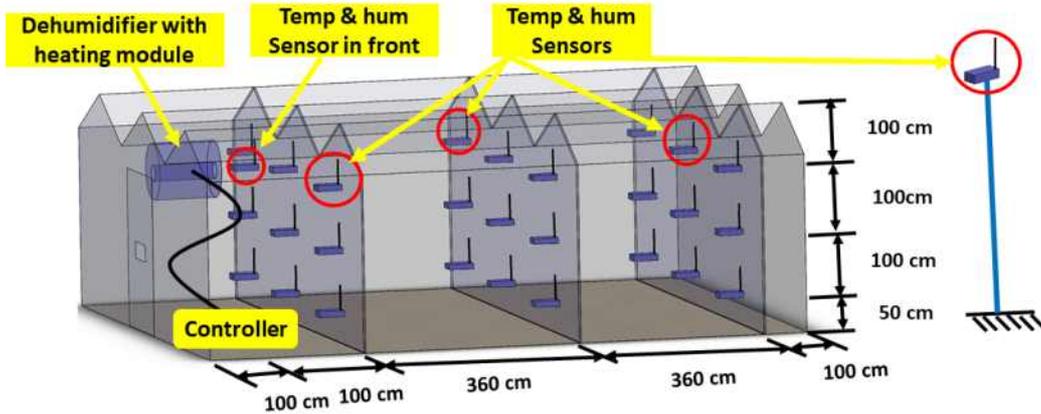
<소형 온실 실험의 전반적인 절차>



<소형 온실의 전반적인 설치>

○ 작물이 있는 온실에서의 실험

- 본 실험은 전남대학교 연구 단지의 유리온실에서 수행되었음
- 온실에서는 평균높이가 1.9m인 파프리카(Capsicum annum L.)를 키움
- 본 연구의 주요 목적은 제어로직을 통하여 히팅 모듈 및 제습기의 성능을 평가하기 위함
- 제습기, 히팅 모듈, 팬은 아두이노 마이크로 컨트롤러와 릴레이 모듈과 연결됨
- 로직은 온실 내부 온도가 30oC 이하로 떨어지면 히터가 작동도록 설계되었음
- 본 실험에서는 히팅 모듈-2를 사용하였음
- 온실 내부 습도 수준이 90%에 도달하면 제습기가 팬과 함께 작동되며, 70% 미만으로 내려가면 꺼짐
- 본 실험 또한 온실 내부에 28개의 센서가 설치되었으며, 27개의 센서가 앞, 중간, 뒤 3개의 면으로 나뉘어 설치됨



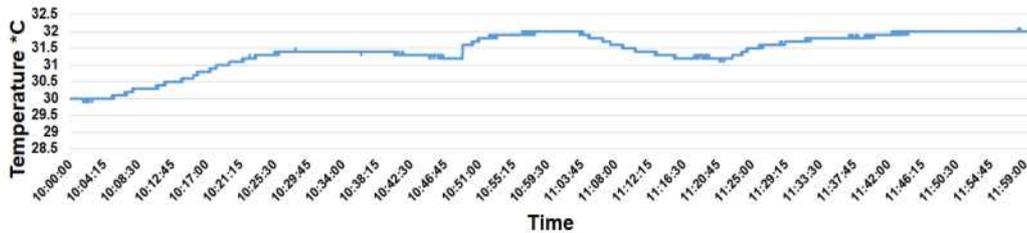
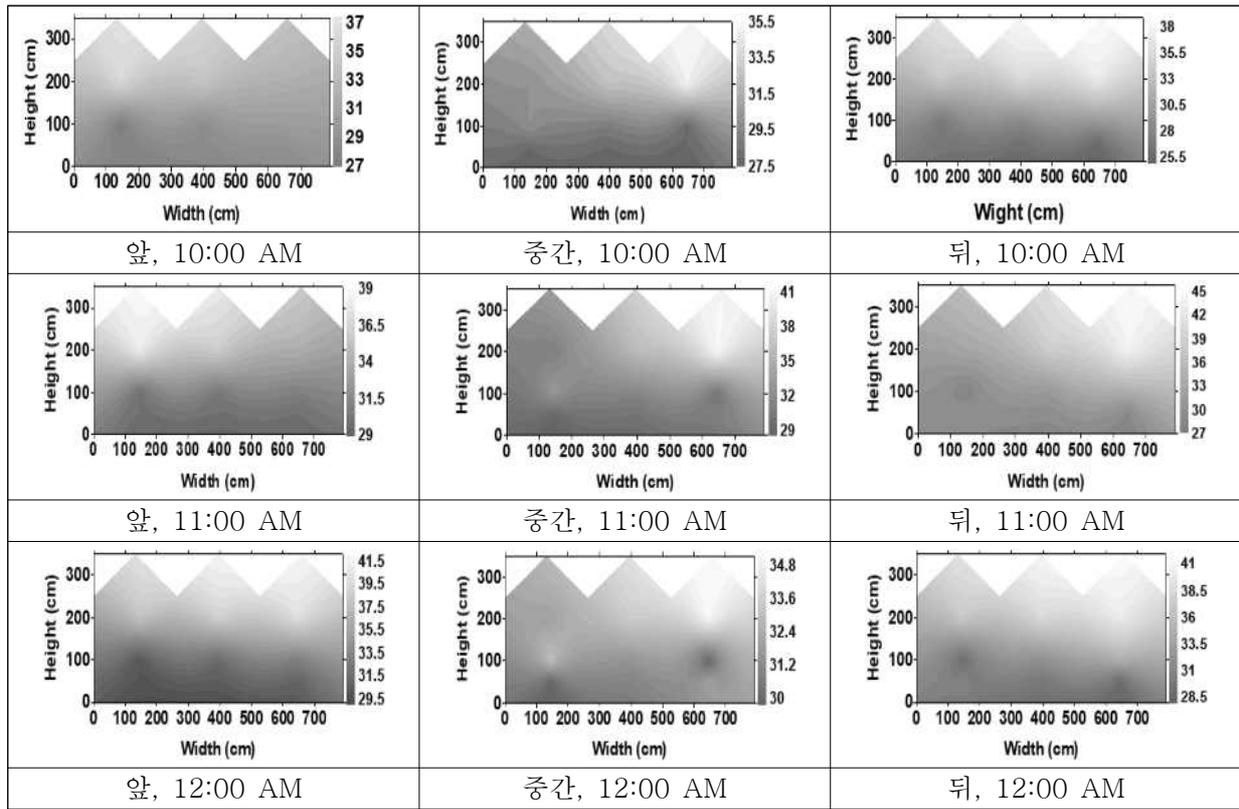
<실험 필드(작물 생육중인 온실)의 구성요소 위치>

- 소형온실에서 실험과 마찬가지로 각 면에서는 3개의 층으로 나뉘어 각 9개의 센서가 설치되며, 하나의 센서는 히팅모듈이 장착된 제습기 앞에 설치됨
- 외부 온습도 측정을 위해 온실에서 10m 떨어진 곳에 하나의 센서 설치
- 실험은 두 시간(10.00AM to 12.00AM) 연달아 수행하였음
- 실험을 진행하면서 온실 내·외부 온습도 변이를 측정하였으며, 그 다음 온실 내부 온습도 변화에 대한 공간적 변이 분석을 수행하고, sufer 8 소프트웨어를 사용하여 매핑 하였음.

장소	전남대학교 연구단지	
일자	2018.09.03	
제원	<ul style="list-style-type: none"> - Glass greenhouse - Steel frame - Size 9.2m×7.9m×3.5m - Triangular top shape 	
작물 상태	<ul style="list-style-type: none"> - 파프리카(<i>Capsicum annum</i> L.) - 식물 높이 1.9m - 식물 간 거리 0.4m - 행간 거리 0.8m, 행 수 10 	

- 외부 온도가 30°C일 때 실험이 진행되었으며, 그 때 온실 내부의 앞, 중간, 뒷면의 상단 층의 평균온도는 각각 30.33°C, 29.34°C, 29°C 였음.
- 중간 면의 평균온도는 각각 29.3°C, 29.83°C, 30.34°C 이었으며, 뒷면의 온도는 29.34°C, 30.16°C, 31°C 였음.
- 히팅 모듈이 장착된 제습기를 한 시간 동안 작동시킨 후 온실 내부 앞, 중간, 뒤 상단 층 평균 온도는 각각 32.67°C, 32.16°C, 31.67°C 였음.
- 중간 면의 평균온도는 각각 31°C, 32.5°C, 34°C 이었으며, 뒷 면의 온도는 30.34°C, 33°C, 35.67°C 였음.

<작물이 있는 온실에서의 실험 동안 온도 변이 (전남대학교)>

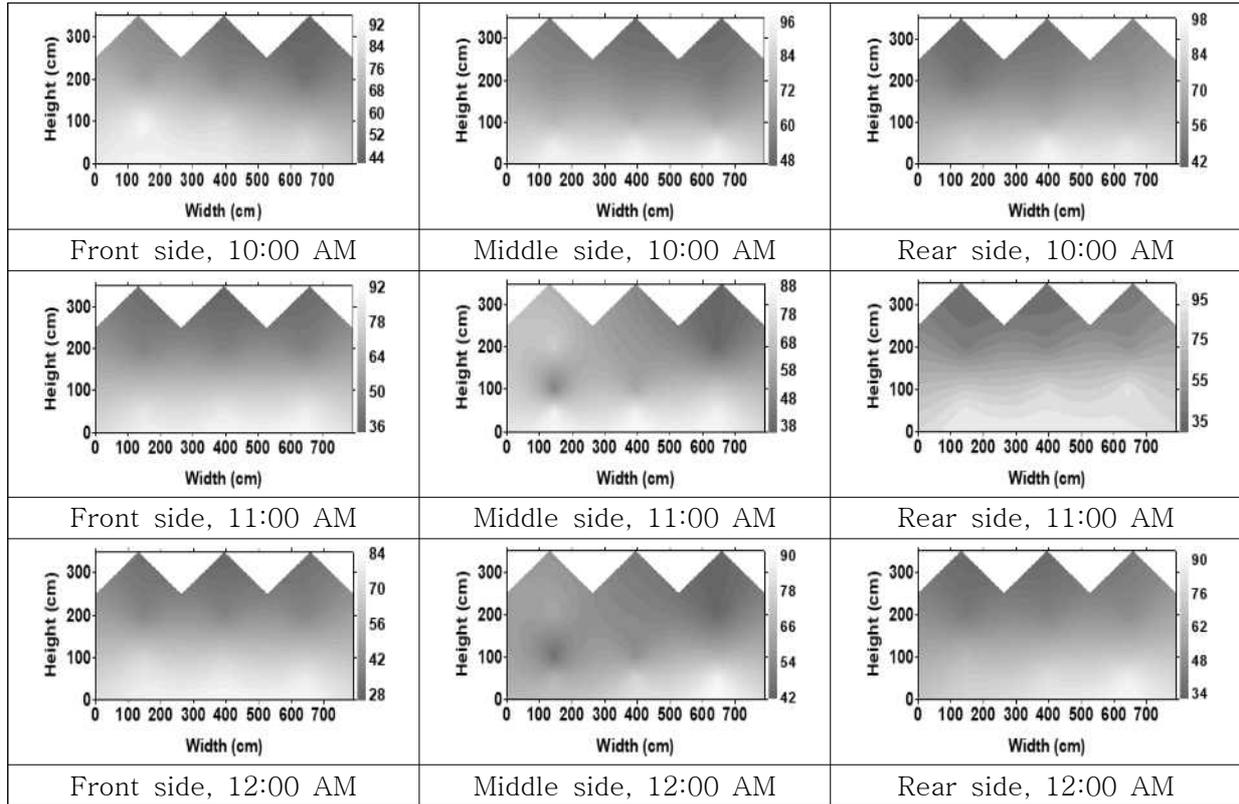


<외부온도 (°C)>

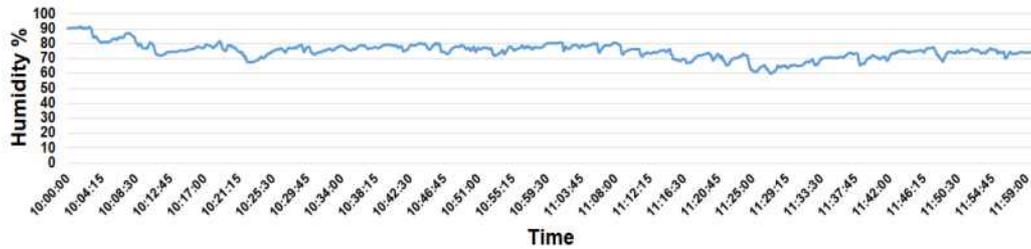
- 외부 온도가 32oC 일 때, 두시간 작동 후 온실 내부의 앞, 중간, 뒷면의 상단 층 평균 온도는 각각 32.67oC, 33.67oC, 34.8oC 였음.
- 중간 면의 평균온도는 각각 31.6oC, 32oC, 32.34oC 이었으며, 뒷면의 온도는 33.34oC, 33.5oC, 34.6oC 였음.
- 동시에 제습 작업이 동시에 실행됨에 따라 습도 차이가 모니터링 되었음
- 시작 시간에 외부 습도는 90.3 % 였고 앞면, 중간면 및 뒷면 상단 층의 내부 평균 습도는 각각 81.34 %, 74.5 % 및 67.4 % 였음.
- 중간 평균 습도는 각각 76.35 %, 74.3 % 및 72.34 % 였음.
- 후방 습도는 67.34 %, 72.34 %, 75 % 였음.
- 가열 모듈로 제습기를 1 시간 동안 작동시킨 후 앞면, 중간면 및 뒷면 상단 층의 평균 습도는 각각 67.84 및 68.67 이었음.
- 중간 평균 습도는 각각 67.67 %, 66 % 및 64.4 % 였음.
- 후면 온도는 71.4 %, 74.17 %, 77 % 였음.
- 외부 습도가 74.1 %일 때 2 시간 동안 작동한 후 앞면, 중간면 및 뒷면 상단 층의 내부 평균

습도는 각각 62 %, 61.7 % 및 61.34 % 였음

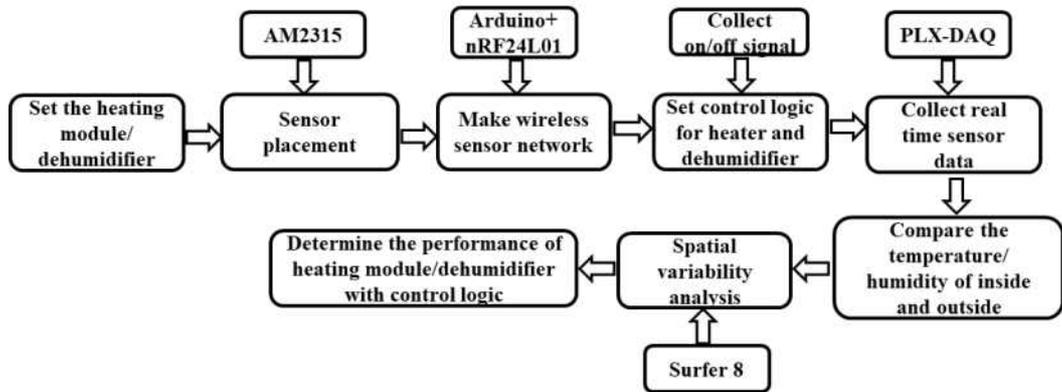
<작물 녹지 실험을 하는 동안 습도의 변동성(충남대학교)>



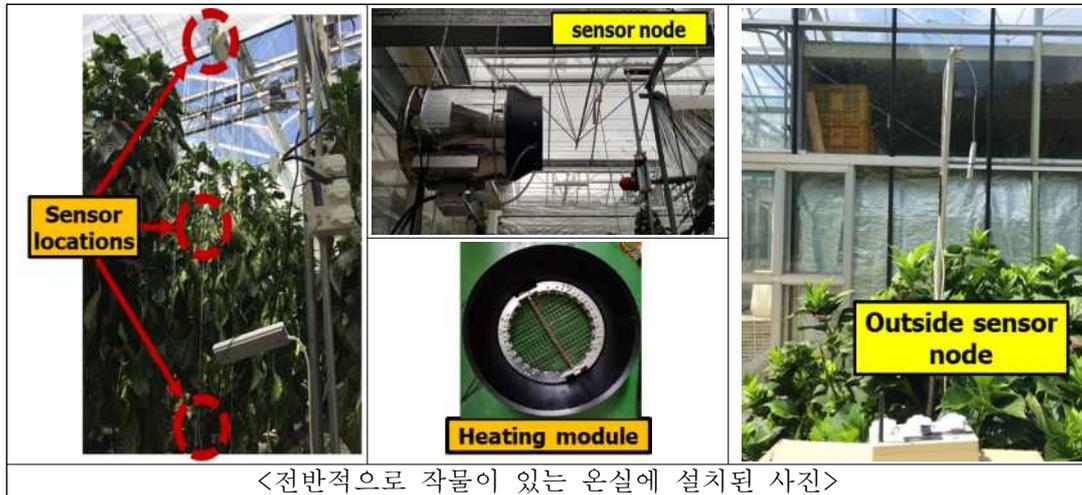
- 중간 평균 습도는 각각 59.67 %, 63.34 %였다.
- 후방 습도는 60.36 %, 64.67 %, 69 %였다.



<외부 습도(%)>



<작물을 있는 온실의 전반적인 실험 과정>



<전반적으로 작물이 있는 온실에 설치된 사진>

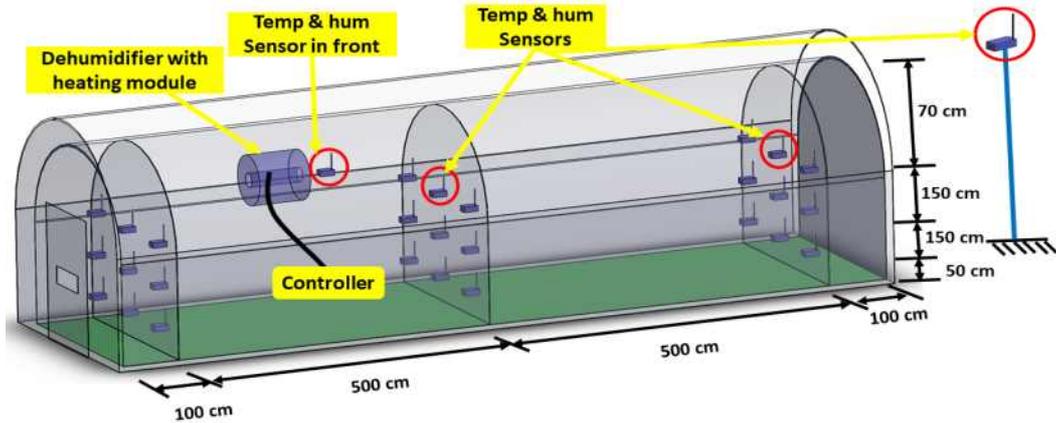
○ 작물이 없는 온실에서의 실험

- 이 실험은 그린 시스 회사 (광주)의 이중 플라스틱 온실에서 행함
- 온실에 작물이 없음
- 이 실험의 주된 목적은 제어 논리로 현장 조건에서 난방 모듈 및 제습기의 성능을 평가하기 위함

장소	그린시스 (광주) 온실	
날짜	2018.12.13	
사양	<ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱 온실 - 철골 구조 - 이중층 - 외층 크기 13.7m×5.9m×4.1m - 내층 크기 12m×4.8m×3.7m - 둥근 상단 모양 	
작물 상태	작물 없음	

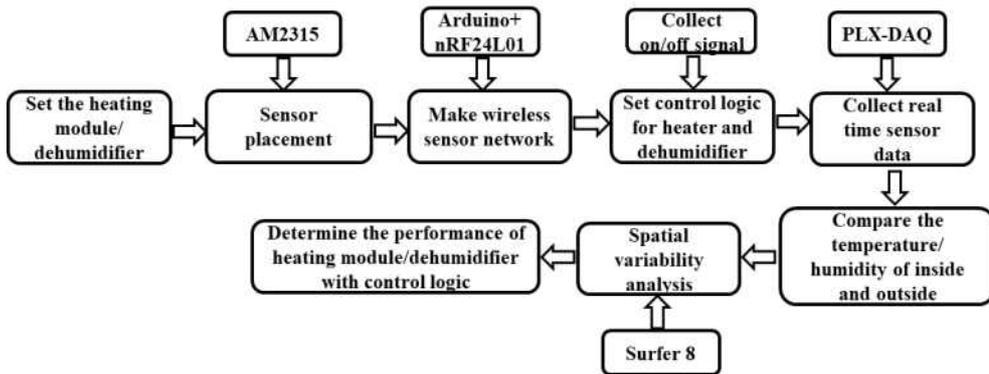
- 제습기, 난방 모듈 및 팬이 아두이노 마이크로 컨트롤러 및 릴레이 모듈과 연결됨
- 온실의 내부 온도가 10oC 이하일 경우 히터와 함께 점등하는 것으로 설정된 논리
- 이 실험에서는 난방 모듈 2를 사용함

- 내부 습도가 90%까지 올라가면 선풍기로 켜고, 70% 이하로 내려가면서 꺼짐
- 총 28개의 센서가 온실 내부에 배치되었으며, 27개의 센서가 녹색 주택의 전면, 중간, 후면에 3겹으로 배치됨
- 각각의 면에는 3겹의 층을 가진 9개의 센서가 있음
- 한개의 센서가 제습기 앞에 가열 모듈과 함께 설치함
- 외부 온도 및 습도를 파악하기 위해 10m 정도 떨어진 온실 바깥쪽에 센서를 설치함

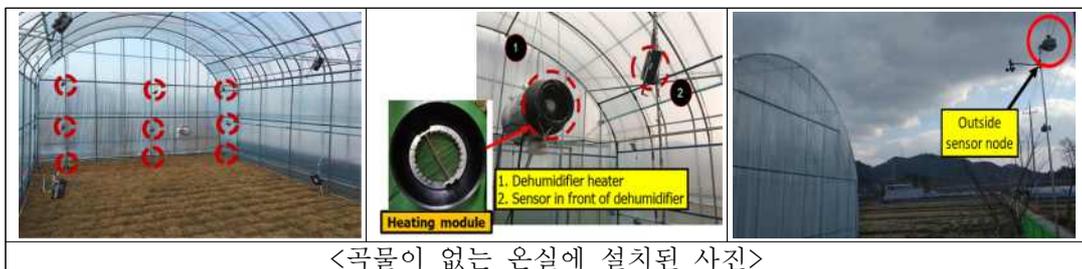


<필드(작물이 없는 온실) 실험 중 구성 요소 위치>

- 실험은 8 시간 (2.00 pm ~ 10.00 pm) 수행됨
- 실험기간 동안 온실의 내부 및 외부 온도와 습도의 변화를 평가함
- 실내 온도와 온실의 습도 변화에 대한 공간적 가변성 분석을 실시하여 서퍼 8 소프트웨어를 이용하여 그림

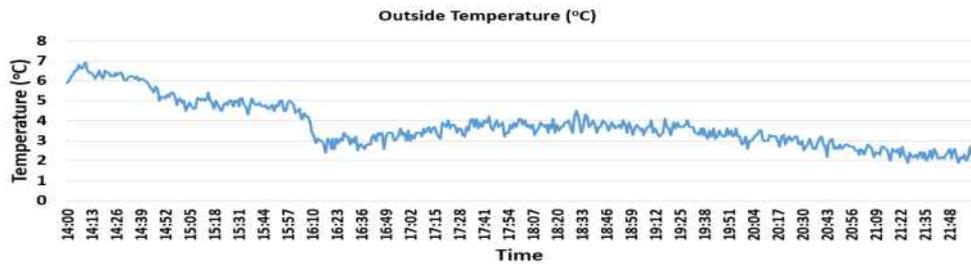
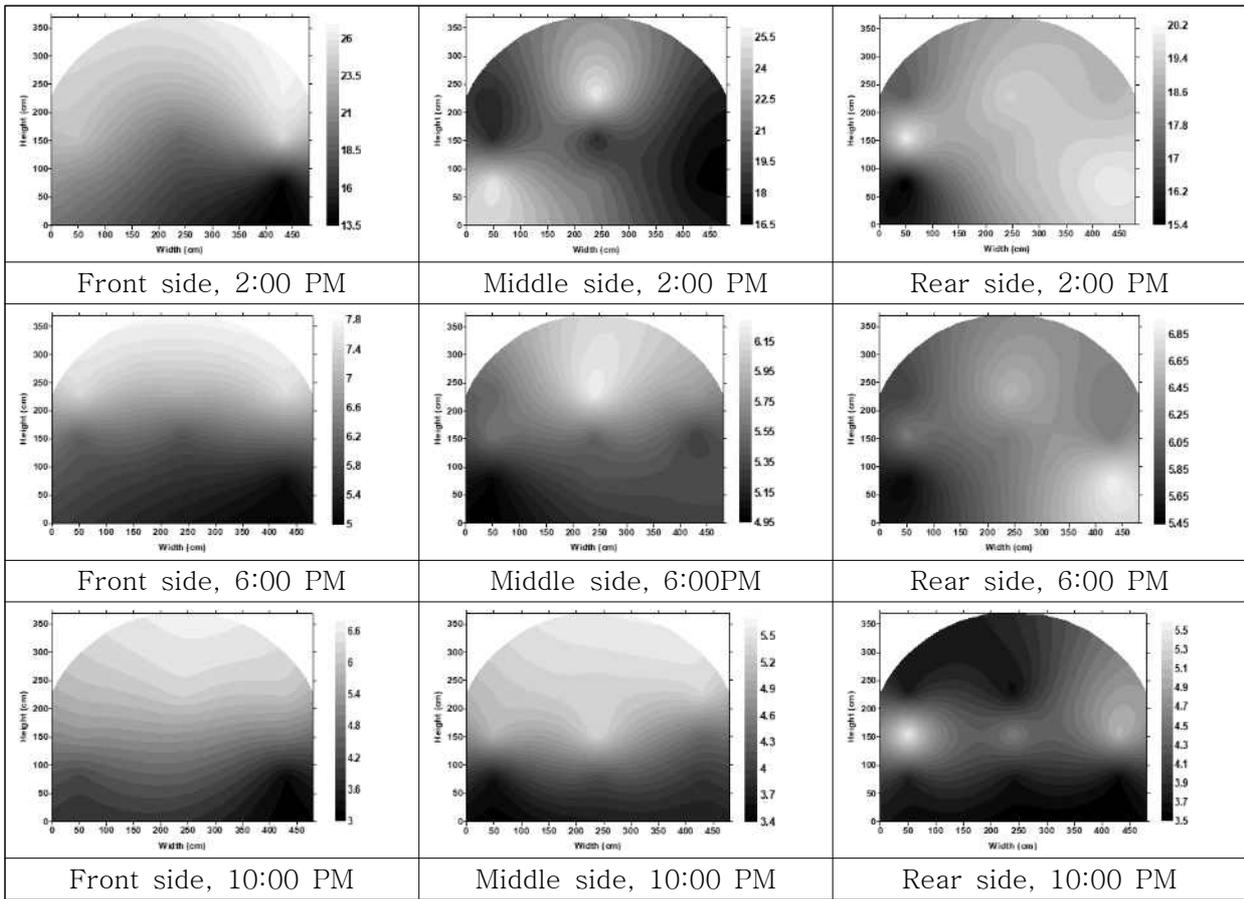


