

817027

-3

(과제명)

농약수위조절장치를 기본으로 한 교반 및 필터시스템 개발 및 사업화 최종보고서

2020

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

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

11-1543000-003177-0

1

농약수위조절장치를 기본으로 한 교반 및 필터시스템 개발 및 사업화 최종보고서

2020. 07. .

주관연구기관 / 혼디모아
참여기관 / 에이스어드벤처
참여기관 / 제주국제대학교 산학협력단

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림식품기술기획평가원장 귀하

‘농약수위조절장치를 기본으로 한 교반 및 필터시스템 개발 및 사업화’(연구개발 기간 : 2017 . 05 . 30 . ~ 2019. 12 . 31.) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2020. 07 .

주관연구기관명 : 훈디모아 (대표자) 강 명 수 (인)

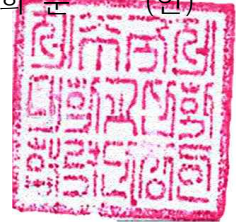
참여기관명 : 에이스어드벤처 (대표자) 강 기 수 (인)

참여기관명 : 제주국제대학교산학협력단 (대표자) 고 희 준 (인)

주관연구기관책임자: 강 명 수

참여기관책임자: 강 기 수

참여기관책임자: 부 창 진



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	817027-3	해당 단계 연구 기간	2017.05.30. -2019.12.31	단 계 구 분	(3)/(3)
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	17년 기술사업화지원사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	농약수위조절장치를 기본으로 한 교반 및 필터시스템 개발 및 사업화			
연구 책임자	강명수	해당단계 참 여 연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구 개발비	정부:300,000천원 민간:100,000천원 계:400,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 16 명 내부: 4 명 외부: 12 명	총 연구개발비	정부:800,000천원 민간:267,000천원 계:1,067,000천원
연구기관명 및 소속부서명	혼디모아			1. 참여기관명: 에이스어드벤처 2. 참여기관명: 제주국제대학교산학 협력단	
위탁 연구	연구기관명:			연구책임자:	
				보고서 면수 103	

국문 요약문

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<p>기존의 농약 살포형태는 물탱크에 농약을 투입하여 물과 희석 후 흡입기를 통해 흡입 및 분사하는 방식으로 사용자가 직접 살포하였음. 그러나 이는 사용자의 건강과 안전에 문제를 일으키는 원인이 되었음. 본 연구개발 과제를 통해 사용자에게 농약 살포 수단계를 효율적으로 운영할 수 있는 범용적이고 편리한 시스템을 개발함으로써 농약살포로 인한 위험을 감소시키고 지속적으로 농업환경개선에 기여하고자 함.</p>					
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 특허출원 7건, 특허등록 3건, 학술발표 1편, 저널 1편(KCI 이상) ▪ 해외(일본) 특허 등록 1건 					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 필터 시스템의 소형화를 통해 다양한 기능을 추가하여 농업 전반에 활용가능한 제품개발 ▪ 정량 공급기의 공급모듈을 교체형으로 하여 용도별 옵션 상품을 제공 ▪ 무동력 시스템을 기본으로 하되 주변의 발전원(차량 배터리 등)과 연계 가능하도록 시스템 개발 ▪ 농약살포를 목적으로 하는 전체 시스템과 결합가능한 센서계통을 확장함으로써 제품의 신뢰성을 향상시킴과 아울러, 향후 물공급, 별레퇴치 및 작물의 생장과 연계된 영상 등 관련 데이터 취득과 데이터베이스화를 통해 관련 자료를 기초연구에 활용할 수 있도록 함 					
중심어 (5개 이내)	농약	농약탱크	농약살포	농약수위조절	에너지효율	

< SUMMARY >

		코드번호		D-02	
Purpose& Contents	<p>In an existing pesticide spraying method, pesticide is poured into a water tank, which is then mixed with water, and a user directly sprays after the diluted pesticide is inhaled through an inhaler in the water tank. However this raised health and safety concern on the user. Therefore, this study is expected to provide users with general and convenient system which enables all steps over pesticide spraying. This will lower the risks of pesticide application and contribute to improve an agricultural environment continuously.</p>				
Results	<p>patent application (7), patent registration (3), conference paper publication (1), journal paper publication (1),</p>				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Developing products for a wide range of agricultural applications with specified functions by minimizing the filter system ▪ Providing a replaceable fixed-quantity supply module for each purpose ▪ Developing a system connectable with nearby power source (vehicle battery, etc.) upon a basic unpowered system ▪ In addition to enhancing the reliability of the product by expanding a sensor system combinable with the entire system for pesticide spraying, enabling the acquisition of data such as images related to water supply, insect control, and crop growth, for the future use in a basic research 				
Keywords	Pesticide	Pesticide tank	Pesticide spray	Pesticide level control	Energy efficiency

<목차>

I. 연구개발과제의 개요	1
제1절 연구개발의 개요	1
1. 연구개발의 목적	1
2. 연구개발의 배경	1
제2절 연구개발의 필요성	5
1. 농약살포 자동화를 통한 농업인구 감소 및 고령화 대비	5
2. 수분공급을 위한 유지비용 절감 및 노동효율 제고	6
3. 환경문제 해결	7
제3절 연구개발의 대상	8
1. 농약정량공급기	8
2. 와이어이동 무인살포기	9
3. 농약 필터	10
II. 국내외 기술개발 현황	11
제1절 국내 기술 수준 및 시장 현황	11
1. 국내 기술 현황	11
2. 국내 시장현황	12
제2절 국외 기술 수준 및 시장 현황	14
1. 기술 수준 및 시장현황	14
2. 경쟁기관 현황	15
3. 국내외 지식재산권 현황	16
III. 연구수행 내용 및 결과	21
제1절 연구개발 이론 및 해석	21
1. 농약 필터시스템 제작 이론	21
2. 레일 이동이론	23
제2절 연구결과	25
1. 농약필터 시스템	25
2. 와이어 이동 무인살포기	26
3. 농약정량공급기	40
제3절 연구개발 기대효과	96
1. 농약정량공급기	96
IV. 목표달성도 및 관련분야 기여도	99
V. 연구결과의 활용계획	101

1. 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 개요

1. 연구개발의 목적

- 본 연구개발 과제는 농약 탱크의 수위조절을 통해 농약혼합 및 탱크세척의 애로사항을 해결하기 위한 고안사항을 업그레이드 하여, 농약 살포 계획으로부터 살포 본 단계와 살포 후 세척에 이르기까지 농약살포 전반을 수행할 수 있는 시스템을 개발하기 위한 것임
- 나아가 스마트 센서 모듈 및 장비를 활용하여 시스템의 안정성을 확보하고, 농약 살포 대상인 농작물에 관련된 정보를 수집·DB화 하여 기초 연구 자료로 활용할 수 있도록 스마트 디바이스와 연계가 가능한 농업플랫폼 구축을 목적으로 하고 있음
- 또한 연구개발의 결과물을 통해 농업 현장에서 발생하는 문제점을 개선하고 다양한 관련 제품을 출시함과 아울러, 지속적으로 새로운 제품을 부가가능한 플랫폼을 제공하는 것을 목적으로 하고 있음



<그림 1> 연구개발과제의 목적

2. 연구개발의 배경

가. 기술적 배경

- 기존의 농약살포 방식은 농약탱크에 농약원액과 물을 투입하여 혼합하고, 이를 흡입기를 통해 흡입 후 분사하고 있음

- 이 과정에서 그림 2와 같이 농약탱크 하단의 잔여 농약이 소모되지 않는 문제점과 농약탱크의 세척이 곤란한 점이라는 기술적 측면의 장기 미해결 과제가 존재함
- 이와 관련하여 농약탱크에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해 농약탱크 수위조절 장치에 관한 기술을 기보유하고 있으며, 그 구성요소 및 특징은 다음과 같음

<표 1> 농약수위조절장치 기능 및 특징

농약수위조절장치 (Pesticide level controller)
<ul style="list-style-type: none"> - 농약탱크를 지탱하고, 들어 올려 기울기를 만드는 장치임 - 농약의 잔량을 모두 소모할 수 있고, 세척이 용이하며, 거친 작업환경에서 물탱크를 지지해줄 받침대를 제공하는 역할을 하며, 농약 잔량을 볼 수 있도록 함 - 별도의 외부동력이나 조작 없이 자동으로 작동함 - 필터를 결합하여 작업패턴의 효율성을 높임 - 유속과 중력을 활용하여 분급됨 - 화학반응을 일으키지 않는 소재를 사용하여 내구성이 향상됨 - 물탱크에 남은 슬러지 처리능력이 향상됨 - 원터치 밸브를 사용하여 필터의 탈부착기능이 향상됨

표 1에 제시된 기능과 특징을 통해 노령화 및 인력부족으로 애로를 겪고 있는 농업관련 시장에서 농약수위조절장치는 그림 2의 효과를 인정받아 호응을 얻고 있음.



<그림 2> 기존 농약 혼합과 살포 시의 문제점

- 한편 농약을 직접 살포하는 방식을 개선하고자 농업용 드론의 활용이 전국적으로 확산되어 왔음
- 그러나 농업용 드론을 활용한 농약살포는 추력에 기인하는 불균일 살포, 적재용량 제약에 따른 작업효율 저하, 배터리 용량 한계에 따른 잦은 이착륙 필요로 인하여 활용에 한계를 보이고 있음
- 또한 드론 조종에 상당 수준의 전문성을 필요로 하며, 바람이 많이 불고 경사가 있는 지형 (예: 제주도)에서는 불균일 살포의 문제점이 여전히 지적되고 있는 상태임



〈그림 3〉 드론 농약살포 방식의 문제점

나. 사회적 배경

- 농약을 이용한 방제작업은 농업활동의 주된 업무로서 종래의 농약살포 방식은 최소 2인 이상의 노동력을 필요로 함
- 그러나 고령화 및 인구 도시집중에 따른 농업인력 구인난이 갈수록 심화되고 있음
- 2017년 농림어업조사결과에 따르면 우리나라 농촌의 70세 이상 초고령인구 비율은 30.1%이며 농가경영주의 41.9%가 70세 이상인 것으로 나타남.¹⁾

1) 김창길, “초고령화가 심화되고 있는 농촌”, 내일신문, 2018. 10. 26., <http://m.naeil.com/m_news_view.php?id_art=292697>, 2020. 1. 19. 최종방문.

1 농업의 주업무인 농약방제 작업에 최소 2인 이상의 노동력이 필요함



2 방제복과 농약중독으로 인한 건강위험



<그림 4> 농약방제 작업의 고충 및 위험

- 사용자가 직접 농약을 살포하는 과정에서 중독 등에 의한 건강 및 안전문제가 발생하는 문제점은 증가일로인 고령자에게 더 치명적임
- 또한 농촌 전지역에서 흔히 관찰되는 다수의 농약탱크 활용으로 자원, 미관, 환경 및 경제적 문제점들이 발생하고 있음



<그림 5> 농약탱크 사용의 문제점

제2절 연구개발의 필요성

1. 농약살포 자동화를 통한 농업인구 감소 및 고령화 대비

- 농약살포 시 최소 2인이상의 노동력이 소요되고 있어 고령화 및 구인난을 겪고 있는 농업 현장에서의 노동력 문제를 해결하고, 농약으로 인한 중독 등 건강문제에 대비할 필요성이 존재함



<그림 6> 고령화 및 농촌 노동력 확보 문제



<그림 7> 농업용 장비 탑재 후 이동

- 그러나 농약 살포장비의 발전 속도가 느리고 장기간 임계적 변화가 없었던 것이 현실임. 따라서 인건비 및 건강문제는 여전히 해결이 요원한 부분임

2. 수분공급을 위한 유지비용 절감 및 노동효율 제고

- 수분 공급을 위해 스프링클러 등 농업용 시설이 활성화되고 있으나, 설치와 유지보수에 자원이 많이 소모되고 있는 실정임



<그림 8> 농업용 자재 보관 창고

- 스프링클러에 공급되는 농업용수는 저수지나 관정시설로부터 공급받고 있음. 특히 화산섬 지형인 제주의 경우 관정시설을 통한 관개비중이 큼
- 그러나 관정시설을 활용하여 농경지 작물에 물을 공급하는 것은 공급기준치 및 분사의 불균형으로 인한 비효율성이 존재함



<그림 9> 스프링클러에 의한 물 과잉공급의 폐해

- 나아가 태양광, 우천, 미생물작용으로 인한 농자재 부식이 급속도로 진행됨에 따른 유지비용증가가 발생함
- 또한 관정시설의 순차 사용규칙으로 인하여 해당 순번 시 과다사용문제, 및 순번이 지나간 뒤 수분공급 필요시기가 왔을 때 대응이 불가하여 농작물 피해가 발생하는 문제도 발생함

3. 환경문제 해결

- 스프링클러를 통한 물공급은 정확하고 세심한 제어가 불가하여, 과잉공급으로 인한 물 낭비와 재배작물피해를 발생시키기도 함
- 또한 폐 스프링클러 자재가 적절히 처리되지 않고 아무렇게나 버려져 환경문제를 야기하고 있는 실정임



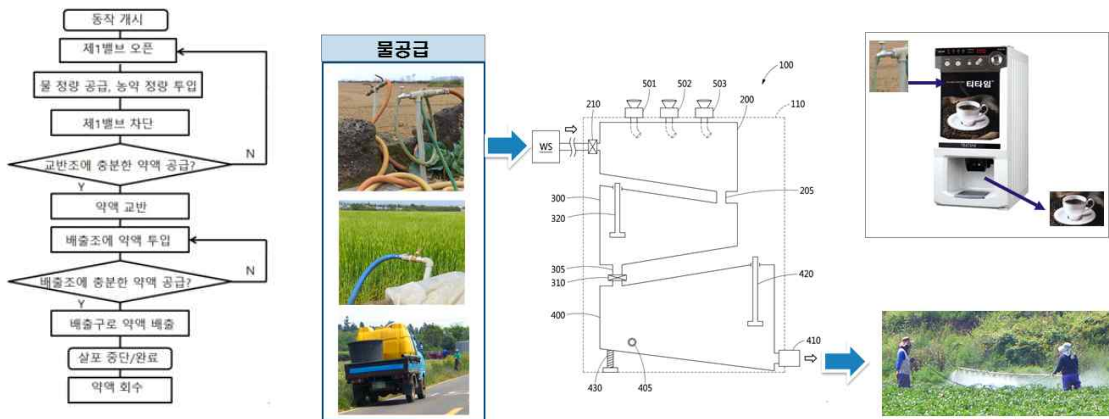
<그림 10> 버려진 스프링클러

- 물을 공급하기 위한 기반시설을 증설하는 것은 사회적으로 자원을 소모하는 개발행위이며, 스프링클러에 의한 물공급은 과다공급으로 인한 수자원 고갈사태를 야기할 수 있음
- 따라서 스프링클러 방식을 대체하는 효율적 공급 및 살포방법이 제시되어야 할 필요성이 있음
- 이러한 문제를 해결하기 위해서는 다음의 사항을 개선하여야 함
 - 농약 및 물공급 효율성 강화를 위해 농업인 다수가 즉각적으로 농업용수를 이용할 수 있는 방안이 필요함
 - 이는 FTA로 인하여 가속화 되고 있는 외산 농산물에 대한 가격경쟁력 확보를 위한 농업환경개선에도 반드시 필요한 조치임
 - 즉 노동력 부족 해소, 생산기술고도화, 농업재해방지, 농자재사용량 감축, 농작물 예측대응 등 점차 첨단화되는 농업환경에 대응하기 위해 농약 및 물공급의 효율화를 위한 새로운 기술 개발과 적용이 필요한 시점임

제3절 연구개발의 대상

1. 농약정량공급기

- 농약탱크의 쾌적함과 세척작업의 편리성을 높이며, 분무기 피스톤 손상을 방지하여 농약이 새는 현상을 제거하기 위한 것임
- 앞서 살펴본 바와 같이 농가에서는 용량별로 다수의 농약탱크를 사용 중이며, 이는 농경지 크기나 작물의 성장속도 등에 차이가 있기 때문임
- 그에 따른 용량별 농약탱크 구입비용은 부담을 주고 있으며, 아울러 대형탱크 운반, 적재, 이동공간, 관리에 어려움을 겪고 있음
- 이에 농약탱크를 없애고 상수도나 관정에 연결하여 일정량의 농약을 순차적으로 교반하여 살포작업에 필요한 농약을 연속적으로 공급해주는 장치를 개발하였음
- 본 장치는 크게 투입조, 교반조, 배출조의 세 부분으로 구성됨
- 그 효과로서 교반 효율이 뛰어나고 연속적으로 농약의 혼합과 교반이 가능하고, 정확한 비율로 희석된 농약을 배출하여 분무기에 공급할 수 있음
- 또한 부피가 감소되어 이동 및 관리가 용이하고, 정량으로 농약을 공급할 수 있는 농약 공급기를 제공함



<그림 11> 농약 정량공급기 동작 로직 및 구성개요

2. 와이어이동 무인살포기

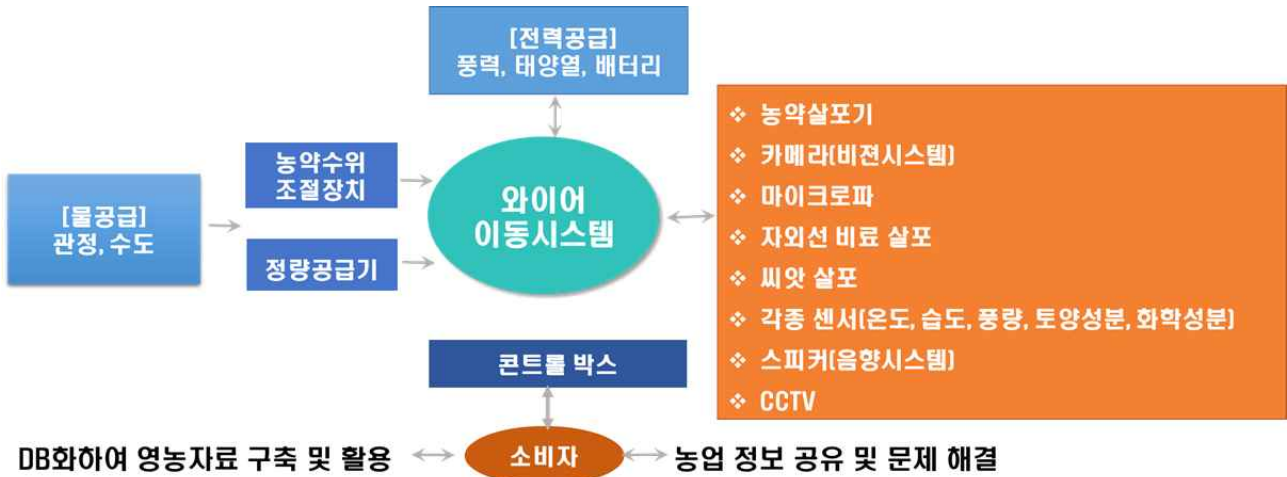
- 와이어의 특성을 이용한 분사 시스템을 개발하여 살포를 완전 자동화하는 기술로서, 모터속도와 분사압을 제어하여 살포량의 균일성을 달성함
- 아울러 와이어의 높이를 이용하여 농작물에 직접 닿지 않는 비접촉 살포가 가능함
- 따라서 기존 유인 농약살포 방식에서 문제된 노동력과 농약중독 등의 건강 위협을 개선함
- 또한 기존 무인 농약 살포 시 농약담재량의 한계로 인한 비효율성과 비행체(드론) 추락 등의 안전문제를 개선하고자 하였음



<그림 12> 와이어 이동 무인살포기

- 와이어이동 무인살포기 기술개발 과정에서 타겟지역에 대한 형상 및 형태 계산 시스템도 함께 개발되었으며, 여기에서는 피타고라스 정리를 활용하여 답의 형태를 계산하고 삼각형과 회전에 따른 두개의 와이어의 대칭을 최적화하였음
- 또한 일정패턴이나 다양한 모양의 토지를 사각형 모양의 형태로 적용하며, 원둘레의 일정한 길이를 밭 모양 도출에 활용하였음
- 또한 와이어에 달린 살포부의 이동거리 계산에는 삼각함수식으로 한 번의 길이와 각도를 응용하였음
- 본 기술의 개발과정에서는 전기에너지를 활용한 모터제어에 있어서 전원공급 사항을 해소하고자 하였고, 전선과 호스의 릴링에 따른 롤링으로 인한 저항값 상쇄를 반영하였음
- 이와 같은 무인살포기 기술은 다양한 효과를 가지며, 이는 다음과 같음:
 - 살포량의 균일성 : 모터속도와 분사압을 제어
 - 와이어 높이를 이용해 농작물에 직접 닿지 않는 비접촉 살포
 - 농약정량공급기를 이용하고 ICT 기술 접목하여 농약제조사가 권장하는 혼합비 준수
 - 농약탱크를 없애서 장비를 간소화 하며, 농약사용량을 최소화
 - 구시대적 교반, 세척, 운반과 보관, 에너지 낭비를 줄여 농업경쟁력증대
 - 자동화로 인한 농약중독의 해방
 - 시간적 기후적 물리적 살포조건외의 그라데이션 적용

- 노령화 되는 농업환경에 농업경쟁력을 강화
- 이와 같이 개발된 농약살포기 기술은 살포 자체를 넘어 다른 기능을 수행하는 모듈을 추가하는 플랫폼화하여 다양한 방식으로 활용될 수 있을 것으로 예상됨



<그림 13> 와이어이동 농약살포기 활용 방안

3. 농약 필터

- 일반적으로 사용되는 농약살포용 필터는 2~3년 정도 사용 후 농약의 성분과 습기 온도 햇빛등에 의해 부식이 빨리 진행되어 필터기능이 상당분 상실됨. 이에 농민들은 필터를 재구입하고 교환하는 형태로 사용하고 있음
- 또한 필터는 세척이 번거롭고 그림 14와 같이 하자 발생 유형에 따라 필터기능이 현저히 저하됨



<그림 14> 농약 필터 하자 발생 유형

- 이에 본 연구개발의 핵심 기술로서 농약 필터도 핵심 기술구성으로서 고려되었음


II. 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 기술 수준 및 시장 현황

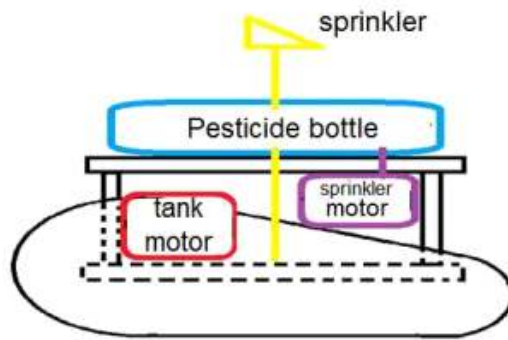
1. 국내 기술 현황

- 농작물에 농약을 살포함에 있어서 대규모 평야지대에서는 기계화된 작업을 수행할 수도 있으나, 산악이나 구릉이 많은 우리나라 지형의 경우 농약의 자동 살포가 어려운 실정이고, 특히 과수원이나 경사진 밭의 경우에는 물탱크 형태의 농약 탱크를 이용하여 농약을 살포하는 것이 일반적임
- 다양한 형태의 농약 탱크에는 농약과 물이 일정한 비율로 희석되어 담겨지고, 외부 동력에 의해서 농약 탱크 내부에 있는 흡입필터를 거친 농약이 흡입호스를 통해 외부로 배출되며, 분무기 등의 장치를 통해 농작물에 농약을 살포하게 됨
- 그러나, 기존의 농약 탱크는 많은 양의 농약을 수용하기 위해 부피가 너무 크고 (예를 들어, 1000ℓ 또는 2000ℓ 수준), 이동 시 트럭이 필요하며 차량에 적재할 때도 힘이 들고, 특히 보관을 위한 많은 공간이 필요하고 세척 및 관리도 어려움이 있음
- 또한, 기존의 농약 탱크는 대용량의 물과 농약을 교반하기 위하여 별도의 교반기가 필요하며, 농약탱크가 크기 때문에 짧은 시간에 대용량의 농약을 교반하기에는 효율이 많이 떨어지고, 에너지 소모도 많은 문제점이 있었음
- 특히, 농약탱크에 사용되는 흡입식 교반기는 농약과의 화학 반응 및 물리적 마찰 등으로 인해 수명이 짧고 주기적으로 교체하여야 하기 때문에 유지비용을 증가시킴
- 나아가 대용량의 농약 탱크는 농작물에 살포할 정확한 농약을 산정하기가 어렵고 농약 살포 작업 후 농약이 남는 경우가 많은데 이러한 잔류 농약은 그대로 배출되어 하천이나 바다를 오염시키는 원인이 될 수 있음
- 특히 정확한 사용량을 산정하지 못하게 됨에 따라 과도한 농약 사용을 유발하게 되어 농작물에 해를 입히거나 기준치를 초과하는 농약 잔류 농산물을 생산할 가능성을 높일 우려가 있음
- 현재 드론과 같은 이동체를 이용하여 무인으로 농약을 살포하는 시스템의 연구가 이루어지고 있는데, 이는 연평균 17.5%의 고성장 전망 분야로 대표적인 융합 신산업으로써 항공산업에서 가장 빠른 성장이 예상되고 있음. 또한 드론은 농약방제의 용도로서 이미 시장에 진입한 상태임
- 해당 분야는 민관공동으로 상당한 투자가 이루어졌으며 장시간 비행, 약천후 극복, 충돌회피와 같은 핵심기술은 기술이전이나 산학연 융합연구를 통해 이루어진 것으로 파악됨

<표 1> 농약방제용 드론 기능 및 특징

분야	제품	기능 및 특징
농약 방제		<ul style="list-style-type: none"> - 방제작업을 보다 저렴하고 쉬운 방법으로 할 수 있는 농업용 방제드론 - 자동착륙, 자동회귀 등 안전기능 탑재 - 안전속도 제어시스템으로 일정 속도 유지

- 한편 무인기의 경우 농경지의 구조에 따라 전력선이나 나무 등이 있는 경우 무인 항공기의 접근이 어려우며 바람이 심하게 부는 날에는 운행이 어렵고 감귤 과수원과 같이 농약을 나무 아래에서 뿌려 줘야하는 경우에는 사용할 수 없음
- 다른 형태의 이동형 무인 농약 살포 장치의 경우 울퉁불퉁한 농경지에서 이동이 가능하도록, 탱크형의 구조체를 사용하여 농약 살포 장치 설계의 고안이 2016년 발표된 바 있음



<그림 15> 이동형 무인농약 살포장치 개요

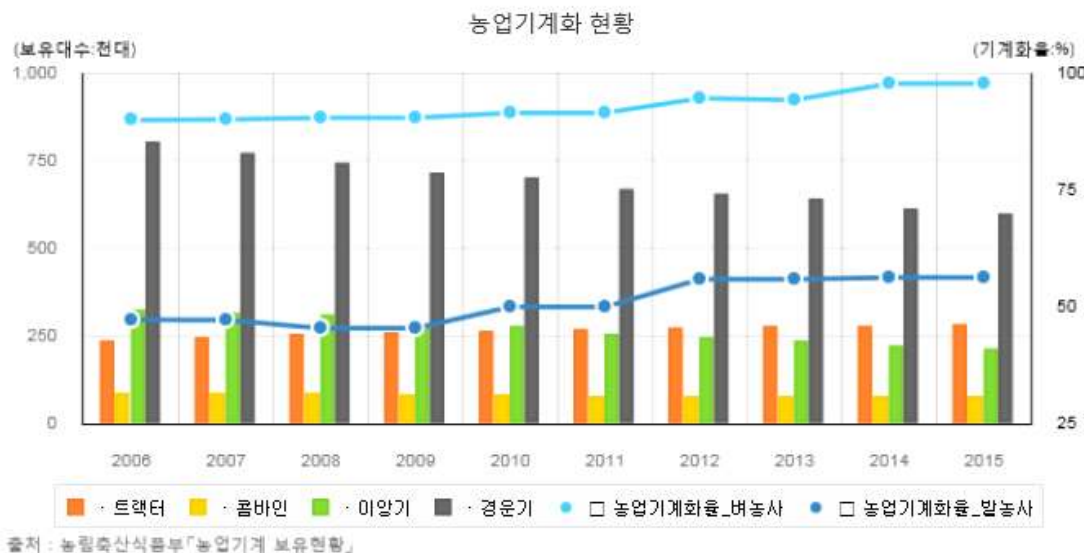
- 동 농약 살포 장치는 탱크모터, 대용량 배터리, 농약통, 스프링클러, 스프링클러 모터 등으로 구성되어 있으며, 상기 농약 살포통에는 농약의 잔량을 측정하기 위해 농약 수위를 감지할 수 있도록 수위 감지 센서를 설치하고 수위 감지 센서에서 농약을 충전해야하는 정보가 감지되면 이를 통해 농약 충전 시스템으로 가는 최단 경로를 이용해 농약을 충전하고 다시 원래의 경로로 돌아와 농약 살포가 이루어 지도록 함.