<곡물이 없는 온실의 전반적인 실험 절차>



<곡물이 없는 온실에 설치된 사진>

<플라스틱 온실 실험 (광주) 오후 2 : 00 ~ 오후 10:00 (8 시간) 동안의 온도 변화 (°C)>

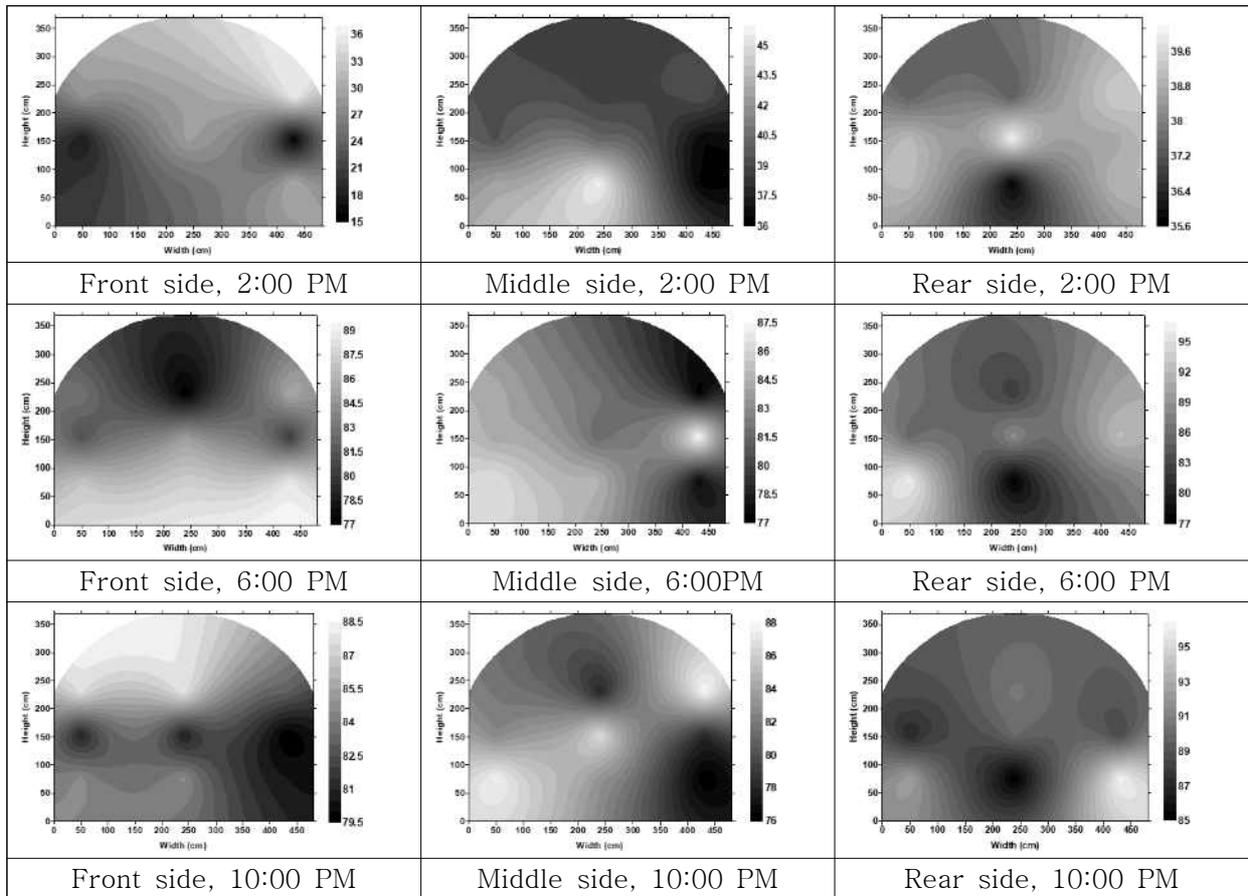


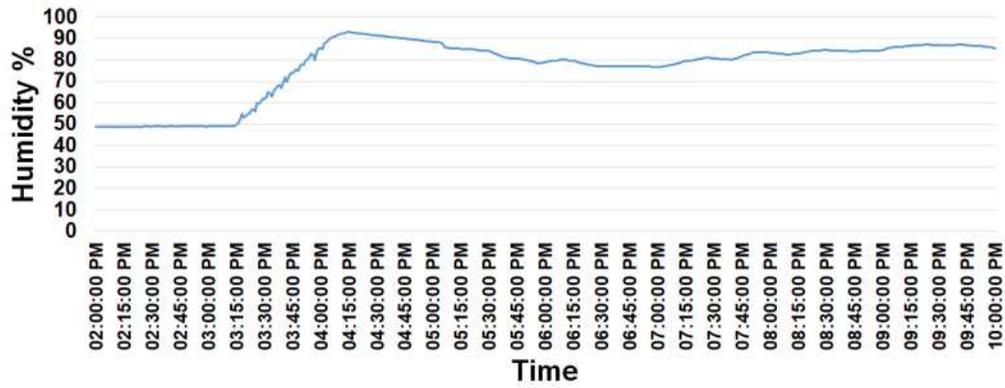
<외부 온도(°C)>

- 시작시에는 외부 온도가 5.9.0C이고, 전면, 중앙, 후면 상단 층의 내부 평균 온도는 각각 17.5.0C ,22..0C , 24.6.0C 임
- 후면 온도는 3.70C, 5.050C , 그리고 상단 중간 및 하단 층은 4.070C 임
- 중앙 평균 기온은 각각 21.15°C, 17.93°C, 20.67°C임
- 후면 온도는 18.130C, 19.430C , 18.510C.임
- 6:00 PM에 제습 모듈을 사용하여 제습기를 작동 한 후 앞면, 중간면 및 뒤쪽 상단 층의 평균 온도는 각각 . 5.560C, 6.110C 7.310C 임
- 중앙 평균 온도는 5.260C, 5.470C ,5.850C 임
- 후면 온도는 상단 및 하단 층에서 . 6.20C, 6.150C, 6.230C 임
- 외부온도가 4.10C로 기록됨
- 실험 중 시간에 따라 외부온도가 급격하게 감소하고 있음.

- 10PM이 있을 때 외부 온도는 2.3°C, 전면은 중간, 후면은 각각 3.94oC, 5.21oC, 후면은 6.1oC임
- 중앙 평균 온도는 각각 .87oC, 4.97oC ,5.3oC
- 층별로 후면의 온도는 3.7oC, 5.05oC ,4.07oC
- 제습 작동시 난방과 동시에 발생하여 습도의 변동성 (%)도 주의깊게 봐야함
- 작동 시작시 외부습도는 56.7%로 앞면, 가운데면, 후면의 상부층 내부 평균습도는 각각 40.73%, 33.09%, 31.23%임

<플라스틱 온실(광주) 실험 2:00~10:00시 상대습도 변화량(%)>





<외부 습도 (%)>

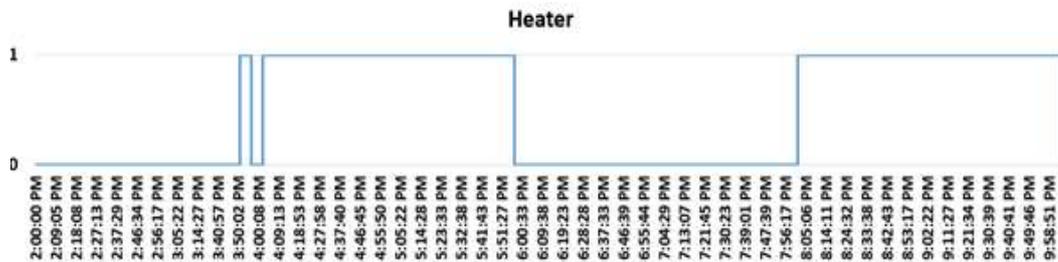
- 중간 평균 습도 41.54, 38.72%, 39.24% 임
- 후면 습도는 37.96 %, 39.29 % 및 38.08 %임
- 난방모듈로 4시간(6:00PM) 동안 제습기를 작동한 후 전면, 중간, 후면 상단 층의 평균 습도는 각각 87.6%, 82.23%, 81.88%임
- 중간 평균 습도 82.98%, 84.45%, 81.23%임
- 후면의 온도는 86.93%, 88.76%, 86.46%임
- 외부 온도가 84.7%로 기록된 경우
- 외부습도가 92.1%일 때 8시간 운전(10:00PM) 후 전면, 중간, 후면 상단층 내부 평균습도는 각각 83.23%, 80.48%, 86.16%임
- 중앙 평균 습도는 각각 82.3%, 82.47%, 82.67%임
- 후면 습도는 상단, 중간, 하단 층에서 91.24%, 88.56%, 89.57%임

나. 원격제어 성능평가

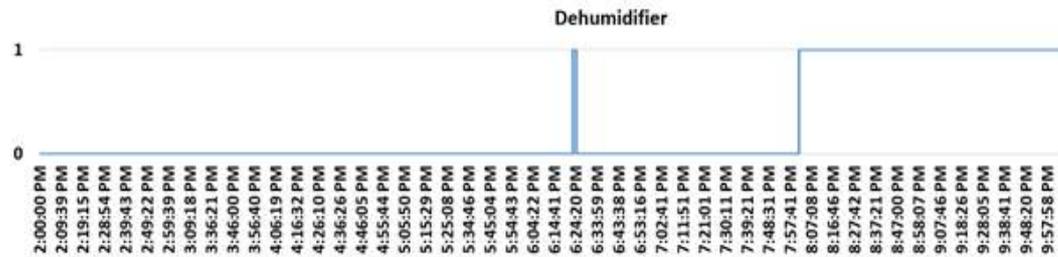
○ 제어 프로그램 데이터 분석

- 시스템에 자동으로 제어 알고리즘에 따라 프로그램을 설정함
- 온실 내 습도가 90%까지 올라가면 제습기가 작동하는 것으로 설정함
- 습도가 70% 이하로 떨어지면 다시 꺼짐
- 난방모듈의 경우 온도가 10oC 미만으로 떨어지면 난방모듈이 켜지고 다른 방법으로 꺼짐

<난방 모듈 및 제습기의 실시간 신호>



<시간을 기준으로 한 히터 온/오프 신호>

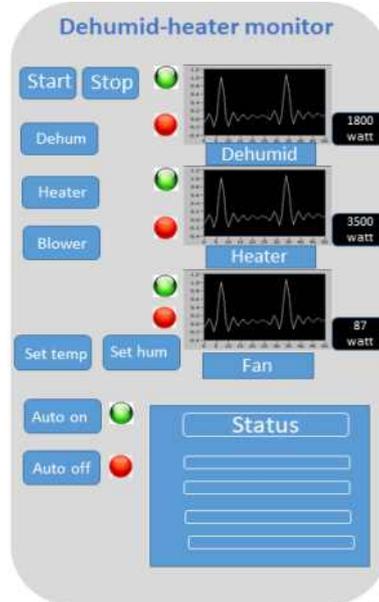


<시간에 따른 제습기 온 / 오프 신호>

- 오후 3:50:02에 온실의 온도가 0 이하로 내려가면 난방 모듈이 켜짐
- 3:56:09 PM에서 4:05:06 실험이 중단됨
- 5:57:26 PM ~ 7:59:01 PM 히터 및 제습기의 문제로 인해 꺼짐
- 그 후에는 알고리즘에 따라 히터가 계속 작동함
- 제습기는 내부 습도가 90% 이상인 오후 7시 55분 12분에 가동됨
- 제습기는 실험이 끝날 때까지 계속됨

○ 사업화를 위한 사용자 관리 매뉴얼

- 스마트폰은 그림 23과 같은 전면 패널로 원격제어로 사용함
- 시스템은 기존의 개발된 제어 시스템으로 작동됨
- 기존의 개발 시스템과 마찬가지로 10 개의 스위치가 제공됨
- 실시간 전력 소비량은 그래프에 숫자로 표시됨
- 각 구성 요소들의 OFF 또는 ON 상태에서 빨간색 또는 녹색 불빛이 각 구성 요소들의 그래프 옆에서 켜짐



<스마트폰 제어 패널>

- 구성 요소의 작동이 중단되거나 문제가 발생하면 화면의 구성 요소 전력 소비 상태에 따라 해당 정보를 제공함
- 이 장치는 수동 및 자동 제어 모드 모두 작동 가능함
- 수동으로 작동하려면 포함된 각 버튼을 스위치로 사용함
- 자동으로 작동하려면 시스템은 일정한 온도와 습도를 설정하고 자동 명령을 설정해야함

제 3 절 원격제어 모듈 및 운영 프로그램 개발(협동, (주)그린씨에스)

1. 무선 온습도 센서노드 및 난방제습기 제어 네트워크

가. 온실내 기자재 제어 임베디드 시스템

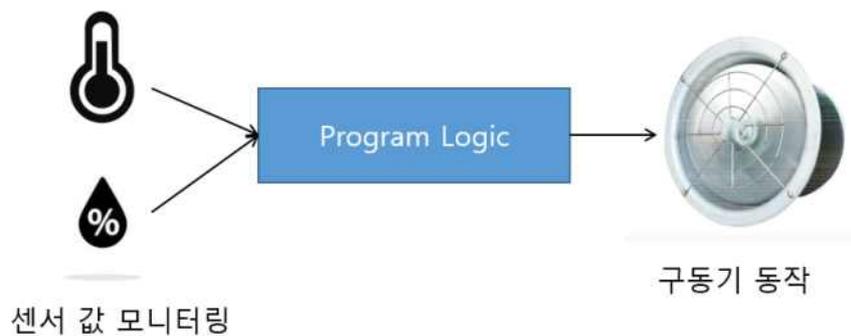
*모바일/PC를 이용한 실내온도, 습도 조절이 가능한 복합 환경제어 원격제어 프로그램 개발

○ 프로그램개발 계획

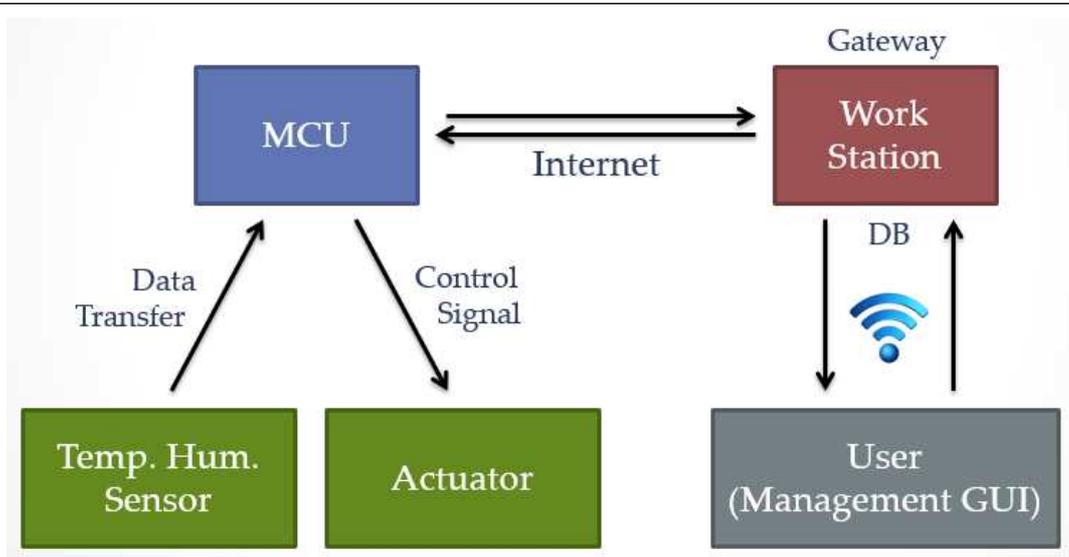


<프로그램개발 계획>

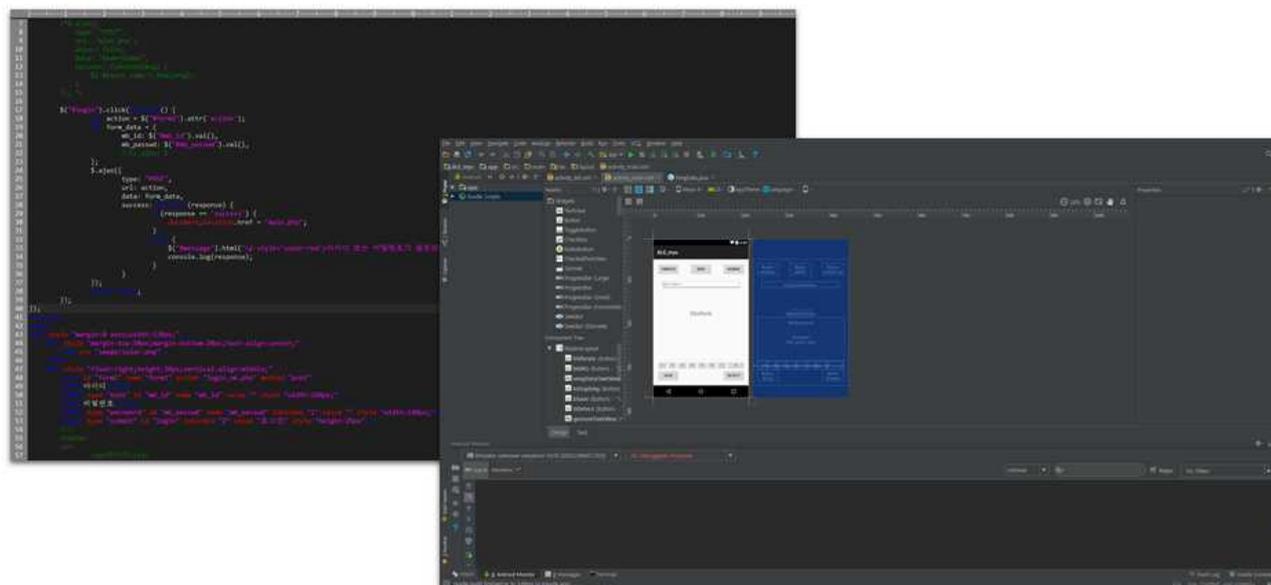
- 각종 센서값 분석을 통한 최적화된 Program Logic 설계 및 구현
- 실내온도와 실내습도값을 모니터링하여 각종작동기기 제어
- 제습을위한 환기설정기능에 실내습도에 의한 조절값 입력
- 환기설정값에 의한 천창환기 제어
- 습도조절값에 의한 제습기 제어
- 습도값에 의한 난방기 제어
- 온습도에 의한 각종 구동기 복합제어



<Program Logic 순서도>



<시스템 전체 구성도>



<프로그램 개발, UI 구성 도구>

- Android Studio 및 PHP개발툴, Mysql툴 등을 이용한 사용자 Interface 개발

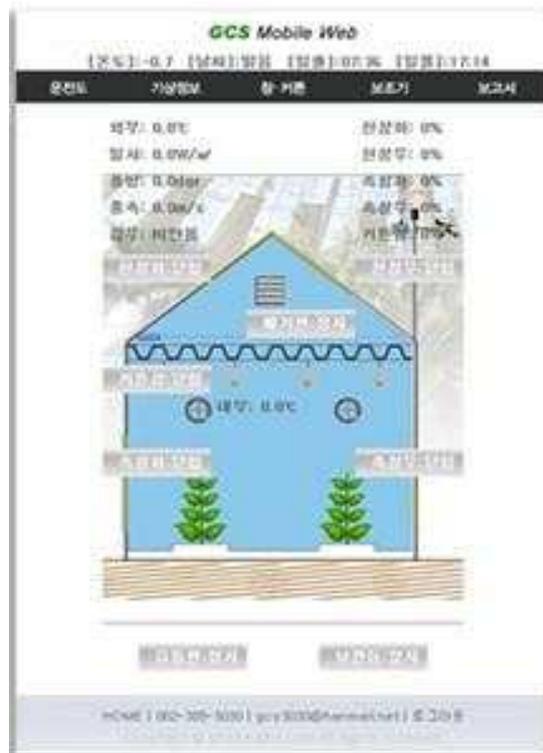
○ 모바일/PC를 이용한 실내온도, 습도 조절이 가능한 복합 환경제어 원격제어 모니터링

- 모바일용 메인화면
- 실내온도, 실내습도, 외부온도, 일사, 풍향, 풍속, 감우센서, CO2센서 모니터링
 - 일출, 일몰시간, 현재시간, 적산일사량 표시기능



<Mobile Web 모니터링 메인화면>

- 천창좌우, 차광스크린, 보광스크린, 좌측창, 우측창 열림표시 기능



<Mobile Web 센서정보 모니터링>

- 기존 복합 환경제어기에 Mobile Web을 탑재 하여 PC에서도 Web모니터링이 가능하며, 휴대폰 기종에 관계없이 Mobile 브라우저를 통한 원격에 감시 및 제어가 가능하도록 개발함.
- 온실구동기의 수동작동 기능
- 천창좌우, 수평커튼상하의 열림, 닫힘, 중지 기능
- 온실구동기의 동작상태 표시
- 구동시간별 개도율 표시, 구동상태표시

■ 온실 구동기 제어

구동기명	작동
천창_좌	열림 ● 닫힘 ● 중지 ●
천창_우	열림 ● 닫힘 ● 중지 ●
수평커튼_상	열림 ● 닫힘 ● 중지 ●
수평커튼_하	열림 ● 닫힘 ● 중지 ●

■ 온실 구동기 동작상태

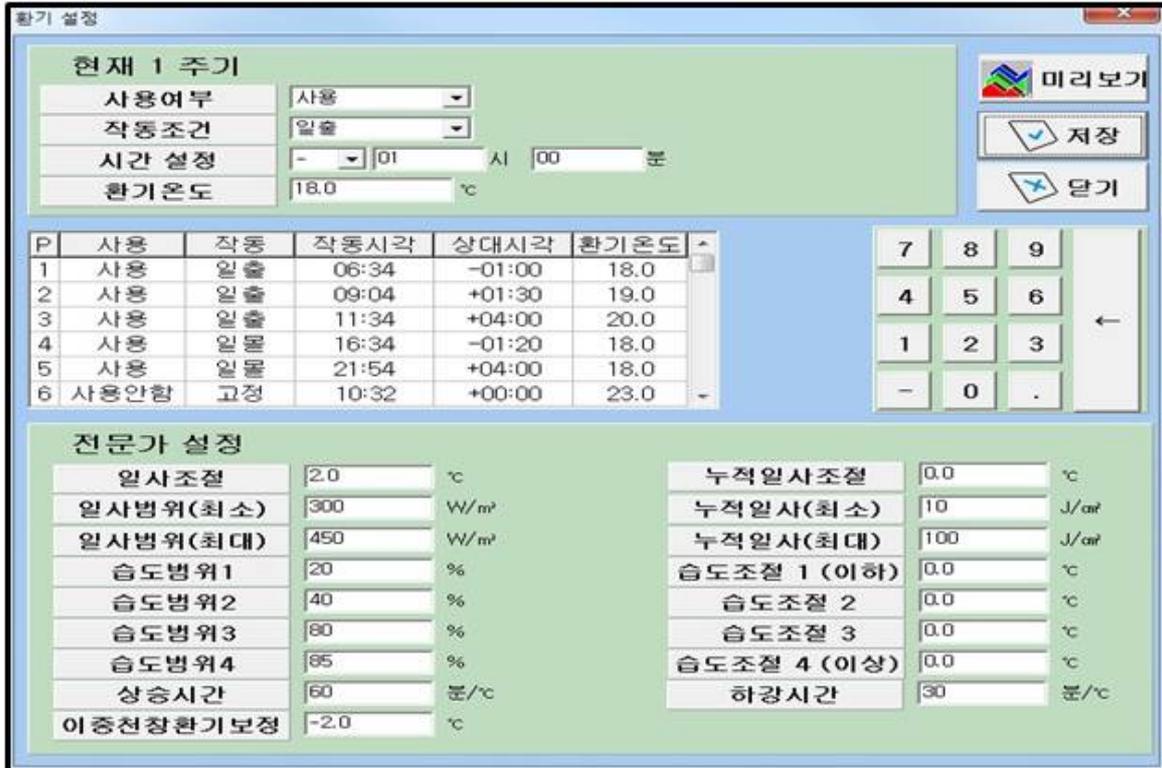
구동시간	구동기명	구동방향	남은시간	개도
2016-12-02 12:04:13	천창_좌	정지	정지	24 %
2016-12-02 12:04:14	천창_우	정지	정지	22.5 %
2016-12-02 12:04:16	수평커튼_상	정지	정지	98 %
2016-12-02 12:04:21	수평커튼_하	정지	정지	96.6667 %

<PC Web모니터링 S/W>

나. 주요 요소 성능 시험

○ 기존 환기제어 프로그램과 난방제어프로그램을 활용하여 원격제어 프로그램 개발

- 기존 환경제어 시스템의 환기제어 및 난방제어 로직을 접목하여 Web으로 세팅 할 수 있고, 제습 난방기를 제어 할 수 있도록 개발하였음.



<기존 보유중인 환기프로그램>

- 원격제어 프로그램
- 하루를 6개의 주기로 나누어서 제어
- 일출, 일몰, 고정시간으로 시작시간을 설정가능
- 기본 환기설정온도에 일사, 누적일사, 실내습도값에 의해 환기 설정온도가 조절되도록 설정
- 온실구역을 최대 8구역까지 가능하도록 설계
- 각 주기별 사용과 사용안함으로 구별함
- 난방설정 프로그램에서도 일사, 누적일사, 습도값에 의한 난방온도조절 기능이 있음
- 각 주기가 변경될 때 설정온도가 상승 또는 하강되는 시간을 조절할 수 있음

■ 온실구역 선택

온실구역 1구역

■ 환기설정

1 구역	1주기	2주기	3주기	4주기	5주기	6주기
사용여부	<input type="button" value="사용"/>					
작동조건	<input type="button" value="일출"/>	<input type="button" value="고정"/>				
작동시각	7:10	11:10	17:18	20:18	10:30	10:32
시간설정	00:00	04:00	-01:00	02:00	00:00	+00:00
환기온도	21	21	21	21	21	21
상승시간	60	60	60	60	1	1
하강시간	30	30	10	30	20	1

습도조절(1) 이하	0	0	0	0	0	0
습도범위(1)	10	70	20	20	60	60
습도조절(2)	0	0	0	0	0	0
습도범위(2)	15	71	40	40	70	70
습도조절(3)	0	0	0	0	0	0
습도범위(3)	20	72	80	80	80	80
습도조절(4) 이상	0	0	0	0	0	0
습도범위(4)	90	73	85	85	90	90

일사조절	0	0	0	0	0	0
일사범위(최소)	300	50	10	100	200	200
일사범위(최대)	500	75	60	500	2000	2000

<원격제어 환기제어 세팅 화면>

■ 온실구역 선택

온실구역 1구역

■ 난방설정

1 구역	1주기	2주기	3주기	4주기	5주기	6주기
사용여부	<input type="button" value="사용"/>	<input type="button" value="사용"/>	<input type="button" value="사용안함"/>	<input type="button" value="사용안함"/>	<input type="button" value="사용안함"/>	<input type="button" value="사용안함"/>
작동조건	<input type="button" value="일출"/>	<input type="button" value="일출"/>	<input type="button" value="일몰"/>	<input type="button" value="일몰"/>	<input type="button" value="일몰"/>	<input type="button" value="고정"/>
작동시각	05:10	09:10	17:18	22:18	18:18	23:30
시간설정	-02:00	+02:00	-01:00	+04:00	+00:00	+00:00
상승시간	60	60	60	60	20	20
하강시간	30	30	10	30	20	20

일사량 조절	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
일사량 최소	10	50	100	100	100	100
일사량 최대	20	100	1000	1000	1000	200

습도조절	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
습도최소	91.0	20.0	11.0	70.0	1.0	10.0
습도최대	93.0	70.0	50.0	80.0	10.0	50.0

난방온도	20.0	10.0	30.0	18.0	31.0	26.0
난방최저	1.0	1.0	10.0	10.0	10.0	10.0
난방최고	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0

<원격제어 난방설정 세팅 화면>

○ 기존 유동 팬 프로그램을 제습과 가습이 가능하도록 프로그램 업그레이드

- 수집된 유리온실의 온도, 습도 이력값을 모니터링하여 유기적으로 유동팬이 동작 할 수 있도록 로직 설계 및 구성

■ 온실이력조회

기간설정 2016-12-12 ~ 2016-12-12
 온실구역 1구역 | 센서선택 내부건구온도 | 조회



<유리온실 건,습구 온도이력 모니터링>

- 6개의 주기를 설정하고 각 주기별 온도와 습도에 의한 제어값을 입력함
- 제습, 가습, 가온, 감온 기능을 주기별로 입력이 가능함
- 작동시간과 정지시간을 입력하여 작동기의 과부하를 방지함

■ 온실구역 선택

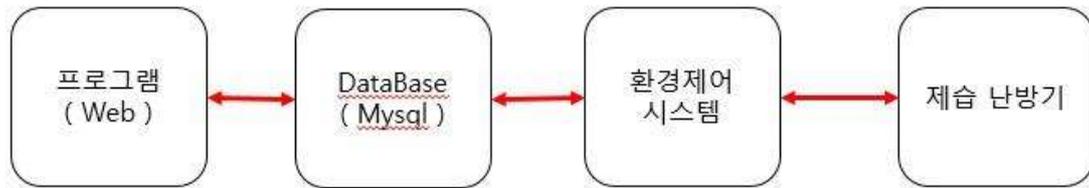
온실구역 1구역 | 조회 | 저장

■ 유동팬설정

1 구역	1주기	2주기	3주기	4주기	5주기	6주기
사용여부	사용	사용안함	사용안함	사용안함	사용안함	사용안함
작동조건	고정	고정	고정	고정	고정	고정
시작시각	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
종료시간	23:59	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
시작보정시간	+00:00	+00:00	+00:00	+00:00	+00:00	+00:00
종료보정시간	+00:00	+00:00	+00:00	+00:00	+00:00	+00:00
온도제어방식	가온	사용안함	사용안함	사용안함	사용안함	사용안함
습도제어방식	사용안함	사용안함	사용안함	사용안함	사용안함	사용안함
작동온도	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
작동습도	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
온도사역폭	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
습도사역폭	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
작동시간	1	0	0	0	0	0
정지시간	1	0	0	0	0	0

<유동팬 세팅 화면>

- 기존 환경제어 시스템의 유동팬 설정을 Web으로 설정할 수 있도록 전환하여 개발함.