2. 국내 시장현황

- 농약은 농작물에 해를 끼치는 균, 곤충, 응애, 선충, 잡초 등의 방제에 사용하는 살균제, 살충제, 제초제 등 유기화합물의 약제임. 이러한 농약은 농작물의 생리기능을 증진하거나 억제하는데 사용함
- 현대 농업의 농산물 생산량 증대와 품질향상, 생산비 절감을 위해 필수 불가결한 생산자재임
- 우리나라 농약시장에서는 원제업(농약 원료 합성) 64개와 제조업(농약 원료 혼합) 31개, 수

입업체 35업체로 구성되며 최근 농약 출하량은 24천톤 ~ 26천톤에 이르고 있음

- 한편 정부의 친환경 농업 육성정책에도 불구하고 1ha당 농약 사용량은 일정량(1ha당 12.8kg)이상 꾸준히 유지 되고 있으며, 특히 원예용 및 제조제의 경우 사용량은 지속적으로 증가 하고 있는 추세임
- 소득 증가 및 건강에 관한 관심 증대로 친환경 국산 농산물에 대한 수요가 증가하고 있기는 하나, 농업 종사인구의 고령화가 지속되고 있고 FTA 체결로 인해 국내 농수축산물의 품질 경쟁력도 높여야만 하는 상황이 되었음
- 농업 기기 산업은 농업 관련 전문 제조사가 주도하는 시장이나, 스마트 농수산기계 분야는 전문 제조사와 협력하며 중소기업이 일정 영역을 점할 수 있는 시장인 것으로 예상됨
- 또한 일반적으로 B2B 보다는 일반 소비자와 접점을 이루는 B2C의 성격을 가지며, 정부의 지원정책과 밀접한 관련이 있음
- 국내 스마트 농업 기계 산업의 시장규모는 2012년 기준으로 2.4조원이며, 13년 2.7조원에서 2015년 3.6조 원으로 그리고 2016년에는 4.2조원으로 2012년에 비해서는 71.0% 늘어날 것으로 예측된 바 있음. 동 기간의 연평균 성장률은 2012년 ~ 2016년까지 연간 18%에 달할 것으로 전망되었음
- 이와 관련하여 국내의 센서, 제어계측 및 자동화 기술은 세계적 수준에 도달하였으나, 개별 구성요소를 넘어 농업 기기 완제품 분야의 기술 수준은 아직 선진국에 비해서는 낮은 상태임. 이에 따라 농업 기계와 IT 산업 간의 융복합화 기술에 대해 국가적 지원이 필요한 것으로 보임



<그림 16> 농업기계화 현황

제2절 국외 기술 수준 및 시장 현황

1. 기술 수준 및 시장현황

- 미래 세계 농기계 시장은 과거와 비슷한 추세를 보이며 성장할 것으로 보임. 물량을 기준으로 할 경우 세계 농기계 시장은 2013~2018년 800만대에서 1,000만대로 연평균 4.5%의 증가를 예측한 바 있음
- 동 기간 금액으로 환산된 농업관련 기계 시장의 규모는 약 1,500억 달러에서 2,100억 달러로 연평균 6.9%의 성장이 예측된 바 있음
- 이 중 규모가 큰 제품은 이식 및 시비기인데, 2013~2018년 약 110억 달러에서 150억 달러로 성장할 것으로 예상된 바 있음
- 이러한 이식 및 시비기 시장의 성장세 역시 수확기계와 마찬가지로 농기계 평균치를 웃돌 것으로 전망되었음
- 한편 농기계 공급과 보유가 증가하면서 농기계 부품시장도 주목을 받고 있으며, 그 규모는 농기계 시장의 성장과 비례적으로 성장하였음
- 금액으로 비교할 경우 수확기계 다음으로 큰 시장이며, 세계 농기계 부품시장의 규모는 2018년 340억 달러로 성장할 것으로 예측되었음

<표 2> 세계 농기계 관련 시장 전망²⁾ (단위 : 백만 달러, 천대)

구분	2008		2013		2018		CAGR (2013~2018)	
	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수
농용트랙터	44,850	2,280	54,500	2,550	76,800	3,180	7.1	4.5
수확기계	21,200	335	27,200	380	39,750	495	7.9	5.4
이식기및시비기	8,520	555	10,650	610	15,150	770	7.3	4.8
건초기계	7,630	960	9,200	1,030	12,850	1,285	6.9	4.5
축산기계	7,390	1,660	8,690	1,740	11,900	2,140	6.5	4.2
경운기계	5,700	585	7,570	690	10,800	875	7.4	4.9
기타농기계	4,210	935	5,190	1,030	7,100	1,255	6.5	4.0
부품	20,500	-	26,000	-	33,650	-	5.3	-
계	120,000	7,310	149,000	8,030	208,000	10,000	6.9	4.5

- 아시아 태평양 지역 농기계시장의 폭발적인 성장의 배경에는 중국과 인도, 그리고 한국과 일본을 제외한 나머지 개발 도상 국가들의 강력한 농기계 수요가 자리하고 있음
- 중국의 농기계시장은 매 5년마다 2배 정도의 매우 빠른 성장세를 보여 왔으며, 2013년~2018년에도 과거보다 그 속도가 느리지만, 매우 빠른 성장을 보여서 2018년에는 단일시장으로서

2) The Freedom Group, Inc., World Agricultural Equipment, 2014. 7.

서유럽과 북미 시장의 크기를 훨씬 넘어선 바 있으며 이는 무려 440억 달러에 달하였음

- 이러한 규모는 세계 농기계 시장의 20%가 넘는 엄청난 크기임
- 인도 역시 2018년 160억 달러를 기록할 것으로 예측되어 단일국가로서 세계 3위의 대규모 농기계 시장국가에 해당하며, 아시아 태평양 기타국가(중국과 인도, 일본 제외 국가들)의 규모 역시 2013년~2018년 사이에 연평균 7.2% 성장세를 보여 약 290억 달러의 규모로 확대될 것으로 예측된 바 있음

<표 3> 권역별 세계 농기계 관련 시장 예측³⁾ (단위 : 백만 달러)

항목	2003	2008	2013	2018	CAGR(2013~2018)
세계농업기계수요	70,700	120,000	149,000	208,000	6.9
북미	16,780	25,230	27,700	34,400	4.4
미국	15,000	22,100	23,900	29,500	4.3
캐나다와 멕시코	1,780	3,130	3,800	4,900	5.2
서유럽	16,800	27,000	26,800	33,600	4.6
아시아·태평양	24,550	40,300	63,700	95,600	8.5
중국	6,000	12,800	26,600	43,600	10.4
인도	4,760	7,270	10,800	15,900	8.0
일본	5,070	5,260	6,120	7,490	4.1
기타	8,720	14,970	20,180	28,610	7.2
기타지역	12,570	27,470	30,800	44,400	7.6
중미/남미	4,990	9,950	11,850	17,500	8.1
동유럽	4,200	11,750	10,100	14,000	6.7
아프리카/중동	3,380	5,770	8,850	12,900	7.8

2. 경쟁기관 현황

가. Deere & Company (미국) : 2010년 기준 매출 약 20.8조원

- 전 세계 농기계 시장 점유율 1위 업체로 동사의 기술이 세계 기술의 척도임
- 주 생산 제품은 100hp이상 트랙터로 이 분야에서는 독보적인 기술 경쟁력을 확보하고 있으며, 소형트랙터의 경우는 OEM으로 사업을 영위하고 있음

나. Kubota (일본) : 2010년 기준 매출 약 8.1조원

- 국내외 시장에서 국산 주요 농기계 제조사와 제1의 경쟁 관계에 있는 일본 기업으로, Kubota사는 일본 국내뿐만 아니라 중국, 태국, 베트남, 미국에 현지 생산 시설을 두고, 연간 100,000대 이상의 트랙터 등 농기계를 생산하여 일본 내수 시장과 유럽, 호주, 미국 등으로 수출하고 있음

3) The Freedom Group, Inc., 앞의 자료.

- 미국 시장에서는 1,050여 개의 대리점을 통하여 연간 50,000대 이상의 콤팩트 및 유틸리티 트랙터를 비롯한 농기계를 판매하고 있으며, 시장 점유율은 50% 이상인 것으로 평가되고 있음
- 국내 시장에서도 연간 판매량은 총 1,000대 이상이며, 2010년 내수 시장의 점유율은 6.5%임
- 국내 시장에도 적극적으로 진출하고 있으며, 2011년도에는 중국에서 생산된 중저가형 4조 콤팩트를 들여왔으며, 2012년도에는 5조 콤팩트를 수입하여 시장을 공략해 왔음

다. CNH (유럽) : 2010년 기준 매출 약 12.1조원

- CNH는 CASE, New Holland가 합병된 다국적 기업으로 농기계 분야는 전 세계 점유율이 2위인 업체이며, 주 생산 제품은 소형부터 대형까지 트랙터를 주로 생산하고 있음
- 특히 강점으로는 유럽지역의 특성에 최적화 되어있고 제조와 신뢰성 검증 기술을 확보하고 있는 부품업체와 연계하여 통합기술을 보유하고 있는 것임
- Application 기술에 강점을 보이고 있음

라. 마힌드라(인도) 및 중국 기업 등

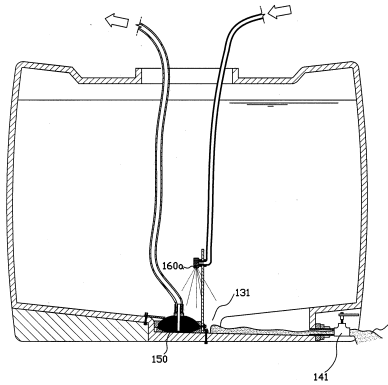
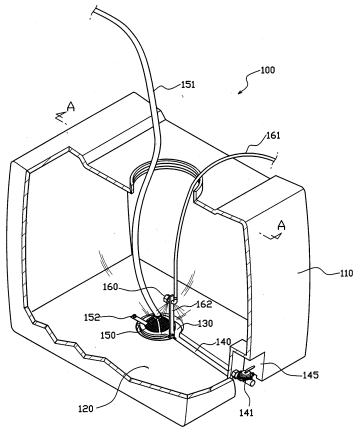
- 미국 시장에서 현재는 저 품질, 저가로 트랙터 분야 시장 점유율을 높이고 있으나 대형 마력 트랙터 시장에는 진입이 어려운 상태임
- 품질 수준이 낮아 위협적이지 않지만 머지않아 강력한 경쟁 상대가 될 것으로 예상되는 트랙터는 중국산 트랙터임
- 중국산 트랙터의 저가 공세는 내수 시장에서도 계속될 전망이며, 경쟁하고 있는 또 다른 트랙터는 인도의 마힌드라 트랙터로, 인도의 마힌드라 트랙터는 주로 2륜 구동 소형 트랙터를 판매하고 있음

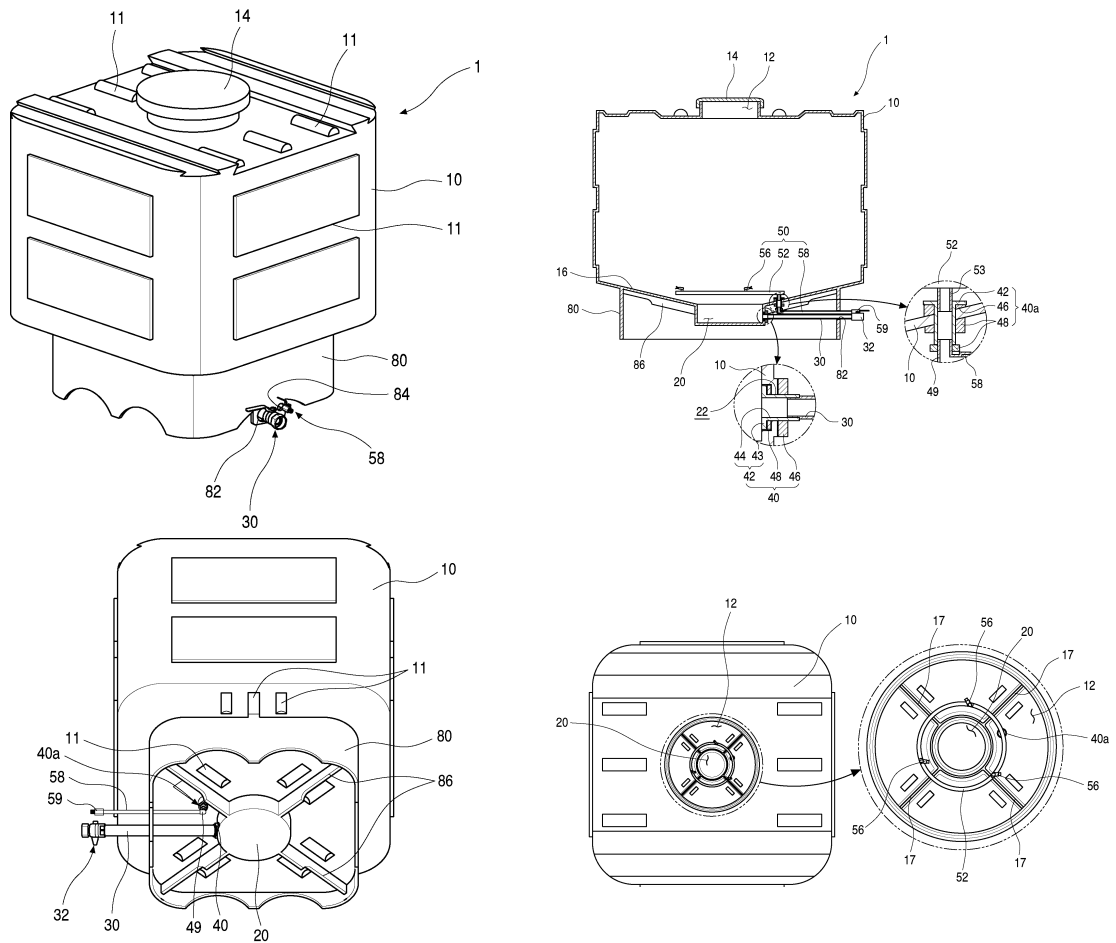
3. 국내외 지식재산권 현황

- 농약 탱크와 관련하여 다수의 기술이 특허출원된 바 있으나 대부분 대형 탱크의 구조나 내부 삽입 장치에 관한 내용을 제안하고 있음
- 예를 들어, 등록특허 제10-770368호, 등록실용신안 제20-450333호 등에 따르면 대형 농약 탱크 내에 저장되는 농약의 교반을 위한 부가 장치에 관한 개선 방안을 제안하거나, 탱크 내부의 농약이 잔류하지 않고 배출되도록 경사진 구조 등을 제안하고 있음
- 이러한 종래 기술의 농약 탱크는 큰 용량으로 인하여 교반 효율이 여전히 열등하며 이동 및 관리 측면에서 단점이 여전히 해결되지 않음

〈표 4〉 국내외 주요 지식재산권

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 농약탱크	(주)엠.브이	한국/20-2008-0000952
② 농약 분무용 교반 필터	최상준	한국/20-2002-0017132
③ 농약 저장용기	박형호	한국/20-2003-0010887
④ 여과 방법	NIKUNI CORP	일본/2012-239387
⑤ 수압펌프가 교반된 약액 교반기	최상준	한국/20-2006-0008990
⑦ 농약분무시스템용 고효율 농약 교반기	박정태	한국/10-2013-0134614
⑧ 여과 장치	NIKUKI CORP	일본/2012-239386
⑨ 농약분무기	배임용	한국/20-1999-0006636
⑩ 농예용 살수 및 농약 살포장치	김재일	한국/10-1999-0043921
⑪ 여과 장치	SUMITOMO HEAVY	일본/2012-294295

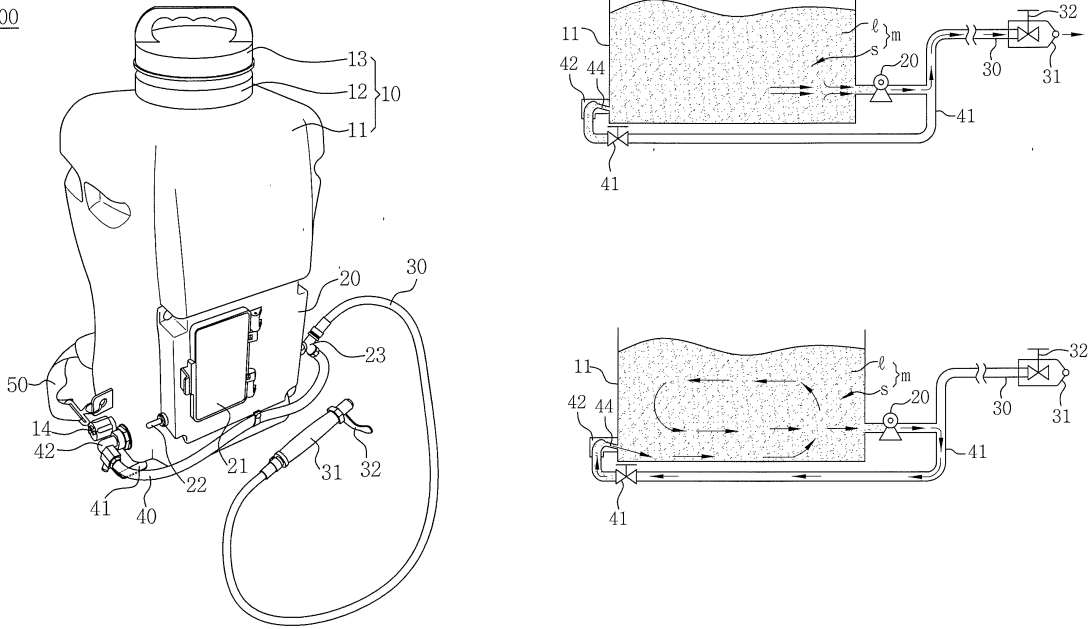




<그림 17> 농약 탱크 관련 주요 특허기술 도면

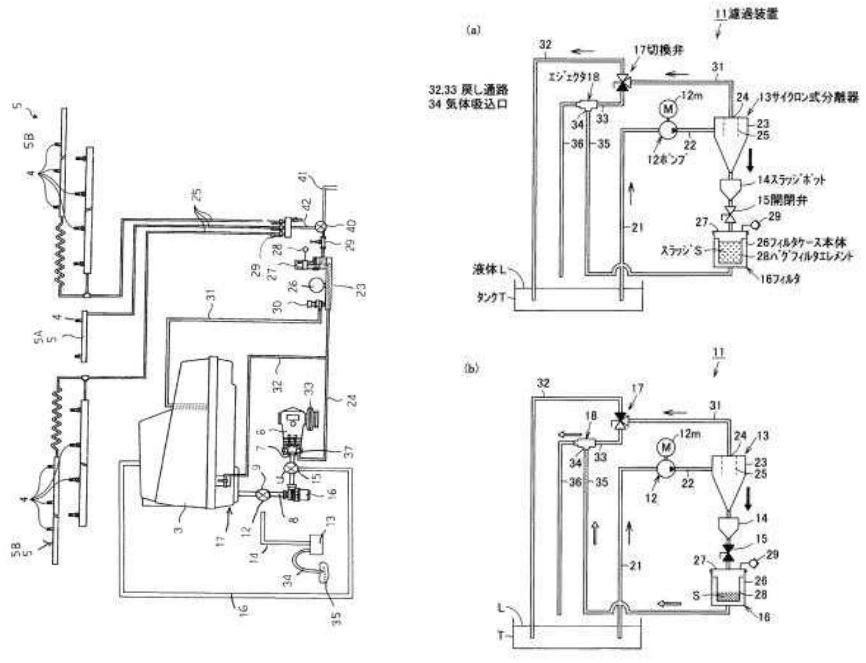
- 휴대가 가능한 분무기에 대해서도 여러 기술이 제안된 바 있으나(특허출원 제 10-2014-0101427호, 등록실용신안등록 제20-0442790호 등), 연속적으로 농약의 혼합과 교반, 및 배출이 가능하면서 부피가 감소되는 한편, 정량으로 농약을 공급할 수 있는 장비는 제안되지 않고 있음

100



<그림 18> 특허출원 제10-2014-0101427호 주요 도면

- 일본의 JP2015-084664 특허는 약액탱크에 필터와 밸브를 구비하고 있는 구성을 가짐
- 그러나 해당 필터는 약액탱크 내로 공급할 희석수를 외부의 하천에서 취수할 경우 불순물을 걸러내기 위한 구성으로 발명의 목적이 본 과제와 다르며, 유속과 중력을 이용한 불순물의 침전과 관련된 내용도 언급되지 않은 바 그 차이가 현저함
- 농약탱크의 불순물 흡입 기술, 유속·중력을 활용한 불순물 침전 기술, 필터 높이 조절 기술과 완벽하게 대응하는 구성에 대한 기재는 보이지 않으며 그 효과 또한 언급되지 않은 바 신청기술과는 구성이 상이하며, 이로 인한 효과의 차이 또한 각별함
- 일본특허 5650705(JP2014-087744A), 탱크에 연결된 필터와 밸브의 구성이 일부 유사성이 있음
- 그러나 해당 필터는 탱크 내 액체를 펌프로 퍼 올려 투과시킨다는 점에서, 수위 조절 장치를 사용하여 탱크 내 농약을 흡입하는 기술과 차이가 있으며, 유속·중력을 사용하여 불순물을 침전시키는 본 과제의 목적과 달리 원심분리를 사용하여 불순물을 침전시키고, 불순물을 제거한 액체를 다시 탱크로 되돌리는 시스템이 신청기술과 차이가 현저해 보임
- 이러한 관점에서 볼 때, 일본특허 5650705(JP2014-087744A)는 농약탱크의 불순물 흡입 기술, 유속·중력을 활용한 불순물 침전 기술, 필터 높이 조절 기술과 완벽하게 대응하는 구성에 대한 기재는 보이지 않으며 그 효과 또한 언급되지 않은 바 본기술개발 기술과는 구성이 상이하며, 이로 인한 효과의 차이 또한 각별함
- 따라서 본 과제의 기술구성은 일본특허 5650705(JP2014-087744A)로부터 용이하게 발명될 수 없는 진보성 있는 기술이라고 판단됨



<그림 19> JP 2015-084664 (좌) 및 JP 5650705 (우) 주요 도면

III. 연구수행 내용 및 결과

제1절 연구개발 이론 및 해석

1. 농약 필터시스템 제작 이론

(가) 베르누이 정리

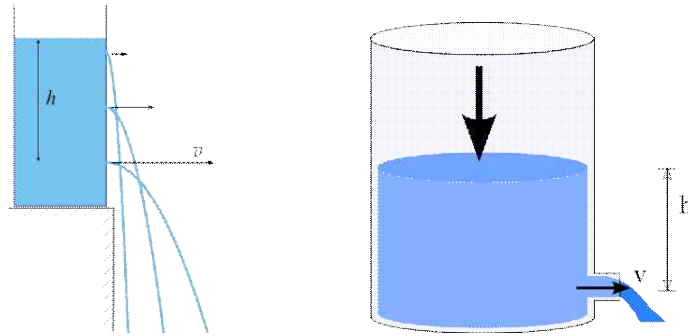
- 기본 작동원리는 유체가 흐르는 속도와 압력, 높이의 관계를 수량적으로 나타낸 베르누이의 법칙에 기인함
- 실제유체에 대한 베르누이 방정식의 적용은 베르누이 방정식의 가정 조건과 달리 실제 유체는 점성을 가지고 있어 유동시 마찰 손실이 발생됨
- 또한 배관설비에서 에너지의 공급은 주로 펌프에 의존하고 있음
- 따라서 실제 유체의 유동에 관한 에너지 방정식은 베르누이 방정식에 마찰손실 수두와 펌프가 공급한 단위 중량당 에너지(수두, 양정)를 반영하여 적용하게 됨
- 등식(1)에서 $H[m]$ 는 펌프가 공급한 양정, $h_L[m]$ 은 손실된 수두를 나타냄

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 + H = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_L \quad (1)$$

- 유체의 위치에너지와 운동에너지의 합이 항상 일정하다는 성질을 이용한 것으로, 완전유체가 규칙적으로 흐르는 경우에 대해 정리하였음
- 유체역학의 기본법칙 중 하나이며, 점성과 압축성이 없는 이상적인 유체가 규칙적으로 흐르는 경우에 대해 속력과 압력, 높이의 관계를 규정하였음
- 이는 유체의 위치에너지와 운동에너지의 합이 일정하다는 법칙으로부터 유도되는 것임
- 예를 들면 굽기가 변하는 관에 공기를 흐르게 하고 굽기가 다른 부분의 아래로 가는 유리관을 연결한 후 가는 유리관 속에서의 물의 높이를 관찰하면 굽은 쪽에 연결된 물기둥은 그 높이가 낮아지고, 가는 쪽에 연결된 물기둥은 높이가 높아짐. 같은 높이에서 유체가 흐르는 경우 유체의 속력은 좁은 통로를 흐를 때 증가하고 넓은 통로를 흐를 때 감소함
- 즉 베르누이의 정리에 따르면 유체의 속력이 증가하면 유체 내부의 압력이 낮아지고, 반대로 속력이 감소하면 내부 압력이 높아짐. 압력이 높아지면 유리관 속의 물기둥을 더 세게 누르므로 물기둥의 높이가 낮아지고, 압력이 낮아지면 유리관 속의 물기둥을 약하게 누르므로 물기둥의 높이는 높아짐

(2) 토리첼리의 정리

- 토리첼리의 정리(Torricelli's theorem)는 수조 측면 하부의 대기와 개방된 비교적 작은 구멍을 통하여 유출되는 유체(Fluid)의 속도(Velocity) 값을 계산하는 공식으로, 이 때 구멍이 작아 수조의 수위 하강 속도는 무시하고 계산됨. 이는 베르누이 정리 중 비압축성 흐름 (incompressible flow) 방정식의 변형된 수식임



<그림 20> 토리첼리의 정리

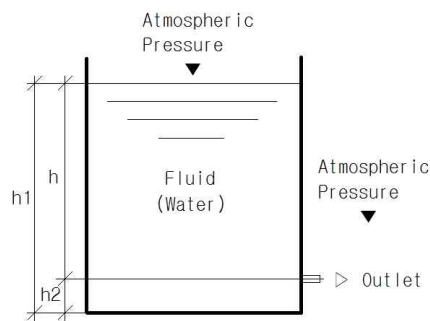
- 여기서 $v(m/s)$ 는 유체 속도, $g(m/s^2)$ 은 중력가속도, $h(m)$ 은 기준점에서의 높이를 나타내며, 등식 (2)와 같이 유도됨 (단, 그림 20의 h 는 식(2)에서 z 로 표기)

$$\frac{v^2}{2} + gz + \frac{p}{\rho} = constant$$

$$gz + \frac{p_{atm}}{\rho} = \frac{v^2}{2} + \frac{p_{atm}}{\rho}$$

$$v = \sqrt{2gh} \tag{2}$$

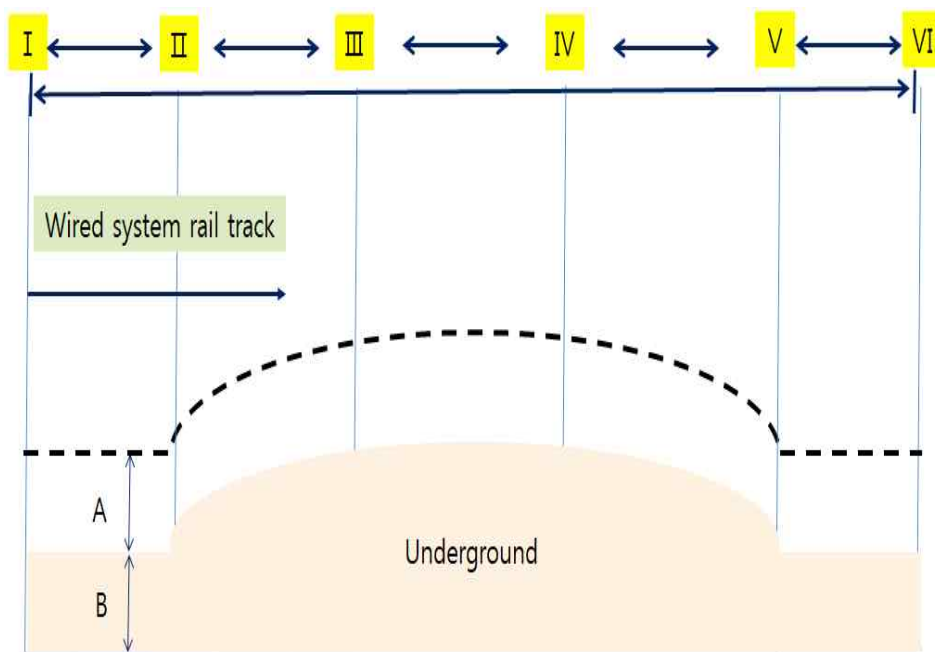
- 상기 논의를 비압축성 유체(incompressible fluid), 비점성 유체(invscid fluid), 대기(1atm : atmosphere)에 개방, 수위의 하강 속도를 무시할 정도의 작은 구멍(토출구)의 조건으로 하여 다시 구성하면 그림 21과 같이 표현됨



<그림 21> 조건적용 모델

- 여기서 h_1 은 기준면(수조바닥)에서 수조 수위까지의 높이를, h_2 는 기준면(수조바닥)에서 토출면(작은 구멍)까지의 높이를, h 는 토출면(작은 구멍)에서 수조 수위까지의 높이를 나타냄
- 그리고 $v_1^2/2 + gh_1 + p_1/\rho = v_2^2/2 + gh_2 + p_2/\rho$ 에서 p_1 과 p_2 는 모두 대기압 상태이므로 같은 값을 가지고, ρ 는 비압축성유체로 정의 되므로 p_1/ρ 와 p_2/ρ 는 동일한 값을 가짐
- 따라서 $v_1^2/2 + gh_1 = v_2^2/2 + gh_2$ 가 되고, v_1 은 주어진 공식의 조건에서 수위의 하강 속도를 무시하므로 0으로 간주함
- 즉, $v_1^2/2 + gh_1 = v_2^2/2 + gh_2 \rightarrow gh_1 = v_2^2/2 + gh_2 \rightarrow gh_1 - gh_2 = v_2^2/2 \rightarrow g(h_1-h_2) = v_2^2/2$
- h_1-h_2 는 토출면(작은 구멍)에서 수조 수위까지의 높이이므로 $\rightarrow g(h_1-h_2) = v_2^2/2 \rightarrow gh = v_2^2/2 \rightarrow v_2^2/2 = gh$ 여기에서 양변에 2를 곱하면, $\rightarrow v_2^2 = 2gh \rightarrow v = \sqrt{2gh}$ 로 유도됨

2. 레일 이동이론



<그림 22> 불균질 토양 높이 변화에 따른 레일 이동 해석 모델

- 그림 22는 와이어시스템 레일을 이동했을 때 불균질 토양 높낮이 변화에 따른 이동에 관한 해석임. 그림 22와 같이 일정거리의 레일이 있다고 가정하였을 때, 전체 거리에서 일정 변화만을 수렴하는 구간들로 나눌 수 있음
- 그림22의 예시에서는 크게 “I - II, II - III, III - IV, IV - V, V - VI”구간으로 나누었고 “A”는 레일지지대 지상높이, “B”는 레일지지대 설치깊이를 나타내고 있음
- 여기서 레일지지대 총길이 규격이 2m 임을 감안하면, $A + B = 2m$ 이기 때문에 B는 토성에 따라 깊이가 변경될 수 있음

○ 이러한 이유로 레일의 일정 수평을 유지하기 위해서는 토양 레벨에 맞추어 설치해야 하고, 지지대 버팀 강도를 높이기 위하여 몰탈을 주입하였음

○ 채워지는 몰탈의 천공 체적은 다음과 같음

- 원기둥 체적 산출식: $\frac{\pi d^2}{4} h (cm^3) \times \frac{1}{1000} (\ell/cm^3)$ (d: 원지름, h: 원기둥 높이)

- 천공체적(Whole): $\frac{\pi(10 \times 10)}{4} \times (cm^3) \times \frac{1}{1000} (\ell/cm^3) = \text{약 } 15.7 \ell$

- 레일 지지대 체적(Vrail): $\frac{\pi(6 \times 6)}{4} \times (cm^3) \times \frac{1}{1000} (\ell/cm^3) = \text{약 } 5.7 \ell$

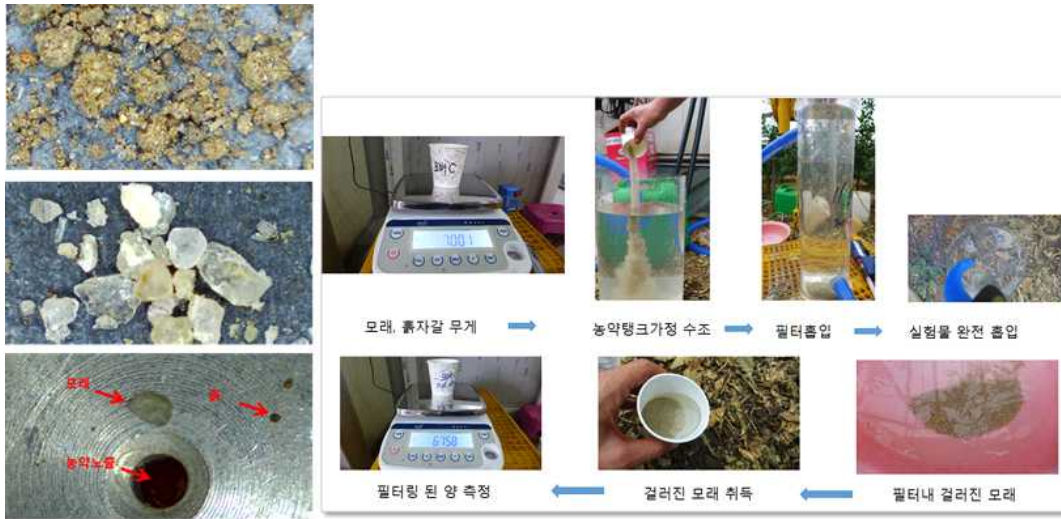
- 몰탈 주입량(Vcement) = Whole - Vrail = $15.7 \ell - 5.7 \ell = \text{약 } 10 \ell$

제2절 연구결과

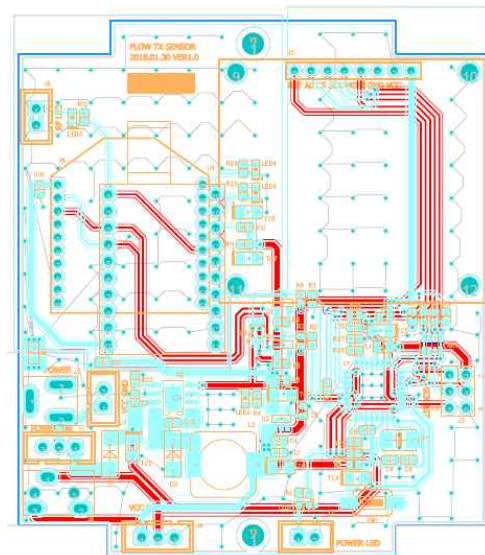
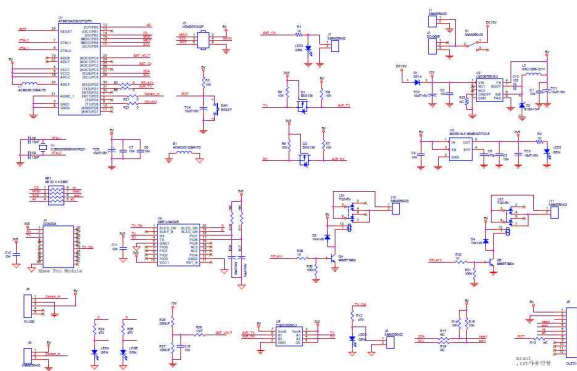
1. 농약필터 시스템

○ 농약살포용 유량시스템 연계 테스트

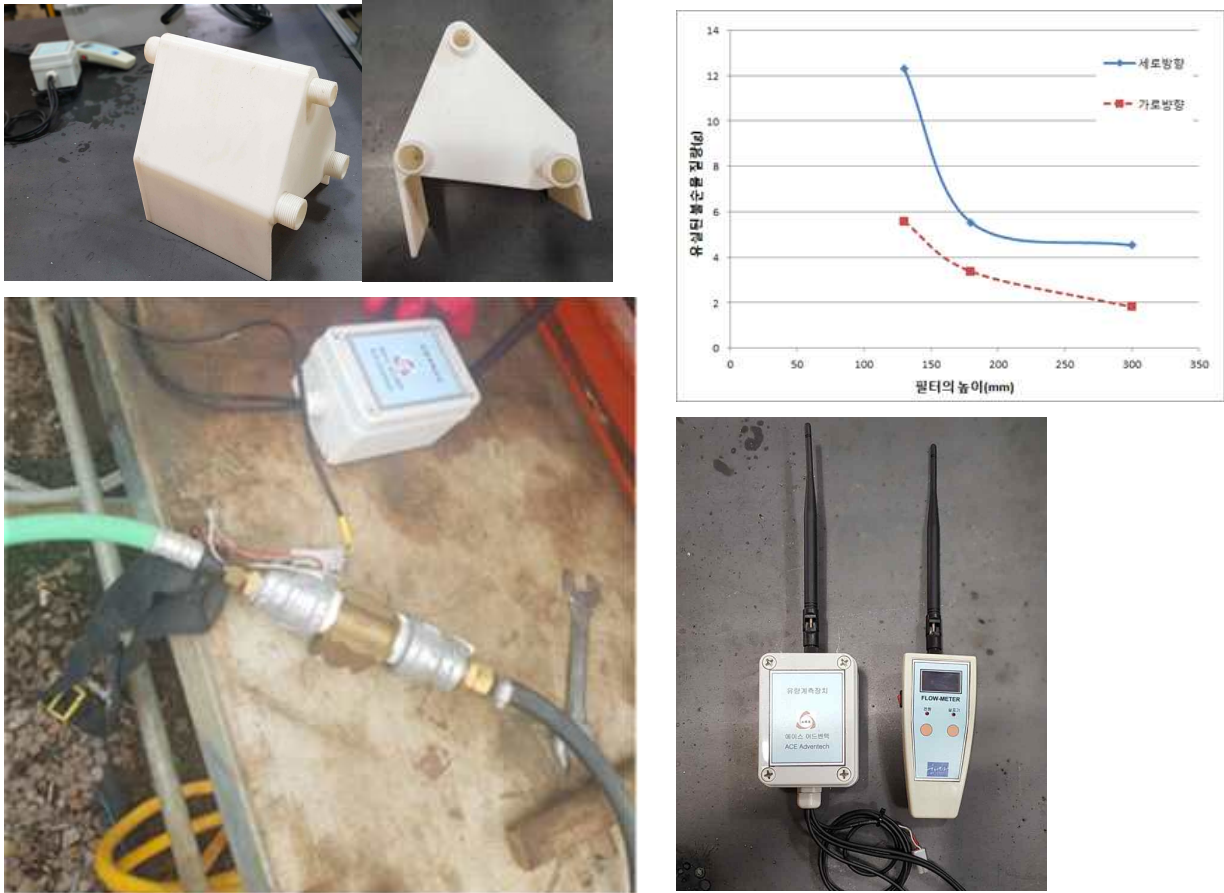
- 관리가 불편했던 농약필터를 영구적, 기능향상, 편리하게 개발함
- 농약살포시 발생하는 유량을 측정하여 즉시 단말기로 전송함
- 단말기는 RF방식을 채용하여 노지 환경에서도 정확한 데이터 전달 가능
- 단말기에는 현재 유량과 총 유량을 표시함
- 향후 손목시계 형태로 양산 예정임



(a)



(b)

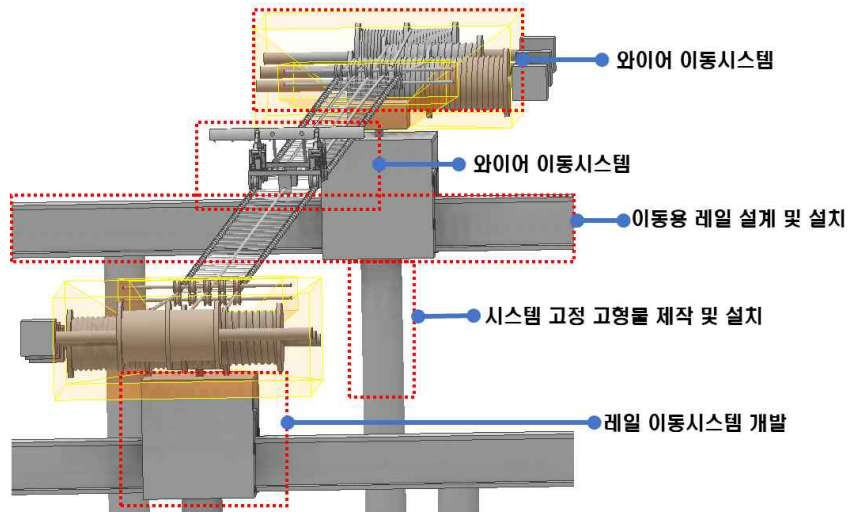


(c)

<그림 23> (a) 필터실험, (b) 유량시스템 회로도, (c) 필터 및 유량시스템 제작

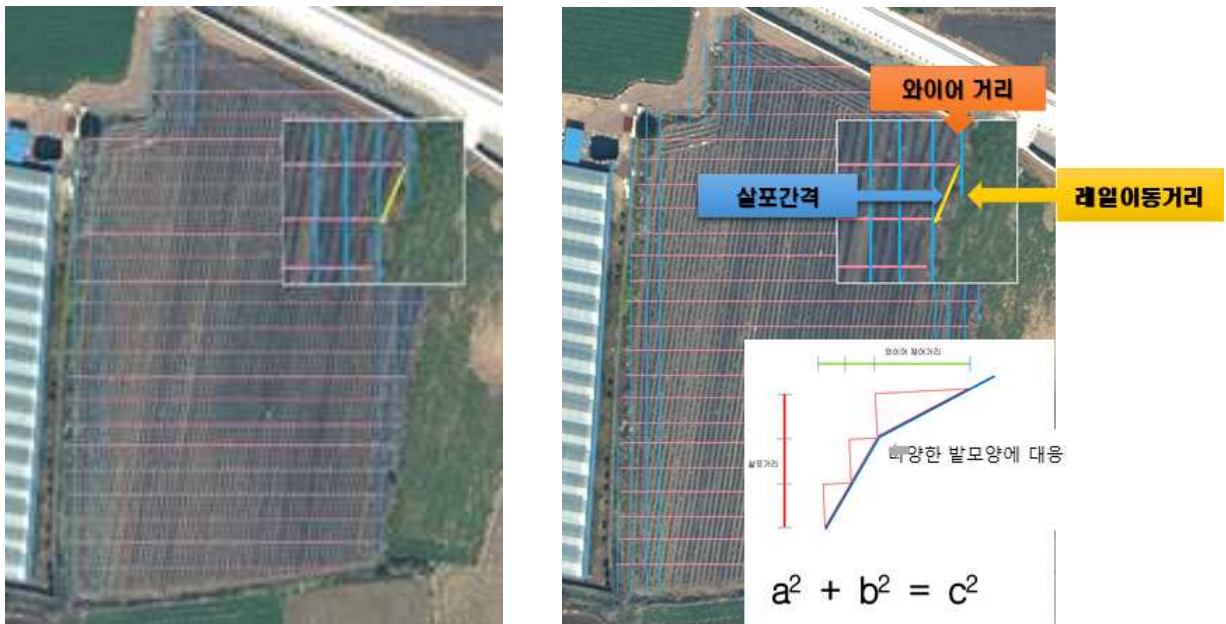
2. 와이어 이동 무인살포기

- 와이어 기반 농약살포 시스템은 농경지 형태에 따라 레일과 와이어 설치를 통해 안정적으로 농약을 살포할 수 있는 시스템임
- 레일과 와이어의 최적화된 설치를 통해 안정적으로 무인으로 이동시스템이 이동하여 적절한 위치에 적정량의 농약을 살포할 수 있도록 하였음
- 시스템의 안정적 동작을 위해 주관기관이 설치 현장의 시스템 동작을 보장하는 통합시스템 환경을 구축하며, 참여기관에서 하드웨어와 소프트웨어를 담당하여 시스템의 신뢰성과 안정성을 확보하는 방향으로 개발을 진행하였음



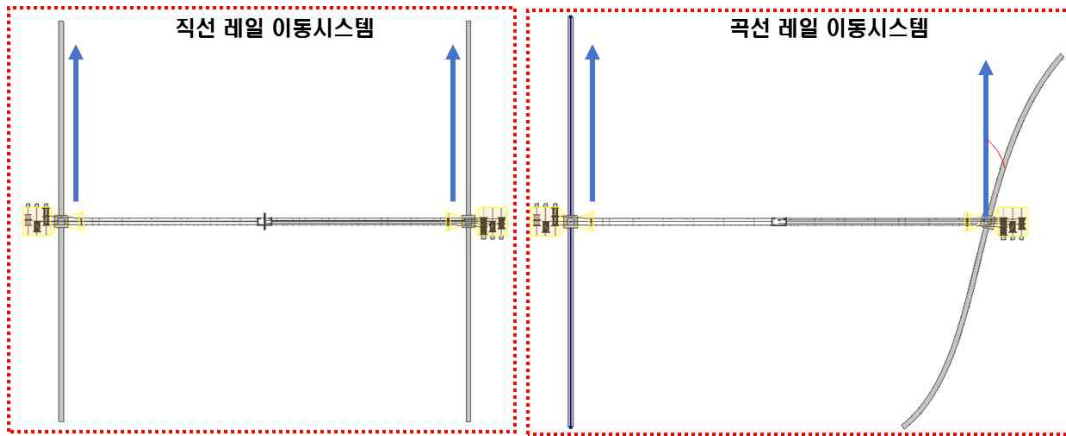
<그림 24> 와이어 이동 무인살포기 개요

- 그림 24의 무인살포기는 다양한 농경지에 적용 가능한 현장 설치 기술이 적용되었으며, 직선과 곡선등 다양한 형태의 농경지에 시스템의 안정적 동작을 보장할 수 있는 현장 설치 기술개발을 병행하였음



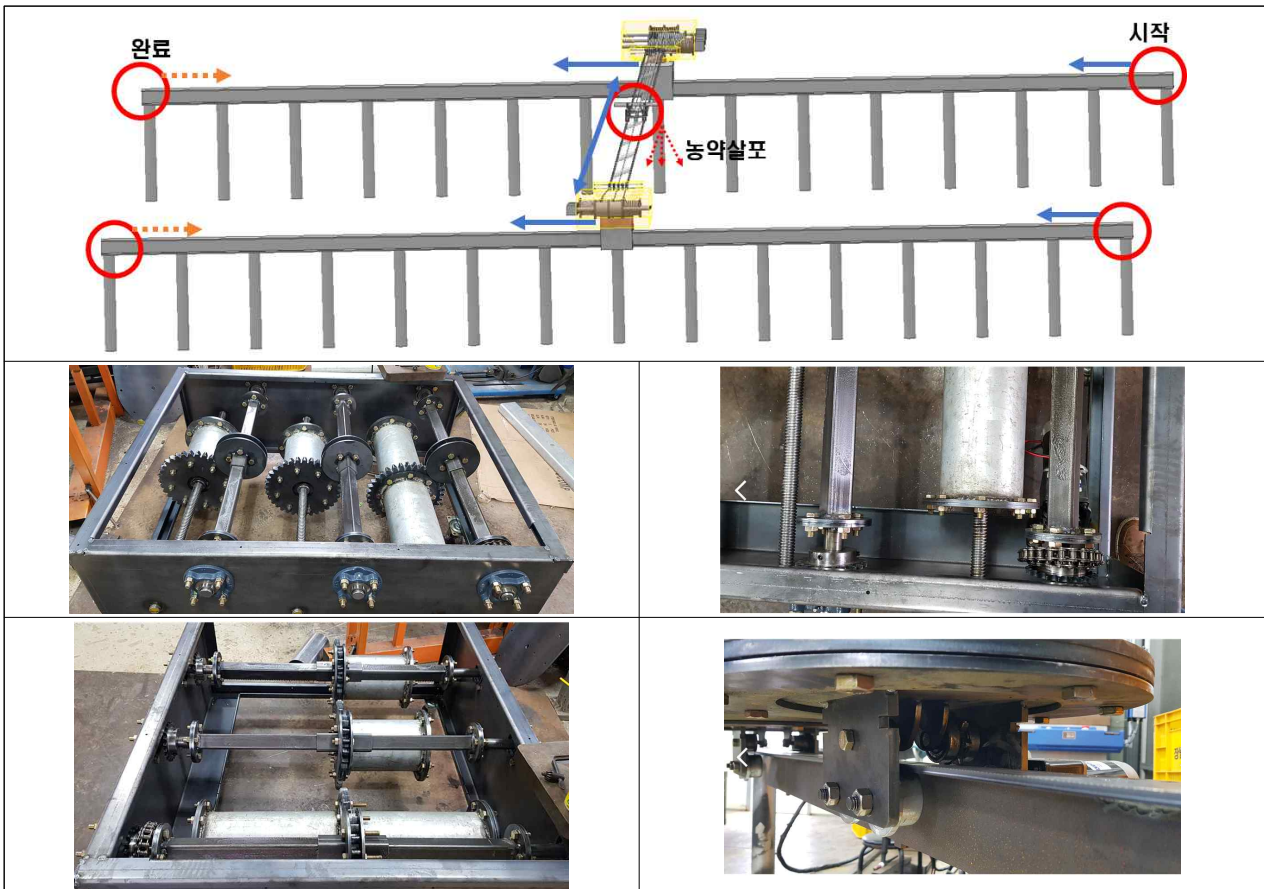
<그림 25> 레일이동 시스템 모델링 사이트 예시

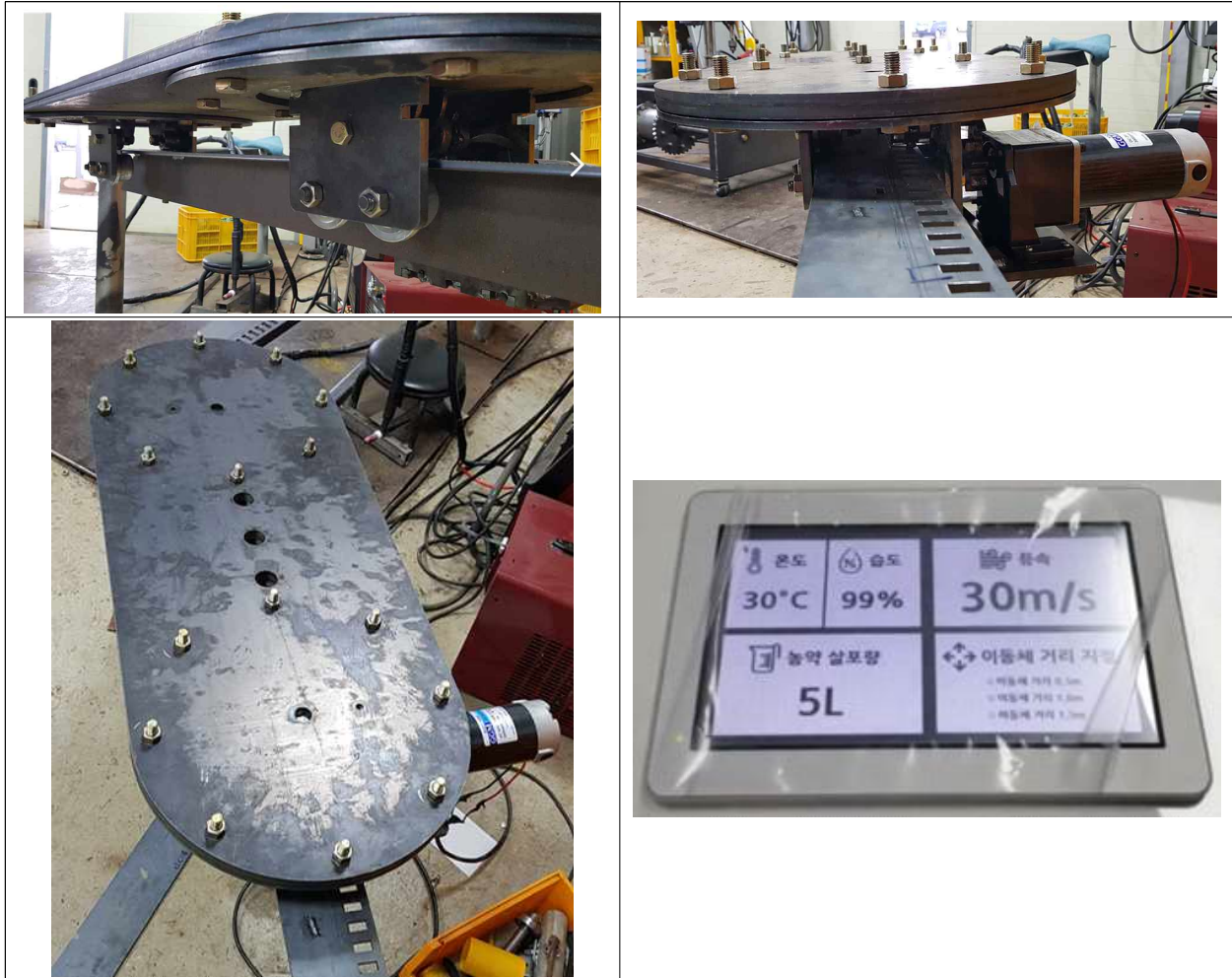
- 그림 25에 제시된 사이트의 대상답을 그리드 그리드 형태 및 포락선 검출을 통해 모델링하여 레일이동 시스템의 설계의 기초로 하였음. 이와 같은 답모델에 따라 직선 및 곡선 레일이동 시스템을 적용함