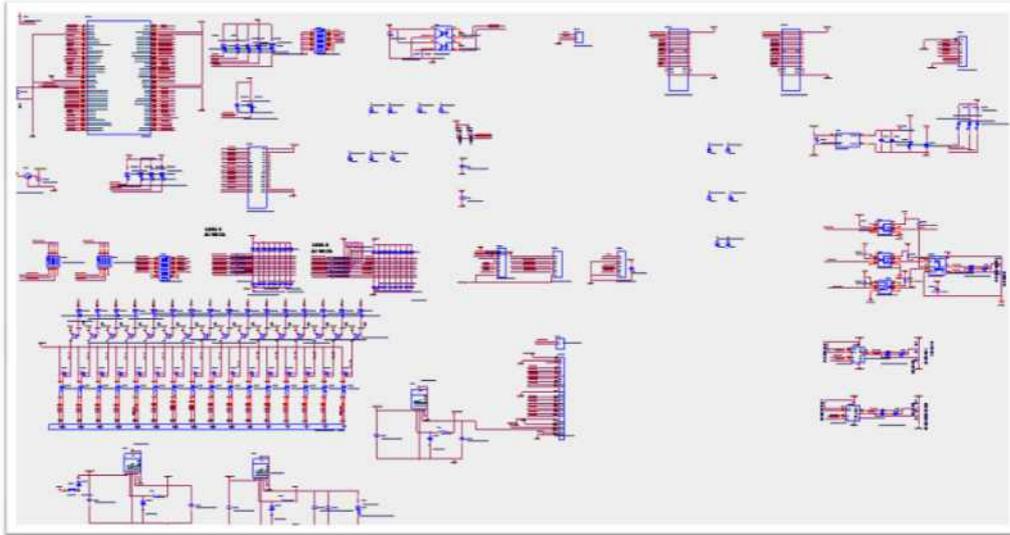
<제습난방 시스템 구성도>

- 제습 난방 시스템은 Web이나 환경제어 시스템으로 세팅이 가능하며, 실제 구동은 환경제어 시스템에 명령을 내려 제습 난방기를 상황에 따라 제어 가능할 수 있도록 개발함.

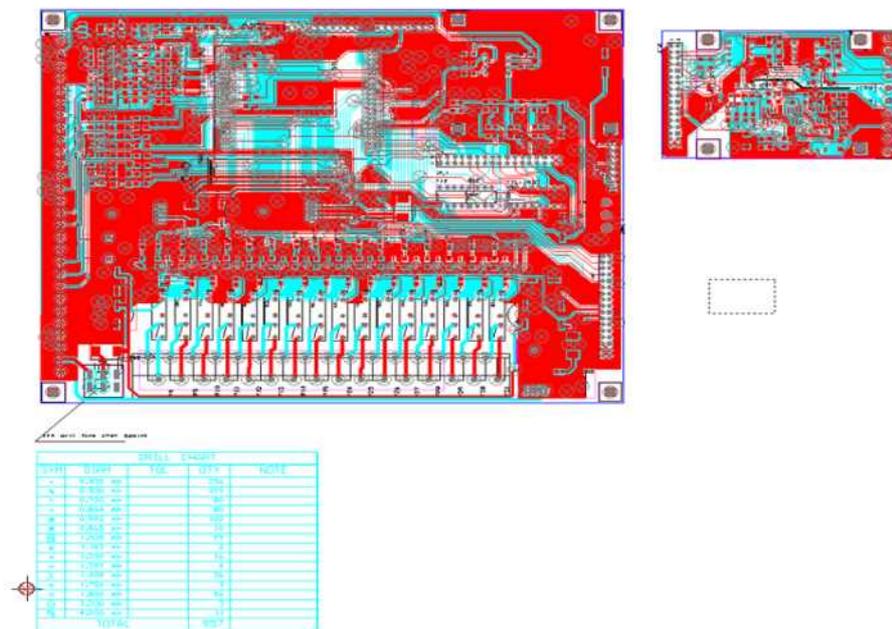
2. 원격 센서노드

가. 센서노드 및 통합관리 시스템

○ 센서 데이터를 수집할 보드 개발 및 제작



<출력보드 회로도1>



<출력보드 회로도2>

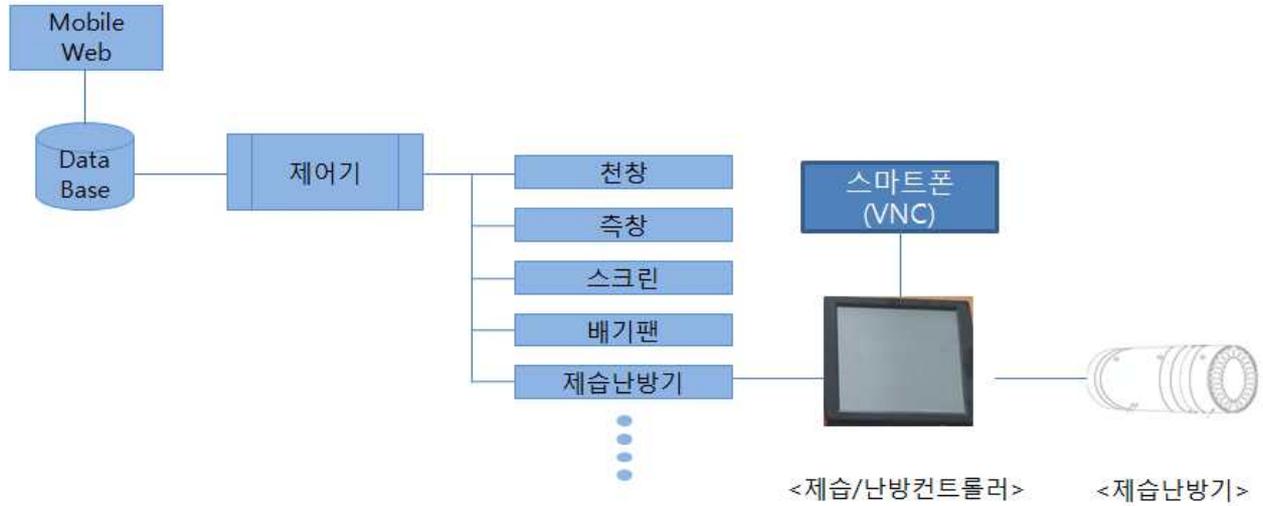


<출력보드 실물사진>

- 센싱가능한 센서종류
- 외부온도센서, 일사센서, 풍향센서, 풍속센서, 감우센서, 실내온도센서,
- 실내습도센서, CO2센서 지온센서, 함수율센서, 배지EC센서,
- 난방관 공급온도센서등
- 입력 : 32포트
- 출력 : 16포트
- 16비트 ADC 8채널
- 정확도가 향상된 RTC칩 내장 (DS3231)
- 향상된 배터리 백업성능
- 58개의 양방향 I/O포트
- 200K Byte 플래쉬 프로그램 메모리
- Data 메모리 : 110KB (Heap 55K)
- 4K byte EEPROM 메모리
- RS232 3 채널
- 통신 방식 : Modbus

○ 시스템 구성도

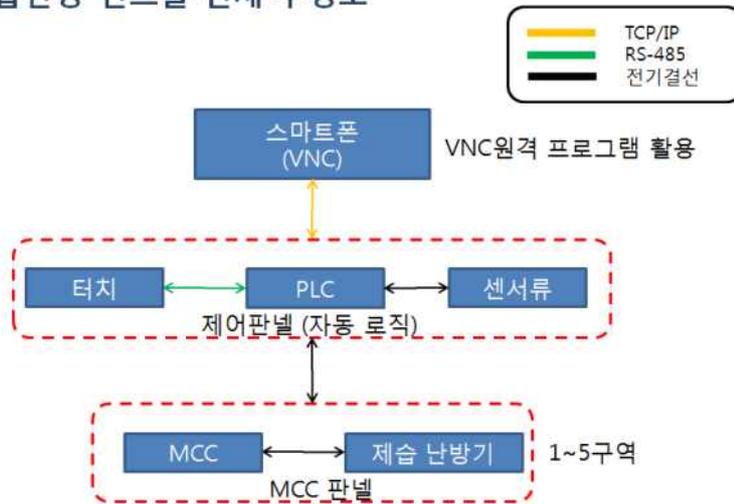
- 기존의 복합 환경 제어기에서 제습난방 컨트롤 프로그램을 보완함.
- 온실 내 제습과 난방을 위해 천창, 스크린, 냉난방 장치 병행 가능함.
- - 제습난방 컨트롤러 단독으로 VNC를 활용한 스마트폰 제어가능.
- 컨트롤 판넬 : 제습난방기의 자동 로직 및 자동 기능을 수행함.
- 터치 패널 : 원격 접속 기능(VNC)과 사용자 인터페이스를 수행함.



<복합 환경제어 시스템 구성도>

- PLC : 프로그램 자동 로직을 수행하고 MCC 판넬에 제어 신호를 주는 역할.
- MCC 판넬 : 제습난방기의 수동 기능을 수행하며, 컨트롤 판넬의 제어 신호를 받아 제습난방기를 가동 시키는 역할을 수행.

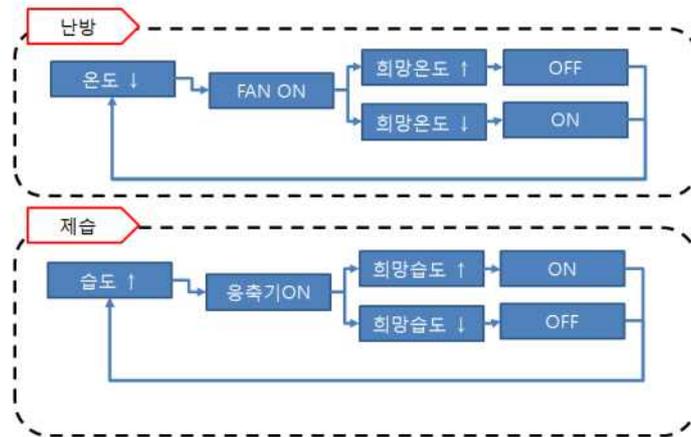
| 단독제습난방 컨트롤 전체 구성도



<제습난방 컨트롤러 제어 구성도>

- 터치패널에서 입출력이 가능하도록 구성.
- PLC 사용으로 센서 값 증감을 다양하게 적용하도록 설계함.
- MCC판넬과 여러 대의 제습 난방기를 연결가능토록 구성함.
- VNC 원격프로그램 연결로 스마트폰과 PC에서 제어 하도록 설계함.

Flow Chart



<제습난방 컨트롤러 제어 알고리즘>

- 난방과 제습을 분리하여 개별 작동과 동시 작동이 가능토록 설계함.
- 난방기 작동은 실내온도가 난방설정 온도보다 낮을 때 난방기를 가동하며, 실내온도가 난방 설정 온도보다 높을 때 난방기 가동을 중지함.
- 제습기 가동은 실내습도가 습도 설정 값보다 높을 때 제습기가 가동하며, 실내습도가 습도 설정 값 보다 낮을 때 가동을 중지함.



<제습난방 PLC 카드구성(5라인)>

- 중앙처리장치 모듈 (32비트 이상의 고속 중앙처리 장치)
- 디지털 입력 모듈
- 아날로그 입력 모듈
- 디지털 출력 모듈
- 아날로그 출력 모듈



<제습 난방 프로그램이 탑재된 복합환경제어기>

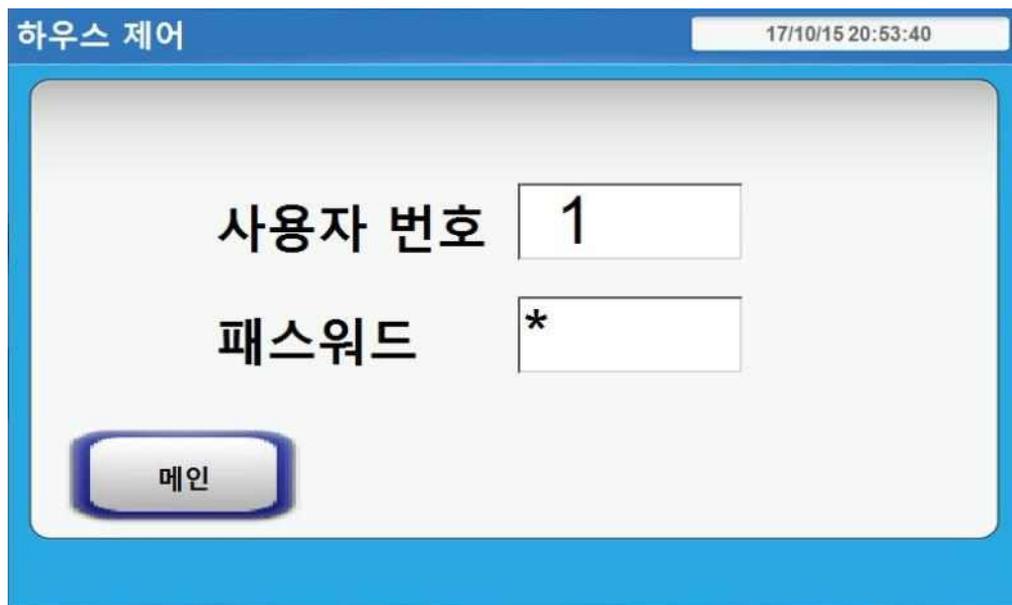
- 소형PC + PLC + 출력보드가 탑재된 제어기
- 제습기 5대를 제어할 수 있는 출력 단자대
- 난방기 5대를 제어할 수 있는 출력 단자대
- 온실내 습도 조절을 위한 유동웬 제어기능
- 구역추가가 용이하도록 출력보드 확장이 보장됨
- 구역내 센서 추가가 용이하도록 입출력 단자대 확대

나. 온실 내 비상시 대처를 위한 실시간 모니터링 시스템 구축



<온실 내 비상시 작동하는 터치 메인 화면>

*화면에서는 실내 온도1과 실내 온도2를 수집하여 제어온도를 설정하고, 제어 온도를 사용하여 온실을 제어하도록 한다.



<로그인 화면>

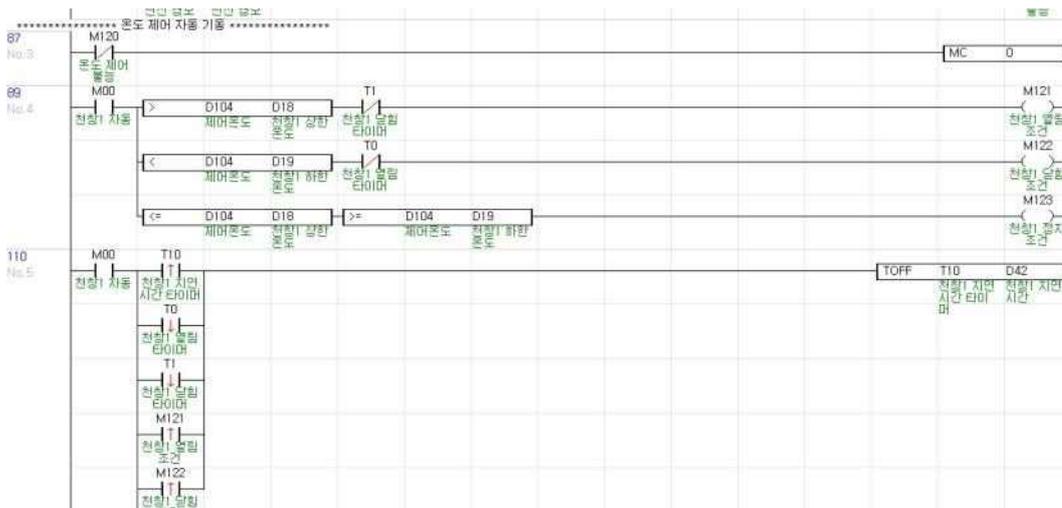
*이용자 아이디와 비밀번호 사용하여 관리자 외에는 온실의 설정치를 변화시킬 수 없도록 한다.



<천창 설정 화면>

*천창은 설정온도와 사역폭을 사용하여 실내 온도를 맞출 수 있도록 한다. 제어온도를 사용하여 설정온도에 맞출수 있도록 하며, 이 때 사역 폭은 설정온도의 + - 사이를 말한다.

*대기시간은 설정시간 만큼 기다렸다가 온도가 높을 경우 열림시간 만큼 1 Step 작동하고 온도가 낮을 경우엔 닫힘 시간만큼 1 Step 작동한다.



<천창 프로그램 로직 화면>

제어온도 0.0 내부온도1 0.0 내부온도2 0.0

	설정온도	사역폭	대기시간(초)	열림시간(초)	닫힘시간(초)
측창상 수동	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
측창하 수동	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

MAIN

천창 설정

측창 설정

커튼 설정

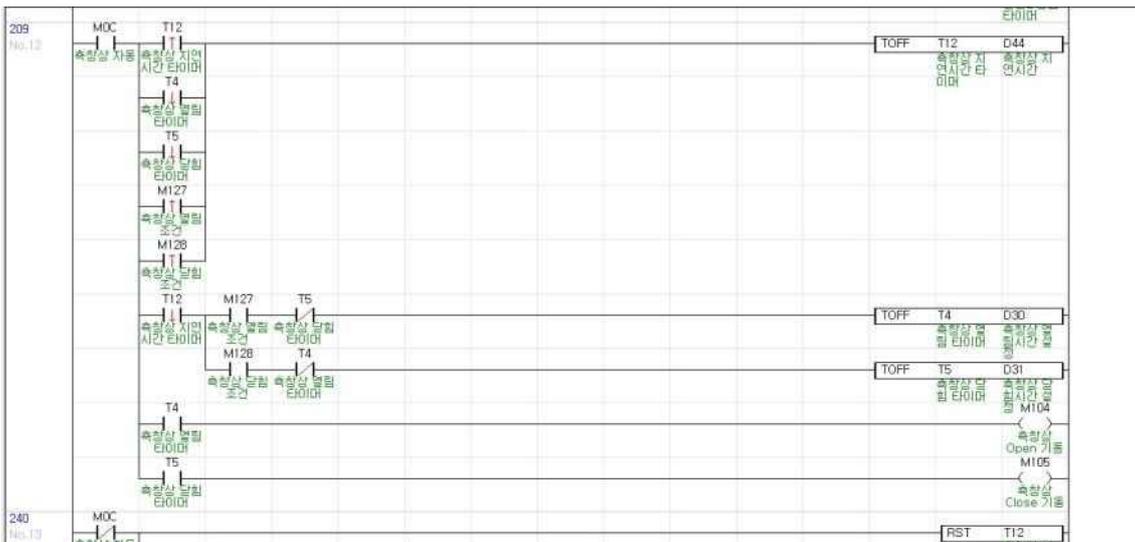
히터 설정

경보조회



<측창 설정 화면>

*측창 설정도 천창 설정과 제어 조건은 같다.



<측창 프로그램 로직 화면>

제어온도 0.0 내부온도1 0.0 내부온도2 0.0

커튼 수동	시	분
PLC	0	0
커튼열림시간	0	0
커튼닫힘시간	0	0

MAIN 천창 설정 축창 설정 커튼 설정 히터 설정 경보조회 ←

<커튼 설정 화면>

*커튼은 시간에 따라 제어 된다. 현재 시간이 커튼 열림 시간 보다 크면 (현재 시간 > 열림 시간), 커튼은 열리며, 현재 시간이 커튼 닫힘 시간 보다 작으면 (현재 시간 < 닫힘 시간) 커튼은 모두 닫힌다.



<커튼 프로그램 로직 화면>

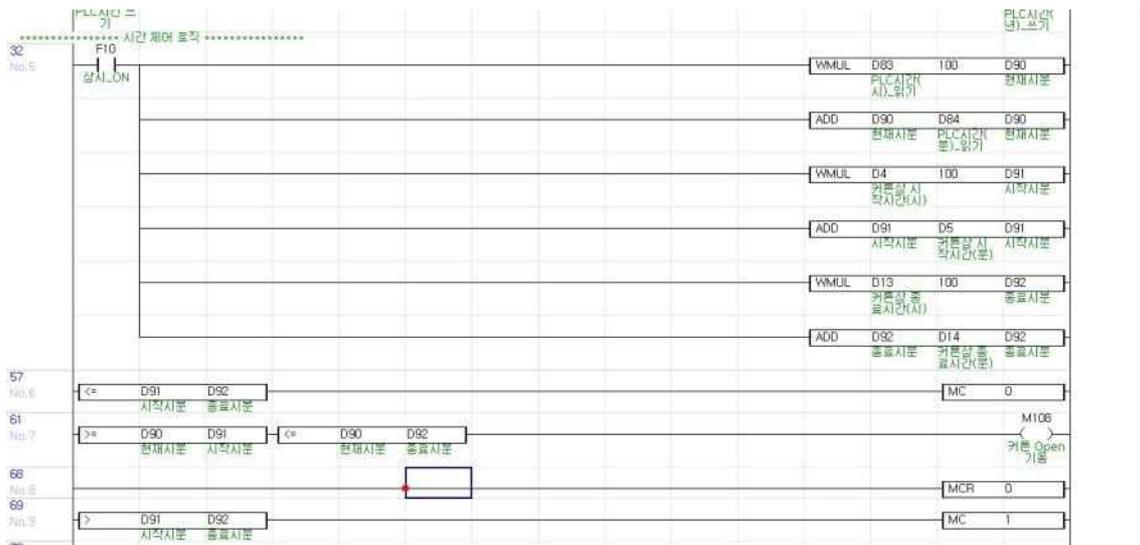
제어온도 0.0 내부온도1 0.0 내부온도2 0.0

	설정온도	사역폭
히터1 수동	0.0	0.0
히터2 수동	0.0	0.0
히터3 수동	0.0	0.0

MAIN 천창 설정 측창 설정 커튼 설정 히터 설정 경보조회 ←

<히터 설정 화면>

*히터는 제어 온도를 기준으로 설정 온도에 따라 제어 된다. 히터는 최대 3대까지 제어 되며, 설정에 온도에 맞추어 동작이 된다. 이 때 사역 폭 또한 설정 온도의 +- 오차 값을 설정 한다.



<히터 프로그램 로직 화면>

다. 현장 적용 및 보완

○ PC와 제어보드를 이용한 환경제어 프로그램



<통합화면>

*전체적인 환경제어기의 통합상태를 확인 및 제어 합니다.



<제어 및 기상설정 화면>

*환경제어기의 제어 설정 및 기상설정을 합니다.



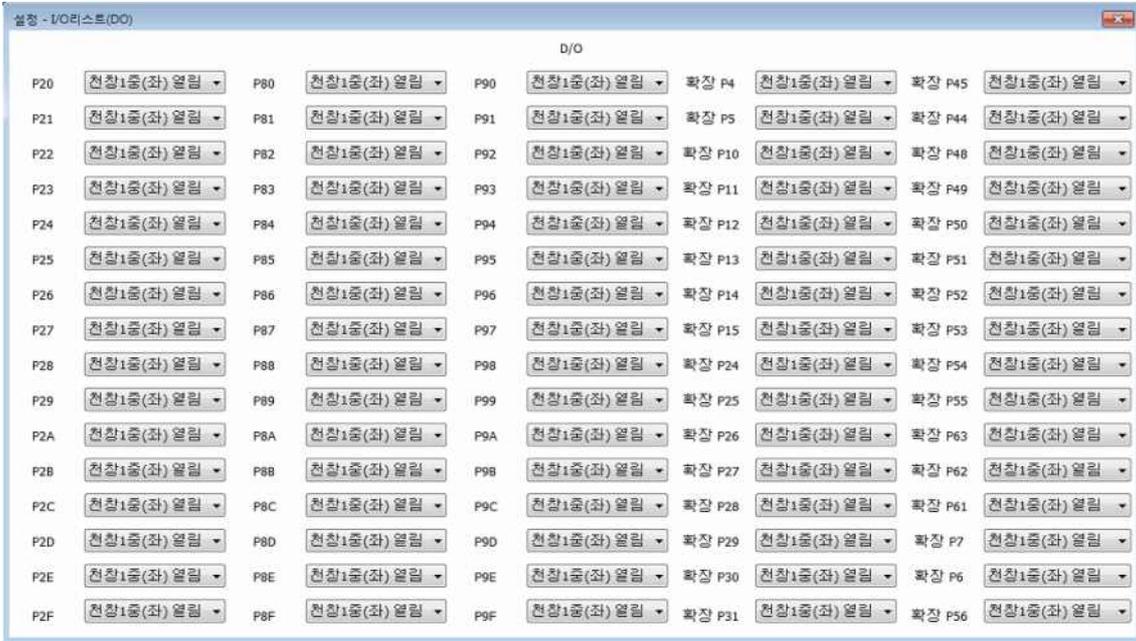
<여닫는 시간설정 화면>

*환경제어기의 창, 커튼, 밸브 등의 열고 닫는 시간을 설정합니다. 기본적으로 한번만 설정되고 설정된 값으로 작동합니다.



<기기교정 설정 화면>

*기기의 센서값을 교정해주는 설정화면입니다.



<IO리스트(DO) 설정 화면>

*순번대로 연결된 장비를 연결하여 디지털값 제어에 사용합니다.