<그림 26> 직선 및 곡선 레일 이동 시스템

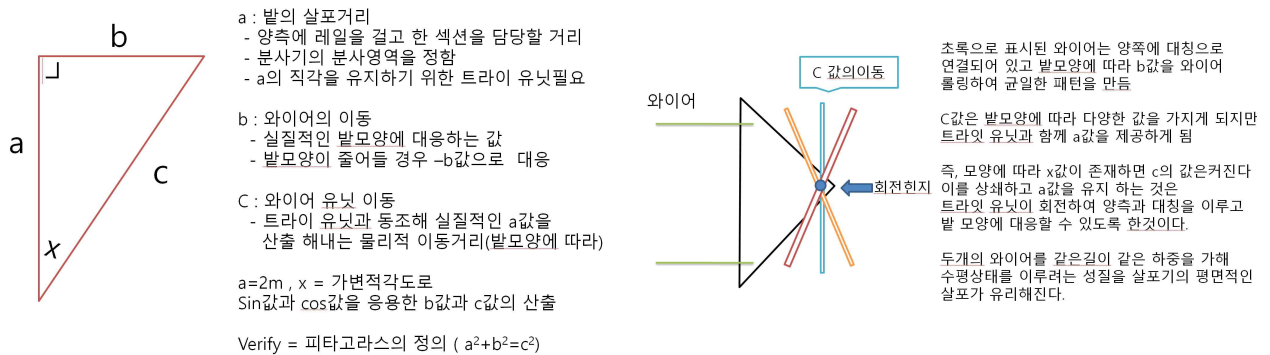
- 상기 모델 및 레일 이동 시스템을 적용함으로써 농경지에 최적화되어 설치된 레일과 와이어 기반에서 안정적으로 농약을 살포하기 위해 이동하는 시스템의 안정성을 확보함
- 레일이동의 경우 시작에서 종료까지 모터 구동 등의 동기화 기술과 이동거리 및 위치에 대한 탐색기술을 개발하여 시스템 안정성 확보함
- 전원부 용량 설계와 공급방법에 대한 최적화와 각 요소에 대한 통신 연계시스템 개발을 완료함
- 그림 26에 제시된 레일 이동시스템에 의한 농약살포 구동을 그림 27에 제시하였음





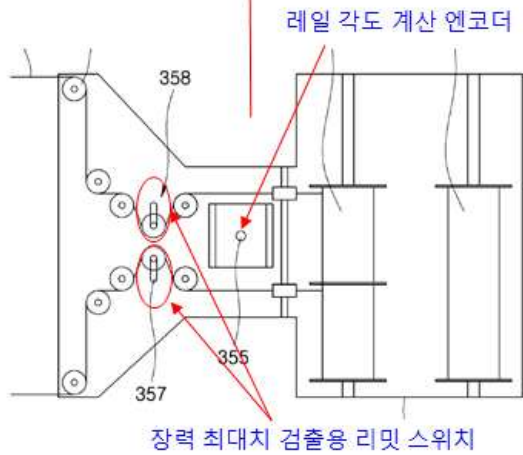
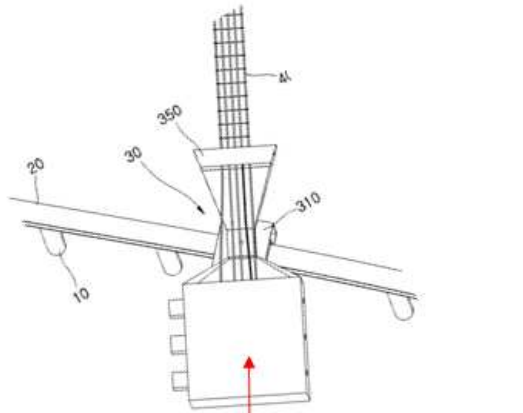
<그림 27> 농약살포 시작-종료 지점 이동

○ 여기서 그림 27의 레일이동은 그림 25에서 제시된 바에 따라 와이어의 이동이 계산되어야 하는 바, 이는 발의 살포거리, 와이어 및 와이어 유닛의 이동거리가 계산되어야 하며, 와이어의 롤링에 따라 수평상태를 이루도록 제어가 필요함

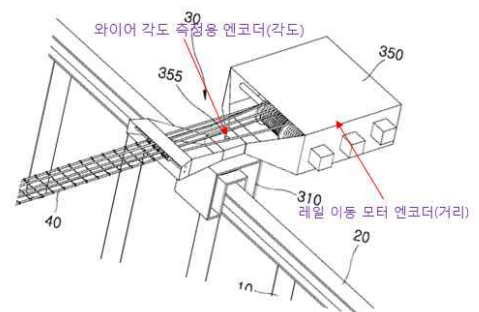
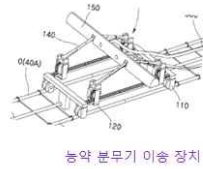
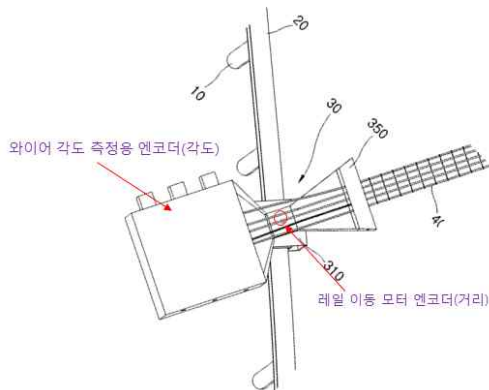
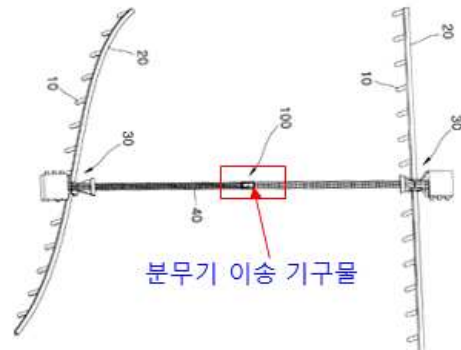


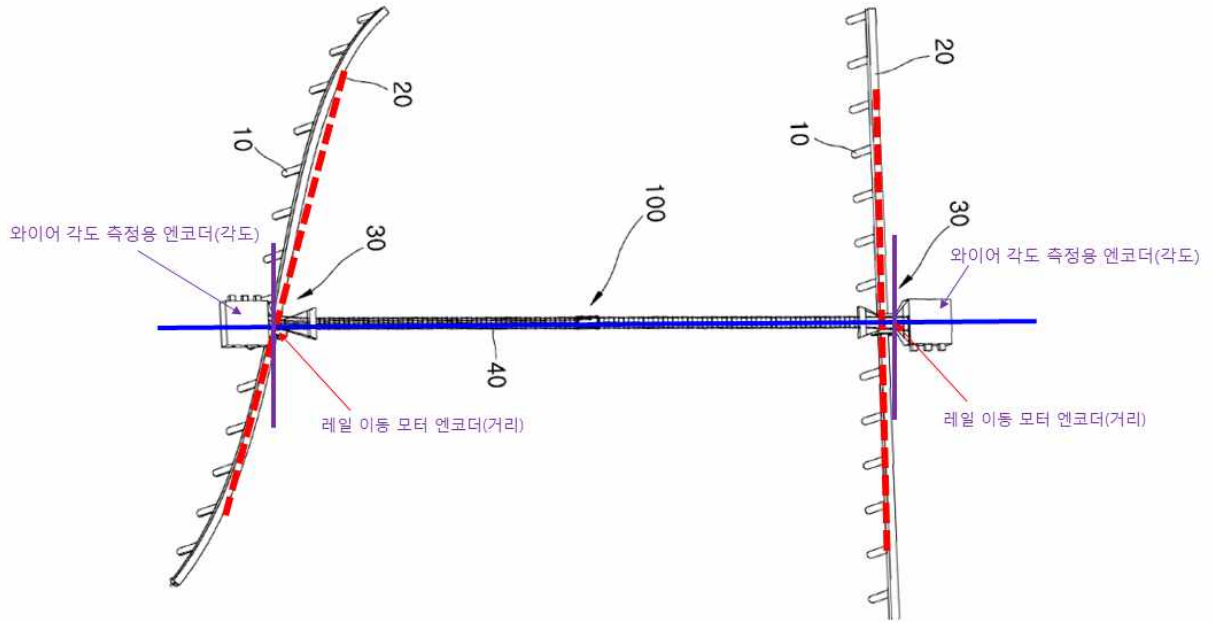
<그림 28> 살포거리와 와이어(유닛) 이동 거리 계산과 제어구동 방법

○ 와이어 이동체의 모터 엔코더 값을 이용하여 이동거리와 레일 각도를 측정

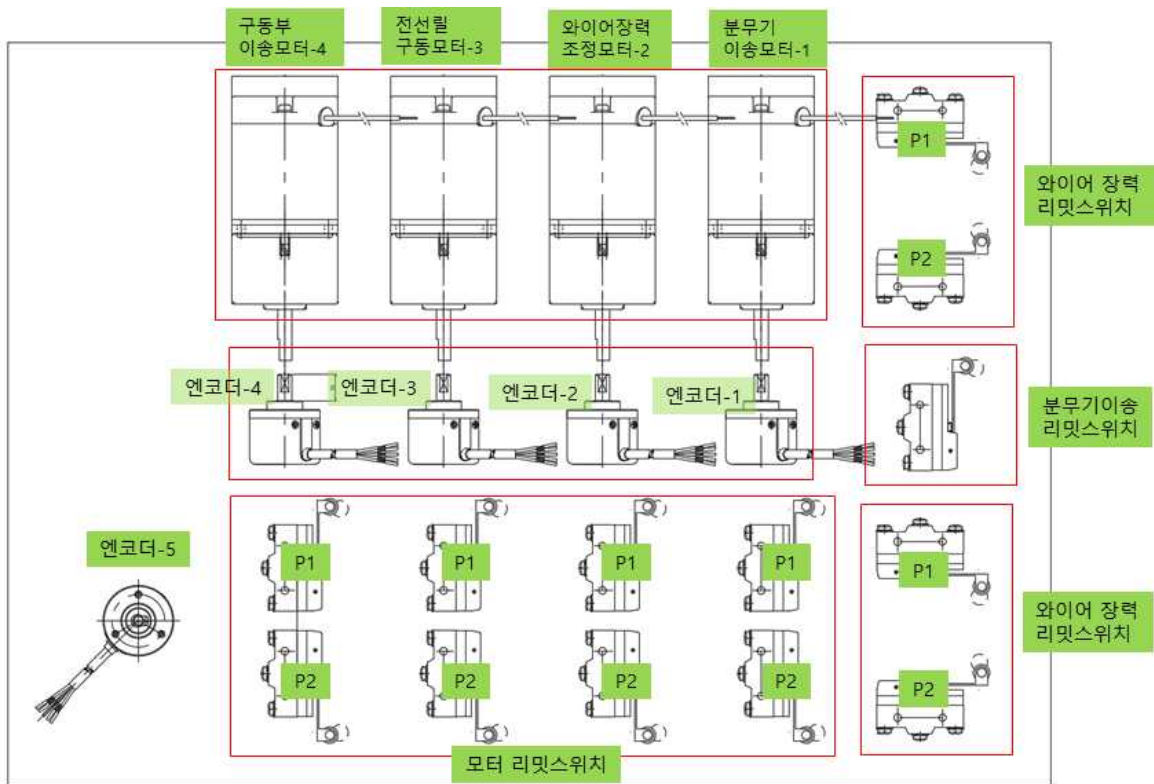


1. 이동체
 - 구동용 모터 + 엔코더(이동 거리 계산): DC24V
 - 엔코더: 이동체와 레일 각도 계산
2. 4mm 와이어 장력 조정 파트
 - 장력 조정 모터 + 엔코더: DC24V
 - 와이어 좌우 이송 모터 + 엔코더: DC24V
 - 장력 최대치 검출용 리미트 스위치: 4Ea
3. 2mm 와이어 (분무기 이송용)
 - 분무기 이송 모터 + 엔코더: DC24V
 - 와이어 좌우 이송 모터 + 엔코더: DC24V
4. 농약 호스 이동 모터
 - 농약 호스 이동 모터 + 엔코더: DC24V
5. 전선 이동 모터(+, -, 통신라인)
 - 전선 이동 모터 + 엔코더: DC24V



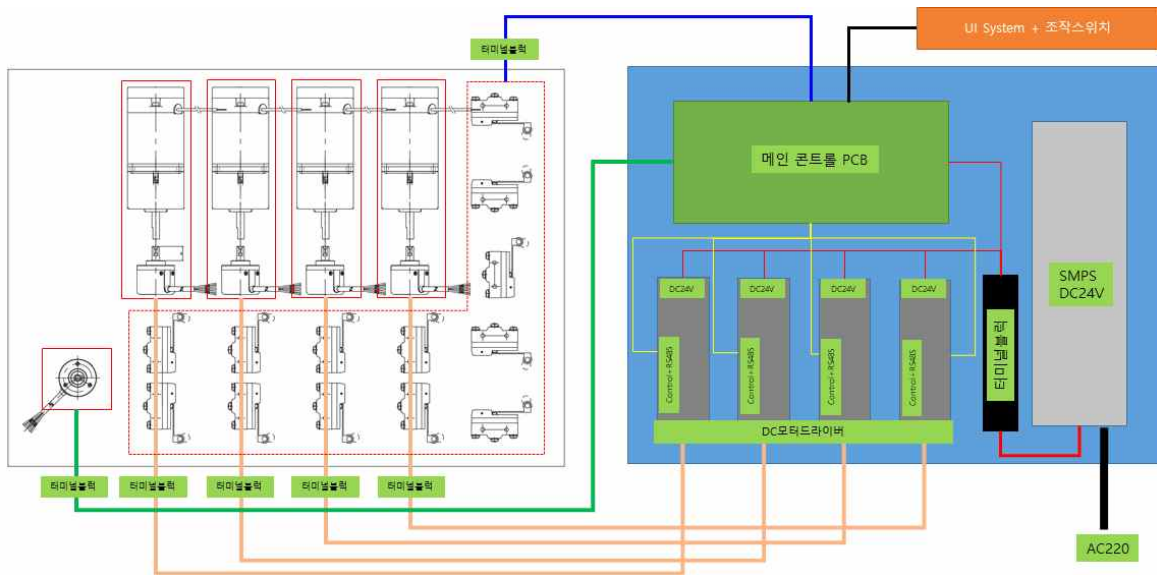


○ 와이어 이동체를 구동하기 위한 컨트롤러를 개발



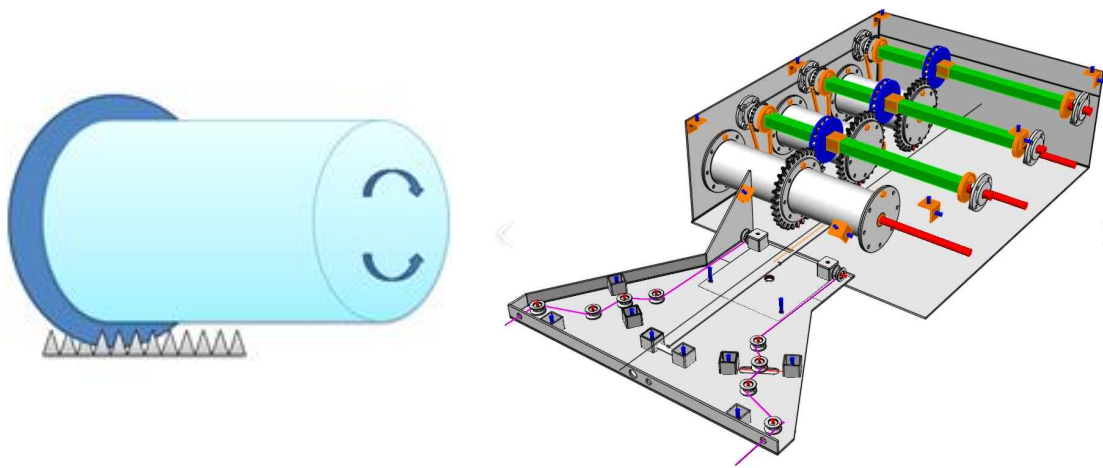


○ 와이어 이동체 컨트롤러 운용을 위한 사용자 패널 개발





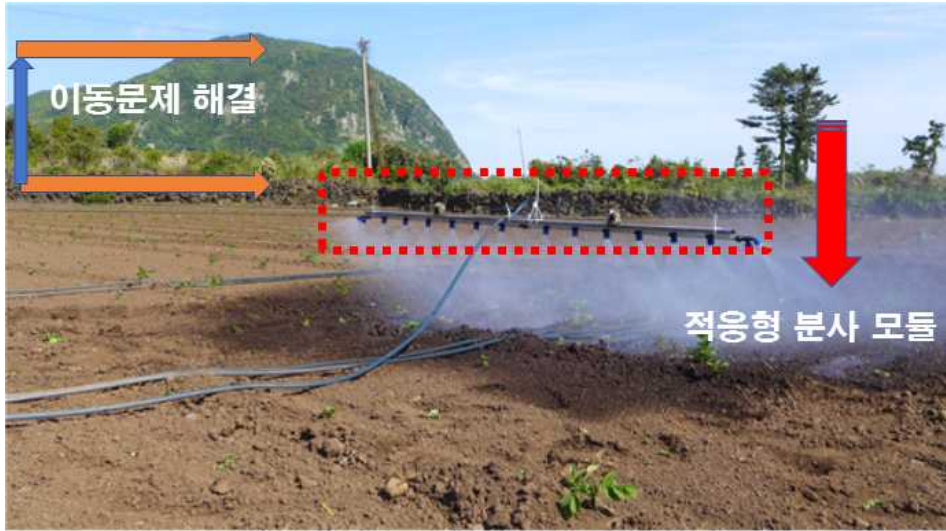
○ 또한 와이어 주변부에서도 원형관의 길이와 검증을 위한 길이측정 제어기가 필요하게 됨



<그림 29> 와이어의 제어를 위한 원형 파이프

- 원형관의 일정한 원둘레는 나사홈을 통해 와이어의 굵기와 비례하도록 구성되고, 원통이 회전하면서 와이어의 길이를 일정하게 조절함
- 와이어의 검증에 길이측정제어기가 요구되는데, 전선의 저항, 전원의 강약, 및 b값을 제어해야 하기 때문임
- 원형파이프는 일정한 원둘레를 가지고 모터 속도가 균일한 회전력을 제공함
- 이러한 변인에 따라 와이어의 이동속도가 결정된다. 모터는 양방향으로 회전하여 B값의 감소 및 증가를 담당함

○ 이는 트라이 유닛에 장착되어 b값을 결정하며 다른 원형관에 의해 살포와이어가 제어됨



<그림 30> 와이어 이동시스템 가상도



<그림 31> 와이어 재질 및 장력 설계를 위한 현장시험

- 현장에서 적응형 분사모듈의 테스트와 이동문제해결을 위한 방안도출이 병행됨
- 또한 와이어 설치 재질 및 장력의 실험치를 획득하기 위한 테스트를 하였음
- 현장 레일 및 현장 설치 프로세스 개발 및 적용
 - 레일 이동을 위한 현장의 말뚝 설치 프로세스 개발은 장비를 이용하여 타설하는 방식을 사용하였음
 - 형상에 따라 장력유지에 영향을 미치기 때문에 가장 적합한 형상과 방식을 선택하여 설치함

1차 설치

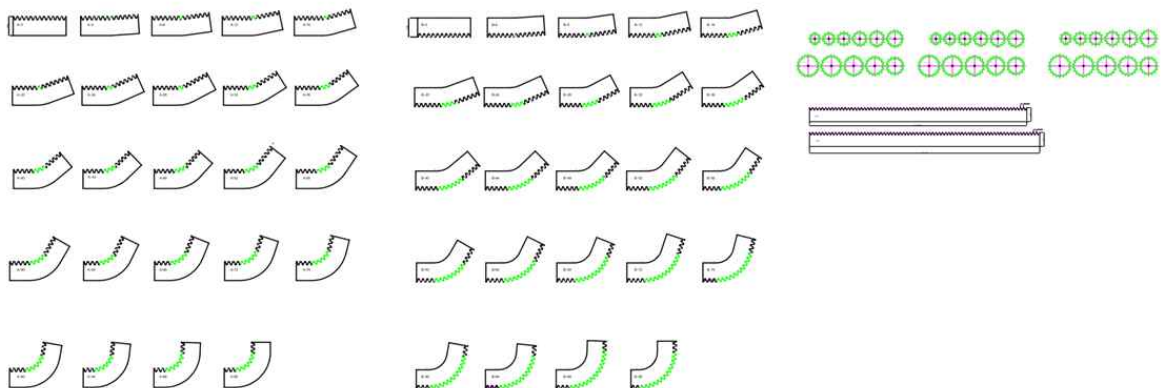


2차 설치



○ 다양한 농경지에 적용 가능한 레일 및 브릿지 개발

- 레일 이동을 시키기 위한 다양한 형상에 대한 브릿지를 개발함
- 직선과 곡선에 대한 형상을 고려하여 어떠한 지형에도 적용가능하도록 설계 반영함



○ 현장 설치 와이어의 재질 및 장력에 대한 설계 및 제작

- 와이어 장력테스트를 위해 장비를 사용하여 최대 유지가능한 장력 선정과 이동에 대한 가능성 여부에 대한 테스트를 하였음



	m/kg	160kg	180kg	추 2.25kg	215kg	200kg	추 2.25kg	250kg	추 2.25kg	285kg	306kg	추 2.25kg	351.6kg	추 2.25kg
100m	0m	28	3	22	2	23	34	25	30	2	20	28	20	26
	10m	38	15	47	11	33	50	32	44	8.5	26	40	24	35
	20m	45	24	66	19	38	62	34	52	14	30	47	29	42
	30m	51	30	78	24	43	69	37	59	17	33	52	31	47
	40m	53	33	82	27.5	44	72	38	61	20	34	54	33	51
	50m	51	34	51	29	44		37		21	33	52	32	
	60m	48	33	48	28	40		35		20	30	48	29	
	70m	40	30	40	25	29		30		17.5	28	40	26	
	80m	28	24	28	20	26		24		14	22	30	21	
	90m		15		12					8.5				
	100m		3		3					2				

	m/kg	155kg	추 2.25kg	198kg+31kg(추7개)	203kg	추 2.25kg	251kg	추 2.25kg	255kg+22kg(추7개)	307kg	307kg+14kg(추7개)	350kg	350kg+12.4kg(추7개)	406kg	406kg+5kg(추7개)
90m	10m	19	32	45	25	36	21.5	31.5	38	4	36	3	31	6	27
	20m	28	52	80	35	50	28.5	43	68	10	62	7	54.5	10	48
	30m	35	65	101	39	60	32	50	89	14	80	10.5	70	12.5	62.5
	40m	40	72	111	39	65	34.5	51.5	100	16	89	12.5	88.5	13.5	69.5
	50m	43	72	115	40	63	35	55	101	16	90	15	89	14	71
	60m	41	68	101	38	59	24.5	42	92	15	80	13	72	12.5	64
	70m	36	57	81	27	49	29.5	44	73	11	64	10	55	10	50
	80m	28	41	49	25	35	25	32	44	8	38	7	32	6	30

	m/kg	200kg	200kg+26kg(추)	254kg	25kg+19kg(추)	302kg	302kg+13kg(추)	352kg	352kg+9kg(추)	400kg	400kg+6.5kg(추)
80m	10m	6.5	46.5	7	39	4	32.5	3	27.5	2	24
	20m	12.5	76.5	11	64	8.5	55	7.5	47	5	40
	30m	17	93	15.5	79.5	12	68	9.5	59	7.5	50.5
	40m	18.5	101	17	85	14	73	11	63.5	9	56
	50m	17	95	15	80	13.5	68	12.5	59	8.5	53
	60m	15	77	13	65	9.5	56	9	48	8	43
	70m	8	47	8	39	6	35	6	30	5	24

○ 현장 와이어 선정 및 시스템 적용

- 와내식, 내열, 내저온성이 우수한 4mm 나일론 코팅 스테인리스 와이어를 선정함
- 와이어 거치 살포 모듈 개발



○ 국내특허 출원(태양광을 이용한 잡초 제거 시스템)

- 제조작업에서 사용되는 화학약품을 대체하여 토양 미생물에 영향을 주지 않는 친환경적 잡초 제거 시스템
- 잡초가 성장하기 전에 씨앗 상태 또는 발아 상태에서 잡초를 빠른 시간 안에 제거할 수 있는 시스템
- 재배 작물의 파종 전에, 에너지 소모가 적으면서도 대규모 토양에 대해서 효과적으로 잡초를 제거하고 작물 재배 시 잡초의 성장 가능성을 저하시키는 새로운 잡초 제거 시스템
- 태양 추적부로부터 전달되는 태양 각도 정보에 따라 평면 렌즈 구동부의 각 모터를 제어하며, 태양의 광량에 따라 상기 운반부의 이동 속도를 변화시키는 통합 제어부를 포함하는 태양광을 이용한 잡초 제거 시스템

<p style="text-align: center;">관인생략</p> <p style="text-align: center;">출원번호통지서</p> <p>출원 일자 2018.11.05 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 출원 번호 10-2018-0134807 (접수번호 1-1-2018-1096950-70) 출원인 성명 대리인 성명 발명자 성명 발명의 명칭 태양광을 이용한 잡초 제거 시스템</p> <p style="text-align: center;">특 허 청 장</p>	
<p style="text-align: center;"><< 안내 >></p> <ol style="list-style-type: none"> 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※ 납부자번호: 6631(가관코드) - 접수번호 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고려번호 정보변경(경정), 잠정 신고서]를 제출하여 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. ※ 특허로(egame.go.kr) 접속 - 민원서비스담당자 - 특허법 시행규칙 별지 제1호 서식 특허(실용신안등록)출원은 영세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 영세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 실용신안/나 마드리드 제도(상표))를 이용할 수 있습니다. 국내 출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내 출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다. ※ 제도 안내: http://www.kipo.go.kr/특허DB/PT/PT_마드리드 ※ 우선권 인정기간: 특허 실용신안권 12개월, 상표 디자인권 6개월 이내 ※ 미국특허청의 출원번호 기준으로 우리나라에 우선권을 출원한 시, 출원인이 미국계상대이면, 우선권로부터 16개월 이내에 미국특허청에 [전자특허출원서 A6/PTO 58b 59]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서를 제출하여야 합니다. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 여려와 같이 하여 하며, 이를 위반할 경우 관련법에 따라 처벌을 받을 수 있습니다. ※ 특허출원 10-2018-00000000, 상표등록출원 40-2018-00000000 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다. 	

○ 국내특허 출원(정량공급기 및 이를 구비하는 농약 정량 공급 장치)

권인생학

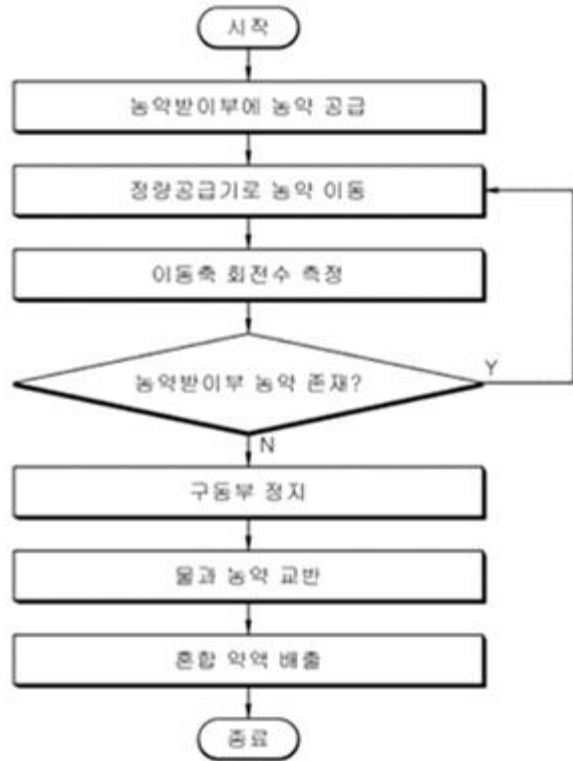
출원번호통지서

출원일자 2018.09.13
 출원번호 10-2018-0109871 (출원번호 1-1-2018-0913945-15)
 출원인 성명
 대리인 성명
 발명자 성명
 발명의 명칭 정량공급기 및 이를 구비하는 농약 정량 공급 장치

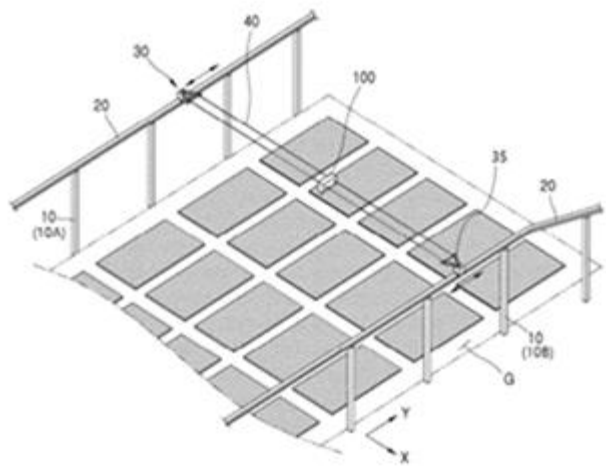
특허청장

<< 한나 >>

- 귀하의 출원은 위와 같이 심사적으로 접수되었으며, 여하의 의사 관행상 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
- 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 2개월까지 동결된 납입경수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 무관공 또는 관청에 납부하여야 합니다. (납부처분번호: 413(가공부도)-접수번호)
- 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고격변호 정보변경(경청), 정보신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허고격(Genealogy) 접속 - 인터넷식당정보도 - 특허법 시행규칙 별지 제18호 시행
- 특허(실용신안등록)출원권 양세서 또는 도면의 변경이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 양세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
- 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 외국 안내: <http://www.kipo.go.kr/특허/05/PCT/05/외국>
 ※ 우선권 존속기간: 특허 출원일로부터 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내
 ※ 외국특허청과의 견출비용: 거액도 부담되므로 우선권 주장할 때는, 견출권이 이공과상대 이전, 우선권일로부터 12개월 이내에 대외특허청출원(전자특허공청에서 PTO-58-39)을 작성하거나 우선권내의 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.



- 【발명의 국문명칭】** 태양광을 이용한 건조 제거 시스템
- 【발명의 영문명칭】** Wood removal system using sunlight
- 【발명자】**
- 【성명】**
- 【특허고격번호】**
- 【출원언어】** 국어
- 【심사청구】** 청구
- 【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】**
- 【과제고유번호】** 1545015179
- 【부처명】** 농림축산식품부
- 【연구관리 전문기관】** 농림식품기술기획평가원
- 【연구사업명】** 기술사업화지원
- 【연구과제명】** 농약수원조절장치를 기본으로 한 교반 및 물대시스템 개발 및 시연회



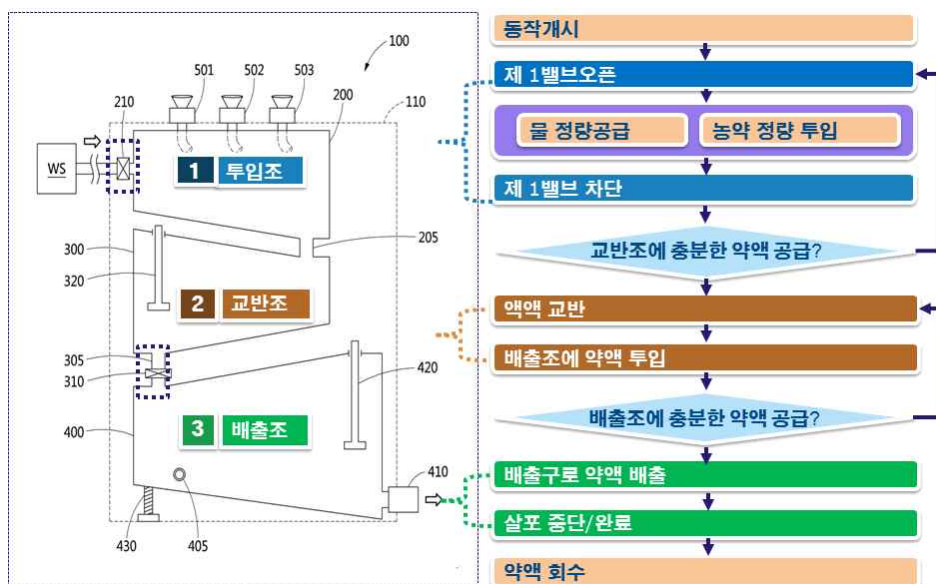
3. 농약정량공급기

가. 추진 방향

- 농약정량공급기는 사용자 편의 및 니즈를 고려한 제품개발과 사업화를 목표로 추진됨
- 이와 관련하여 제품의 소형화 및 교반효율 향상이 고려되었고, 특히 유지보수 편의성이 감안됨. 연구개발 과정에서 고려된 요소들은 다음과 같음
 - 농약 수위조절 장치의 범용성 향상: 각도에 대한 피드백 센서 감도, 최대 적재 무게
 - 농약탱크에 대한 세척등 유지보수에 대한 확장성을 증대: 제공 기능의 개수, 필터의 성능
 - 농약 공급을 효과적이고 편리하게 할 수 있는 소형 정량 농약 공급기 개발 : 공급 모듈의 개수, 압력, AD 분해능
 - 농약의 무인살포 및 관련 확장 응용 가능한 시스템 및 제품을 개발 할 수 있는 이식성 높은 시스템 개발: 교체식 구조의 강도, 전력사용량
- 이에 기존에 사용되는 농약 공급시스템의 단점을 개선하고 농약 공급의 기본요소인 물과 농약과 농약 탱크를 일체화 또는 조합형으로 시스템을 구현하여 이동성과 편리성을 향상시킬 수 있는 제품을 개발하고 테스트를 진행함. 또한 정량을 계측하고 공급할 수 있는 시스템 개발하고, 교반 시스템에 대한 효율적 동작을 위한 하드웨어 설계 및 알고리즘 개발하였음
- 연동 가능한 상호 연동 기능에 대한 업그레이드를 진행하여 농약 전반에 대한 시스템의 완성을 추구함

나. 시스템 개요

본 농약정량공급기의 구조와 동작은 다음과 같음

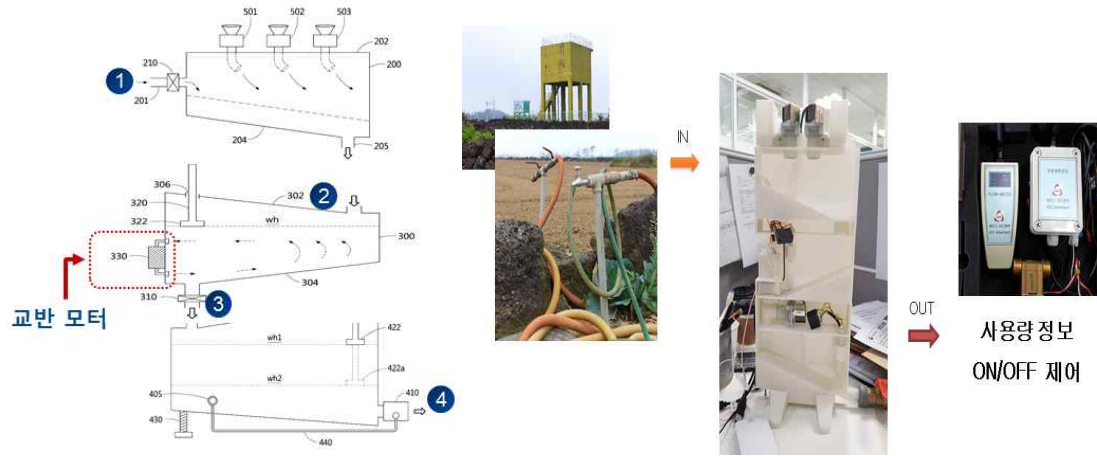


<그림 32> 농약정량공급기 구조 및 동작 플로우 개요

다. 연구개발 진행

(1) 기초 테스트 하드웨어 제작

- 투입, 교반, 배출의 3단계 정량공급기를 제작함
- 공급되는 유량은 용수공급 수도를 통하여 직접공급할 수 있는 구조로 제작함
- 나아가 농약 혼합을 위한 통이 필요 없는 매커니즘이 운용될 수 있는 구조로 설계됨



<그림 33> 기초 테스트를 위한 기본설계 및 제작물

(2) 기초 테스트 하드웨어 2차 제작

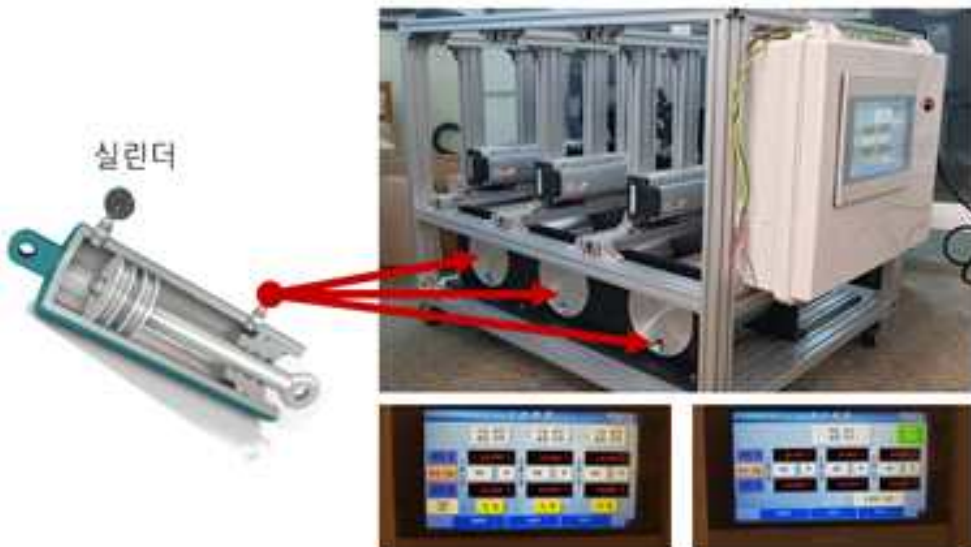
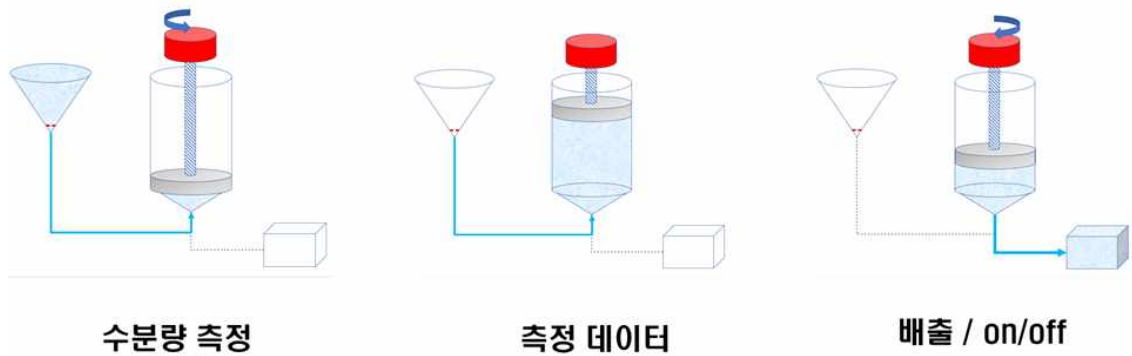
- 혼합, 교반, 배출 3단계의 각 모듈이 서로 연동되는 매커니즘으로 실제 물을 투입하여 3단계 모듈의 연동 매커니즘 테스트가 시행되었음
- 또한 제어기를 이용하여 살포자가 데이터정보와 살포제어를 가능하도록 하였음.



<그림 34> 기초 테스트 하드웨어 2차 제작물

(3) 정량공급의 정확도를 위한 실린더 매커니즘 적용 테스트

- 기압차를 이용한 진동 및 수평문제를 해결하고, 나사선 방식을 이용하여 정밀성과 에어울 감소를 추진하였음
- 또한 일정량 대신 비율에 기초하는 계산 방식을 도입함



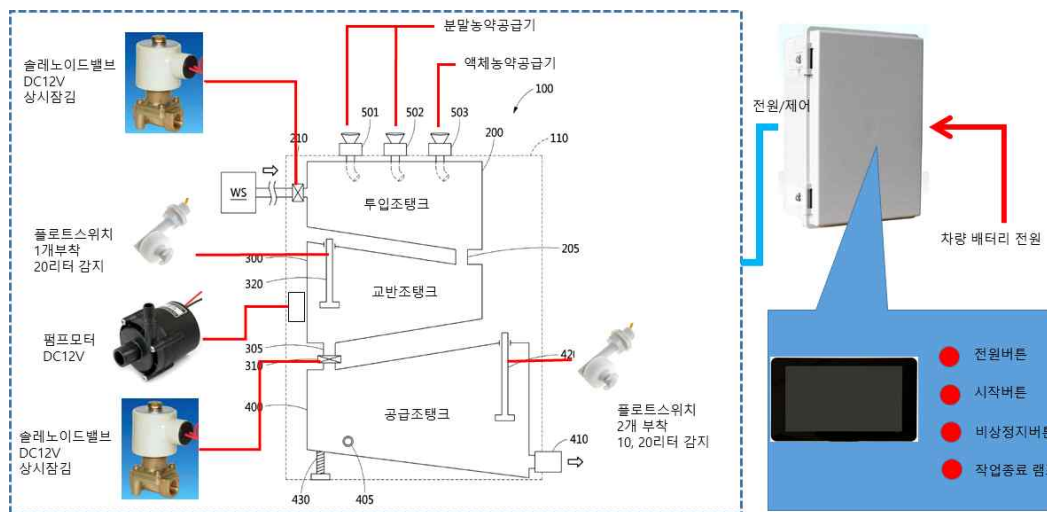
<그림 35> 정액토출 테스트

- 이를 위해 실린더의 움직임을 나사선의 거리와 모터의 회전수에 기초하여 계산하였음
- 그 결과 정량공급을 위한 정확성은 확보되었으나 실린더 제작비용으로 제조원가 상승이 예상됨
- 따라서 정량공급을 위한 정확성 확보와 제조 원가 절감을 위해 동작 시스템 개선이 요구됨

라. 연구개발 성과

(1) 전체 시스템 구성 개요

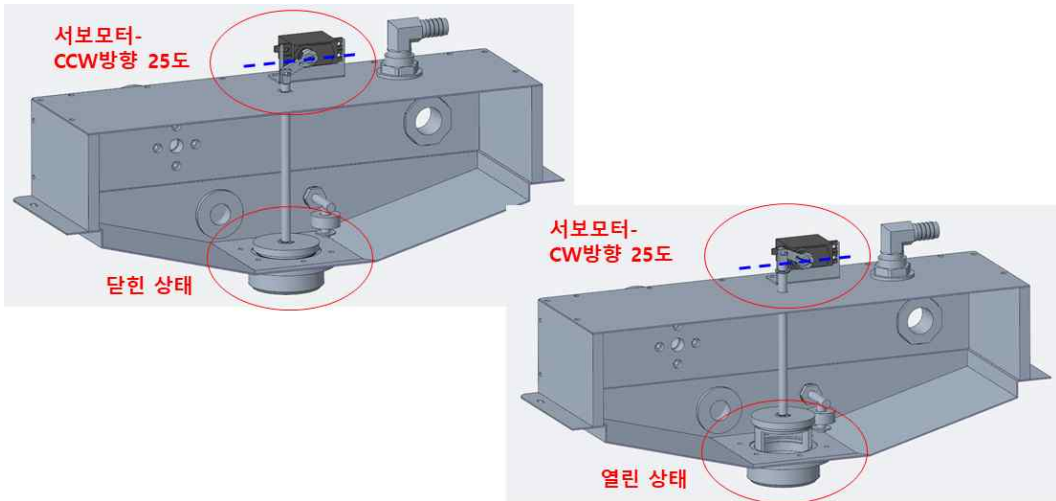
- 투입조탱크의 물공급부에는 솔레노이드 밸브를 사용하여 상시 잠김상태를 유지하도록 함. 농약공급기는 분말농약공급기 2개와 액체농약공급기 1개로 구분하여 제작하고, 교반조 탱크의 수위 감지는 플로트스위치를 장착하여 20리터의 용량을 감지할 수 있도록 함
- 또한 펌프모터를 이용하여 투입된 물과 분말농약 및 액체농약을 전동으로 교반이 될 수 있도록 함
- 교반조 탱크에서 공급조 탱크로 연결되는 밸브는 솔레노이드 밸브를 적용하여 상시잠금상태가 유지되게 함
- 공급조 탱크에는 2개의 플로트스위치를 장착하여 10리터(공급조탱크의 저수위로 판단)와 20리터(공급조탱크의 만수위로 판단)의 수위를 감지할 수 있도록 함
- 컨트롤러부의 전원은 차량의 배터리 전원을 사용할 수 있도록 함. 또한 Touch LCD를 부착하여 사용자가 농약정량공급기를 현장에서 손쉽게 운용할 수 있도록 함



<그림 36> 기초 설계상의 농약정량공급기 전체 시스템 구성

(2) 수평설계 상의 시스템 구성

- 투입조 탱크의 물공급부에는 솔레노이드 밸브를 사용하여 상시 잠김상태를 유지하도록 함. 추가로 투입조 탱크의 물공급부에 유량센서를 설치하여 공급되는 물의 유량을 측정하도록 보완하였음
- 농약공급기는 분말농약공급기 2개와 액체농약공급기 1개로 구분하여 제작하고, 교반조 탱크의 수위 감지는 플로트스위치를 장착하여 농약배출 여부를 감지할 수 있도록 보완함
- 교반조 탱크에는 펌프모터를 이용하여 투입된 물과 분말농약 및 액체농약을 전동으로 교반이 될 수 있도록 함. 교반조 탱크에서 공급조 탱크로 연결되는 밸브는 서보모터를 설치하여 교반조 탱크의 배출구를 열고 닫을 수 있도록 보완함

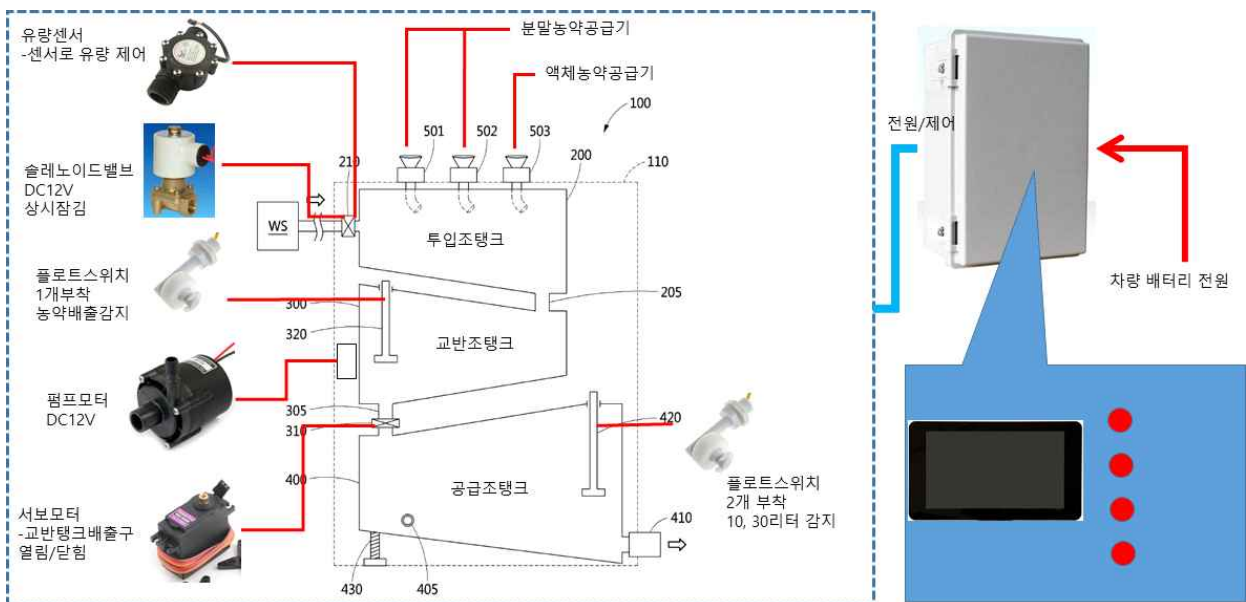


<그림 37> 교반조 탱크의 밸브를 서보모터로 보완

- 공급조 탱크에는 2개의 플로트스위치를 장착하여 10리터(공급조탱크의 저수위로 판단)와 기존 20리터(공급조탱크의 만수위로 판단)의 수위를 감지하였던 것을 30리터가 감지가 가능하도록 보완함
- 컨트롤러부의 전원은 차량의 배터리 전원을 사용할 수 있도록 하고, Touch LCD를 부착하여 사용자가 농약정량공급기를 현장에서 손쉽게 운용할 수 있도록 함

(3) 수정설계를 반영한 전체 시스템 구성

- 이상의 보완 사항을 반영한 시스템 구성은 그림 38에 제시된 바와 같음



<그림 38> 수정 설계를 반영한 시스템 구성

○ 그림 38의 구성을 그림 36과 비교시 유량센서의 유무차이가 반영된 점을 확인할 수 있음

(4) 어셈블리 및 실물 구조

○ 이하에서는 본 연구개발과제의 결과물로 도출된 농약정량공급기의 조립과정과 완성된 실물 구조를 제시함.