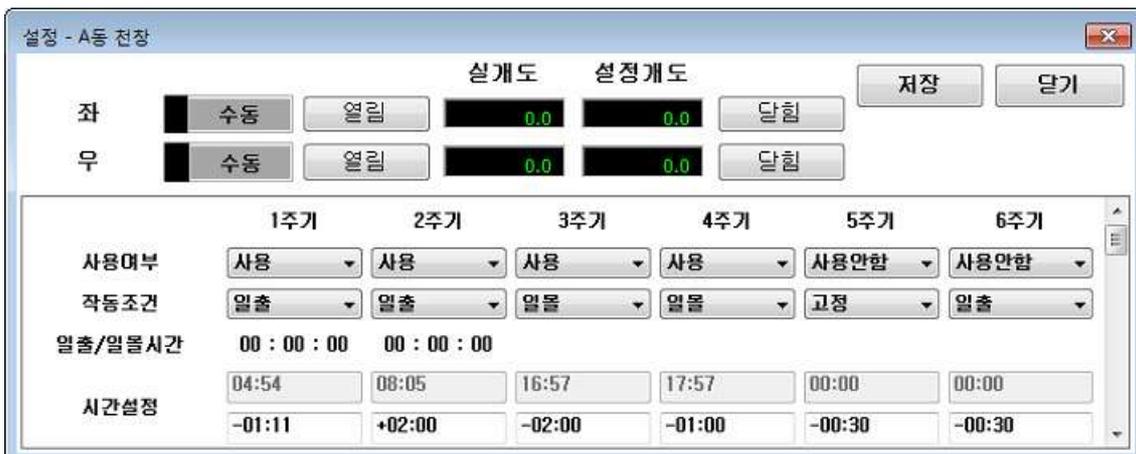
<IO리스트(AD) 설정 화면>

*순번대로 연결된 장비를 연결하여 아날로그 값 제어에 사용합니다.



<화면 타이틀 설정 화면>

*창, 커튼 화면타이틀을 사용자가 직접 수정하여 사용자 요구사항과 현장사항에 맞추어 사용할수 있도록 하였습니다.



<천창 설정, 제어 화면>

*유리온실의 천창을 제어하고 설정할 수 있는 메뉴입니다.

설정 - 환기 1

저장 닫기

	1주기	2주기	3주기	4주기	5주기	6주기
사용여부	사용	사용	사용	사용	사용안함	사용안함
작동조건	일출	일출	일출	일몰	일몰	일몰
일출/일몰시간	00 : 00 : 00					
시간설정	05:00	09:00	00:05	20:05	19:48	19:48
	-01:00	+03:00	+05:00	+01:00	+02:00	+03:00
환기선택	환기1	환기1	환기1	환기1	환기3	환기5
유도선택	유도1	유도1	유도1	유도1	유도3	유도5

<환기 설정 화면>

*유리온실의 환기를 설정할 수 있는 메뉴입니다.

설정 - 커튼상

저장 닫기

수동
 열림

	1주기	2주기	3주기	4주기	5주기	6주기
사용여부	선택2	선택2	선택1	선택1	사용안함	사용안함
작동조건	일출	고정	일몰	고정	일몰	일출
일출/일몰시간	00 : 00 : 00					
시간설정	06:25	16:10	16:15	18:55	20:44	21:15
	+01:00	+00:00	-01:00	+03:55	+03:00	+05:00
환기선택	환기5	환기1	환기1	환기1	환기1	환기5

<커튼 설정, 제어 화면>

*유리온실의 환기(커튼)을 제어하고 설정 할 수 있는 메뉴입니다.

설정 - 본부

구역선택: 1번 구역 현재 1 주기

사용여부: 사용

작동조건: 일출

시간설정: + 03 시 00 분

종료시간: + 04 시 00 분

작동온도: 20.0 °C

작동습도: 85.0 %

저장

닫기

P	사용여부	작동조건	시작시간	종료시간	시작상대시간	종료상대시간	작동온도	작동습도
1	사용	일출	08:20	09:20	+03:00	+04:00	20.0	85.0
2	사용안함	고정	02:05	03:00	+00:00	+00:00	20.0	80.0
3	사용안함	고정	03:05	04:00	+00:00	+00:00	20.0	80.0
4	사용안함	고정	04:05	05:00	+00:00	+00:00	20.0	80.0
5	사용안함	고정	05:05	06:00	+00:00	+00:00	20.0	80.0
6	사용	일출	06:31	07:31	+01:10	+02:10	20.0	80.0

전문가 설정

온도범위: 1.0 °C 습도범위: 10.0 %

작동시간: 1 분 정지시간: 1 분

00:00:00 00:00:00

<보조기기 설정 화면>

*유리온실의 보조기기를 제어하고 설정할 수 있는 메뉴입니다.

설정 - 보일러

구역선택: 1번 구역 현재 1 주기

사용여부: 사용

작동조건: 일출

시간: - 01 시 00 분

난방수온도: 25.0 °C

온도차역폭: 0.5 °C

산점수온도: 10.0 °C

00:00:00 00:00:00

주기	사용여부	작동조건	작동시간	상대시간	최저온도1	최고온도1	최저온도2	최고온도2	난방수온도
1	사용	일출	04:25	-01:00	2	-40.0	0.0	40.0	25.0
2	사용	일출	20:51	+01:00	10.0	30.0	10.0	40.0	30.0
3	사용안함	고정	01:00	+00:00	-50.0	80.0	-50.0	80.0	22.0
4	사용안함	고정	02:00	+00:00	-50.0	50.0	-50.0	50.0	40.0
5	사용안함	고정	03:00	+00:00	10.0	70.0	10.0	80.0	35.0
6	사용안함	고정	04:00	+00:00	10.0	80.0	10.0	80.0	32.0

산점온도 설정

일사열량: -10.0 °C 습도열량: 0.0 °C

일사최소: 100.0 W/m² 습도최소: 20.0 %

일사최대: 600.0 W/m² 습도최대: 49.0 %

상승시간: 2 분/°C 하강시간: 1 분/°C

3 WAY 설정

최저온도(1): 2 °C

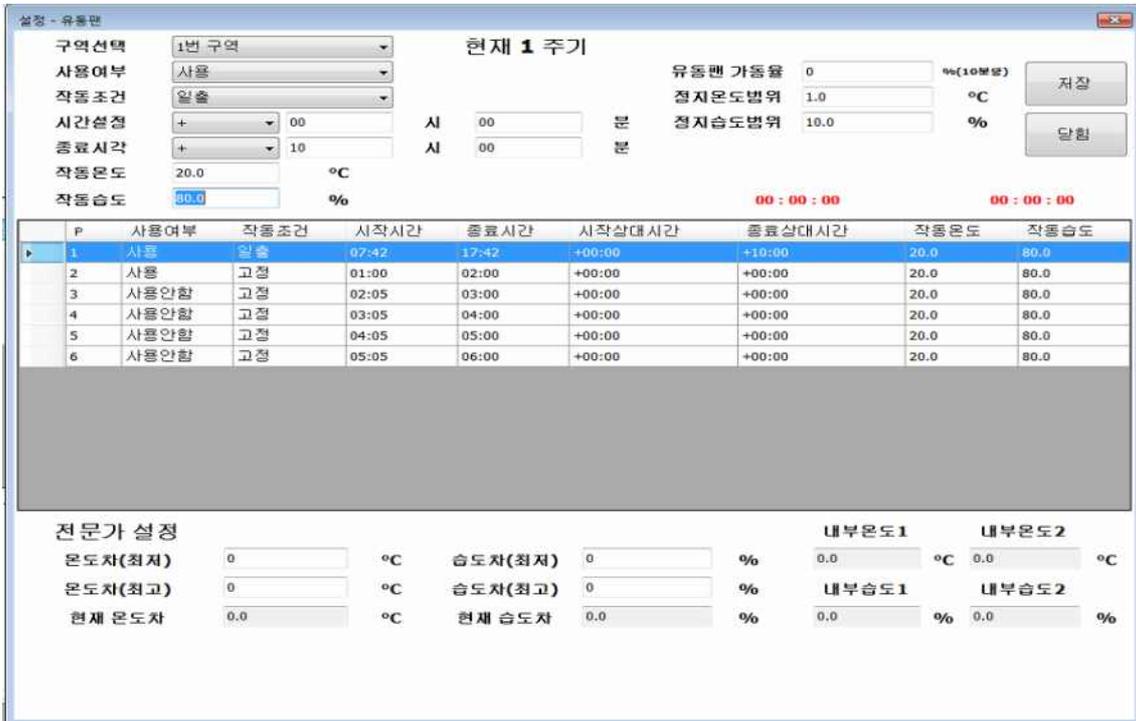
최고온도(1): 40.0 °C

최저온도(2): 0.0 °C

최고온도(2): 40.0 °C

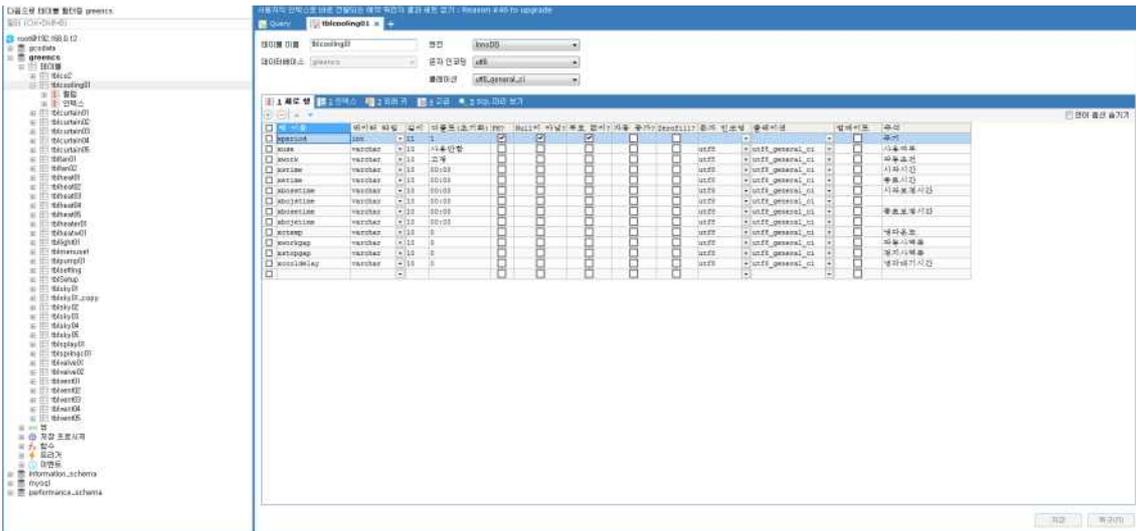
<냉/난방기 설정 화면>

*유리온실의 냉난방기를 제어하고 설정할 수 있는 메뉴입니다.



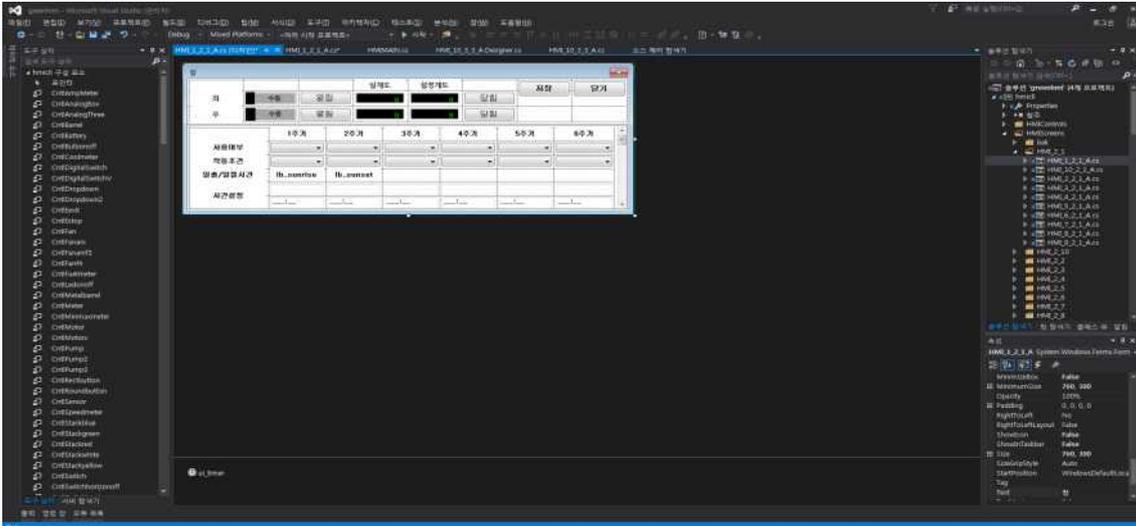
<팬 설정 화면>

유리온실의 팬을 제어하고 설정할 수 있는 메뉴입니다.



<PC용 제어프로그램 사용을 위한 DB 구조 설계>

최선의 인덱스값 설정으로 DB환경 속도, 구조, 용량에 최적화하여 설계하였습니다.



<PC용 제어프로그램 사용을 위한 프로그램 설계>

*프로그램 로직 최적화 및 메뉴의 재활용성, 사용자 편의성 중심으로 프로그램을 설계 하였습니다.

○ 본 연구의 온실 내 각종 작동 기기들을 원격제어하기 위한 모듈개발과 그에 따른 운영 프로그램을 개발을 해야 하는 목적은

첫째는 센서 데이터를 수집할 수 있는 보드를 개발·제작하는 것에 있고,

둘째는 기존의 온실용 복합 환경제어 시스템과 연계하여 온실 전체에 온도, 습도 조절과 동시에 작물의 최적 생육 환경 조성에 영향이 큰 제습난방 시스템을 효과적으로 활용하고 원격지에서도 온습도 조절이 가능하게 하는 것에 있다.

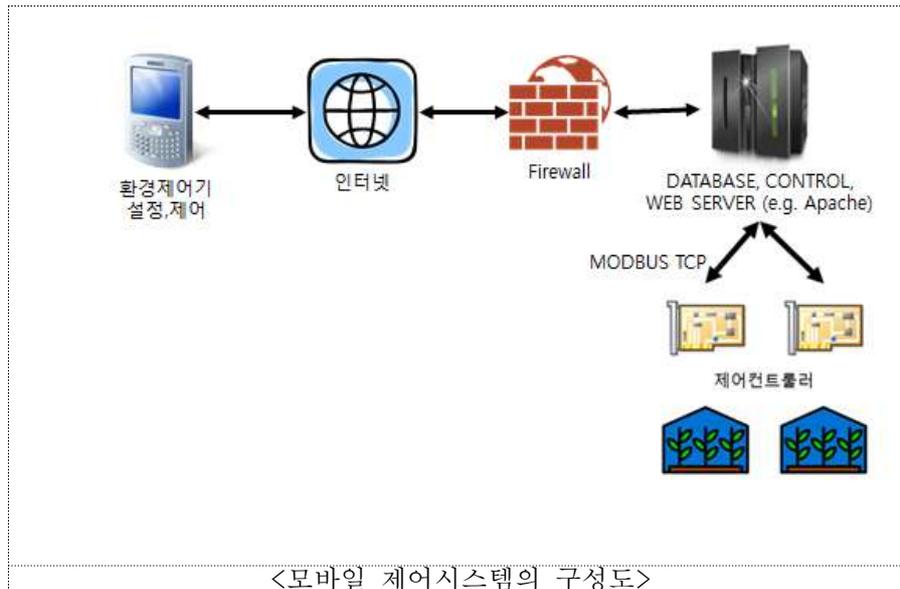
상기의 목적을 달성하기 위해서는 단독 제습 난방 컨트롤러와 프로그램을 개발하고, 그 개발된 시스템을 복합 환경제어 시스템과 연동을 해야 한다.

그러므로 각 모듈과의 통신 방법인 유무선 RS232/485 또는 TCP 통신 기능을 갖추고 모든 프로토콜은 MODBUS 방식을 사용하여 다양한 기기 간에 호환성을 확보함으로써 보다 정밀하고 효과적인 방법으로 온실 내 제습 난방제어가 이루어 질 것으로 사료 된다.

3. 원격 센서노드 및 기자재 관리 스마트폰 어플리케이션

가. ICT기반 원격제어 스마트폰 어플리케이션

○ 모바일제어시스템의 구성도



- 온실의 컨트롤러의 센서값을 CONTROL SERVER로 전송하고 전송된 데이터를 이용하여 DATABASE에 저장된 설정된 세팅값에 따라 제어한다.
- CONTROL SERVER에 구축된 Apache웹서버, PHP개발 Language을 활용하여 사용자의 모바일 UI환경을 개발 한다.
- 개발된 제어시스템은 방화벽과 인터넷을 통하여 사용자의 모바일기기에서 확인하도록 한다.

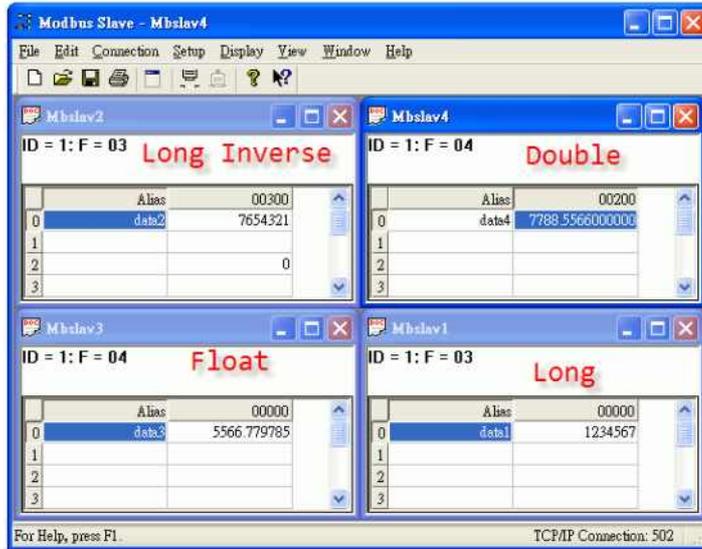
○ PHP를 활용한 MODBUS 통신

```

<code>
</code>

```

<PHP 소스>



```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

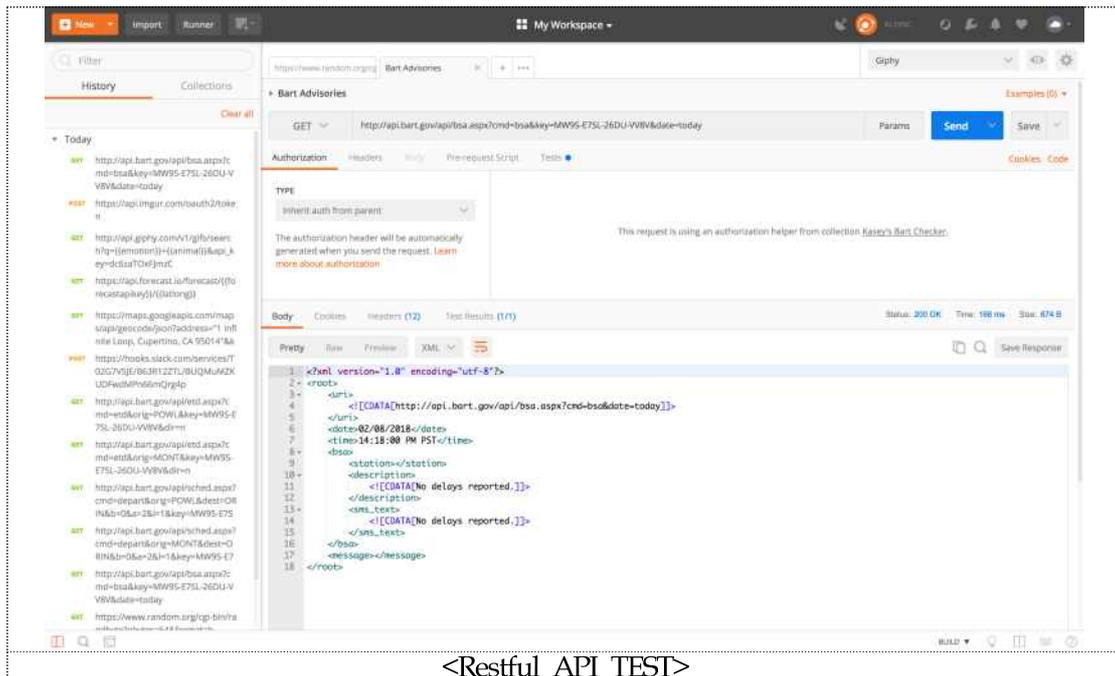
D:\php5.3.6>php modbus-test.php
holding register address 0-1: 1234567      Long
holding register address 300-301: 7654321    Long Inverse
input register address 0-1: 5566.779785     Float
input register address 200-203: 7788.556600 Double

D:\php5.3.6>
  
```

<PHP Language를 활용한 MODBUS 통신>

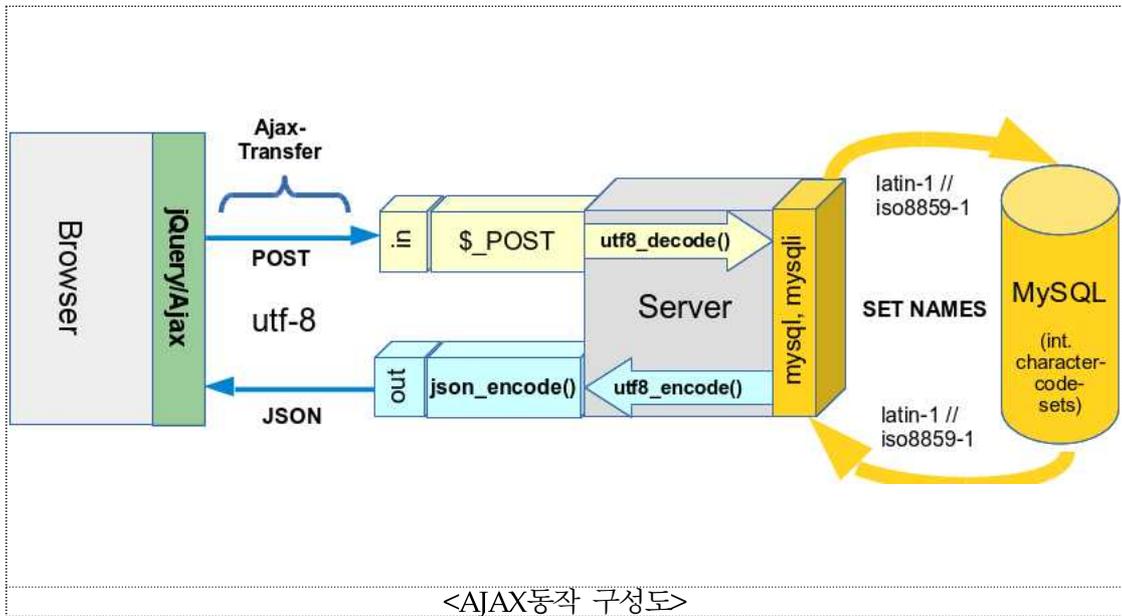
- 별도 미들웨어를 만들어서 DB Pooling 하지 않고 PHP Language를 활용한 MODBUS 통신을 한다.
- 미들웨어와 DB를 활용한 통신방법보다 빠른 통신반응속도를 보여준다.

○ Restful API 웹서비스 구성/설계 및 AJAX설계



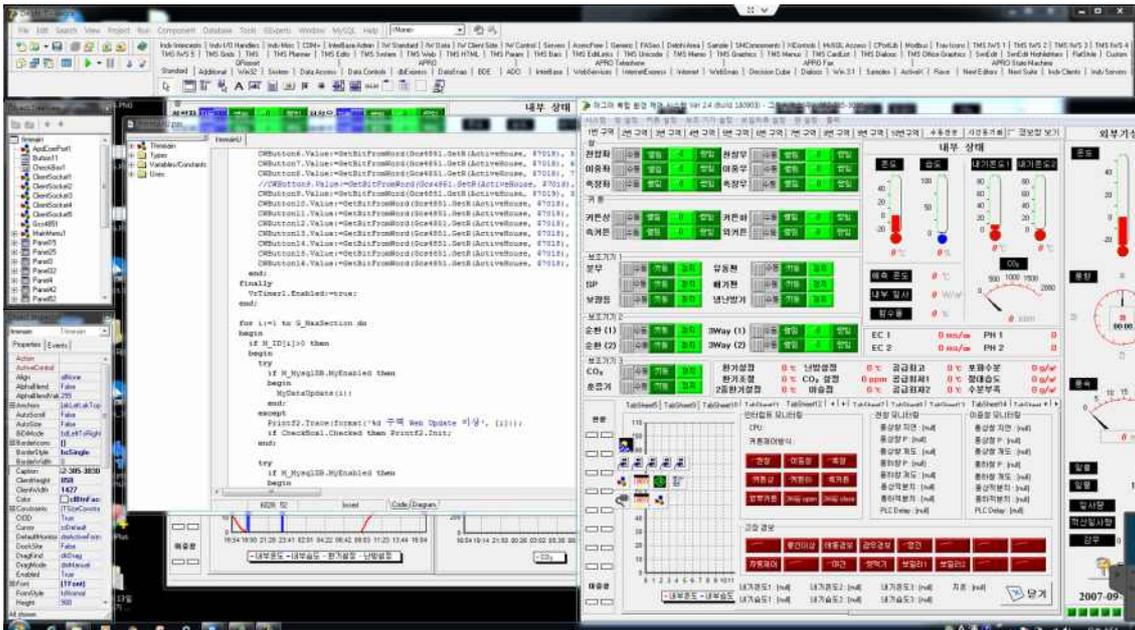
<Restful API TEST>

- Restful API로 제어기의 기능을 모듈화시켜 분리하여 사용한다.

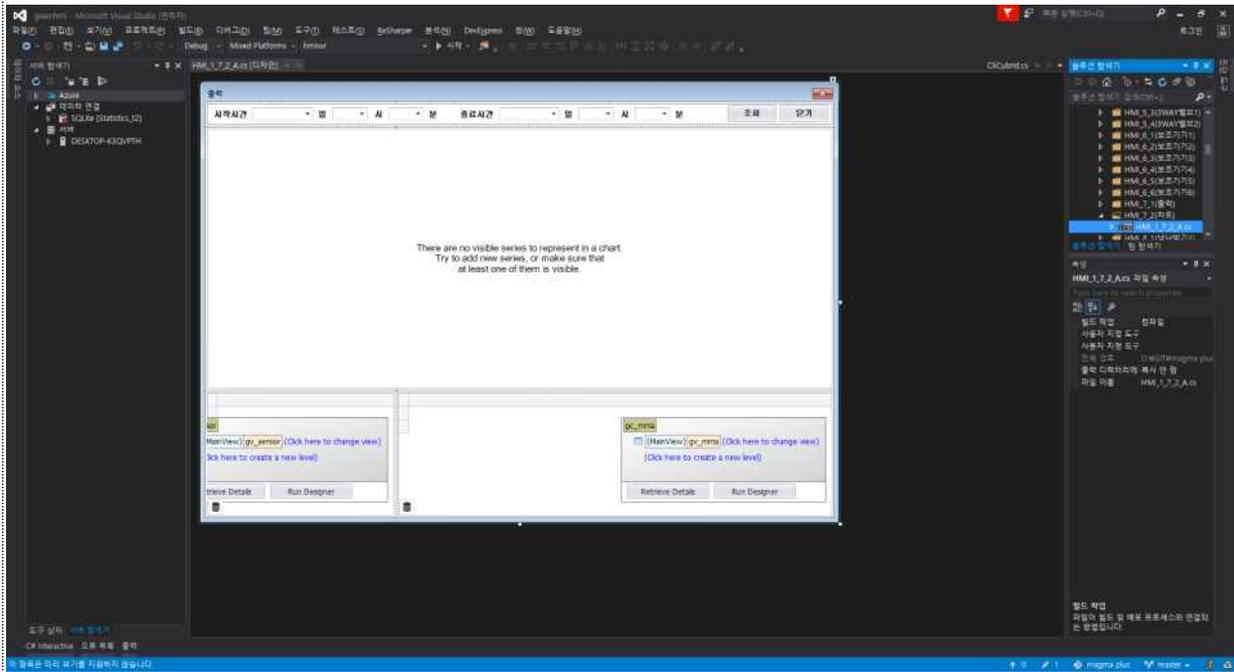


- Ajax(Asynchronous JavaScript and XML, 에이잭스)는 비동기적인 웹 애플리케이션의 제작을 위한 기법으로써 웹페이지 요청 시 브라우저에서 화면 깜빡임이 없도록 한다. 환경제어/냉난방기 모바일 웹 제어 화면에 적용.

○ 제습난방기 제어를 위한 제어 프로그램 개발



<환경제어 프로그램 모듈 추가/수정작업>



<환경 제어 프로그램 모듈 추가/수정작업>

- 환경제어기 제습난방기 모듈 추가 수정작업.

○ 제습난방기 제어 및 센서 값 모니터링용 DB 설계

table_name	bitdata1			
remark	MMI-상태정보(장비1번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	
SectionCode	varchar	varchar(25)	MUL	구역코드
ymd	date	date	MUL	등록일자
Xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간
xcontent	varchar	varchar(255)		디지털IO및설명
xvalue	varchar	varchar(255)		디지털상태(ON/OFF)
SY	enum	enum('N','Y')		알람정보
SMS	enum	enum('N','Y')		SMS성공여부

table_name	mmi1			
remark	MMI-누적정보(장비1번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	기기코드(ID)
SectionCode	int	int(11)	MUL	구역코드
ymd	date	date	MUL	등록일자
Xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간
IN00	decimal	decimal(11,1)		제어온도

IN01	decimal	decimal(11,1)		내부온도1
IN02	decimal	decimal(11,1)		내부온도2
IN03	decimal	decimal(11,1)		내부온도3
IN04	decimal	decimal(11,1)		제어습도
IN05	decimal	decimal(11,1)		내부습도1
IN06	decimal	decimal(11,1)		내부습도2
IN07	decimal	decimal(11,1)		내부습도3
IN08	decimal	decimal(11,1)		지온
IN09	decimal	decimal(11,1)		지습
IN10	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way1)
IN11	decimal	decimal(11,1)		이슬점
IN12	decimal	decimal(11,1)		CO2농도
IN13	decimal	decimal(11,1)		외부온도
IN14	decimal	decimal(11,1)		풍향
IN15	decimal	decimal(11,1)		풍속
IN16	decimal	decimal(11,1)		일사량
IN17	decimal	decimal(11,1)		누적일사량
IN18	decimal	decimal(11,1)		감우
IN19	decimal	decimal(11,1)		제어환기온도
IN20	decimal	decimal(11,1)		제어난방온도
IN21	decimal	decimal(11,1)		상대습도(포화수분)
IN22	decimal	decimal(11,1)		절대습도
IN23	decimal	decimal(11,1)		수분부족분
IN24	decimal	decimal(11,1)		이중창환기온도
IN25	decimal	decimal(11,1)		CO2설정값
IN26	decimal	decimal(11,1)		환기조절
IN27	decimal	decimal(11,1)		난방조절
IN28	decimal	decimal(11,1)		천창좌개도
IN29	decimal	decimal(11,1)		천창우개도
IN30	decimal	decimal(11,1)		이중창좌개도
IN31	decimal	decimal(11,1)		이중창우개도
IN32	decimal	decimal(11,1)		측창좌개도
IN33	decimal	decimal(11,1)		측창우개도
IN34	decimal	decimal(11,1)		커튼상개도
IN35	decimal	decimal(11,1)		커튼하개도
IN36	decimal	decimal(11,1)		측커튼개도
IN37	decimal	decimal(11,1)		외부커튼개도
IN38	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브1개도
IN39	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브2개도
IN40	decimal	decimal(11,1)		천창자동
IN41	decimal	decimal(11,1)		이중창자동

IN42	decimal	decimal(11,1)		측창자수동
IN43	decimal	decimal(11,1)		커튼상자수동
IN44	decimal	decimal(11,1)		커튼하자수동
IN45	decimal	decimal(11,1)		측커튼자수동
IN46	decimal	decimal(11,1)		외부커튼자수동
IN47	decimal	decimal(11,1)		3Way1자수동
IN48	decimal	decimal(11,1)		3Way2자수동
IN49	decimal	decimal(11,1)		분무자수동
IN50	decimal	decimal(11,1)		CO2자수동
IN51	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러자수동
IN52	decimal	decimal(11,1)		냉난방기자수동
IN53	decimal	decimal(11,1)		보광등자수동
IN54	decimal	decimal(11,1)		훈증기자수동
IN55	decimal	decimal(11,1)		보일러자수동
IN56	decimal	decimal(11,1)		순환펌프자수동
IN57	decimal	decimal(11,1)		유동팬자수동
IN58	decimal	decimal(11,1)		배기팬자수동
IN59	decimal	decimal(11,1)		분무작동상태
IN60	decimal	decimal(11,1)		CO2작동상태
IN61	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러작동상태
IN62	decimal	decimal(11,1)		냉난방기작동상태
IN63	decimal	decimal(11,1)		보광등작동상태
IN64	decimal	decimal(11,1)		훈증기작동상태
IN65	decimal	decimal(11,1)		보일러작동상태
IN66	decimal	decimal(11,1)		순환펌프작동상태
IN67	decimal	decimal(11,1)		유동팬작동상태
IN68	decimal	decimal(11,1)		배기팬작동상태
IN69	decimal	decimal(11,1)		이중환기조절
IN70	decimal	decimal(11,1)		환기온도
IN71	decimal	decimal(11,1)		이중환기온도
IN72	decimal	decimal(11,1)		난방온도
IN73	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way2)
IN74	decimal	decimal(11,1)		정전신호
IN75	decimal	decimal(11,1)		로그인상태
IN76	decimal	decimal(11,1)		IN76
IN77	decimal	decimal(11,1)		IN77
IN78	decimal	decimal(11,1)		IN78
IN79	decimal	decimal(11,1)		IN79
IN80	decimal	decimal(11,1)		IN80
IN81	decimal	decimal(11,1)		IN81
IN82	decimal	decimal(11,1)		IN82

IN83	decimal	decimal(11,1)		IN83
IN84	decimal	decimal(11,1)		IN84
IN85	decimal	decimal(11,1)		IN85
IN86	decimal	decimal(11,1)		IN86
IN87	decimal	decimal(11,1)		IN87
IN88	decimal	decimal(11,1)		IN88
IN89	decimal	decimal(11,1)		IN89
IN90	decimal	decimal(11,1)		IN90
IN91	decimal	decimal(11,1)		IN91
IN92	decimal	decimal(11,1)		IN92
IN93	decimal	decimal(11,1)		IN93
IN94	decimal	decimal(11,1)		IN94
IN95	decimal	decimal(11,1)		IN95
IN96	decimal	decimal(11,1)		IN96
IN97	decimal	decimal(11,1)		IN97
IN98	decimal	decimal(11,1)		IN98
IN99	decimal	decimal(11,1)		IN99
GUBUN	int	int(10)	MUL	평균_최대_최소_구분
COMSTATE	int	int(11)		통신상태(1_불량_0_양호)

table_name	mmi2			
remark	MMI-누적정보(장비2번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	기기코드(ID)
SectionCode	int	int(11)	MUL	구역코드
ynd	date	date	MUL	등록일자
Xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간
IN00	decimal	decimal(11,1)		제어온도
IN01	decimal	decimal(11,1)		내부온도1
IN02	decimal	decimal(11,1)		내부온도2
IN03	decimal	decimal(11,1)		내부온도3
IN04	decimal	decimal(11,1)		제어습도
IN05	decimal	decimal(11,1)		내부습도1
IN06	decimal	decimal(11,1)		내부습도2
IN07	decimal	decimal(11,1)		내부습도3
IN08	decimal	decimal(11,1)		지온
IN09	decimal	decimal(11,1)		지습
IN10	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way1)
IN11	decimal	decimal(11,1)		이슬점
IN12	decimal	decimal(11,1)		CO2농도

IN13	decimal	decimal(11,1)		외부온도
IN14	decimal	decimal(11,1)		풍향
IN15	decimal	decimal(11,1)		풍속
IN16	decimal	decimal(11,1)		일사량
IN17	decimal	decimal(11,1)		누적일사량
IN18	decimal	decimal(11,1)		감우
IN19	decimal	decimal(11,1)		제어환기온도
IN20	decimal	decimal(11,1)		제어난방온도
IN21	decimal	decimal(11,1)		상대습도(포화수분)
IN22	decimal	decimal(11,1)		절대습도
IN23	decimal	decimal(11,1)		수분부족분
IN24	decimal	decimal(11,1)		이중창환기온도
IN25	decimal	decimal(11,1)		CO2설정값
IN26	decimal	decimal(11,1)		환기조절
IN27	decimal	decimal(11,1)		난방조절
IN28	decimal	decimal(11,1)		천창좌개도
IN29	decimal	decimal(11,1)		천창우개도
IN30	decimal	decimal(11,1)		이중창좌개도
IN31	decimal	decimal(11,1)		이중창우개도
IN32	decimal	decimal(11,1)		측창좌개도
IN33	decimal	decimal(11,1)		측창우개도
IN34	decimal	decimal(11,1)		커튼상개도
IN35	decimal	decimal(11,1)		커튼하개도
IN36	decimal	decimal(11,1)		측커튼개도
IN37	decimal	decimal(11,1)		외부커튼개도
IN38	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브1개도
IN39	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브2개도
IN40	decimal	decimal(11,1)		천창자수동
IN41	decimal	decimal(11,1)		이중창자수동
IN42	decimal	decimal(11,1)		측창자수동
IN43	decimal	decimal(11,1)		커튼상자수동
IN44	decimal	decimal(11,1)		커튼하자수동
IN45	decimal	decimal(11,1)		측커튼자수동
IN46	decimal	decimal(11,1)		외부커튼자수동
IN47	decimal	decimal(11,1)		3Way1자수동
IN48	decimal	decimal(11,1)		3Way2자수동
IN49	decimal	decimal(11,1)		분무자수동
IN50	decimal	decimal(11,1)		CO2자수동
IN51	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러자수동
IN52	decimal	decimal(11,1)		냉난방기자수동
IN53	decimal	decimal(11,1)		보광등자수동

IN54	decimal	decimal(11,1)	훈증기자수동
IN55	decimal	decimal(11,1)	보일러자수동
IN56	decimal	decimal(11,1)	순환펌프자수동
IN57	decimal	decimal(11,1)	유동팬자수동
IN58	decimal	decimal(11,1)	배기팬자수동
IN59	decimal	decimal(11,1)	분무작동상태
IN60	decimal	decimal(11,1)	CO2작동상태
IN61	decimal	decimal(11,1)	스프링쿨러작동상태
IN62	decimal	decimal(11,1)	냉난방기작동상태
IN63	decimal	decimal(11,1)	보광등작동상태
IN64	decimal	decimal(11,1)	훈증기작동상태
IN65	decimal	decimal(11,1)	보일러작동상태
IN66	decimal	decimal(11,1)	순환펌프작동상태
IN67	decimal	decimal(11,1)	유동팬작동상태
IN68	decimal	decimal(11,1)	배기팬작동상태
IN69	decimal	decimal(11,1)	이중환기조절
IN70	decimal	decimal(11,1)	환기온도
IN71	decimal	decimal(11,1)	이중환기온도
IN72	decimal	decimal(11,1)	난방온도
IN73	decimal	decimal(11,1)	순환온도(3Way2)
IN74	decimal	decimal(11,1)	정전신호
IN75	decimal	decimal(11,1)	로그인상태
IN76	decimal	decimal(11,1)	IN76
IN77	decimal	decimal(11,1)	IN77
IN78	decimal	decimal(11,1)	IN78
IN79	decimal	decimal(11,1)	IN79
IN80	decimal	decimal(11,1)	IN80
IN81	decimal	decimal(11,1)	IN81
IN82	decimal	decimal(11,1)	IN82
IN83	decimal	decimal(11,1)	IN83
IN84	decimal	decimal(11,1)	IN84
IN85	decimal	decimal(11,1)	IN85
IN86	decimal	decimal(11,1)	IN86
IN87	decimal	decimal(11,1)	IN87
IN88	decimal	decimal(11,1)	IN88
IN89	decimal	decimal(11,1)	IN89
IN90	decimal	decimal(11,1)	IN90
IN91	decimal	decimal(11,1)	IN91
IN92	decimal	decimal(11,1)	IN92
IN93	decimal	decimal(11,1)	IN93
IN94	decimal	decimal(11,1)	IN94

IN95	decimal	decimal(11,1)		IN95
IN96	decimal	decimal(11,1)		IN96
IN97	decimal	decimal(11,1)		IN97
IN98	decimal	decimal(11,1)		IN98
IN99	decimal	decimal(11,1)		IN99
GUBUN	int	int(10)	MUL	평균_최대_최소_구분
COMSTATE	int	int(11)		통신상태(1_불량_0_양호)

table_name	mmi3			
remark	MMI-누적정보(장비3번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	기기코드(ID)
SectionCode	int	int(11)	MUL	구역코드
ymd	date	date	MUL	등록일자
Xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간
IN00	decimal	decimal(11,1)		제어온도
IN01	decimal	decimal(11,1)		내부온도1
IN02	decimal	decimal(11,1)		내부온도2
IN03	decimal	decimal(11,1)		내부온도3
IN04	decimal	decimal(11,1)		제어습도
IN05	decimal	decimal(11,1)		내부습도1
IN06	decimal	decimal(11,1)		내부습도2
IN07	decimal	decimal(11,1)		내부습도3
IN08	decimal	decimal(11,1)		지온
IN09	decimal	decimal(11,1)		지습
IN10	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way1)
IN11	decimal	decimal(11,1)		이슬점
IN12	decimal	decimal(11,1)		CO2농도
IN13	decimal	decimal(11,1)		외부온도
IN14	decimal	decimal(11,1)		풍향
IN15	decimal	decimal(11,1)		풍속
IN16	decimal	decimal(11,1)		일사량
IN17	decimal	decimal(11,1)		누적일사량
IN18	decimal	decimal(11,1)		감우
IN19	decimal	decimal(11,1)		제어환기온도
IN20	decimal	decimal(11,1)		제어난방온도
IN21	decimal	decimal(11,1)		상대습도(포화수분)
IN22	decimal	decimal(11,1)		절대습도
IN23	decimal	decimal(11,1)		수분부족분
IN24	decimal	decimal(11,1)		이중창환기온도
IN25	decimal	decimal(11,1)		CO2설정값

IN26	decimal	decimal(11,1)		환기조절
IN27	decimal	decimal(11,1)		난방조절
IN28	decimal	decimal(11,1)		천창좌개도
IN29	decimal	decimal(11,1)		천창우개도
IN30	decimal	decimal(11,1)		이중창좌개도
IN31	decimal	decimal(11,1)		이중창우개도
IN32	decimal	decimal(11,1)		측창좌개도
IN33	decimal	decimal(11,1)		측창우개도
IN34	decimal	decimal(11,1)		커튼상개도
IN35	decimal	decimal(11,1)		커튼하개도
IN36	decimal	decimal(11,1)		측커튼개도
IN37	decimal	decimal(11,1)		외부커튼개도
IN38	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브1개도
IN39	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브2개도
IN40	decimal	decimal(11,1)		천창자수동
IN41	decimal	decimal(11,1)		이중창자수동
IN42	decimal	decimal(11,1)		측창자수동
IN43	decimal	decimal(11,1)		커튼상자수동
IN44	decimal	decimal(11,1)		커튼하자수동
IN45	decimal	decimal(11,1)		측커튼자수동
IN46	decimal	decimal(11,1)		외부커튼자수동
IN47	decimal	decimal(11,1)		3Way1자수동
IN48	decimal	decimal(11,1)		3Way2자수동
IN49	decimal	decimal(11,1)		분무자수동
IN50	decimal	decimal(11,1)		CO2자수동
IN51	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러자수동
IN52	decimal	decimal(11,1)		냉난방기자수동
IN53	decimal	decimal(11,1)		보광등자수동
IN54	decimal	decimal(11,1)		훈증기자수동
IN55	decimal	decimal(11,1)		보일러자수동
IN56	decimal	decimal(11,1)		순환펌프자수동
IN57	decimal	decimal(11,1)		유동팬자수동
IN58	decimal	decimal(11,1)		배기팬자수동
IN59	decimal	decimal(11,1)		분무작동상태
IN60	decimal	decimal(11,1)		CO2작동상태
IN61	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러작동상태
IN62	decimal	decimal(11,1)		냉난방기작동상태
IN63	decimal	decimal(11,1)		보광등작동상태
IN64	decimal	decimal(11,1)		훈증기작동상태
IN65	decimal	decimal(11,1)		보일러작동상태
IN66	decimal	decimal(11,1)		순환펌프작동상태

IN67	decimal	decimal(11,1)		유동팬작동상태
IN68	decimal	decimal(11,1)		배기팬작동상태
IN69	decimal	decimal(11,1)		이중환기조절
IN70	decimal	decimal(11,1)		환기온도
IN71	decimal	decimal(11,1)		이중환기온도
IN72	decimal	decimal(11,1)		난방온도
IN73	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way2)
IN74	decimal	decimal(11,1)		정전신호
IN75	decimal	decimal(11,1)		로그인상태
IN76	decimal	decimal(11,1)		IN76
IN77	decimal	decimal(11,1)		IN77
IN78	decimal	decimal(11,1)		IN78
IN79	decimal	decimal(11,1)		IN79
IN80	decimal	decimal(11,1)		IN80
IN81	decimal	decimal(11,1)		IN81
IN82	decimal	decimal(11,1)		IN82
IN83	decimal	decimal(11,1)		IN83
IN84	decimal	decimal(11,1)		IN84
IN85	decimal	decimal(11,1)		IN85
IN86	decimal	decimal(11,1)		IN86
IN87	decimal	decimal(11,1)		IN87
IN88	decimal	decimal(11,1)		IN88
IN89	decimal	decimal(11,1)		IN89
IN90	decimal	decimal(11,1)		IN90
IN91	decimal	decimal(11,1)		IN91
IN92	decimal	decimal(11,1)		IN92
IN93	decimal	decimal(11,1)		IN93
IN94	decimal	decimal(11,1)		IN94
IN95	decimal	decimal(11,1)		IN95
IN96	decimal	decimal(11,1)		IN96
IN97	decimal	decimal(11,1)		IN97
IN98	decimal	decimal(11,1)		IN98
IN99	decimal	decimal(11,1)		IN99
GUBUN	int	int(10)	MUL	평균_최대_최소_구분
COMSTATE	int	int(11)		통신상태(1_불량_0_양호)

table_name	readdatal			
remark	MMI-읽기정보(장비1번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	기기코드(ID)
SectionCode	int	int(11)	MUL	구역코드
Xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간

IN00	decimal	decimal(11,1)		제어온도
IN01	decimal	decimal(11,1)		내부온도1
IN02	decimal	decimal(11,1)		내부온도2
IN03	decimal	decimal(11,1)		내부온도3
IN04	decimal	decimal(11,1)		제어습도
IN05	decimal	decimal(11,1)		내부습도1
IN06	decimal	decimal(11,1)		내부습도2
IN07	decimal	decimal(11,1)		내부습도3
IN08	decimal	decimal(11,1)		지온
IN09	decimal	decimal(11,1)		지습
IN10	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way1)
IN11	decimal	decimal(11,1)		이슬점
IN12	decimal	decimal(11,1)		CO2농도
IN13	decimal	decimal(11,1)		외부온도
IN14	decimal	decimal(11,1)		풍향
IN15	decimal	decimal(11,1)		풍속
IN16	decimal	decimal(11,1)		일사량
IN17	decimal	decimal(11,1)		누적일사량
IN18	decimal	decimal(11,1)		감우
IN19	decimal	decimal(11,1)		제어환기온도
IN20	decimal	decimal(11,1)		제어난방온도
IN21	decimal	decimal(11,1)		상대습도(포화수분)
IN22	decimal	decimal(11,1)		절대습도
IN23	decimal	decimal(11,1)		수분부족분
IN24	decimal	decimal(11,1)		이중창환기온도
IN25	decimal	decimal(11,1)		CO2설정값
IN26	decimal	decimal(11,1)		환기조절
IN27	decimal	decimal(11,1)		난방조절
IN28	decimal	decimal(11,1)		천창좌개도
IN29	decimal	decimal(11,1)		천창우개도
IN30	decimal	decimal(11,1)		이중창좌개도
IN31	decimal	decimal(11,1)		이중창우개도
IN32	decimal	decimal(11,1)		측창좌개도
IN33	decimal	decimal(11,1)		측창우개도
IN34	decimal	decimal(11,1)		커튼상개도
IN35	decimal	decimal(11,1)		커튼하개도
IN36	decimal	decimal(11,1)		측커튼개도
IN37	decimal	decimal(11,1)		외부커튼개도
IN38	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브1개도
IN39	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브2개도
IN40	decimal	decimal(11,1)		천창자동

IN41	decimal	decimal(11,1)		이중창자수동
IN42	decimal	decimal(11,1)		측창자수동
IN43	decimal	decimal(11,1)		커튼상자수동
IN44	decimal	decimal(11,1)		커튼하자수동
IN45	decimal	decimal(11,1)		측커튼자수동
IN46	decimal	decimal(11,1)		외부커튼자수동
IN47	decimal	decimal(11,1)		3Way1자수동
IN48	decimal	decimal(11,1)		3Way2자수동
IN49	decimal	decimal(11,1)		분무자수동
IN50	decimal	decimal(11,1)		CO2자수동
IN51	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러자수동
IN52	decimal	decimal(11,1)		냉난방기자수동
IN53	decimal	decimal(11,1)		보광등자수동
IN54	decimal	decimal(11,1)		훈증기자수동
IN55	decimal	decimal(11,1)		보일러자수동
IN56	decimal	decimal(11,1)		순환펌프자수동
IN57	decimal	decimal(11,1)		유동팬자수동
IN58	decimal	decimal(11,1)		배기팬자수동
IN59	decimal	decimal(11,1)		분무작동상태
IN60	decimal	decimal(11,1)		CO2작동상태
IN61	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러작동상태
IN62	decimal	decimal(11,1)		냉난방기작동상태
IN63	decimal	decimal(11,1)		보광등작동상태
IN64	decimal	decimal(11,1)		훈증기작동상태
IN65	decimal	decimal(11,1)		보일러작동상태
IN66	decimal	decimal(11,1)		순환펌프작동상태
IN67	decimal	decimal(11,1)		유동팬작동상태
IN68	decimal	decimal(11,1)		배기팬작동상태
IN69	decimal	decimal(11,1)		이중환기조절
IN70	decimal	decimal(11,1)		환기온도
IN71	decimal	decimal(11,1)		이중환기온도
IN72	decimal	decimal(11,1)		난방온도
IN73	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way2)
IN74	decimal	decimal(11,1)		정전신호
IN75	decimal	decimal(11,1)		로그인상태
IN76	decimal	decimal(11,1)		IN76
IN77	decimal	decimal(11,1)		IN77
IN78	decimal	decimal(11,1)		IN78
IN79	decimal	decimal(11,1)		IN79
IN80	decimal	decimal(11,1)		IN80
IN81	decimal	decimal(11,1)		IN81

IN82	decimal	decimal(11,1)		IN82
IN83	decimal	decimal(11,1)		IN83
IN84	decimal	decimal(11,1)		IN84
IN85	decimal	decimal(11,1)		IN85
IN86	decimal	decimal(11,1)		IN86
IN87	decimal	decimal(11,1)		IN87
IN88	decimal	decimal(11,1)		IN88
IN89	decimal	decimal(11,1)		IN89
IN90	decimal	decimal(11,1)		IN90
IN91	decimal	decimal(11,1)		IN91
IN92	decimal	decimal(11,1)		IN92
IN93	decimal	decimal(11,1)		IN93
IN94	decimal	decimal(11,1)		IN94
IN95	decimal	decimal(11,1)		IN95
IN96	decimal	decimal(11,1)		IN96
IN97	decimal	decimal(11,1)		IN97
IN98	decimal	decimal(11,1)		IN98
IN99	decimal	decimal(11,1)		IN99
COMSTATE	int	int(11)		통신상태(1_불량_0_양호)
PeakAlarmSm s	int	int(11)		피크알람SMS상태(1_실패_0_성공)

table_name	readdata2			
remark	MMI-읽기정보(장비2번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	기기코드(ID)
SectionCode	int	int(11)	MUL	구역코드
Xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간
IN00	decimal	decimal(11,1)		제어온도
IN01	decimal	decimal(11,1)		내부온도1
IN02	decimal	decimal(11,1)		내부온도2
IN03	decimal	decimal(11,1)		내부온도3
IN04	decimal	decimal(11,1)		제어습도
IN05	decimal	decimal(11,1)		내부습도1
IN06	decimal	decimal(11,1)		내부습도2
IN07	decimal	decimal(11,1)		내부습도3
IN08	decimal	decimal(11,1)		지온
IN09	decimal	decimal(11,1)		지습
IN10	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way1)
IN11	decimal	decimal(11,1)		이슬점

IN12	decimal	decimal(11,1)		CO2농도
IN13	decimal	decimal(11,1)		외부온도
IN14	decimal	decimal(11,1)		풍향
IN15	decimal	decimal(11,1)		풍속
IN16	decimal	decimal(11,1)		일사량
IN17	decimal	decimal(11,1)		누적일사량
IN18	decimal	decimal(11,1)		감우
IN19	decimal	decimal(11,1)		제어환기온도
IN20	decimal	decimal(11,1)		제어난방온도
IN21	decimal	decimal(11,1)		상대습도(포화수분)
IN22	decimal	decimal(11,1)		절대습도
IN23	decimal	decimal(11,1)		수분부족분
IN24	decimal	decimal(11,1)		이중창환기온도
IN25	decimal	decimal(11,1)		CO2설정값
IN26	decimal	decimal(11,1)		환기조절
IN27	decimal	decimal(11,1)		난방조절
IN28	decimal	decimal(11,1)		천창좌개도
IN29	decimal	decimal(11,1)		천창우개도
IN30	decimal	decimal(11,1)		이중창좌개도
IN31	decimal	decimal(11,1)		이중창우개도
IN32	decimal	decimal(11,1)		측창좌개도
IN33	decimal	decimal(11,1)		측창우개도
IN34	decimal	decimal(11,1)		커튼상개도
IN35	decimal	decimal(11,1)		커튼하개도
IN36	decimal	decimal(11,1)		측커튼개도
IN37	decimal	decimal(11,1)		외부커튼개도
IN38	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브1개도
IN39	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브2개도
IN40	decimal	decimal(11,1)		천창자수동
IN41	decimal	decimal(11,1)		이중창자수동
IN42	decimal	decimal(11,1)		측창자수동
IN43	decimal	decimal(11,1)		커튼상자수동
IN44	decimal	decimal(11,1)		커튼하자수동
IN45	decimal	decimal(11,1)		측커튼자수동
IN46	decimal	decimal(11,1)		외부커튼자수동
IN47	decimal	decimal(11,1)		3Way1자수동
IN48	decimal	decimal(11,1)		3Way2자수동
IN49	decimal	decimal(11,1)		분무자수동
IN50	decimal	decimal(11,1)		CO2자수동
IN51	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러자수동
IN52	decimal	decimal(11,1)		냉난방기자수동