<그림 39> 농약정량공급기 전체 조립 작업 - 1



<그림 40> 농약정량공급기 전체 조립작업 - 2

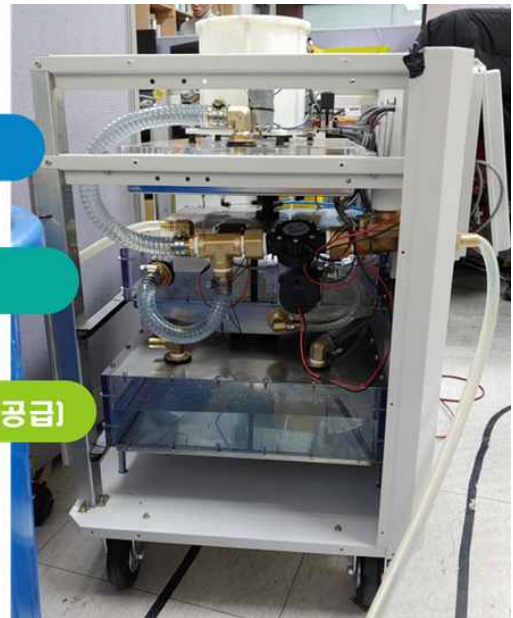


<그림 41> 농약정량공급기 실물 구조

01 투입조 (물과 농약을 투입)

02 교반조 (모터로 물과 농약을 혼합)

03 공급조(교반된 물과 농약을 동력 분무기로 공급)



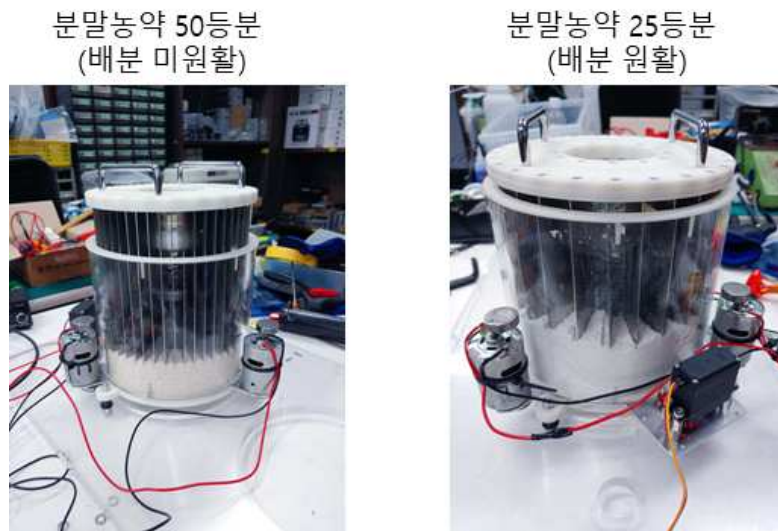
<그림 42> 투입조/교반조/공급조 실물 구조

(5) 분말 농약공급기 구성

- 분말 농약공급기는 액체 농약공급기와는 달리 분말이 정량으로 공급될 수 있도록 보완장치를 구성함
- 분말 농약공급기에는 스텝모터를 장착하여 분말 농약 투입을 위해 회전판이 이송될 수 있도록 하였으며, 모터의 스텝각은 약 1.8도, 1회의 회전각도는 약 7.2도로 4스텝, 총 50회의 이송이 가능하도록 함

수정설계

- 분말농약공급기의 배분을 총 50칸으로 하였을 경우, 미세한 분말의 경우 커버를 이용한 배분이 잘 이루어지지 않음
- 이에, 분말농약공급기의 배분을 총 25칸으로 하여, 미세한 분말의 경우에도 배분이 원활하게 이루어지도록 보완함
- 모터의 회전각은 약 14.4도로, 총 25회의 이송이 가능하도록 함($14.4\text{도} * 25\text{회} = 360\text{도}$).



<그림 43> 분말농약 배분 커버 테스트

- 분말 농약공급기에는 진동모터를 장착하여 용기에 분말농약 투입후 진동으로 평탄화 작업이 이루어 질 수 있도록 하였으며, 농약배출 시에는 진동으로 잔류량 없이 배출이 될 수 있도록 함.



< 그림 44> 기초 설계상의 분말 농약공급기 구성도 개요

- 분말 농약공급기에는 포토인터럽트를 장착하여 회전판의 초기위치를 판별할 수 있도록하였으며, 틱새로 인한 의도하지 않은 농약배출을 막도록 함
- 전원 인가시 디스크 초기위치로 이동이 될 수 있도록 하고, 서보모터를 장착하여 시작위치의 농약 배출구를 열어주는 역할을 하게 함
- 또한 분말 농약의 배출이 완료되면 원위치로 복귀하도록 함



<그림 45> 장착된 분말 농약공급기

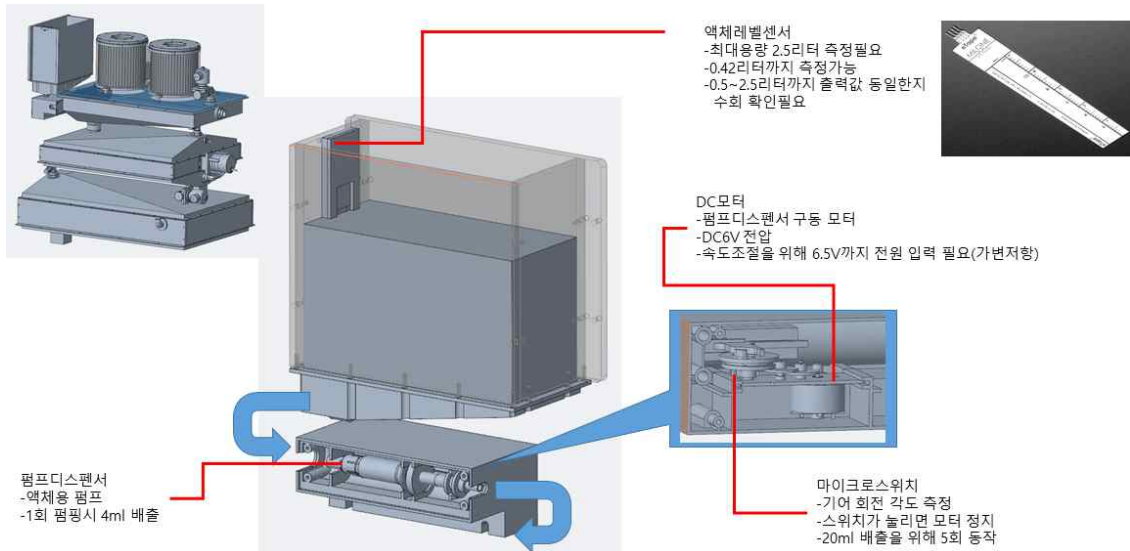


<그림 46> 분말농약공급기 이용 순서

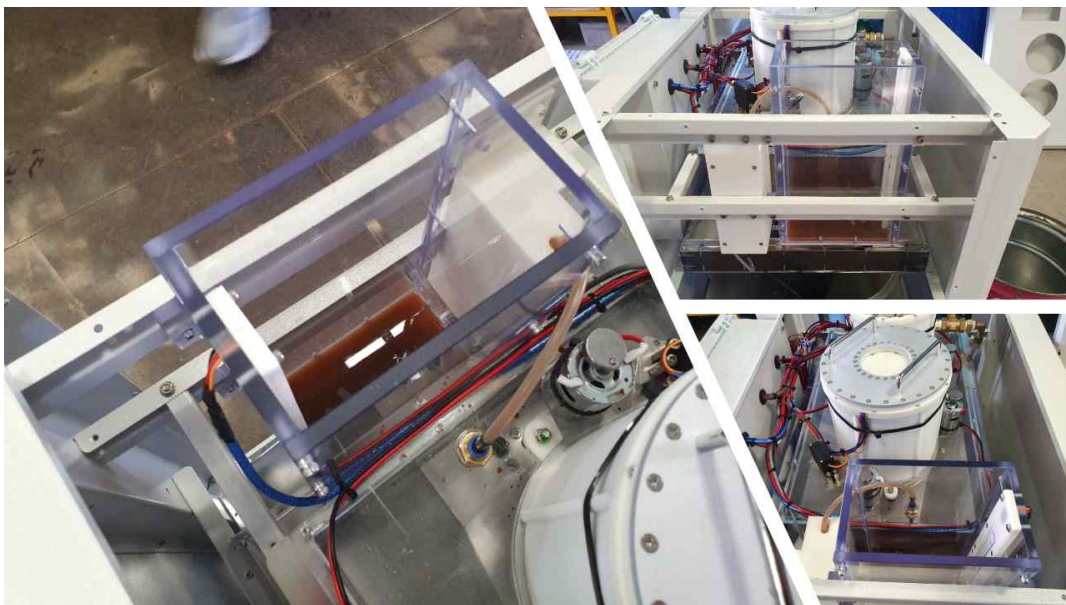
(6) 액체 농약공급기 구성

- 액체레벨센서를 장착하여 최대용량 2.5리터까지 측정이 가능하도록 하기 위하여 0.5리터에서 2.5리터까지 출력값이 동일한 지 수회 반복테스트를 진행하여 확인함
- 액체용 펌프인 펌프 디스펜서를 이용하여 1회 펌핑시 4ml의 액체 농약이 공급될 수 있도록 함

- 이때, 펌프 디스펜서 구동모터는 DC 모터를 사용하였으며, 사용전압은 DC 6V로 속도조절을 위해 6.5V까지 전원입력이 가능하도록 함
- 마이크로스위치를 이용하여 기어의 회전각도를 측정하고, 스위치가 눌리면 모터가 정지하고, 20ml 배출을 위해 총 5회 동작이 되도록 함



<그림 47> 기초 설계상의 액체 농약공급기 구성도 개요

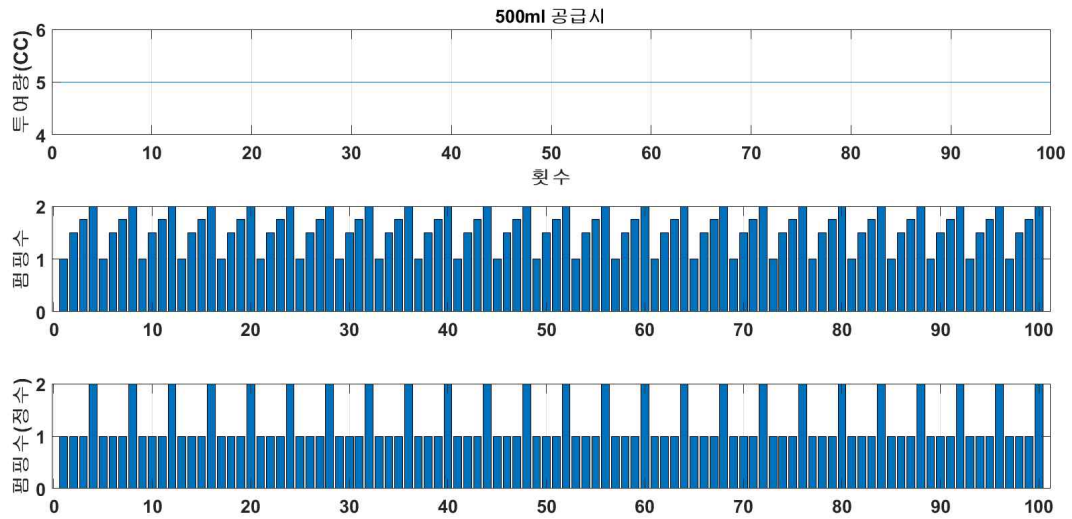


<그림 48> 장착된 액체 농약공급기(1)

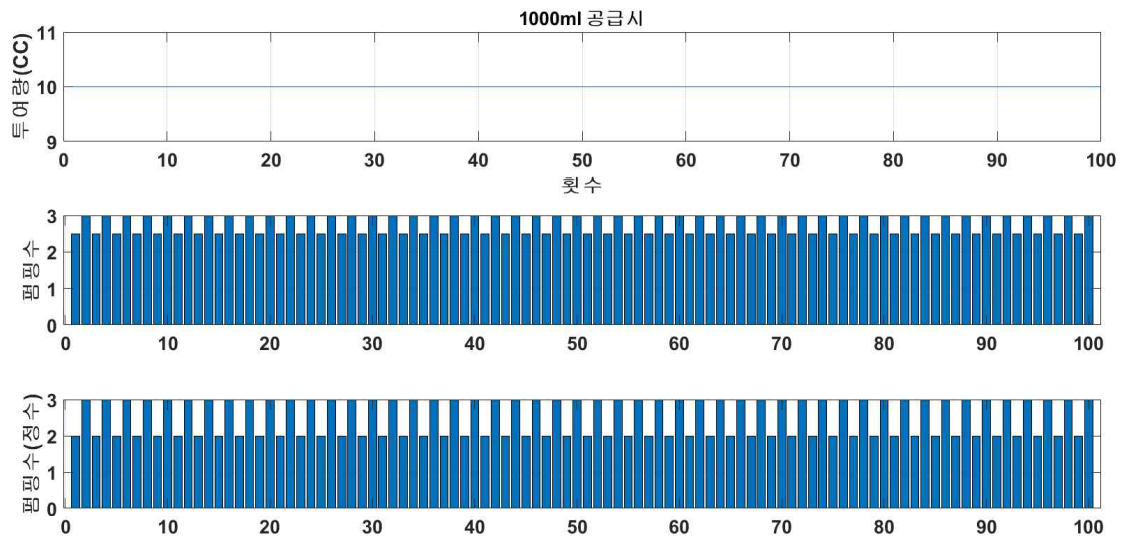


<그림 49> 장착된 액체 농약공급기(2)

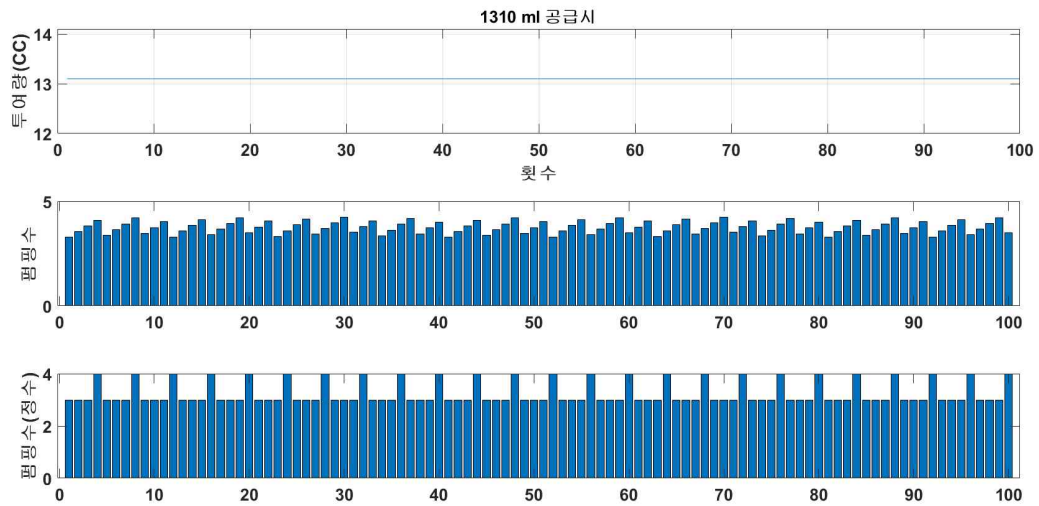
○ 500ml 공급시 1회 투입량과 펌핑수



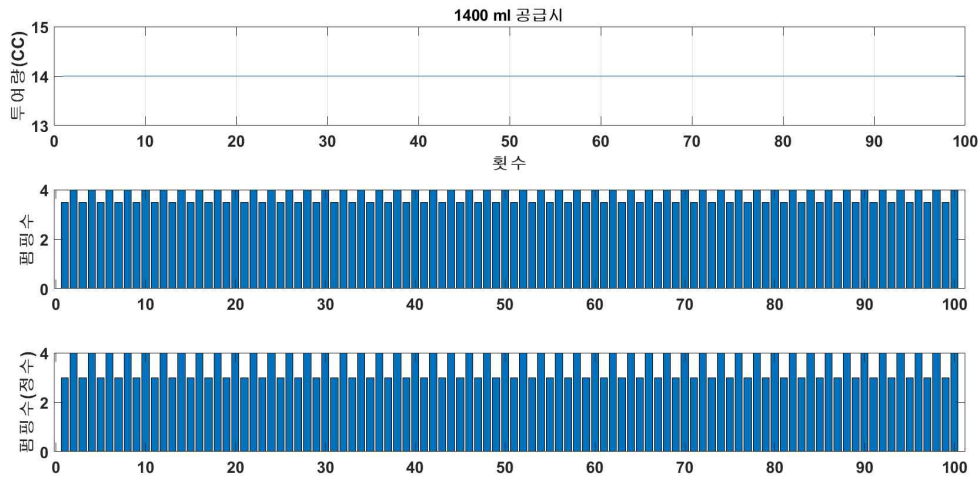
○ 1,000ml 공급시 1회 투입량과 펌핑수



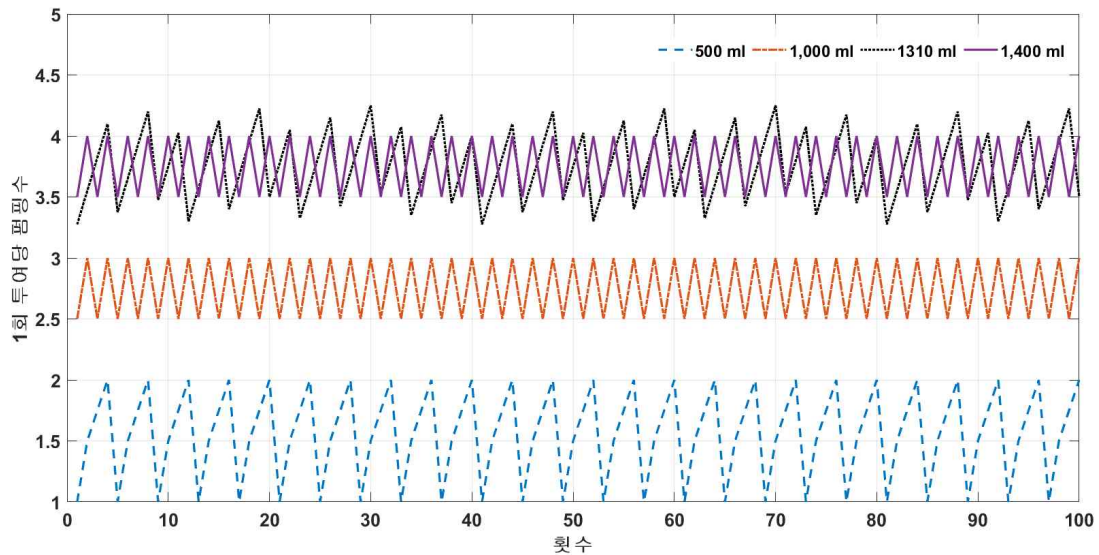
○ 1,310ml 공급시 1회 투입량과 펌핑수



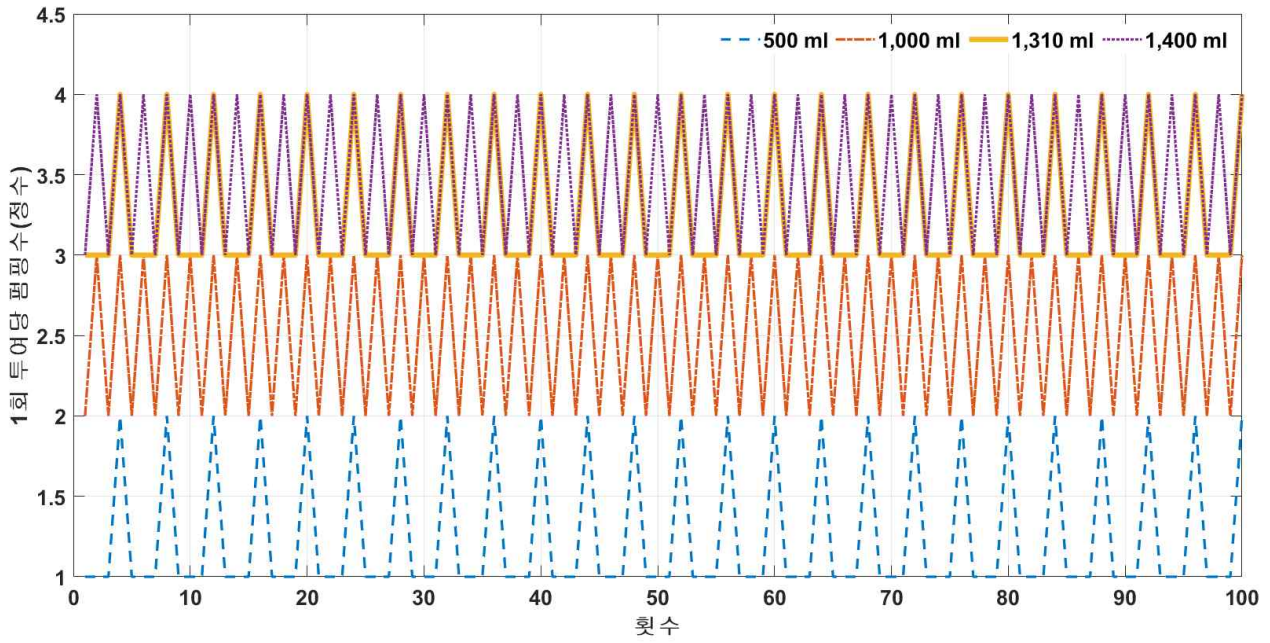
○ 1,410ml 공급시 1회 투입량과 펌핑수



○ 1회 투입량당 펌핑수 비교



○ 1회 투입량당 펌핑수(정수형) 비교



<표 5> 액체 농약 정량공급을 위한 펌핑 테스트 (1~40회)

액체 농약 총공급량	500ml 공급시			1000ml 공급시			1310ml 공급시			1400ml 공급시		
	액체 농약 투입횟수	1회 투입량	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)
1회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.275	3	14 cc	3.500	3
2회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.550	3	14 cc	4.000	4
3회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.825	3	14 cc	3.500	3
4회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.100	4	14 cc	4.000	4
5회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.375	3	14 cc	3.500	3
6회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.650	3	14 cc	4.000	4
7회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.925	3	14 cc	3.500	3
8회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.200	4	14 cc	4.000	4
9회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.475	3	14 cc	3.500	3
10회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.750	3	14 cc	4.000	4
11회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.025	4	14 cc	3.500	3
12회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.300	3	14 cc	4.000	4
13회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.575	3	14 cc	3.500	3
14회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.850	3	14 cc	4.000	4
15회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.125	4	14 cc	3.500	3
16회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.400	3	14 cc	4.000	4
17회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.675	3	14 cc	3.500	3
18회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.950	3	14 cc	4.000	4
19회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.225	4	14 cc	3.500	3
20회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.500	3	14 cc	4.000	4
21회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.775	3	14 cc	3.500	3
22회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.050	4	14 cc	4.000	4
23회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.325	3	14 cc	3.500	3
24회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.600	3	14 cc	4.000	4
25회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.875	3	14 cc	3.500	3
26회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.150	4	14 cc	4.000	4
27회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.425	3	14 cc	3.500	3
28회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.700	3	14 cc	4.000	4
29회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.975	3	14 cc	3.500	3
30회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.250	4	14 cc	4.000	4
31회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.525	3	14 cc	3.500	3
32회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.800	3	14 cc	4.000	4
33회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.075	4	14 cc	3.500	3
34회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.350	3	14 cc	4.000	4
35회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.625	3	14 cc	3.500	3
36회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.900	3	14 cc	4.000	4
37회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.175	4	14 cc	3.500	3
38회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.450	3	14 cc	4.000	4
39회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.725	3	14 cc	3.500	3
40회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.000	4	14 cc	4.000	4

<표 6> 액체 농약 정량공급을 위한 펌핑 테스트 (41~80회)

액체농약 총공급량	500ml 공급시			1000ml 공급시			1310ml 공급시			1400ml 공급시		
	액체농약 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)
41회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.275	3	14 cc	3.500	3
42회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.560	3	14 cc	4.000	4
43회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.825	3	14 cc	3.500	3
44회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.100	4	14 cc	4.000	4
45회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.375	3	14 cc	3.500	3
46회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.650	3	14 cc	4.000	4
47회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.925	3	14 cc	3.500	3
48회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.200	4	14 cc	4.000	4
49회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.475	3	14 cc	3.500	3
50회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.750	3	14 cc	4.000	4
51회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.025	4	14 cc	3.500	3
52회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.300	3	14 cc	4.000	4
53회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.575	3	14 cc	3.500	3
54회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.850	3	14 cc	4.000	4
55회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.125	4	14 cc	3.500	3
56회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.400	3	14 cc	4.000	4
57회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.675	3	14 cc	3.500	3
58회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.950	3	14 cc	4.000	4
59회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.225	4	14 cc	3.500	3
60회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.500	3	14 cc	4.000	4
61회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.775	3	14 cc	3.500	3
62회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.050	4	14 cc	4.000	4
63회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.325	3	14 cc	3.500	3
64회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.600	3	14 cc	4.000	4
65회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.875	3	14 cc	3.500	3
66회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.150	4	14 cc	4.000	4
67회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.425	3	14 cc	3.500	3
68회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.700	3	14 cc	4.000	4
69회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.975	3	14 cc	3.500	3
70회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.250	4	14 cc	4.000	4
71회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.525	3	14 cc	3.500	3
72회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.800	3	14 cc	4.000	4
73회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.075	4	14 cc	3.500	3
74회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.350	3	14 cc	4.000	4
75회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.625	3	14 cc	3.500	3
76회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.900	3	14 cc	4.000	4
77회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.175	4	14 cc	3.500	3
78회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.450	3	14 cc	4.000	4
79회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.725	3	14 cc	3.500	3
80회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.000	3	14 cc	4.000	4

<표 7> 액체 농약 정량공급을 위한 펌핑 테스트 (81~100회)