IN53	decimal	decimal(11,1)	보광등자수동
IN54	decimal	decimal(11,1)	훈증기자수동
IN55	decimal	decimal(11,1)	보일러자수동
IN56	decimal	decimal(11,1)	순환펌프자수동
IN57	decimal	decimal(11,1)	유동팬자수동
IN58	decimal	decimal(11,1)	배기팬자수동
IN59	decimal	decimal(11,1)	분무작동상태
IN60	decimal	decimal(11,1)	CO2작동상태
IN61	decimal	decimal(11,1)	스프링쿨러작동상태
IN62	decimal	decimal(11,1)	냉난방기작동상태
IN63	decimal	decimal(11,1)	보광등작동상태
IN64	decimal	decimal(11,1)	훈증기작동상태
IN65	decimal	decimal(11,1)	보일러작동상태
IN66	decimal	decimal(11,1)	순환펌프작동상태
IN67	decimal	decimal(11,1)	유동팬작동상태
IN68	decimal	decimal(11,1)	배기팬작동상태
IN69	decimal	decimal(11,1)	이중환기조절
IN70	decimal	decimal(11,1)	환기온도
IN71	decimal	decimal(11,1)	이중환기온도
IN72	decimal	decimal(11,1)	난방온도
IN73	decimal	decimal(11,1)	순환온도(3Way2)
IN74	decimal	decimal(11,1)	정전신호
IN75	decimal	decimal(11,1)	로그인상태
IN76	decimal	decimal(11,1)	IN76
IN77	decimal	decimal(11,1)	IN77
IN78	decimal	decimal(11,1)	IN78
IN79	decimal	decimal(11,1)	IN79
IN80	decimal	decimal(11,1)	IN80
IN81	decimal	decimal(11,1)	IN81
IN82	decimal	decimal(11,1)	IN82
IN83	decimal	decimal(11,1)	IN83
IN84	decimal	decimal(11,1)	IN84
IN85	decimal	decimal(11,1)	IN85
IN86	decimal	decimal(11,1)	IN86
IN87	decimal	decimal(11,1)	IN87
IN88	decimal	decimal(11,1)	IN88
IN89	decimal	decimal(11,1)	IN89
IN90	decimal	decimal(11,1)	IN90
IN91	decimal	decimal(11,1)	IN91
IN92	decimal	decimal(11,1)	IN92
IN93	decimal	decimal(11,1)	IN93

IN94	decimal	decimal(11,1)		IN94
IN95	decimal	decimal(11,1)		IN95
IN96	decimal	decimal(11,1)		IN96
IN97	decimal	decimal(11,1)		IN97
IN98	decimal	decimal(11,1)		IN98
IN99	decimal	decimal(11,1)		IN99
COMSTATE	int	int(11)		통신상태(1_불량_0_양호)
PeakAlarmSm s	int	int(11)		피크알람SMS상태(1_실패_0_성공)

table_name	readdata3			
remark	MMI-읽기정보(장비3번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	기기코드(ID)
SectionCode	int	int(11)	MUL	구역코드
Xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간
IN00	decimal	decimal(11,1)		제어온도
IN01	decimal	decimal(11,1)		내부온도1
IN02	decimal	decimal(11,1)		내부온도2
IN03	decimal	decimal(11,1)		내부온도3
IN04	decimal	decimal(11,1)		제어습도
IN05	decimal	decimal(11,1)		내부습도1
IN06	decimal	decimal(11,1)		내부습도2
IN07	decimal	decimal(11,1)		내부습도3
IN08	decimal	decimal(11,1)		지온
IN09	decimal	decimal(11,1)		지습
IN10	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way1)
IN11	decimal	decimal(11,1)		이슬점
IN12	decimal	decimal(11,1)		CO2농도
IN13	decimal	decimal(11,1)		외부온도
IN14	decimal	decimal(11,1)		풍향
IN15	decimal	decimal(11,1)		풍속
IN16	decimal	decimal(11,1)		일사량
IN17	decimal	decimal(11,1)		누적일사량
IN18	decimal	decimal(11,1)		감우
IN19	decimal	decimal(11,1)		제어환기온도
IN20	decimal	decimal(11,1)		제어난방온도
IN21	decimal	decimal(11,1)		상대습도(포화수분)
IN22	decimal	decimal(11,1)		절대습도
IN23	decimal	decimal(11,1)		수분부족분
IN24	decimal	decimal(11,1)		이중창환기온도
IN25	decimal	decimal(11,1)		CO2설정값

IN26	decimal	decimal(11,1)		환기조절
IN27	decimal	decimal(11,1)		난방조절
IN28	decimal	decimal(11,1)		천창좌개도
IN29	decimal	decimal(11,1)		천창우개도
IN30	decimal	decimal(11,1)		이중창좌개도
IN31	decimal	decimal(11,1)		이중창우개도
IN32	decimal	decimal(11,1)		측창좌개도
IN33	decimal	decimal(11,1)		측창우개도
IN34	decimal	decimal(11,1)		커튼상개도
IN35	decimal	decimal(11,1)		커튼하개도
IN36	decimal	decimal(11,1)		측커튼개도
IN37	decimal	decimal(11,1)		외부커튼개도
IN38	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브1개도
IN39	decimal	decimal(11,1)		3Way밸브2개도
IN40	decimal	decimal(11,1)		천창자수동
IN41	decimal	decimal(11,1)		이중창자수동
IN42	decimal	decimal(11,1)		측창자수동
IN43	decimal	decimal(11,1)		커튼상자수동
IN44	decimal	decimal(11,1)		커튼하자수동
IN45	decimal	decimal(11,1)		측커튼자수동
IN46	decimal	decimal(11,1)		외부커튼자수동
IN47	decimal	decimal(11,1)		3Way1자수동
IN48	decimal	decimal(11,1)		3Way2자수동
IN49	decimal	decimal(11,1)		분무자수동
IN50	decimal	decimal(11,1)		CO2자수동
IN51	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러자수동
IN52	decimal	decimal(11,1)		냉난방기자수동
IN53	decimal	decimal(11,1)		보광등자수동
IN54	decimal	decimal(11,1)		훈증기자수동
IN55	decimal	decimal(11,1)		보일러자수동
IN56	decimal	decimal(11,1)		순환펌프자수동
IN57	decimal	decimal(11,1)		유동팬자수동
IN58	decimal	decimal(11,1)		배기팬자수동
IN59	decimal	decimal(11,1)		분무작동상태
IN60	decimal	decimal(11,1)		CO2작동상태
IN61	decimal	decimal(11,1)		스프링쿨러작동상태
IN62	decimal	decimal(11,1)		냉난방기작동상태
IN63	decimal	decimal(11,1)		보광등작동상태
IN64	decimal	decimal(11,1)		훈증기작동상태
IN65	decimal	decimal(11,1)		보일러작동상태
IN66	decimal	decimal(11,1)		순환펌프작동상태

IN67	decimal	decimal(11,1)		유동팬작동상태
IN68	decimal	decimal(11,1)		배기팬작동상태
IN69	decimal	decimal(11,1)		이중환기조절
IN70	decimal	decimal(11,1)		환기온도
IN71	decimal	decimal(11,1)		이중환기온도
IN72	decimal	decimal(11,1)		난방온도
IN73	decimal	decimal(11,1)		순환온도(3Way2)
IN74	decimal	decimal(11,1)		정전신호
IN75	decimal	decimal(11,1)		로그인상태
IN76	decimal	decimal(11,1)		IN76
IN77	decimal	decimal(11,1)		IN77
IN78	decimal	decimal(11,1)		IN78
IN79	decimal	decimal(11,1)		IN79
IN80	decimal	decimal(11,1)		IN80
IN81	decimal	decimal(11,1)		IN81
IN82	decimal	decimal(11,1)		IN82
IN83	decimal	decimal(11,1)		IN83
IN84	decimal	decimal(11,1)		IN84
IN85	decimal	decimal(11,1)		IN85
IN86	decimal	decimal(11,1)		IN86
IN87	decimal	decimal(11,1)		IN87
IN88	decimal	decimal(11,1)		IN88
IN89	decimal	decimal(11,1)		IN89
IN90	decimal	decimal(11,1)		IN90
IN91	decimal	decimal(11,1)		IN91
IN92	decimal	decimal(11,1)		IN92
IN93	decimal	decimal(11,1)		IN93
IN94	decimal	decimal(11,1)		IN94
IN95	decimal	decimal(11,1)		IN95
IN96	decimal	decimal(11,1)		IN96
IN97	decimal	decimal(11,1)		IN97
IN98	decimal	decimal(11,1)		IN98
IN99	decimal	decimal(11,1)		IN99
COMSTATE	int	int(11)		통신상태(1_불량_0_양호)
PeakAlarmSms	int	int(11)		피크알람SMS상태(1_실패_0_성공)

table_name	tblaction1			
remark	MMI-쓰기정보(장비1번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	

Actioncode	int	int(11) unsigned	MUL	액션코드
SectionCode	varchar	varchar(11)	MUL	구역코드
DeviceCode	varchar	varchar(25)	MUL	기기코드(기기ID)
addr	varchar	varchar(11)		시작주소
delflag	char	char(1)		삭제플래그(S)
value1	varchar	varchar(10)		Write Value_1
value2	varchar	varchar(10)		Write Value_2
value3	varchar	varchar(10)		Write Value_3
value4	varchar	varchar(10)		Write Value_4
value5	varchar	varchar(10)		Write Value_5
value6	varchar	varchar(10)		Write Value_6
value7	varchar	varchar(10)		Write Value_7
value8	varchar	varchar(10)		Write Value_8
value9	varchar	varchar(10)		Write Value_9
value10	varchar	varchar(10)		Write Value_10
value11	varchar	varchar(10)		Write Value_11
value12	varchar	varchar(10)		Write Value_12
value13	varchar	varchar(10)		Write Value_13
value14	varchar	varchar(10)		Write Value_14
value15	varchar	varchar(10)		Write Value_15
value16	varchar	varchar(10)		Write Value_16
value17	varchar	varchar(10)		Write Value_17
value18	varchar	varchar(10)		Write Value_18
value19	varchar	varchar(10)		Write Value_19
value20	varchar	varchar(10)		Write Value_20
value21	varchar	varchar(10)		Write Value_21
value22	varchar	varchar(10)		Write Value_22
value23	varchar	varchar(10)		Write Value_23
value24	varchar	varchar(10)		Write Value_24
value25	varchar	varchar(10)		Write Value_25
value26	varchar	varchar(10)		Write Value_26
value27	varchar	varchar(10)		Write Value_27
value28	varchar	varchar(10)		Write Value_28
value29	varchar	varchar(10)		Write Value_29
value30	varchar	varchar(10)		Write Value_30
table_name	tblaction2			
remark	MMI-쓰기정보(장비2번)			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	
Actioncode	int	int(11) unsigned	MUL	액션코드
SectionCode	varchar	varchar(11)	MUL	구역코드

DeviceCode	varchar	varchar(25)	MUL	기기코드(기기ID)
addr	varchar	varchar(11)		시작주소
delflag	char	char(1)		삭제플래그(S)
value1	varchar	varchar(10)		Write Value_1
value2	varchar	varchar(10)		Write Value_2
value3	varchar	varchar(10)		Write Value_3
value4	varchar	varchar(10)		Write Value_4
value5	varchar	varchar(10)		Write Value_5
value6	varchar	varchar(10)		Write Value_6
value7	varchar	varchar(10)		Write Value_7
value8	varchar	varchar(10)		Write Value_8
value9	varchar	varchar(10)		Write Value_9
value10	varchar	varchar(10)		Write Value_10
value11	varchar	varchar(10)		Write Value_11
value12	varchar	varchar(10)		Write Value_12
value13	varchar	varchar(10)		Write Value_13
value14	varchar	varchar(10)		Write Value_14
value15	varchar	varchar(10)		Write Value_15
value16	varchar	varchar(10)		Write Value_16
value17	varchar	varchar(10)		Write Value_17
value18	varchar	varchar(10)		Write Value_18
value19	varchar	varchar(10)		Write Value_19
value20	varchar	varchar(10)		Write Value_20
value21	varchar	varchar(10)		Write Value_21
value22	varchar	varchar(10)		Write Value_22
value23	varchar	varchar(10)		Write Value_23
value24	varchar	varchar(10)		Write Value_24
value25	varchar	varchar(10)		Write Value_25
value26	varchar	varchar(10)		Write Value_26
value27	varchar	varchar(10)		Write Value_27
value28	varchar	varchar(10)		Write Value_28
value29	varchar	varchar(10)		Write Value_29
value30	varchar	varchar(10)		Write Value_30

table_name	tbldatabase1			
remark	저장DATABASE			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	
xcode	int	int(11) unsigned	MUL	구역
ymd	date	date		
xdatetime	datetime	datetime	MUL	저장시간

xintemp	decimal	decimal(15,1)		제어온도
xintemp1	decimal	decimal(15,1)		내부온도1
xintemp2	decimal	decimal(15,1)		내부온도2
xintemp3	decimal	decimal(15,1)		내부온도3
xinhum	decimal	decimal(15,1)		제어습도
xinhum1	decimal	decimal(15,1)		내부습도1
xinhum2	decimal	decimal(15,1)		내부습도2
xinhum3	decimal	decimal(15,1)		내부습도3
xgndtemp	decimal	decimal(15,1)		지온
xgndhum	decimal	decimal(15,1)		지습
xwatertemp	decimal	decimal(15,1)		순환온도(3Way1)
xdhum	decimal	decimal(15,1)		이슬점
xco2	decimal	decimal(15,1)		CO2농도
xouttemp	decimal	decimal(15,1)		외부온도
xwinddirec	varchar	varchar(10)		풍향
xwindsp	decimal	decimal(15,1)		풍속
xsunvol	decimal	decimal(15,1)		일사량
xsunadd	decimal	decimal(15,1)		누적일사량
xrain	int	int(11)		감우
xventtemp	decimal	decimal(15,1)		제어환기온도
xheattemp	decimal	decimal(15,1)		제어난방온도
xsthum	decimal	decimal(15,1)		상대습도(포화수분)
xabhum	decimal	decimal(15,1)		절대습도
xhumlack	decimal	decimal(15,1)		수분부족분
xventtemp2	decimal	decimal(15,1)		이중창환기온도
xco2set	decimal	decimal(15,1)		CO2설정값
xventcont	decimal	decimal(15,1)		환기조절
xheatcont	decimal	decimal(15,1)		난방조절
xskyvol1	int	int(11)		천창좌개도
xskyvol2	int	int(11)		천창우개도
xdualvol1	int	int(11)		이중창좌개도
xdualvol2	int	int(11)		이중창우개도
xsidevol1	int	int(11)		측창좌개도
xsidevol2	int	int(11)		측창우개도
xcur1vol	int	int(11)		커튼상개도
xcur2vol	int	int(11)		커튼하개도
xcur3vol	int	int(11)		측커튼개도
xcur4vol	int	int(11)		외부커튼개도
x3way1vol	int	int(11)		3Way밸브1개도
x3way2vol	int	int(11)		3Way밸브2개도
xskyauto	varchar	varchar(10)		천창자동

xdualauto	varchar	varchar(10)		이중창자수동
xsideauto	varchar	varchar(10)		측창자수동
xcur1auto	varchar	varchar(10)		커튼상자수동
xcur2auto	varchar	varchar(10)		커튼하자수동
xcur3auto	varchar	varchar(10)		측커튼자수동
xcur4auto	varchar	varchar(10)		외부커튼자수동
x3way1auto	varchar	varchar(10)		3Way1자수동
x3way2auto	varchar	varchar(10)		3Way2자수동
xsprayauto	varchar	varchar(10)		분무자수동
xco2auto	varchar	varchar(10)		CO2자수동
xspauto	varchar	varchar(10)		스프링쿨러자수동
xheaterauto	varchar	varchar(10)		냉난방기자수동
xlightauto	varchar	varchar(10)		보광등자수동
xhunauto	varchar	varchar(10)		훈증기자수동
xboauto	varchar	varchar(10)		보일러자수동
xpumpauto	varchar	varchar(10)		순환펌프자수동
xfan1auto	varchar	varchar(10)		유동팬자수동
xfan2auto	varchar	varchar(10)		배기팬자수동
xsprayrun	varchar	varchar(10)		분무작동상태
xco2run	varchar	varchar(10)		CO2작동상태
xsprun	varchar	varchar(10)		스프링쿨러작동상태
xheaterrun	varchar	varchar(10)		냉난방기작동상태
xlightrun	varchar	varchar(10)		보광등작동상태
xhunrun	varchar	varchar(10)		훈증기작동상태
xborun	varchar	varchar(10)		보일러작동상태
xpumprun	varchar	varchar(10)		순환펌프작동상태
xfan1run	varchar	varchar(10)		유동팬작동상태
xfan2run	varchar	varchar(10)		배기팬작동상태
xventcont2	varchar	varchar(10)		이중환기조절
xventrst	varchar	varchar(10)		환기온도
xvent2rst	varchar	varchar(10)		이중환기온도
xheatrst	varchar	varchar(10)		난방온도
xwatertemp2	varchar	varchar(10)		순환온도(3Way2)
xjungjun	varchar	varchar(10)		정전신호
xlogon	varchar	varchar(10)		로그인상태
table_name	tbldatabase1			
remark	프로그램그룹정보			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
seqno	int	int(11) unsigned	PRI	SEQNO
comp_cd	varchar	varchar(8)	MUL	회사그룹코드
comp_nm	varchar	varchar(50)		회사그룹이름

table_name	tbl_dehum			
remark	제습난방기제어			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
Id	int	int(11)	PRI	auto_increment
hum	int	int(11)		제습
heat	int	int(11)		난방

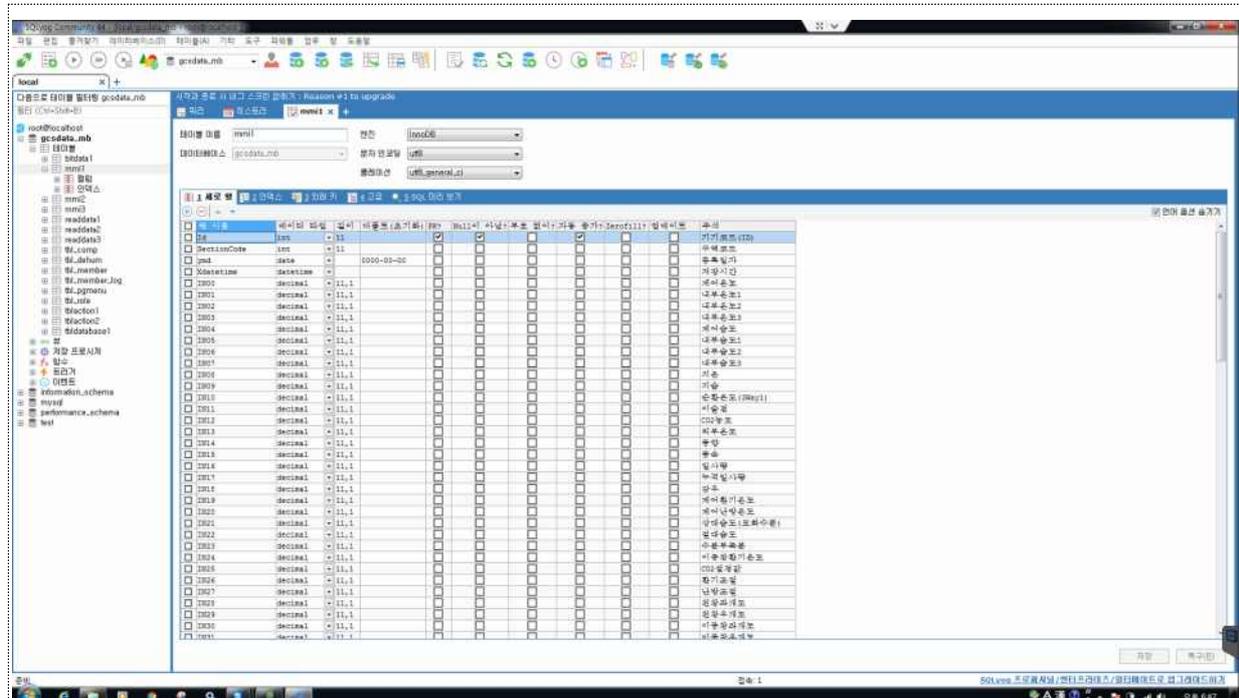
table_name	tbl_member			
remark	사용자정보			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
seqno	int	int(11) unsigned	PRI	SEQNO
usid	varchar	varchar(20)	MUL	사용자아이디
username	varchar	varchar(20)		사용자이름
uspasswd	varchar	varchar(20)		사용자패스워드
dept_nm	varchar	varchar(40)		부서및직급
comp_cd	varchar	varchar(8)	MUL	그룹코드
role_id	varchar	varchar(8)		사용자롤권한코드
email	varchar	varchar(40)		이메일
comp_nm	varchar	varchar(40)		회사명및근무처
tel	varchar	varchar(40)		전화_핸드폰_팩스
sms_yn	char	char(1)		문자서비스_알람서비스
login_onoff	char	char(3)		로그인On_Off상태
reg_date	date	date		등록일자
reg_start_date	datetime	datetime		로그인시간정보
reg_end_date	datetime	datetime		로그아웃시간정보

table_name	tbl_member_log			
remark	로그인정보			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
seqno	int	int(11) unsigned	PRI	SEQNO
usid	varchar	varchar(20)	MUL	사용자아이디
username	varchar	varchar(20)		사용자이름
login_onoff	char	char(3)		로그인On_Off상태
reg_date	datetime	datetime		등록정보

table_name	tbl_pgmenu			
remark	프로그램메뉴			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
seqno	int	int(11) unsigned	PRI	SEQNO
pg_id	varchar	varchar(50)	MUL	프로그램아이디
pg_name	varchar	varchar(100)		프로그램명
pg_url	varchar	varchar(100)		프로그램URL

pg_cd	varchar	varchar(8)	MUL	프로그램농가그룹코드
pg_level	varchar	varchar(4)		프로그램레벨
pg_group	varchar	varchar(5)		프로그램그룹
pg_exit	char	char(1)		프로그램사용상태
pg_display	char	char(1)		프로그램활성상태

table_name	tbl_role			
remark	프로그램롤권한			
column_name	data_type	column_type	column_key	column_comment
seqno	int	int(11) unsigned	PRI	SEQNO
role_id	varchar	varchar(8)	MUL	롤권한아이디
role_name	varchar	varchar(20)		롤권한이름



<난방제습기 데이터베이스 설계>

나. 시스템 통합 및 현장 검증

○ 모바일을 사용하여 온실내 기자재를 제어하고 확인할 수 있는 S/W를 개발

- 모바일웹 로그인 화면



<모바일 웹(Web) 로그인 화면>



<Mobile Web 로그인 실제화면 >

- 고유의 ID와 비밀번호를 입력하여 로그인 할 수 있다

- 모바일웹 메인 화면



<모바일 웹(Web) 모니터링 메인화면>



<Mobile Web 메인화면 실제화면>

- 온실 내외부에 있는 센서값과 각종 개도값을 모니터링 할 수 있다

- 모바일 웹 기상정보 화면

GCS Mobile Web
[온도]: [날씨]: [일출]: 05:30 [일몰]: 19:27

온전도 기상정보 창 커튼 보조기 보고서

기상정보

1번구역

- 내부기상

내부온도	24.5 °C	내기온도1	25.0 °C
내부습도	29.0 %	내기온도2	100.0 °C
배출온도	25.5 %	CO2	60.0 ppm

- 외부기상

외부온도	20.5 °C	전력공급	ON
풍향	0.0	일사량	765.0 W/m²
풍속	0.0 m/s	적산일사량	0.0 J/m²
일출	05시 30분	감우	0.0 / 비안함
일몰	19시 27분	현재시간	2019-05-06 10:15:56

HOME | 062-385-3000 | gcs3030@hanmail.net | 로그인

<모바일 웹(Web) 기상정보 화면>



<Mobile Web 기상정보 실제화면>

- 내부상태 : 실내온도, 실내습도, CO2값을 알 수 있다
- 외부상태 : 외부온도, 일사, 누적일사, 풍속, 풍향, 감우, 일출시간, 일몰시간을 알 수 있다

- 모바일 웹 창 커튼 화면

GCS Mobile Web
[온도]: [날씨]: [일출]: 05:30 [일몰]: 19:27

온전도 기상정보 창 커튼 보조기 보고서

창 커튼

1번구역

천장차	수동	일사	50%	단일
천창우	수동	일사	80%	단일
이중차	수동	일사	0%	단일
이중우	수동	일사	0%	단일
측창차	수동	일사	0%	단일
측창우	수동	일사	0%	단일
커튼상	수동	일사	0%	단일
커튼하	수동	일사	0%	단일
측커튼	수동	일사	0%	단일
외커튼	수동	일사	0%	단일

HOME | 062-385-3000 | gcs3030@hanmail.net | 로그인

<모바일 웹(Web) 창 커튼 화면>



<Mobile Web 창 커튼 실제화면>

- 천창 좌우, 이중창 좌우, 측창 좌우, 커튼상, 커튼하, 측커튼, 외커튼의 개도값을 알 수 있다

- 모바일 웹 보조기기 화면



<모바일 웹(Web) 보조기기 화면>



<Mobile Web 보조기기 실제화면>

- 분무, 유동팬, SP, 배기팬, 보광등, 냉난방기, 보일러, 순환펌프, 3웨이밸브, CO2, 훈증기의 기동 정지를 알 수 있다

○ 모바일 웹 보고서 화면



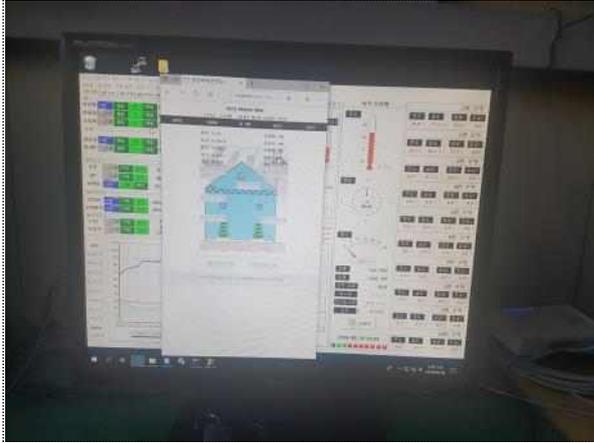
<모바일 웹(Web) 보고서 화면>



<Mobile Web 보고서 실제화면>

- 분단위로 각종 데이터의 기록을 볼 수 있다

- 모바일 웹 제어 테스트 화면



<모바일 웹(Web) 데스크탑 테스트>



<모바일 웹(Web) 실제 테스트>

- 모바일 웹 제어에 대한 내용

- 제습 난방기 설치



<제습 난방기 설치 사진>



<제습 난방기 설치 사진>



<제습 난방기 설치 사진>



<제습 난방기 설치 사진>

○ 제습난방기에 대한 설명

- 제습 난방기 설치



<제습 난방기 설치 사진>



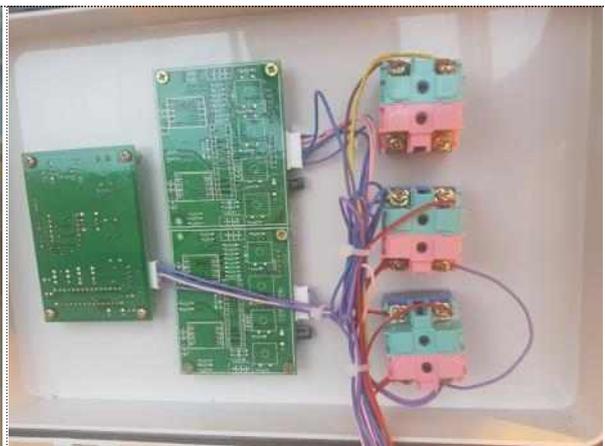
<제습난방기 응축수 배출>

- 제습난방기에 대한 설명

- 제습 난방기 컨트롤러 설치



<제습 난방기 컨트롤러>



<제습 난방기 컨트롤러>



<제습 난방기 컨트롤러>



<제습 난방기 컨트롤러>

○ 제습난방기 컨트롤러에 대한 설명

- 제습 난방기 컨트롤러 및 환경 제어기 컨트롤러 설치



<제습 난방기 컨트롤러>



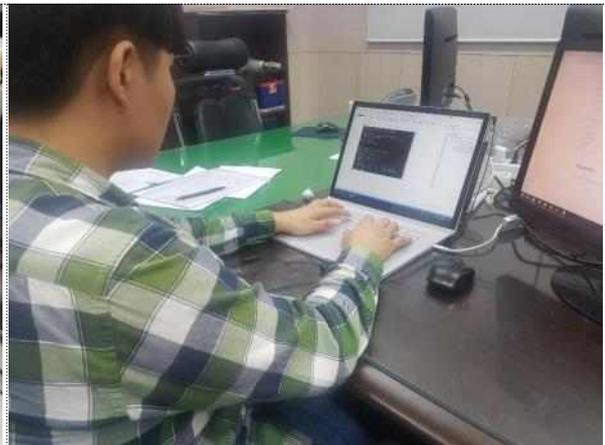
<환경제어기 컨트롤러 사진>

- 제습난방기 컨트롤러 및 환경제어기 컨트롤러에 대한 설명

- ICT 스마트제어 반응 테스트



<ICT 스마트제어 반응 테스트>



<ICT 스마트제어 반응 테스트>

- ICT 스마트제어 반응 테스트는 서버에 저장되어 있는 3개의 파일(1.07 Mb, 11.46 Mb, 305.78 Mb)를 wget 유틸리티를 사용하여 다운로드 받는 방식으로 10회의 테스트를 실시했다.

- ICT 스마트제어 반응 1번 테스트 (1.07 Mb)

<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat" --2018-10-17 14:15:33-- http://168.131.77.49/test1.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 1121889 (1.1M) [text/plain] Saving to: 'test1.dat.1' test1.dat.1 100%[=====>] 1.07M 31.5Mb/s in 0.3s 2018-10-17 14:15:33 (31.5 Mb/s) - 'test1.dat.1' saved [1121889/1121889] </pre>	<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat" --2018-10-17 14:15:35-- http://168.131.77.49/test1.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 1121889 (1.1M) [text/plain] Saving to: 'test1.dat.2' test1.dat.2 100%[=====>] 1.07M 29.0Mb/s in 0.3s 2018-10-17 14:15:36 (29.0 Mb/s) - 'test1.dat.2' saved [1121889/1121889] </pre>
--	--

<ICT 스마트제어 반응 테스트 1-1>

<ICT 스마트제어 반응 테스트 1-2>

<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat" --2018-10-17 14:15:38-- http://168.131.77.49/test1.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 1121889 (1.1M) [text/plain] Saving to: 'test1.dat.3' test1.dat.3 100%[=====>] 1.07M 31.1Mb/s in 0.3s 2018-10-17 14:15:38 (31.1 Mb/s) - 'test1.dat.3' saved [1121889/1121889] </pre>	<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat" --2018-10-17 14:15:40-- http://168.131.77.49/test1.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 1121889 (1.1M) [text/plain] Saving to: 'test1.dat.4' test1.dat.4 100%[=====>] 1.07M 31.0Mb/s in 0.3s 2018-10-17 14:15:40 (31.0 Mb/s) - 'test1.dat.4' saved [1121889/1121889] </pre>
--	--

<ICT 스마트제어 반응 테스트 1-3>

<ICT 스마트제어 반응 테스트 1-4>

- 1.07 Mb 데이터 전송 결과 평균 30.18 Mb/s를 기록하였다. (총 10회 테스트)

- ICT 스마트제어 반응 2번 테스트 (11.46 Mb)

<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test2.dat" --2018-10-17 14:16:00-- http://168.131.77.49/test2.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 12016494 (11M) [text/plain] Saving to: 'test2.dat.1' test2.dat.1 100%[=====>] 11.46M 33.3Mb/s in 2.9s 2018-10-17 14:16:03 (33.3 Mb/s) - 'test2.dat.1' saved [12016494/12016494] </pre>	<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test2.dat" --2018-10-17 14:16:05-- http://168.131.77.49/test2.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 12016494 (11M) [text/plain] Saving to: 'test2.dat.2' test2.dat.2 100%[=====>] 11.46M 33.0Mb/s in 2.8s 2018-10-17 14:16:08 (33.8 Mb/s) - 'test2.dat.2' saved [12016494/12016494] </pre>
---	---

<ICT 스마트제어 반응 테스트 2-1>

<ICT 스마트제어 반응 테스트 2-2>

<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test2.dat" --2018-10-17 14:16:39-- http://168.131.77.49/test2.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 12016494 (11M) [text/plain] Saving to: 'test2.dat.3' test2.dat.3 100%[=====>] 11.46M 33.9Mb/s in 2.8s 2018-10-17 14:16:41 (33.9 Mb/s) - 'test2.dat.3' saved [12016494/12016494] </pre>	<pre> fish /test server /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test2.dat" --2018-10-17 14:16:44-- http://168.131.77.49/test2.dat Connecting to 168.131.77.49:80... connected. HTTP request sent, awaiting response... 200 OK Length: 12016494 (11M) [text/plain] Saving to: 'test2.dat.4' test2.dat.4 100%[=====>] 11.46M 32.7Mb/s in 2.9s 2018-10-17 14:16:47 (32.7 Mb/s) - 'test2.dat.4' saved [12016494/12016494] </pre>
---	---

<ICT 스마트제어 반응 테스트 2-3>

<ICT 스마트제어 반응 테스트 2-4>

- 11.46 Mb 데이터 전송 결과 평균 33.52 Mb/s를 기록하였다. (총 10회 테스트)

- ICT 스마트제어 반응 3번 테스트 (305.78 Mb)

```

fish /test
server: /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat"
--2018-10-17 14:15:33-- http://168.131.77.49/test1.dat
Connecting to 168.131.77.49:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.1'

test1.dat.1  100%[=====>]  1.07M  31.5Mb/s  in 0.3s
2018-10-17 14:15:33 (31.5 Mb/s) - 'test1.dat.1' saved [1121889/1121889]

```

<ICT 스마트제어 반응 테스트 3-1>

```

fish /test
server: /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat"
--2018-10-17 14:15:35-- http://168.131.77.49/test1.dat
Connecting to 168.131.77.49:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.2'

test1.dat.2  100%[=====>]  1.07M  29.0Mb/s  in 0.3s
2018-10-17 14:15:36 (29.0 Mb/s) - 'test1.dat.2' saved [1121889/1121889]

```

<ICT 스마트제어 반응 테스트 3-2>

```

fish /test
server: /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat"
--2018-10-17 14:15:38-- http://168.131.77.49/test1.dat
Connecting to 168.131.77.49:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.3'

test1.dat.3  100%[=====>]  1.07M  31.1Mb/s  in 0.3s
2018-10-17 14:15:38 (31.1 Mb/s) - 'test1.dat.3' saved [1121889/1121889]

```

<ICT 스마트제어 반응 테스트 3-3>

```

fish /test
server: /test wget --report-speed=bits "http://168.131.77.49/test1.dat"
--2018-10-17 14:15:40-- http://168.131.77.49/test1.dat
Connecting to 168.131.77.49:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.4'

test1.dat.4  100%[=====>]  1.07M  31.0Mb/s  in 0.3s
2018-10-17 14:15:40 (31.0 Mb/s) - 'test1.dat.4' saved [1121889/1121889]

```

<ICT 스마트제어 반응 테스트 3-4>

- 305.78 Mb 데이터 전송 결과 평균 34.65 Mb/s를 기록하였다. (총 10회 테스트)

○ ICT 스마트제어 반응 테스트 결과

Mb/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 번	28.8	31.5	29.0	31.1	31.0	31.1	29.9	29.1	31.0	29.3
2 번	33.8	33.3	33.8	33.9	32.7	34.7	33.4	32.0	34.3	33.3
3 번	33.3	33.3	36.2	33.6	35.5	36.8	35.9	33.7	35.3	32.9

<반응 테스트 원본 데이터>

	데이터 크기	평균 속도	최저 속도	최고 속도
1번 테스트	1.07 Mb	30.18 Mb/s	28.8 Mb/s	31.5 Mb/s
2번 테스트	11.46 Mb	33.52 Mb/s	32.0 Mb/s	34.7 Mb/s
3번 테스트	305.78 Mb	34.65 Mb/s	32.9 Mb/s	36.8 Mb/s
결과		32.78 Mb/s	28.8 Mb/s	36.8 Mb/s

<반응 테스트 결과 요약>

- 1에서 3번의 테스트, 각 10회 총 30회의 테스트 결과 평균 32.78 Mb/s 로 충분히 목표에 도달하였다.

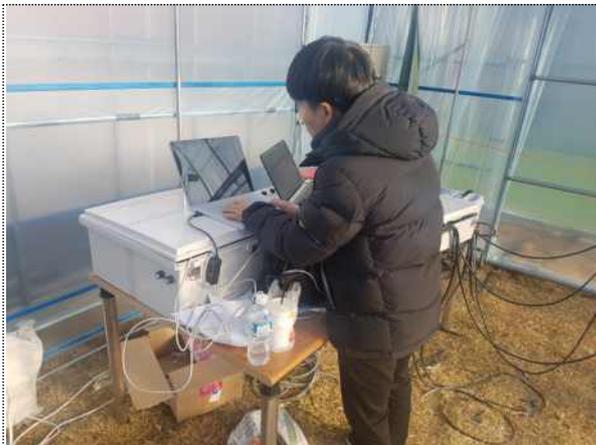
- 2차 12월 12~14일 그린씨에스 테스트온실 현장 테스트



<그린 테스트 온실 현장 테스트>



<그린 테스트 온실 현장 테스트>



<그린 테스트 온실 현장 테스트>



<그린 테스트 온실 현장 테스트>

```
root@server:~# wget --report-speed=bits 'http://192.168.0.56/test1.dat'
--2018-12-14 10:29:54-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.1'

test1.dat.1 100%[=====] 1.07M --.-KB/s in 0.006s
2018-12-14 10:29:57 (1.47 Gb/s) - 'test1.dat.1' saved [1121889/1121889]

root@server:~# wget --report-speed=bits 'http://192.168.0.56/test1.dat'
--2018-12-14 10:29:57-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.2'

test1.dat.2 100%[=====] 1.07M --.-KB/s in 0.006s
2018-12-14 10:29:57 (1.39 Gb/s) - 'test1.dat.2' saved [1121889/1121889]

root@server:~# wget --report-speed=bits 'http://192.168.0.56/test1.dat'
--2018-12-14 10:29:58-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.3'

test1.dat.3 100%[=====] 1.07M --.-KB/s in 0.007s
2018-12-14 10:29:58 (1.24 Gb/s) - 'test1.dat.3' saved [1121889/1121889]

root@server:~#
```

<그린 테스트 온실 현장 테스트>

```
root@server:~# wget --report-speed=bits 'http://192.168.0.56/test1.dat'
--2018-12-14 10:30:04-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.4'

test1.dat.4 100%[=====] 1.07M --.-KB/s in 0.006s
2018-12-14 10:30:04 (1.51 Gb/s) - 'test1.dat.4' saved [1121889/1121889]

root@server:~# wget --report-speed=bits 'http://192.168.0.56/test1.dat'
--2018-12-14 10:30:05-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1121889 (1.1M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.5'

test1.dat.5 100%[=====] 1.07M --.-KB/s in 0.006s
2018-12-14 10:30:05 (995 Mb/s) - 'test1.dat.5' saved [1121889/1121889]

root@server:~#
```

<그린 테스트 온실 현장 테스트>

```

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test1.dat"
--2018-12-14 10:30:13-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 12016494 (11M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.1'

test1.dat.1 100%[=====] 11.46M 66.1Mb/s in 1.5s

2018-12-14 10:30:14 (66.1 Mb/s) - 'test1.dat.1' saved [12016494/12016494]

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test2.dat"
--2018-12-14 10:30:15-- http://192.168.0.56/test2.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 12016494 (11M) [text/plain]
Saving to: 'test2.dat.2'

test2.dat.2 100%[=====] 11.46M 66.1Mb/s in 1.6s

2018-12-14 10:30:17 (66.1 Mb/s) - 'test2.dat.2' saved [12016494/12016494]

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test2.dat"
--2018-12-14 10:30:17-- http://192.168.0.56/test2.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 12016494 (11M) [text/plain]
Saving to: 'test2.dat.3'

test2.dat.3 100%[=====] 11.46M 70.4Mb/s in 1.4s

2018-12-14 10:30:19 (70.4 Mb/s) - 'test2.dat.3' saved [12016494/12016494]

root@server:~#

```

<그린 테스트 온실 현장 테스트>

```

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test3.dat"
--2018-12-14 10:30:23-- http://192.168.0.56/test3.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 320630784 (306M) [text/plain]
Saving to: 'test3.dat.4'

test3.dat.4 100%[=====] 305.78M 63.0Mb/s in 4.5s

2018-12-14 10:30:28 (63.0 Mb/s) - 'test3.dat.4' saved [320630784/320630784]

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test3.dat"
--2018-12-14 10:30:25-- http://192.168.0.56/test3.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 320630784 (306M) [text/plain]
Saving to: 'test3.dat.5'

test3.dat.5 100%[=====] 305.78M 63.3Mb/s in 4.6s

2018-12-14 10:30:27 (63.3 Mb/s) - 'test3.dat.5' saved [320630784/320630784]

root@server:~#

```

<그린 테스트 온실 현장 테스트>

```

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test1.dat"
--2018-12-14 10:31:11-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 12016494 (11M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.1'

test1.dat.1 100%[=====] 385.78M 66.4Mb/s in 4.8s

2018-12-14 10:31:12 (64.9 Mb/s) - 'test1.dat.1' saved [120630784/120630784]

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test1.dat"
--2018-12-14 10:31:13-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 12016494 (11M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.2'

test1.dat.2 100%[=====] 385.78M 62.4Mb/s in 4.8s

2018-12-14 10:31:13 (63.9 Mb/s) - 'test1.dat.2' saved [120630784/120630784]

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test1.dat"
--2018-12-14 10:31:15-- http://192.168.0.56/test1.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 12016494 (11M) [text/plain]
Saving to: 'test1.dat.3'

test1.dat.3 100%[=====] 385.78M 61.6Mb/s in 3.9s

2018-12-14 10:31:14 (66.7 Mb/s) - 'test1.dat.3' saved [120630784/120630784]

root@server:~#

```

<그린 테스트 온실 현장 테스트>

```

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test3.dat"
--2018-12-14 10:31:41-- http://192.168.0.56/test3.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 320630784 (306M) [text/plain]
Saving to: 'test3.dat.4'

test3.dat.4 100%[=====] 305.78M 63.0Mb/s in 4.5s

2018-12-14 10:31:23 (61.9 Mb/s) - 'test3.dat.4' saved [320630784/320630784]

root@server:~# wget --report-speed=bits "http://192.168.0.56/test3.dat"
--2018-12-14 10:31:25-- http://192.168.0.56/test3.dat
Connecting to 192.168.0.56:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 320630784 (306M) [text/plain]
Saving to: 'test3.dat.5'

test3.dat.5 100%[=====] 305.78M 63.3Mb/s in 4.6s

2018-12-14 10:31:25 (64.1 Mb/s) - 'test3.dat.5' saved [320630784/320630784]

root@server:~#

```

<그린 테스트 온실 현장 테스트>

○ 2차 12월 12~14일 그린씨에스 테스트온실 현장 테스트 결과

Mb/s	1	2	3	4	5
1 번	1470	1390	1240	1510	995
2 번	66.1	60.1	70.4	67.9	60.6
3 번	64.9	63.9	66.2	61.9	64.1

<반응 테스트 원본 데이터>

	데이터 크기	평균 속도	최저 속도	최고 속도
1번 테스트	1.07 Mb	1283.7 Mb/s	995.0 Mb/s	1510.0 Mb/s
2번 테스트	11.46 Mb	65.0 Mb/s	60.1 Mb/s	70.4 Mb/s
3번 테스트	305.78 Mb	64.2 Mb/s	61.9 Mb/s	66.2 Mb/s
결과		1370.1 Mb/s	1075.7 Mb/s	1602.4 Mb/s

<반응 테스트 결과 요약>

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

				코드번호	D-06
4-1. 목표달성도					
구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용	
1차 년도 (2016)	주요 요소 및 통합시작품 설계 제작	원예온실용 전기난방모듈 설계 및 제작	100	<ul style="list-style-type: none"> - 면상발열체를 이용한 난방모듈 개발 및 전기 히팅장치 제작 - 탈부착식 전기난방 하우스링 설계 및 제작 - 고열효율의 난방이 가능한 발열체 및 방열판 요소기술 개발 	
	통합 제어기 및 원격제어 로직 개발	제습 · 난방 제어기 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> - 제습 및 난방 모듈 제어기 설계 및 시작품 제작 - 시작품 성능평가: 제어상태, 데이터 송·수신 	
	원격제어 모듈, 운영 프로그램 개발	무선 온습도 센서노드 및 제어 네트워크 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> - 온실 내 기자제 제어 임베디드 시스템 개발 - 개발제품 주요요소 성능시험 평가 	

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 년도 (2017)	주요 요소 및 통합시작품 설계 제작	원예온실용 고효율 경량 제습기 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> - 풍량 최적화 방수모터 설계 및 제작 - 공기에 적용 가능한 UV-C 램프 호환 가능 모듈 선정 및 적용 - 제습 및 공기순환시스템 성능개선 및 난방모듈 호환성 검토 - 알루미늄소재를 이용한 공기순환제습난방기의 일체형, 탈 부착식 제품 하우스 및 요소부품 설계 및 제작을 통한 무게 경량화 - 제습능력, 난방효과 향상을 위한 공기 흡입구와 토출구의 조절기능 설계 - 난방&제습&공기순환 복합적용 설계 - 1차 시작품 제작 및 실험 테스트 베드 현장적용
	통합 제어기 및 원격제어 로직 개발	ICT 원격 제어 로직 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌 조사를 통한 ICT 원격 제어 시스템 로직 최적 설계 - 최적 설계된 로직이 적용된 원격 제어 시스템 현장 적용
	원격제어 모듈, 운영 프로그램 개발	센서 노드 모니터링 및 원격제어 통합 관리 시스템 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> - 센서 노드 및 기자재 통합관리 시스템 개발 - 온실 내 비상시 대처를 위한 실시간 모니터링 시스템 구축 - 통합 적용 및 현장테스트, 보완

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차 년도 (2018)	주요 요소 및 통합시작품 설계 · 제작	원예온실용 고효율 경량 제습기 2차 시제품 제작 및 현장적용	100	<ul style="list-style-type: none"> - 온습도 통합관리 배전함 설계 및 제작 - 2차 시제품 제작 후 농가 2곳 이상 현장 적용 - 현장 적용 후 예로사항 및 설문조사 - 국문 및 영문(수출용) 카탈로그 - 제품 사업화
	통합 제어기 및 원격제어 로직 개발	성능평가 및 데이터 분석	100	<ul style="list-style-type: none"> - 제습난방기 성능평가 (제습량, 난방온도, 풍량, 풍속, 소음 등) - 원격제어 프로그램 데이터 분석 (데이터 정확도, 제어 시간 등)
	원격제어 모듈, 운영 프로그램 개발	센서 노드 및 기자재 관리 스마트폰 앱 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> - ICT기반 온실 내 기자재 원격제어 스마트폰 앱 개발 - 요소 및 통합시스템 적용 후 현장테스트, 보완

4-2. 관련분야 기여도

- 원예온실용 전기난방모듈 설계 및 제작
 - 면상발열체를 이용한 난방모듈 개발 및 전기 히팅장치 제작
 - 탈부착식 전기난방 하우징 설계 및 제작
 - 고열효율의 난방이 가능한 발열체 및 방열판 요소기술 개발
- 원예온실용 고효율 경량 제습기 개발
 - 풍량 최적화 방수모터 설계 및 제작
 - 공기에 적용 가능한 UV-C 램프 호환 가능 모듈 선정 및 적용
 - 제습 및 공기순환시스템 성능개선 및 난방모듈 호환성 검토
 - 알루미늄소재를 이용한 공기순환제습난방기의 일체형, 탈 부착식 제품 하우징 및 요소부품 설계 및 제작을 통한 무게 경량화
 - 제습능력, 난방효과 향상을 위한 공기 흡입구와 토출구의 조절기능 설계
 - 난방&제습&공기순환 복합적용설계
 - 1차 시작품 제작 및 실험 테스트 베드 현장적용
- 원예온실용 고효율 경량 제습기 2차 시제품 제작 및 현장적용
 - 온습도 통합관리 배전함 설계 및 제작
 - 2차 시제품 제작 후 농가 2곳 이상 현장 적용
 - 현장 적용 후 에로사항 및 설문조사
 - 국문 및 영문(수출용) 카탈로그
 - 제품 사업화
- 제습 · 난방 제어기 개발
 - 제습 및 난방 모듈 제어기 설계 및 시작품 제작
 - 시작품 성능평가: 제어상태, 데이터 송·수신
- ICT 원격 제어 로직 개발
 - 문헌 조사를 통한 ICT 원격 제어 시스템 로직 최적 설계
 - 최적 설계된 로직이 적용된 원격 제어 시스템 현장 적용
- 성능평가 및 데이터 분석
 - 제습난방기 성능평가 (제습량, 난방온도, 풍량, 풍속, 소음 등)
 - 원격제어 프로그램 데이터 분석 (데이터 정확도, 제어 시간 등)
- 무선 온습도 센서노드 및 제어네트워크 개발
 - 온실 내 기자재 제어 임베디드 시스템 개발
 - 개발제품 주요요소 성능시험 평가
- 센서 노드 모니터링 및 원격 제어 통합 관리 시스템 개발
 - 센서 노드 및 기자재 통합관리 시스템 개발
 - 온실 내 비상시 대처를 위한 실시간 모니터링 시스템 구축
 - 통합 적용 및 현장테스트, 보완
- 센서 노드 및 기자재 관리 스마트폰 앱 개발
 - ICT기반 온실 내 기자재 원격제어 스마트폰 앱 개발
 - 요소 및 통합시스템 적용 후 현장테스트, 보완

5. 연구결과의 활용계획

	코드번호	D-07
<ul style="list-style-type: none"> ○ 원예온실용 ICT 원격제어형 고효율 하이브리드 제습난방기 개발을 통하여 개발 후 3년 매출액 10억원 창출 ○ 원예온실용 ICT 원격제어 산업 표준 기반 기여 ○ 특허출원 및 등록 : 난방, 제습, 공기순환시스템, ICT스마트제어 등 3건 이상 ○ 기술이전/상품화 : 특허등록 된 기술에 대하여 참여업체 자체 사업화(기술이전 1건/사업화 3건 이상) ○ 논문 : 학술지 게재 SCI급 2건 이상, KCI급 2건 이상 ○ 교육지도 10건, 언론홍보 10건 이상 ○ 전문인력향상을 위한 5명 이상의 고용창출 ○ 개발된 기술을 원예온실 농가 적용 및 국외전시회를 통한 수출판로개척 <p>가. 기술적 측면<산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시설원예 농어민의 고질적인 걱정인 운영 난방비 기존 등유, 전기 온풍기 대비 30~50%감소. ○ 국내외 원예온실 내에서는 온도나 습도 관리 시설기기는 온실 입구 쪽에 위치를 두고 송풍해주는 방식이지만, 개발제품은 하우스 50평마다 1대씩 공중에 설치하는 국내외 어디에도 볼 수 없는 방식의 제품임. ○ 한글 메뉴 등 국내 농가가 사용하기 쉬우며, 맞춤형 모듈화 제작으로 호환성과 확장성을 확보하고자 함. ○ 사업화 전략은 국내외 특허, 인증 획득, 논문 게재, 신문·TV광고·잡지광고, 국가 정책사업 국내 전시회 및 해외전시회에 출품 등 마케팅 전략 수립 및 시장·수요를 분석하고, 시작은 농업부터 적용 범위를 넓혀, 공업용, 식품 가공 보조용 등 여러 분야에 적용할 것이며, 관련기술의 기술력을 국내·외로 인정받아 내수 및 수출을 활성화하는 등 국내·외 진출의 교두보를 확보. ○ 주관기업에 의한 자체 사업화로 인한 국내 ICT 산업 후발주자들의 ICT융복합 산업활성화 ○ 농기자재 및 농업용 정보통신기기 산업의 국제적 경쟁력 향상. <p>나. 경제적·산업적 측면<연구개발과 인력양성></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 산업화, 실용화 과정을 통해 참여업체 인력양성 및 신규인력 채용 ○ 온실 온습도 조절기기 환경제어 관련 생산시스템 및 원예학 분야 인력 양성 ○ 센서 및 제어 인터페이스 모듈, 원격 관리 모듈 제작 인력 양성 ○ 작물생산 근권 부 및 지상 부 제어 기술 관련 인력 양성 ○ 본 연구 개발 및 산업화 분야의 인력이 매우 취약한 실정이므로 인력양성이 시급함 ○ 외국 수입 제품 대체로 인한 농업산업 분야의 외화 유출 최소화 ○ 국산 제품사용으로 인한 A/S 비용 감소 및 A/S 편의성으로 인한 시설원예용 ICT 제어기기 수요 증가 <p>다. 연계성과<농업과 정보통신(ICT)의 융복합></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 농업용 온풍기 대비 난방비용 감소 ○ 고효율의 난방기기 사용으로 인한 난방비용 감소로 인한 농가 수익증대로 귀촌, 귀농 등을 초래하여 농업인구 감소를 최소화해 기여 ○ 타 산업에 비하여 농업분야는 정보통신(ICT)의 접목이 많이 뒤처지지만 연구개발을 통해 ICT분야 세계 최강국의 장점을 적극 활용하여 농업과 정보통신의 융복합 산업 활성화 및 가속화 		

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
------	------

○ 2차년도 해외과학기술정보 수집(제 1세부)

1. 출장국 : 일본 치바
2. 출장목적 : 일본 AGRIWORLD 2017 전시회 참가
3. 출장기간 : 2017. 10. 10 - 2017. 10. 14(4박5일)
4. 활동내역 :
 - 일본내 첨단온실 기기 현황 및 온습도관리 기술동향파악
 - 일본 AGRIWORLD 2017 전시회참가
 - 농용공기교반제습기 전시 및 홍보

국외 출장 참고 사진자료



신안그린테크 전시부스



전시제품상담



전시제품상담

1. 여행국 : 중국 심양
2. 여행목적 : 중국내 온도습도관리 및 농업대학실험온실 기술동향파악
3. 여행기간 : 2017. 05. 12 - 2017. 05. 15(3박4일)
4. 활동내역 : - 중국내 첨단온실 기기 현황 및 온도습도관리 기술동향파악
 - 세부과제별 진행사항, 향후 계획 및 성과 목표 달성 계획 등 논의
 - 온실복합시스템 관련기술 확인 및 기타토의
 - 중국 농업대학 및 온실복합관련업체 현장방문을 통한 기술동향 파악