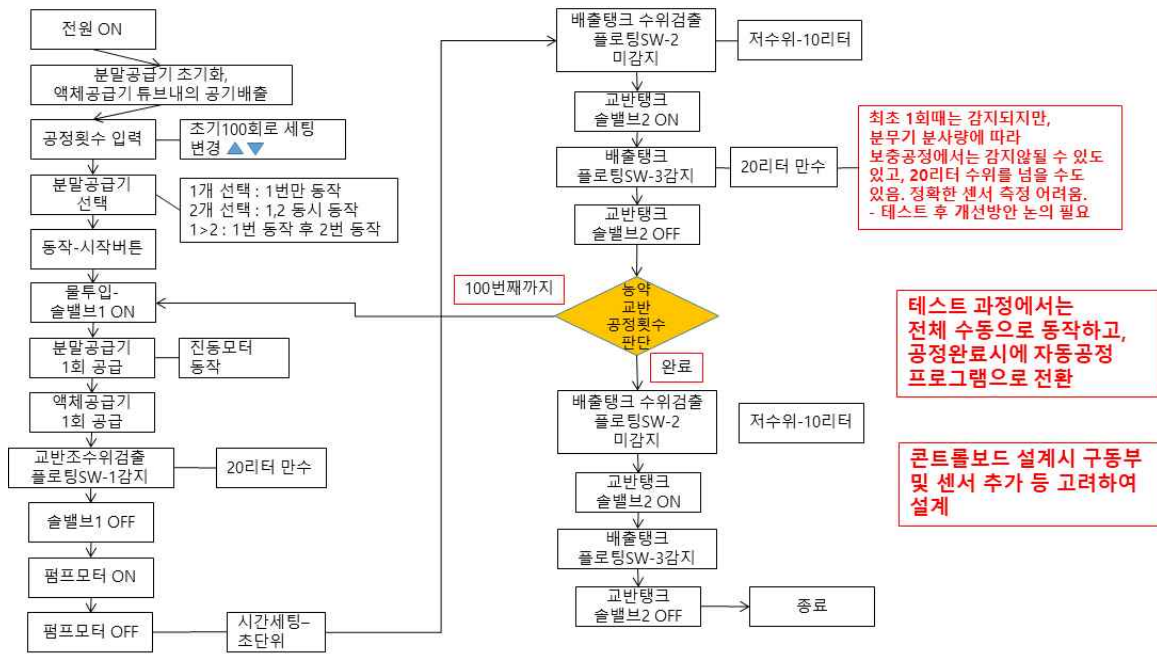
액체농약 총공급량	500ml 공급시			1000ml 공급시			1310ml 공급시			1400ml 공급시		
	액체농약 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)	1회 투입량	1회 투입당 펌핑수	1회 투입당 실제 펌핑수 (소수점 내림)
81회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.275	4	14 cc	3.500	3
82회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.560	3	14 cc	4.000	4
83회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.825	3	14 cc	3.500	3
84회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.100	4	14 cc	4.000	4
85회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.375	3	14 cc	3.500	3
86회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.650	3	14 cc	4.000	4
87회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.925	3	14 cc	3.500	3
88회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	4.200	4	14 cc	4.000	4
89회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.475	3	14 cc	3.500	3
90회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.750	3	14 cc	4.000	4
91회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.025	4	14 cc	3.500	3
92회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.300	3	14 cc	4.000	4
93회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.575	3	14 cc	3.500	3
94회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.850	3	14 cc	4.000	4
95회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.125	4	14 cc	3.500	3
96회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.400	3	14 cc	4.000	4
97회	5 cc	1.250	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	3.675	3	14 cc	3.500	3
98회	5 cc	1.500	1	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.950	3	14 cc	4.000	4
99회	5 cc	1.750	1	10 cc	2.500	2	13.1 cc	4.225	4	14 cc	3.500	3
100회	5 cc	2.000	2	10 cc	3.000	3	13.1 cc	3.500	3	14 cc	4.000	4
총 펌핑수			125			250			327			350

(7) 공정 흐름도

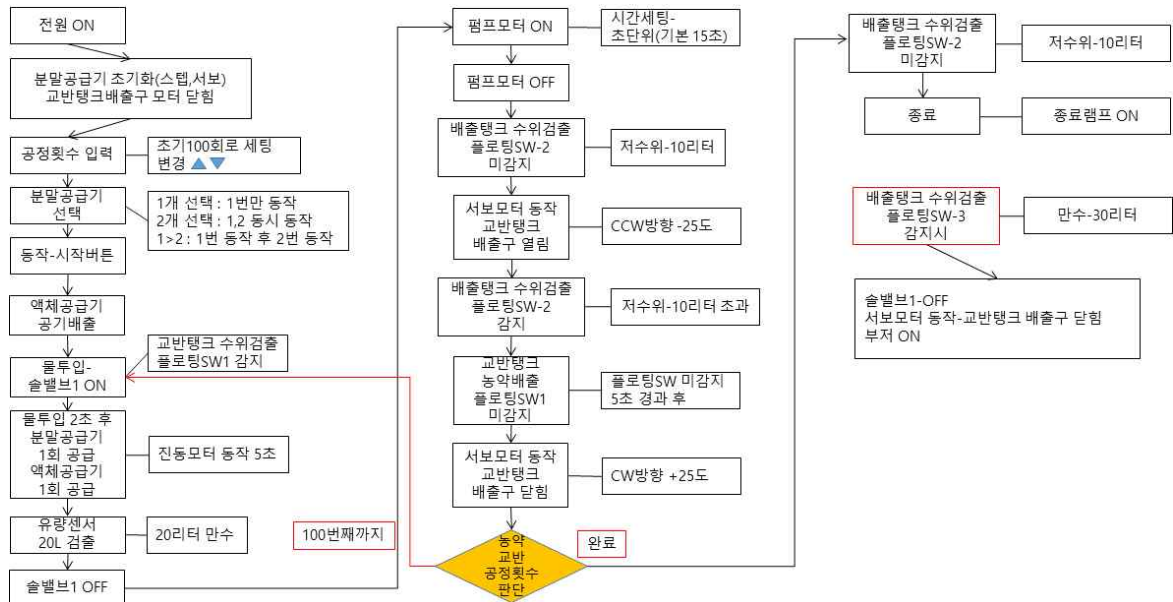
(가) 기초 설계상의 농약정량공급기 전체 공정 흐름

- 전원을 인가하고 분말공급기를 초기화하고, 액체공급기 튜브내의 공기를 배출함
- 사용자가 공급횟수를 입력하도록 한다. 이때 기초값은 100회로 설정되어 있도록 하며, 컨트롤러의 화살표 버튼을 이용하여 공정횟수를 변경할 수 있도록 함
- 분말공급기를 선택하는 단계에서는, 모드 1을 선택할 경우 분말통약공급기 1번만 동작하도록 하고, 모드 2를 선택할 경우 1번과 2번이 동시에 동작하도록 하며, 모드 3을 선택할 경우 1번 동작 후 2번이 동작하도록 함
- '시작'버튼을 눌러 동작이 되도록 함

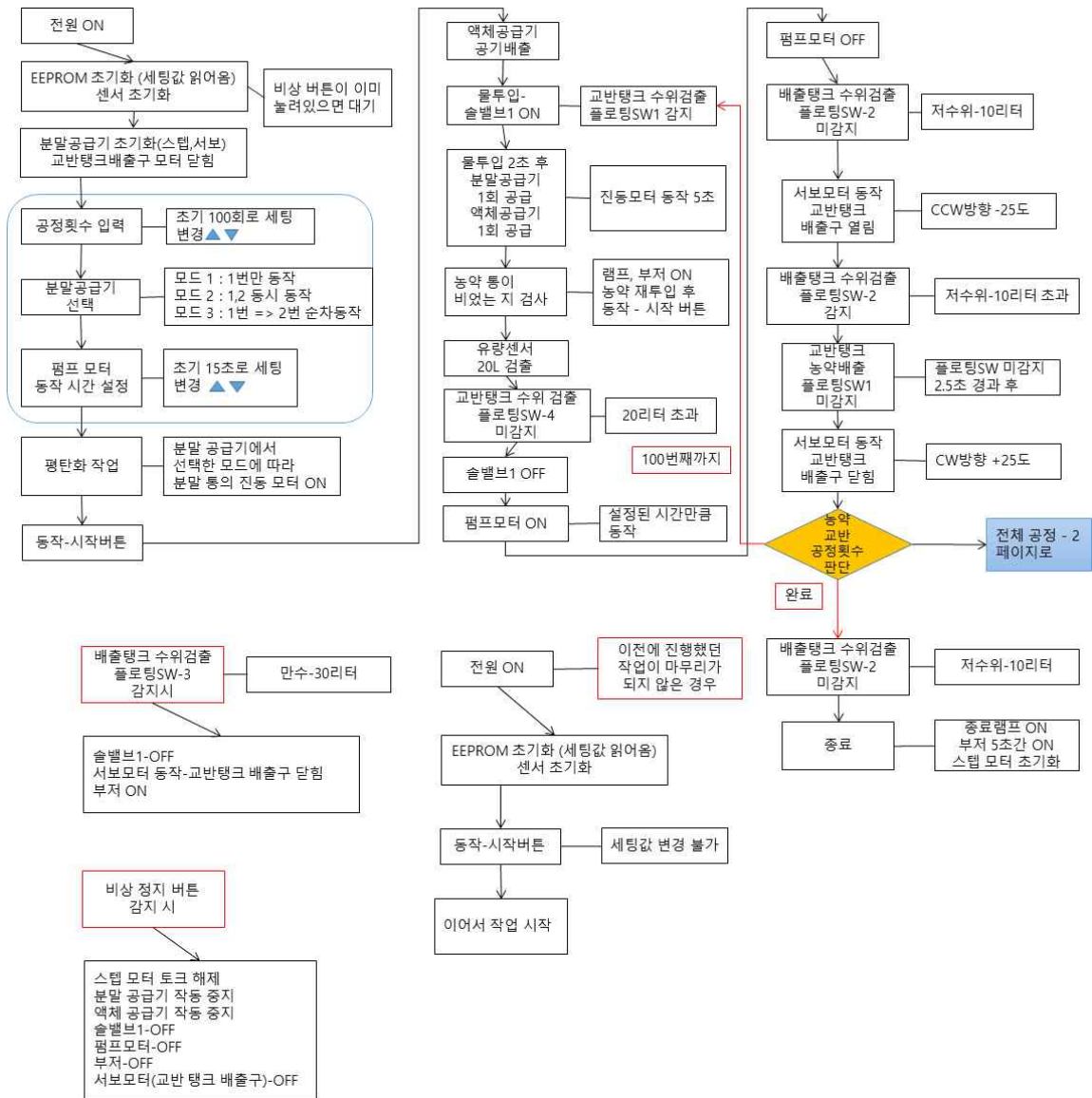
- 솔레노이드 밸브1을 열어 투입조 탱크에 물이 투입되도록 함
- 분말 농약공급기를 회전시켜 분말 농약의 정량이 공급될 수 있도록 하고, 이때, 분말 농약이 모두 투입되도록 진동모터를 동작
- 액체 농약 공급기를 펌핑하여 액체 농약이 정량 공급될 수 있도록 함
- 교반조 탱크의 수위를 검출하기 위해 플로팅 스위치를 지속적으로 감지하며, 교반조탱크의 수위가 20리터까지 만수가 되었는지 확인
- 교반조 탱크의 수위가 20리터가 되면, 솔레노이드 밸브1을 닫음
- 교반조탱크의 모터를 동작시켜 교반조 탱크의 물, 분말 농약, 액체 농약이 혼합될 수 있도록 함
- 설정된 교반시간이 완료되면, 배출 탱크로 이동시키기 위해 배출 탱크의 플로팅 스위치 값을 확인하여 수위를 검출
- 10리터 미만이면, 배출탱크가 저수위 상태라 판단하고,
- 교반조 탱크의 솔레노이드밸브2를 열어 교반조 탱크의 농약 혼합액이 배출 탱크로 투입되도록 함
- 배출탱크의 플로팅스위치의 값을 모니터링하여 20리터가 되었는지 확인
- 이때, 플로팅스위치의 값이 최초 1회에는 감지되지만, 농약살포기의 분사량에 따라 보충공정에서는 감지되지 않을 수 있고, 20리터 만수위를 넘어서는 경우도 발행함에 따라 정확한 센서 측정이 어려워 수차례 반복 테스트를 한 후, 개선방안을 마련하기로 함
- 배출탱크의 플로팅스위치가 20리터로 감지되었을 경우, 배출탱크가 만수위라고 판단하고, 교반조 탱크의 솔레노이드 밸브를 닫아 더 이상 농약혼합액이 배출 탱크에 유입되지 않도록 함
- 물이 투입되는 과정부터 바로 위의 과정을 설정된 공정횟수(100회 기본 설정) 만큼 반복해서 진행하여, 사용자가 원하는 양의 농약이 살포될 수 있도록 함
- 사용자가 설정한 공정횟수를 모두 마친 경우, 배출탱크의 플로팅 스위치의 값을 이용하여 수위를 검출하여 10리터 미만(저수위)인지 확인
- 배출탱크의 수위가 10리터 미만인 경우, 교반조 탱크의 솔레노이드 밸브를 열어 마지막 남은 농약혼합액이 배출탱크에 유입되도록 함
- 배출탱크의 플로팅 스위치의 값을 확인하여, 배출탱크의 농약혼합액이 모두 소진되면, 교반조 탱크의 솔레노이드 밸브를 닫고, 전체 공정을 종료함



<그림 50> 기초 설계상의 농약정량공급기 전체 공정 흐름도



<그림 51> 1차 수정 설계상의 농약정량공급기 전체 공정 흐름도



<그림 52> 2차 수정 설계상의 농약정량공급기 전체 공정 흐름도



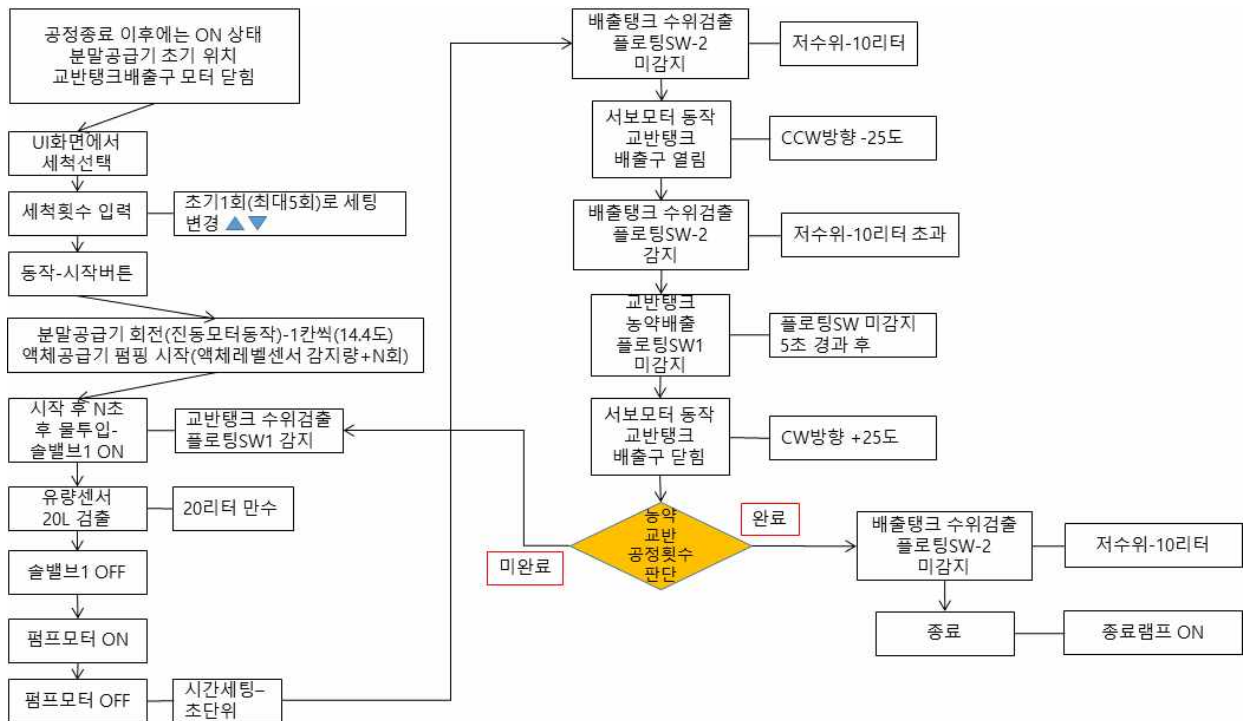
<그림 53> 농약정량공급기 전체 공정 흐름 테스트

(나) 농약정량공급기 세척공정 흐름도

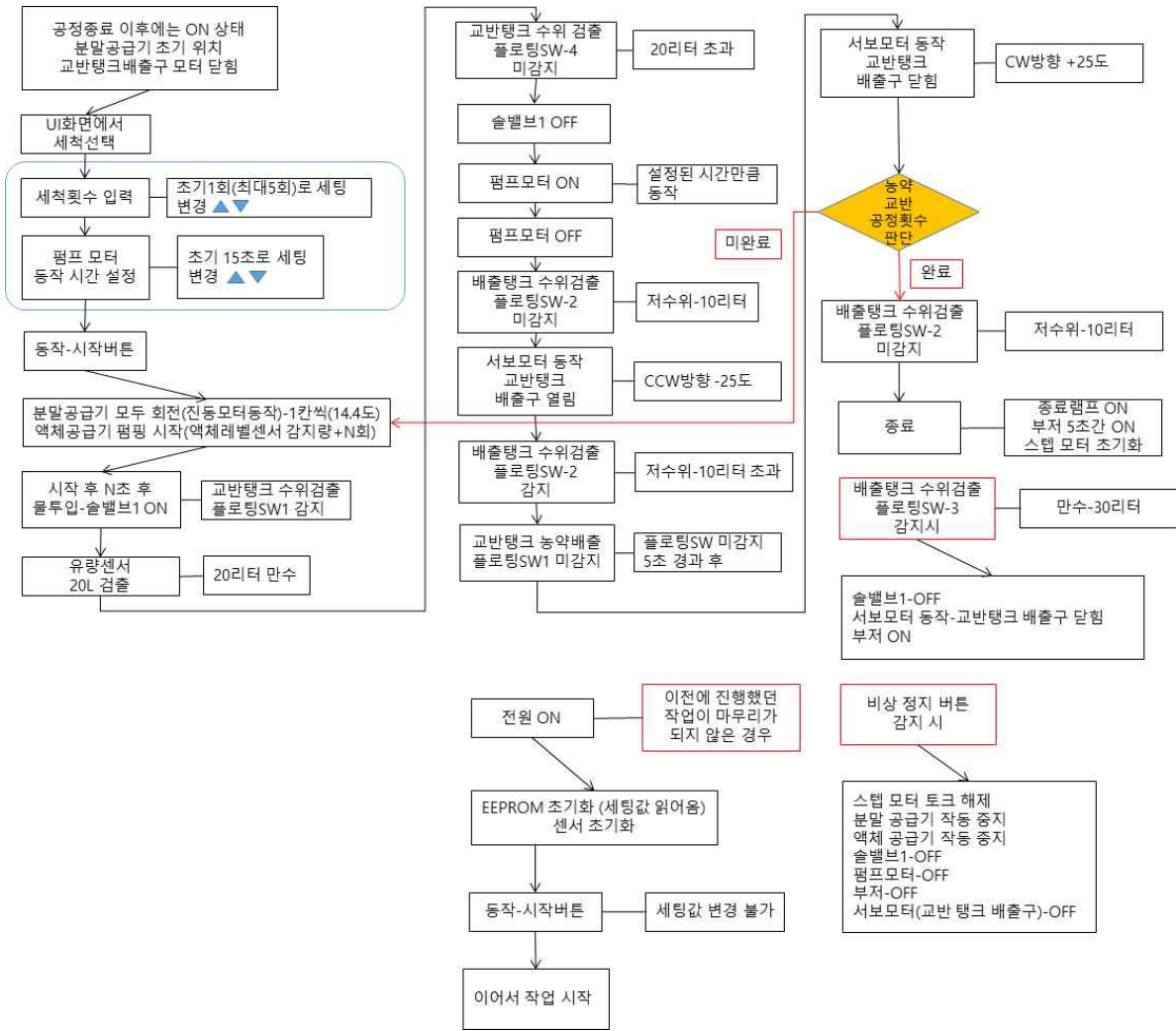
- 전원을 인가하고 컨트롤러의 사용자 화면에서 세척을 선택함
- 원하는 세척횟수를 입력한다. 기초 횟수는 1회로 설정되도록 하며, 최대 5회까지만 설정할 수 있도록 함
- 컨트롤러의 사용자 화면의 화살표 버튼을 이용하여 세척횟수를 변경할 수 있도록 함
- 시작버튼을 눌러 동작이 되도록 함
- 솔레노이드 밸브1을 열어 물이 투입조 탱크에 유입되도록 함
- 분말 농약공급기의 진동모터를 가동시키고 회전시켜 조금이라도 남아 있는 분말 농약이 사용되도록 함
- 액체 농약공급기의 모터를 펌핑하여 조금이라도 남아 있는 액체 농약이 사용되도록 함
- 교반조 탱크의 수위를 모니터링하여, 20리터 만수위가 되면 솔레노이드 밸브1의 닫아 더 이상 물이 유입되지 않도록 함
- 교반조 탱크의 모터를 가동시켜, 물과 분말 농약, 액체농약이 혼합되도록 함
- 설정된 교반시간이 완료되면, 배출 탱크로 이동시키기 위해 배출 탱크의 플로팅 스위치 값을 확인하여 수위를 검출
- 10리터 미만이면, 배출탱크가 저수위 상태라 판단하고 교반조 탱크의 솔레노이드밸브2를 열어 교반조 탱크의 농약 혼합액이 배출 탱크로 투입되도록 함
- 배출탱크의 플로팅스위치의 값을 모니터링하여 20리터가 되었는지 확인
- 배출탱크의 플로팅스위치가 20리터로 감지되었을 경우, 배출탱크가 만수위라고 판단하고, 교반조 탱크의 솔레노이드 밸브를 닫아 더 이상 농약혼합액이 배출 탱크에 유입되지 않도록 함
- 물이 투입되는 과정부터 바로 위의 과정을 설정된 세척 공정횟수 만큼 반복해서 진행하여, 사용자가 원하는 양의 농약이 살포될 수 있도록 함
- 사용자가 설정한 공정횟수를 모두 마친 경우, 배출탱크의 플로팅 스위치의 값을 이용하여 수위를 검출하여 10리터 미만(저수위)인지 확인
- 배출탱크의 수위가 10리터 미만인 경우, 교반조 탱크의 솔레노이드 밸브를 열어 마지막 남은 농약혼합액이 배출탱크에 유입되도록 함
- 배출탱크의 플로팅 스위치의 값을 확인하여, 배출탱크의 농약혼합액이 모두 소진되면, 교반조 탱크의 솔레노이드 밸브를 닫고, 전체 공정을 종료