국외 출장 참고 사진자료



심양농업대학교 방문



대학내 시설



심양농업대학 내 온실



실험온실 내 수경재배



실험유리온실



실험비닐온실



센서장비들 확인



밀폐형 온실 기술

○ 3차년도 해외과학기술정보 수집(제 1세부)

1. 여행국 : 일본 도쿄
2. 여행목적 : 일본 GPEC 전시회 참가 및 세계 농업 시장 기술동향 조사
3. 여행기간 : 2018. 07. 11 ~ 2018. 07. 13(2박3일)
4. 활동내역 :
 - 일본 GPEC 전시회 참가
 - GPEC 전시회를 통한 세계 농업 시장 기술동향 자료수집
 - 선진국들의 난방, 제습관련 제품 기술조사 및 비교분석
 - 농용공기교반제습기 전시 및 홍보

국외 출장 참고 사진자료



도토 빅사이트 GPEC 전시회 방문(1일차)



도토 빅사이트 GPEC 전시회 방문(1일차)



도토 빅사이트 GPEC 전시회 방문(2일차)



도토 빅사이트 GPEC 전시회 방문(2일차)



도토 빅사이트 GPEC 전시회 방문(3일차)



도토 빅사이트 GPEC 전시회 방문(3일차)



일본 기업 기보타 Co2 발생기 기술조사



국내 기업 인터히트 전기난방기구 기술조사

1. 여행국 : 태국 방콕
2. 여행목적 : 태국 국제 농업박람회 참관
3. 여행기간 : 2018. 08. 22 ~ 2018. 08. 24(2박3일)
4. 활동내역 : - 태국 국제 농업박람회 참관 (SIMA ASEAN Thailand-The Southeast Asian Agribusiness Show)
 - 농업박람회를 통한 동남아시아 농업 시장 기술동향 자료수집
 - 선진국들의 난방, 제습관련 제품 기술조사 및 비교분석

국의 출장 참고 사진자료



SIMA ASEAN 농업박람회 방문



동남아시아 농업기술 동향 파악



동남아시아 농업기술 동향 파악



동남아시아 농업기술 동향 파악



동남아시아 농업기술 동향 파악



동남아시아 농업기술 동향 파악



동남아시아 농업기술 동향 파악

7. 연구개발결과의 보안등급

	코드번호	D-09
○		

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

					코드번호	D-10		
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11
<p>○ 「(주)신안그린테크 연구실 안전관리 규정지침」에 의거함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구참여인원의 보험가입을 대학차원에서 의무적으로 적용함 - “연구실안전관리책임자”를 지정하여 안전 관리 및 지도 수행 - 연구실안전관리책임자는 연구실 안전 책임 관리 - 통제상황과 사고발생시 대처요령 등 교육 훈련 실시 - 연구실 자체 안전점검 실시 및 결과 비치 - 일정 기간 이상 종사자 건강검진 실시 <p>○ 「충남대학교 연구실 안전관리 규정지침」에 의거함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구참여인원의 보험가입을 대학차원에서 의무적으로 적용함 - “연구실안전관리책임자”를 지정하여 안전 관리 및 지도 수행 - 연구실안전관리책임자는 연구실 안전 책임 관리 - 통제상황과 사고발생시 대처요령 등 교육 훈련 실시 - 연구실 자체 안전점검 실시 및 결과 비치 - 일정 기간 이상 종사자 건강검진 실시 <p>○ 「(주)그린씨에스 연구실 안전관리 규정지침」에 의거함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구참여인원의 보험가입을 대학차원에서 의무적으로 적용함 - “연구실안전관리책임자”를 지정하여 안전 관리 및 지도 수행 - 연구실안전관리책임자는 연구실 안전 책임 관리 - 통제상황과 사고발생시 대처요령 등 교육 훈련 실시 - 연구실 자체 안전점검 실시 및 결과 비치 - 일정 기간 이상 종사자 건강검진 실시 	

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	소형 식물공장 내 난방 및 제습모듈 성능 기초시험	(주)신안그 린테크	장승호	(사)한국정 밀농업학회 /대한민국	-	2017.09.25	단독사사	비SCI
2	특허	과장변경이 가능한 엘이디조명장치를 구비한 식물재배기	충남대학 교 산학협력 단 외 1명	정선옥, 장승호, 장영균	한국	-	2018.01.11	-	10-18195 85
3	특허	응축수가 자동으로 배출되는 온실용 난방기 일체형 제습장치	(주)신안그 린테크 외 2명	장승호, 정선옥, 배임성	한국	-	2018.11.05	-	10-19172 38
4	특허	응축수 배출을 위한 호스틸이 구비된 온실용 난방기 일체형 제습장치	(주)신안그 린테크 외 2명	장승호, 정선옥, 배임성	한국	-	2018.10.23	-	10-19128 56
5	기타	한국정밀농업학회 (국내 학술발표)	충남대학 교	서영우	-	-	2017.03.22	-	농촌진흥청
6	기타	한국농업기계학회 (국내 학술발표)	충남대학 교	서영우	-	-	2017.10.27	-	광주김대중 컨벤션센터
7	기타	The International Tri-Conference for Precision Agriculture in 2017 (국제 학술발표)	충남대학 교	서영우	-	-	2017.10.16	-	Claudelan ds/Te Papanui, Hamilton, New Zealand

소형 식물공장 내 난방 및 제습모듈 성능 기초시험
 [Preliminary tests for heating and dehumidifying performance in a small plant factory]

송승호, 배원성†(부산대학교), 이근성(제이씨)
 Seung-Ho Song, Im-Gyeong Lee*
 †Shin Green-Tech Co., Ltd., Suncheon, Cheongnam, Republic of Korea
 *Green Control System Co., Ltd., Gwangju, Republic of Korea
 †교신처: 배원성(gpc3000@paranet.net)

초록(Abstract)
 The growth factors, such as temperature, humidity, CO₂, EC and pH, that affect the environment of a greenhouse. High-income crops such as paprika, strawberry, and tomatoes are sensitive to temperature and humidity during growth. In this study, a basic performance test of sensors and control interface was conducted to remotely control temperature and humidity. The remote monitoring and control system consists of a sensor interface, a control interface, and a communication module. First, the basic test of sensor interface was carried out to improve the data stability by keeping it in small plant factories. Secondly, the automatic control test of the heater and the dehumidifier depending on the set value of the sensor was carried out. The relative humidity was 80%, 85%, and 70% respectively. The monitoring performance was acceptable when the distance between the sensor and the ZigBee module was within 10m. Although data transmission rate was affected by the presence of obstacles, sensor data reception rate was more than 98%. The automatic control experiments were conducted and analyzed by measuring the automatic control time to temperature and humidity in each environment in a small plant factory. In order to improve the performance and to apply in the larger greenhouse, additional tests are required in various environment and crop cultivation conditions; the control algorithm should be improved as well.

키워드(Keywords)
 원격모니터링, 자동제어, 센서네트워크

서론
 온실의 환경을 결정짓는 인자는 온도, 습도, CO₂, EC 그리고 pH와 같이 다양하다. 최근 대표적인 고소득 작물인 파프리카, 딸기 및 토마토의 재배면적이 증가되고 있는데, 이 작물들은 경제 사에 특

히 온도와 습도에 민감하다. 온실 내 온/습도를 제어하기 위해서는 작물의 종류에 따른 생육 및 지역적 특성을 고려해야 한다. 또한 작물의 생장 최적 조건을 만족시키기 위하여 제어조건 중 목표제어를 사용하게 된다. 현재 온실 환경 모니터링 및 제어 관련 장비가 실용화 되어 있으나, 제품 간의 호환성이 문제가 되어 보급형 온실 환경관리 제어 시스템을 선택적으로 사용할 수 있는 실용화 기술 개발은 꼭 필요한 실정이다. 따라서 본 연구를 통해 온실 내부에서 온도와 습도를 통합적으로 제어할 수 있는 보급형 난방/제습 모듈을 개발하고자 한다. 이를 위해 난방 및 제습 모듈의 성능 기초 시험과 아울러 온/습도의 데이터를 측정하고 차이를 분석하여 온실 내부에서의 최적의 제어 위치와 개수를 선정하기 위한 실험이 필요하다. 따라서 본 연구의 목적은 난방 모듈이 결합된 제어기의 시제품을 위한 원격 모니터링 및 제어 시스템을 설계하고 제작된 제어인터페이스 모듈의 성능 기초실험을 진행하고자 하며, 세부 목적은 아래와 같다.

- 1) 센서 데이터 안정성 향상을 위해 소형 식물공장 내에서 높이별로 데이터를 수신하여 데이터 간의 차이를 확인한다.
- 2) 센서 데이터에 따른 히터 및 제습 모듈의 자동제어 실험을 진행하여 설정 온/습도가 되어 히터 및 제습기의 작동이 중단되는 시간을 측정한다.

재료 및 방법
 원격 모니터링 및 제어인터페이스 모듈은 크게 세 부분으로 나눌 수 있다. 우선, 온실 내 온도와 습도를 측정하는 센서 신호 입력부, 측정된 센서 데이터를 PC 및 메인 MCU로 송신하는 통신부, 그리고 수신된 센서 데이터를 바탕으로 난방 모듈, 제습기를 제어하는 제어부로 나누어진다. 센서 신호 입력부는 온도 및 습도 센서를 함께 연결, 읽기 할 수 있도록 Plug-in/out 방식으로 제작하였는데, 온실 내 천장에 해당 수 있고, 말린상과 상습성을 위해 컨트롤박스도 같이 설치 하였다. 센서 인터페이스 실험의 경우, 센서의 개수와 위치에 따른 데이터 값의 차이를 확인하고자 각각 세, 주, 주 측면 위, 아래 그리고 실내 실내 입구 제어기 측 총 5개의 온/습도 센서노드를 사용하였다. 또한 각각의 위치에 따른 무선 통신을 통한 데이터의 안정성을 확인하였다. 제어부는 난방 모듈, 제습 장치, 팬을 수동 및 자동 제어 할 수 있는 8 bit MCU(Atmega 128 R2M module, Atmel, USA)가 적용된 전용 개발보드를 사용하였다. 데이터 송수신은 LCDALCD2004-BL를 사용하여 측정된 온도 및 습도 데이터 값을 모니터링 할 수 있도록 제작하였고, RS-232 통신 케이블을 사용하여 센서에서 측정된 값을 PC로 받아들이고 수 있도록 구성하였다. 또한 제어장치의 On/Off 명령을 수행하기 위해 릴레이(AM-1804-R, Relay Power supply board, 4 Channels, 220V)를 사용하였다. 제어 인터페이스 실험은 PC와 릴레이를 통한 On/Off 수동제어 실험과 실험은 실내 지정된 온도의 습도 값에 따라 히터와 제습기의 자동제어 실험을 진행하였다. 실험은 실험용 실내 제어기 및 가습기를 이용하여 온도 21℃, 20℃, 18℃, 습도 85%, 80%의 환경을 조성한 후

30℃ 및 상대습도 70%로의 변화는 시간을 측정하였다. 팬은 수동으로 On/Off가 가능하고, 제습기와 히터가 작동 될 경우 공기순환을 위해 자동으로 작동되도록 제작되었다. 제어 인터페이스를 위한 하드웨어는 Fig 2. 의 하드웨어와 같이 메인 MCU를 기반으로 한 제어노드를 제작하였다(Inael, 2011). 또한 제어노드의 자동제어를 위한 제어 알고리즘은 Fig 3.와 같다(Wiming 등, 2007).

결과 및 고찰
 센서 안정성 실험의 경우 지그미 모듈과의 거리가 10m 이내 일 경우 모니터링 성능이 좋았으며, 통신 거리의 실험 온실의 길이를 고려하여 무선 통신 네트워크를 구축하였다. 장애물 유무에 따라 데이터 전송 속도 및 안정성이 영향을 받았지만 테스트 된 실험 온실 내에서의 데이터 수신 실험은 수신율 98%이상으로 성공적이었다. 히터의 자동제어 실험은 온도의 경우 18℃에서 20분, 20℃에서 23분, 21℃에서 22분이 소요되었으며 Fig 4. 의 데이터 값을 얻었으며, 상대습도 70%로의 자동제어 실험은 85%에서 25분, 80%에서 23분이 소요되어 그 데이터 값을 Fig 5. 의 그래프에 나타내었다. 또한, 제어기측 센서의 각 실험별 데이터 변화를 Fig 6. 의 같이 정리하였다. 본 연구에서 제어 인터페이스 모듈 설계 및 성능 평가를 위해 사용된 제어 시스템은 8 bit MCU가 적용된 전용 개발보드를 사용하였으며, 데이터 출력부는 LCD를 사용하여 각 센서에서 측정된 데이터 값을 모니터링 할 수 있도록 설계하였다. 그리고, RS-232 통신 케이블을 사용하여 실험 온실 내의 온/습도 데이터 값을 PC로 수신하였으며, 히터와 제습기에 릴레이를 부착하여 On/Off 제어를 하였다. 그 결과 성공적인 자동제어 실험을 진행하였으나, 온도센서와 비례 습도센서 데이터의 불안정성으로 인해 센서 교체와 추가 설계가 필요하다. 이번 실험은 실험 온실 내의 데이터 변화량을 측정하였지만 실제 농가 및 온실에 적용하기 위해 추가적인 데이터 안정성 실험과 센서 실험이 필요하다. 또한 더욱 정밀한 온실 환경제어를 위하여 CO₂, 조도, EC센서 등의 추가 설계와 PID, 퍼지 제어 알고리즘을 추가하여 적용시킬 수 있도록 설계하면 제어장비에 대한 호환성이 향상될 것이다.

사시(Acknowledgement)
 본 연구는 농업수산식품부의 재원으로 농업과학기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호: 2116062-03).

참고문헌(References)
 1. Inael, O.D. 2011. A survey on multi-channel communication in wireless sensor networks, *comput. Netw.*, 55(13): 3081-3096.
 2. Wiming, Z. 2007. A Design of Greenhouse Monitoring & Control System Based on ZigBee Wireless Sensor Network, *Computer Science and Information Technology*, 2563-2567.

소형 식물공장 내 난방 및 제습모듈 성능 기초시험

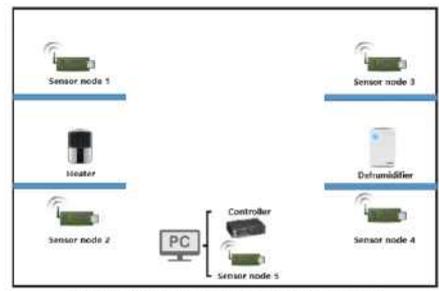


Fig 1. Location of sensors and control equipment in plant factory for data acquisition.

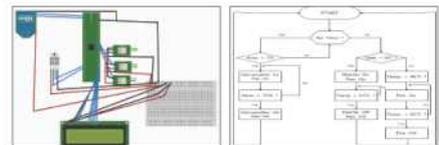


Fig 2. Schematic of the designed control interface (Inael, 2011)

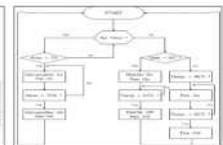


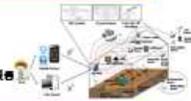
Fig 3. Control Algorithm for Automatic Control Experiment (Wiming, 2007)

호환성이 높은 센서 및 제어 인터페이스 모듈 성능평가

Evaluation of highly compatible sensor and control interface modules
 성남석*, 노병트 덕†, 서연우†, 이원재†, 김윤주†, 정성욱†
 N.S. Sung, No Byung-tuk, Seo Yeon-woo, Lee Won-jae, Kim Yun-ju, Jung Seung-uk
 충남대학교 바이오시스템융합기술연구원
 IPET

서론 및 연구 목적

- 현재 상용화되어 있는 온실 환경제어시스템의 B/W 및 I/W는 서로 호환이 되지 않아 농민들이 원하는 과출될 복합 온실 제어시스템을 운영하는데 어려움이 있음
- 다양한 제어 알고리즘 및 장비로 적용시킬 수 있는 호환성이 탁상인 온실 환경 제어 인터페이스 모듈을 설계 및 개발하고자 하였음



재료 및 방법

제어 인터페이스 모듈

- 본 연구에서 설계된 제어 인터페이스 모듈 설계 및 제작을 위해 사용된 제어 시스템은 2차 MCU가 적용된 전용 개발 보드를 사용하였고, RS-485 통신 케이블을 사용하여 온실 환경 측정 데이터의 전송 속도를 향상할 수 있도록 하였음(Fig. 1, Table 1)
- 온실 내 온/습도 환경조절을 위해 잘 가계기, 환풍기를 사용하여 일정한 온도/습도 제어값을 가동시킨 후 1시간 간격으로 2시간 동안 온실 내 온/습도의 변화상을 기록하였음



Fig. 1. Designed Environment Control Interface Module Diagram

Photo	Item	Specification
	Manufacturing Model	Atmel ATmega128
	Input voltage	12 V (DC)
	Output voltage	0 ~ 6 V
	Port connection	10 pin

Table 1. Specification of ATmega128 MCU

실험 시험 방법

- 현장 실험이 앞서 온실 온실에서 사용부를 전기 회로와 가습기를 이용하여 실내에서 제어 실험을 실시함
- 지정된 온/습도 값에 따라 전기회로와 가습기가 작동하는 것을 확인하였으며 농장에 설치되어 있는 제어장치와 연결하여 작동 실험 및 설계결과를 실시함
- 제어 실험을 위해 잘 가계부하, 환기 팬 그리고 난방기를 사용하였음(Fig. 2)



Fig. 2. Photo of the experiment according to temperature/humidity

결과 및 고찰

제어장비를 이용한 실험 결과

- 5시간 220V를 환경제어 인터페이스 모듈을 이용하여 온/습도를 제어하여 농장에서 사용할 수 있는 가계장치와 환풍기 등 6가지 제어장비를 이용하여 모두 정상적으로 작동함을 확인한 후 온/습도 제어 값을 얻음(Fig. 3)
- 실험을 통해 1시간 동안 온/습도 값의 변화상을 기록한 결과 일정한 시간 33.21%, 34.54% 이라고 표출된 것은 각각 1.44%, 2.74%의 오차의 값을 얻음
- 1시간 동안 온도의 증가는 30도 ~ 35도 사이를 유지하였으며, 습도는 30% ~ 40% 사이를 유지하였음 (Fig. 4, Fig. 5)
- 본 실험은 On/Off 방식의 제어 알고리즘을 사용하였지만 더욱 정밀한 온실 환경제어를 위하여 PID, 퍼지 제어 알고리즘을 추가하여 제어부를 더욱 세밀화할 수 있도록 설계된 제어장치에 대한 효율성이 향상될 것이라 기대함



Fig. 3. Photo of the control equipment experiment

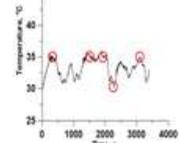


Fig. 4. Temperature change Graph

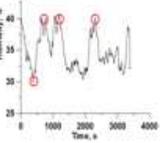


Fig. 5. Humidity change Graph

사상

- 본 연구는 **농민수선식재기술개발사업** **결과관리기술개발사업(과제번호: 81309-2)**의 지원으로 수행되었음

요약 및 결론

- 호환성이 높은 센서 및 제어 인터페이스 모듈을 설계 및 개발을 위하여 제어장비를 이용하여 실험을 진행함
- 1시간 동안 온도를 이용하여 온도의 온/습도를 조절할 결과 온도의 증가는 30도 ~ 35도 사이를 유지하였고, 습도는 30% ~ 40% 사이로 조절 될 수 있음

참고문헌

- 김길복, 박길숙, 김승진, 김문진, 김문호, 2011. 온 기반의 온실환경 원격 모니터링 시스템 구축. **한국정밀농업학회지** 6(1):77-83
- 송순용, 김일집, 이근도, 이우진, 박종, 2014. 온실 온/습도 제어 위한 퍼지-비밀-비밀 인터페이스 구현 방법. **한국정밀농업학회지** 20(6):1229-1229

시설내부 제습난방기 시작품 기초시험

Basic Test and Performance Evaluation of Dehumidifier Combined with Heater Prototype Inside the Facility

서영우¹ 이원재¹ 김용주¹ 정선옥^{1*} 장영균² 장승호² 배임성³
Young-Woo Seo¹ Won-Jae Lee¹ Yong-Joo Kim¹ Sun-Ok Chung^{1*}
Young-Kyun Jang² Seung-Ho Jang² Im-Sung Bae³

¹충남대학교 바이오시스템기계공학과

¹Dept. of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²(주)신안그린테크

²Shinan Green-Tech Co., Ltd, Suncheon, Cheonnam 58027, Korea

³(주)그린씨에스

³Green Control System Co., Ltd, Gwangju 61027, Korea

초록(Abstract)

최근 주요 온실 작물인 파프리카, 딸기 및 토마토와 같은 고소득 작물의 확산으로 인해 시설 내부의 온/습도 제어가 중요해졌다. 이를 위해 본 연구에서는 난방 모듈이 결합된 제습기의 시제품을 위한 원격 모니터링 및 제어 시스템을 설계하고 기초실험을 진행하였다.

원격 모니터링 및 제어 시스템은 센서 노드, 제어 인터페이스 및 통신부로 구성된다. 먼저 센서 노드는 ATmega128 메인보드와 ZigBee 통신모듈 및 온/습도 센서로 구성하였으며, 시설 내부 데이터 안정성 평가와 시간에 따른 평균 오차율 및 데이터 수신율을 평가하였다. 자동제어 실험은 작물 유형, 청장 단계 및 작물의 최적 성장 조건 만족을 위해 제어 알고리즘을 제작하였다. 자동제어 실험은 온도의 경우 각각 15°C, 16°C, 17°C에서 목표 온도인 20°C로, 상대습도의 경우 90%, 85%, 80%에서 목표 습도인 70%로 각각 걸리는 시간을 측정하고, 전자 온/습도 기록계와의 비교를 통해 데이터 오차율을 계산하였다.

장애물 유무에 따라 데이터 전송이 영향을 받았지만, 테스트 된 소형 식물공장 내에서의 센서 데이터 수신 실험은 30 m 이내의 거리에서 수신율 98%이상으로 성공적이었다. 시설 내부 환경에 따른 온/습도 자동제어 실험은 목표 온/습도로의 시간을 측정 및 비교분석하였으며 데이터 오차는 평균 $\pm 0.28^\circ\text{C}$, $\pm 0.99\%$ 이었다. 본 연구에서 더욱 향상된 성능과 높은 온실의 적용을 위해 다양한 환경과 작물 재배 조건에서 추가 테스트를 진행해야하며, 제어 알고리즘 또한 향상되어야 한다.

키워드(Keywords)

원격모니터링, 자동제어, 센서네트워크

사사(Acknowledgement)

본 연구는 농림축산식품부의 농림식품기술기획평가원 첨단생산기술개발사업(과제번호: 316082-03)의 지원에 이루어진 것임.

* 교신저자 : 정선옥(sochung@cnu.ac.kr)



Design and Construction of a Remote Monitoring and Control System for a Dehumidifier Combined with a Heating Module



Young-Woo Sen¹, Won-Jae Lee¹, Young-Joo Kim¹, Sun-Ok Chung^{1*},

Young-Kyun Jang², Seung-Ho Jang², Im-Sung Bac³

¹ Dept. of Biosystems Machinery Engineering, Chonnam National Univ., Daehak-ro, Yeosu-si, Jeonnam 54134, Republic of Korea
² Shinsu Green-Tech Co., Ltd, Jeongjicha 1-ro, Daema-myeon, Yeonggwang-gun, Jeonnam, Cheonan 1210, Republic of Korea
³ Green Control System Co., Ltd, Gwangju 61027, Republic of Korea

Introduction

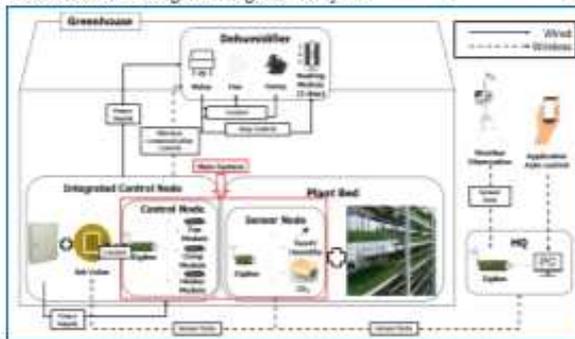
- ◆ Temperature/humidity in greenhouse
- ◆ Automatic or manual control in set value
- ◆ Real-time, visible at a glance
- ◆ Low error rate, responsible



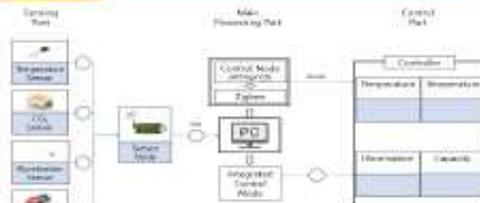
Materials and Methods

◆ System block diagram

- Sensor node : Sensors + ZigBee
- Control node : ATmega128 + ZigBee + Relay



Block diagram of monitoring and control system



Schematic of the main control system



Developed sensor and control interface module(Left), Location of the sensor nodes used in the experiment(Right)

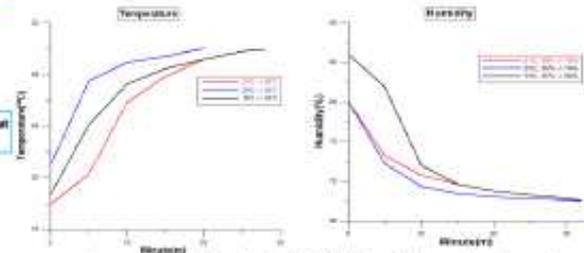
Results and Discussion

◆ Control Systems

- Receive data in real-time
- Auto/manual control
- Save files in xls or txt format



Developed sensor and control interface monitoring program



Temperature(left) and humidity(right) control experiment graph

Average and standard deviation on temperature control experiment

Target Temperature	Average and Standard deviation	
30 °C	29.9±0.28 °C	30.51±1.05 °C

Average and standard deviation on humidity control experiment

Target Humidity	Average and Standard deviation	
70%	70.7±0.99%	69.9±1.25%

Conclusions

◆ Review of the results

- Average error = 0.28 °C in the target temperature
- Average error = 0.99% in the target humidity

◆ Improvement factors

- More and various sensors input in need
- Further test under crop growing conditions
- Control algorithm

Acknowledgement

This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries(IPET) through Advanced Production Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(Project No. 316082-03)

특허증
CERTIFICATE OF PATENT



특허 제 10-1819585 호
Patent Number

출원번호 제 10-2017-0023108 호
Application Number

출원일 2017년 02월 21일
Filing Date

등록일 2018년 01월 11일
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention
파장 변경이 가능한 엘이디 조명장치를 구비한 식물재배기

특허권자 Patentee
등록사항란에 기재

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청
Korean Intellectual
Property Office

2018년 01월 11일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

성 은 보

특허

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허 제 10-1912856 호
Patent Number

출원번호 제 10-2018-0112478 호
Application Number

출원일 2018년 09월 19일
Filing Date

등록일 2018년 10월 23일
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention

응속수 배출을 위한 호스릴이 구비된 온실용 난방기 일체형 제습장치

특허권자 Patentee

등록사항란에 기재

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention
has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청
Korean Intellectual
Property Office

2018년 10월 23일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주

특허

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허 제 10-1917238 호
Patent Number

출원번호 제 10-2018-0112472 호
Application Number

출원일 2018년 09월 19일
Filing Date

등록일 2018년 11월 05일
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention

응축수가 자동으로 배출되는 온실용 난방기 일체형 제습장치

특허권자 Patentee

등록사항란에 기재

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청
Korean Intellectual
Property Office

2018년 11월 05일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주

특허

11. 기타사항

코드번호	D-13
○	

12. 참고문헌

코드번호	D-14
○	