<그림 54> 기초 설계상의 농약정량공급기 세척공정 흐름도



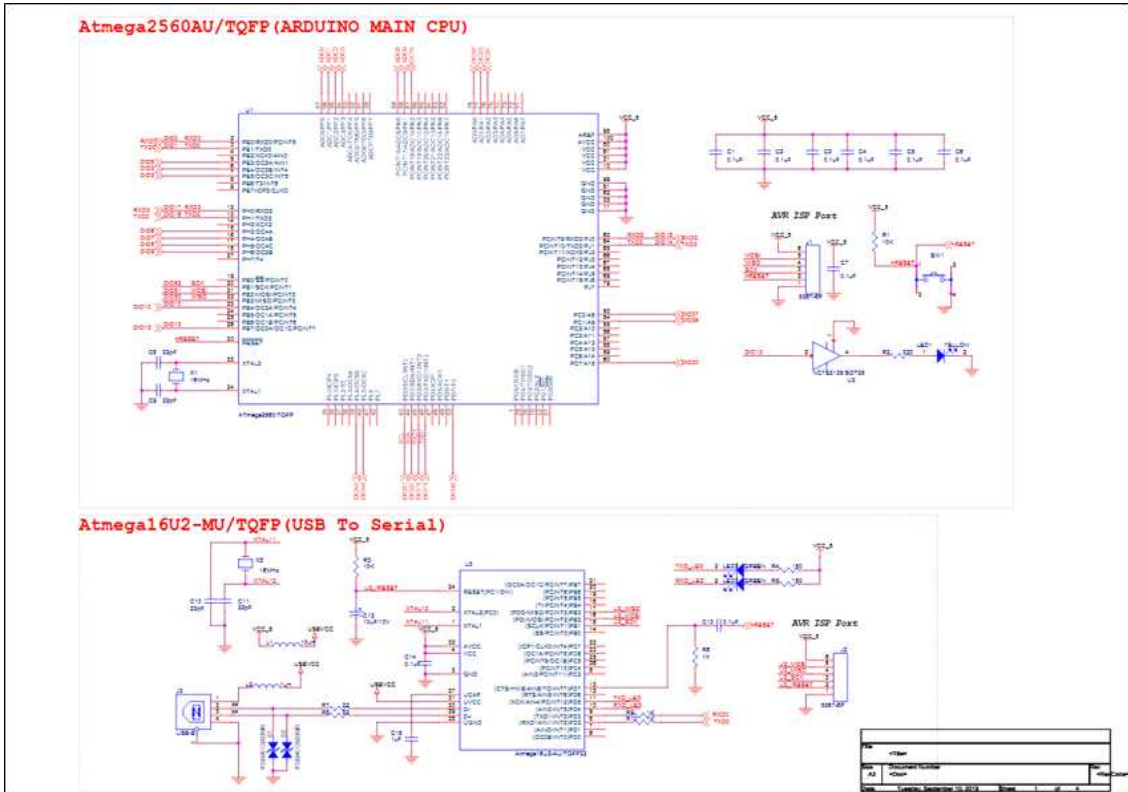
<그림 55> 1차 수정 설계상의 농약정량공급기 세척공정 흐름도



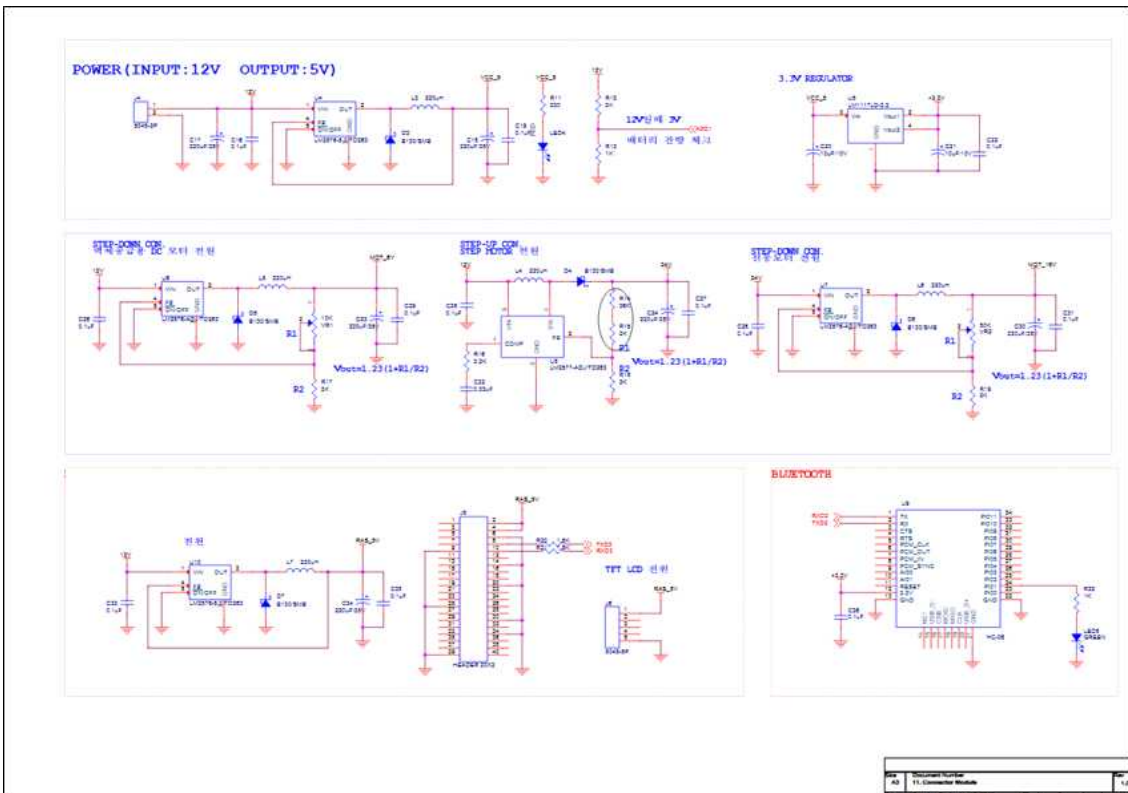
〈그림 56〉 2차 수정 설계상의 농약정량공급기 세척공정 흐름도

(8) 농약정량공급기 하드웨어 설계

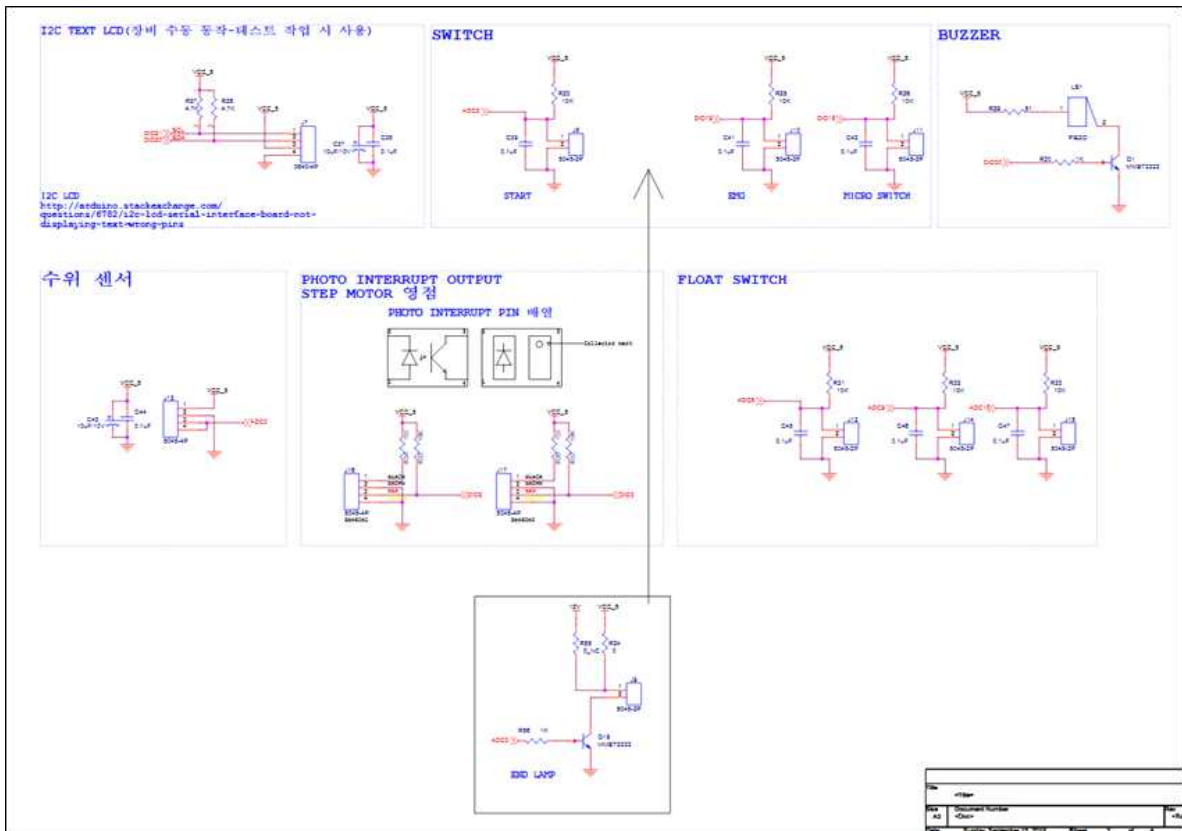
(가) 메인 컨트롤러 회로설계



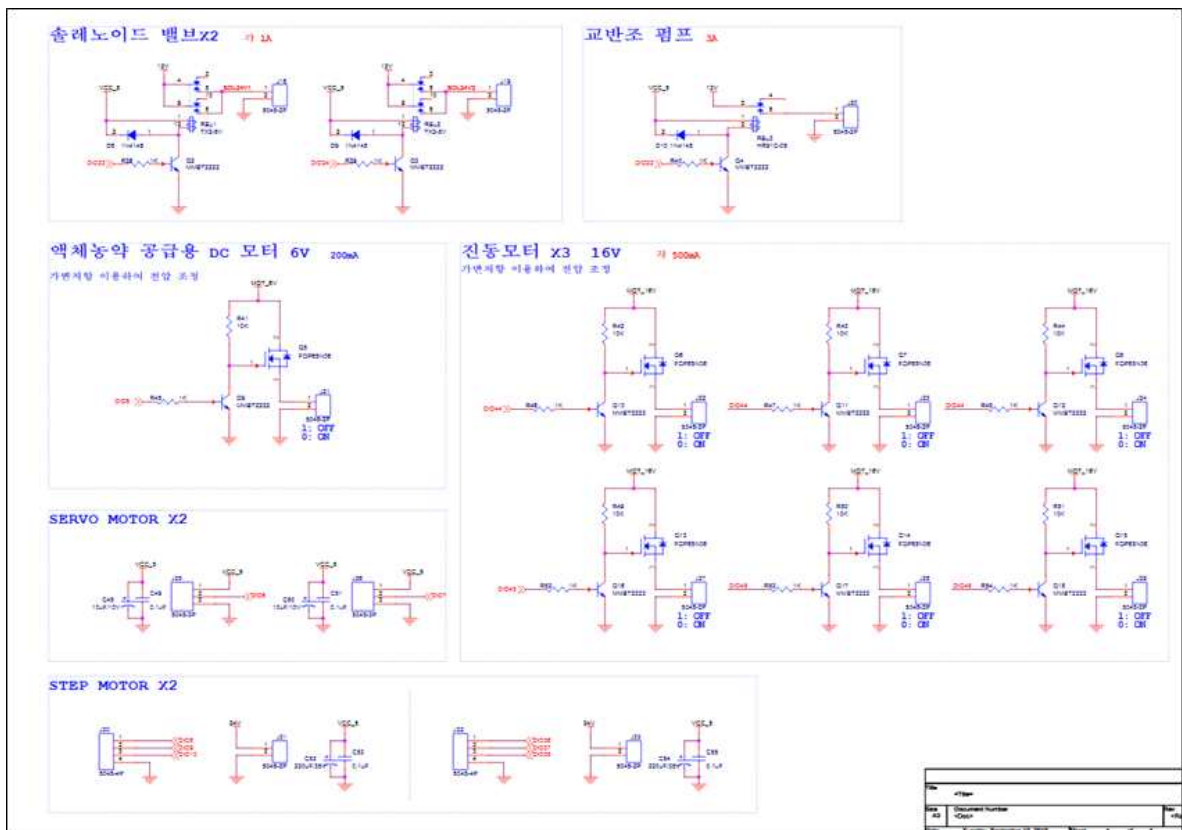
<그림 57> 메인 컨트롤러 회로도



<그림 58> 전원부 회로도



<그림 59> 센서 및 I/O 회로도



<그림 60> 솔레노이드 및 모터 회로도

(나) 농약정량공급기 제어 펌웨어

○ 개발환경

- OS : WINDOWS 10 Ver. 1903
- IDE : Arduino IDE Ver 1.8.7
- 사용언어 : Arduino C/C++

○ 동작환경

- System : MCU AtMega2560
- 사용언어 : Arduino C/C++

<표 8> 펌웨어 대상 주요 디바이스

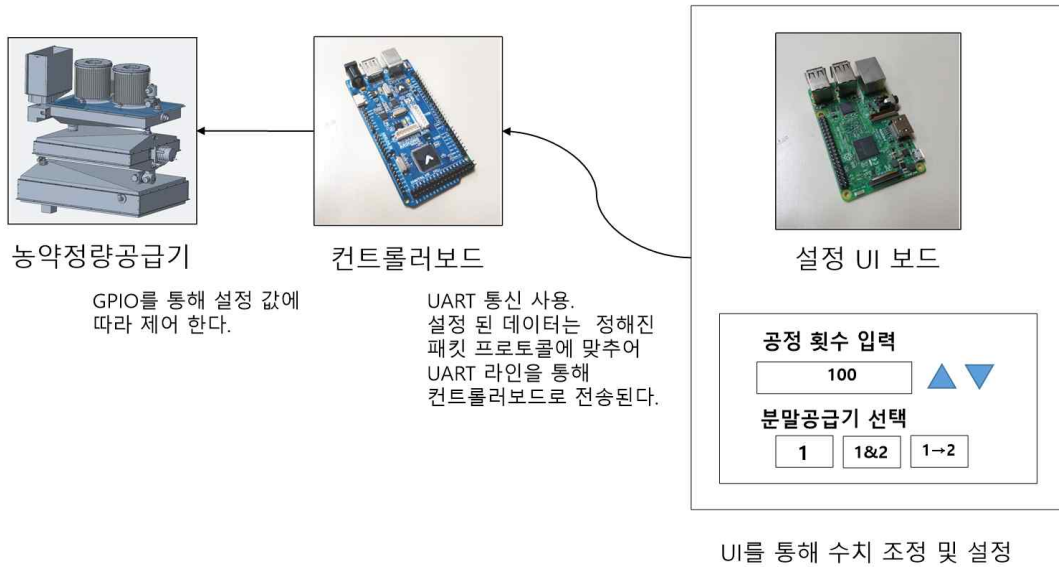
디바이스 이름	디바이스 수량	용도
진동모터	6개	분말 농약 공급기 제어
서보모터	2개	분말 농약 공급기 제어
포터 인터럽트	2개	분말 농약 공급기 제어
액체농약 공급용 DC 모터	1개	액체 농약 공급기 제어
액체레벨 센서	1개	액체 농약 공급기 제어
마이크로 스위치	1개	액체 농약 공급기 인터럽트 제어
교반조 펌프모터	1개	농약 교반 단계에 사용
솔레노이드 밸브	2개	물 투입에 사용
플로트 스위치	3개	물 수위 감지 (ex: 20리터)
시작 버튼	1개	장비 동작
작업종료 램프	1개	농약 공급 종료 시 알림
비상정지 버튼	1개	농약 공급 일시 정지

<표 9> 요구사항 정의

유형	요구사항명	요구사항내용
시스템 제어	전원 버튼	컨트롤보드를 포함한 장비에 전원이 들어가고, 동작 준비 상태로 들어감
시스템 제어	시작 버튼	농약 제조를 시작
시스템 제어	비상 정지 버튼	농약 제조를 멈추고 강제로 일시정지 시작버튼을 누르면 이어서 작업
시스템 제어	작업 종료 램프	농약 제조가 모두 완료되면 램프 순차 점등 투여할 농약이 없을 경우 동작을 멈추고 알림
기능 구현	농약 투입 단계	20리터 물 공급 (플로트 스위치 사용) 분말 농약 1회 공급 액체 농약 1회 공급 물 공급이 끝나면 차단 후 교반 단계로 넘어감
기능 구현	농약 교반 단계	펌프모터를 GUI에서 설정한 시간만큼 작동하여 농약이 투여된 물을 섞어줌
기능 구현	농약 공급 단계	농약 교반이 끝나면 사용을 위해 공급조로 농약이 희석된 물을 내보냄 농약 공급이 끝나면 농약 투입 단계로 돌아가 다시 농약 제조 과정을 반복
기능 구현	진행 내용 및 설정 저장	장비의 전원을 재부팅해도 농약 진행 상황이나 GUI 설정값을 그대로 저장

○ 펌웨어 프로그램 시스템 구성도

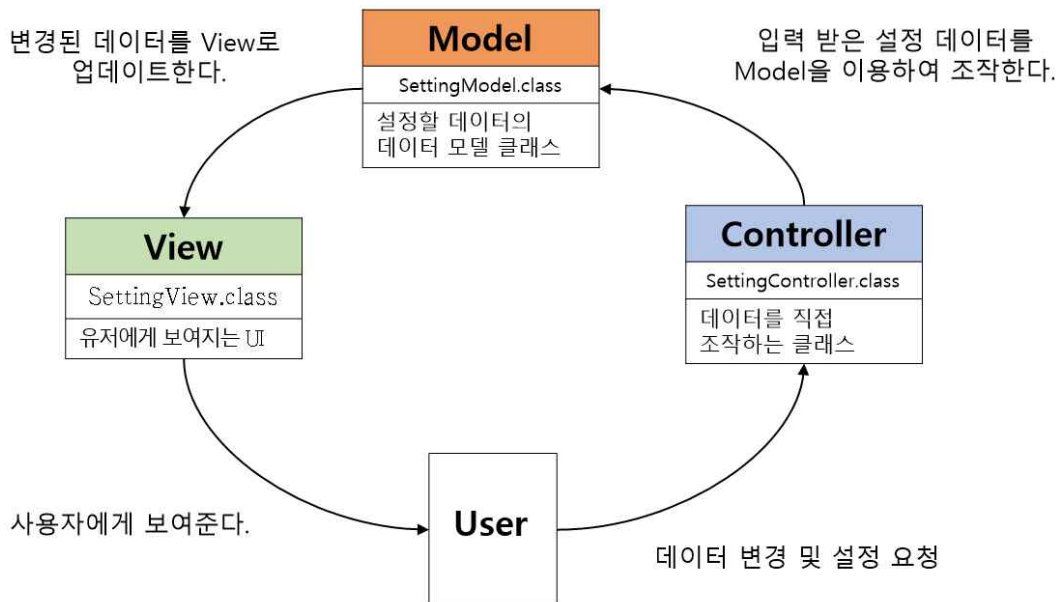
- 설정 UI 보드인 임베디드시스템의 LCD로부터 설정 값을 입력
- 입력된 값은 임베디드시스템과 컨트롤러인 컨트롤보드를 연결하는 UART 라인을 통해 패킷 프로토콜에 맞추어 데이터 전송
- 컨트롤러는 수신 받은 패킷 프로토콜에 맞추어 데이터를 갱신하고, 농약정량공급기 동작 시에 갱신된 인자 값을 사용하여 구동



<그림 61> 펌웨어 프로그램 시스템 구성

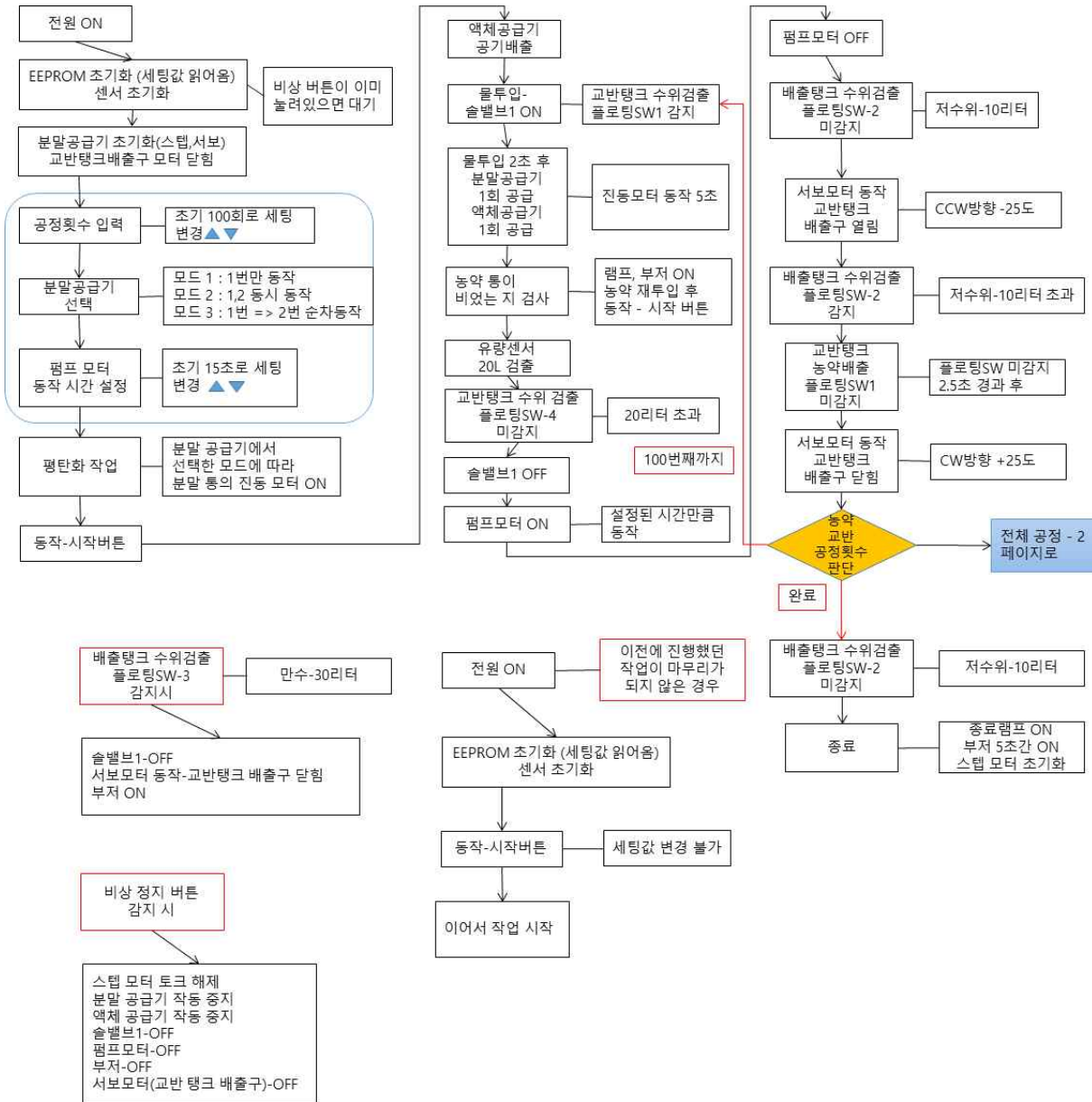
○ 데이터 모델

- 사용자가 UI를 통해 데이터 설정
- 변경된 데이터는 Controller를 이용하여 Model의 데이터 조작
- 조작된 Model 값을 View로 반영하여 유저가 볼 수 있도록 함
- MVC 패턴을(Model, View, Controller) 이용한 설계를 진행하며, 기능에 맞는 임무를 수행하는 최소한의 클래스 구조로 설계

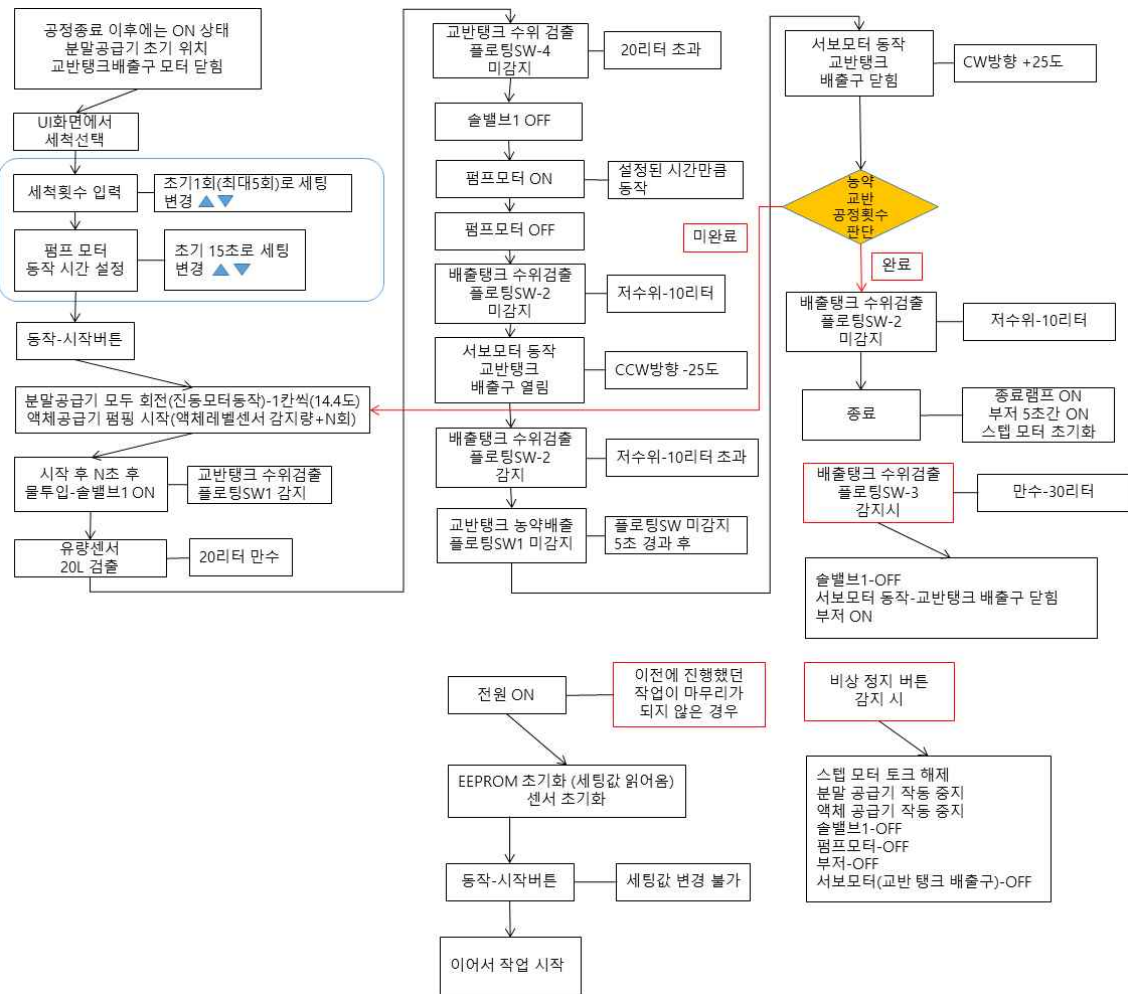


<그림 62> 펌웨어 프로그램 데이터 모델

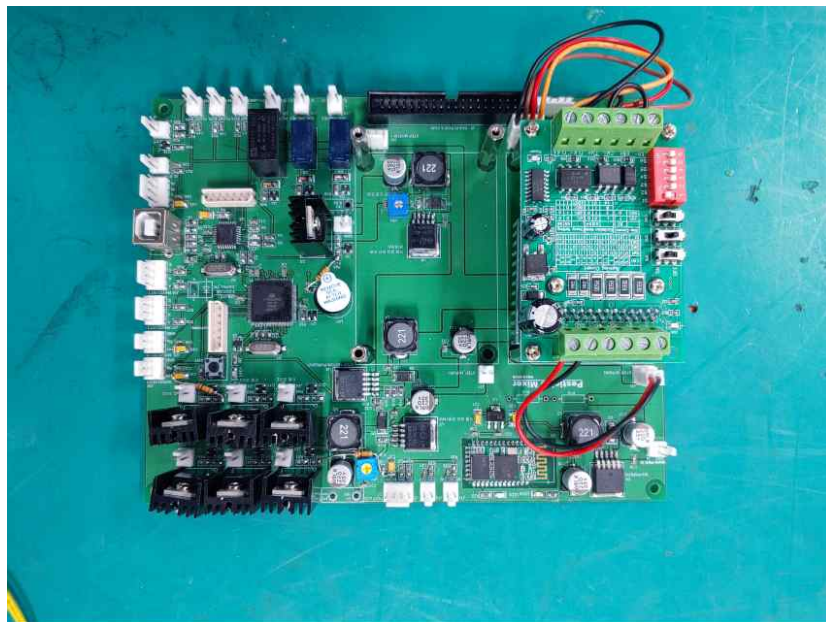
○ 동작시나리오



<그림 63> 펌웨어 프로그램 시스템 전체 동작 시나리오



<그림 64> 펌웨어 프로그램 세척 동작 시나리오



<그림 65> 농약정량공급기 메인 컨트롤러 보드

○ 전원 제어를 위한 프로그래밍

```
#include <Arduino.h>
#include "Battery.h"
int Battery::getBattery()
{
    float batteryRemain = ((float)analogRead(mAnalogPin)) * 5.0 / 1023.0; //아날로그 값을 전압
    값으로 변환한다.
    int batteryPercentage = 0;
    batteryRemain /= (1.0 / 4.0); //전압분배회로를 통과하기 이전의 전압을 계산한다.
    batteryRemain = ((batteryRemain - min_battery_voltage) / (max_battery_voltage -
    min_battery_voltage)) * 100.0; //배터리 전압값을 백분율로 변환한다.
    batteryPercentage = constrain((int)batteryRemain, 0, 100);
    return batteryRemain; //계산된 배터리 잔량을 리턴한다.
}
```

<통신 프로토콜 펌웨어>

```
#include "Protocol.h"
#define DEBUG true
WPacketBase rxPacket; //수신 패킷 객체 생성
WPacketBase txPacket; //송신 패킷 객체 생성

WOWProtocolParser parser(&rxPacket); //프로토콜 Parser 객체 생성과, Parsing한 데이터를 수신 패킷 객체에 데이터 적용설
정

void sendPacket()
{
    #if DEBUG
    Serial.print("Packet Send : ");
    #endif
    for(int i=0; i<txPacket.getPacketLength(); i++)
    {
        GUI_SERIAL.write(txPacket.at(i));
        #if DEBUG
        Serial.print((int)txPacket.at(i), HEX); Serial.print(" ");
        #endif
    }
    #if DEBUG
    Serial.println();
    #endif
}

/**
 * @brief GUI에서 데이터를 받는 처리를 진행한다.
 *
 * @return 데이터가 도착하였을 때 1, 데이터가 안 왔을 때 0이다. 2는 설정 데이터 적용까지 완료
 */
int protocolParsingProcess()
{
```

```

char buf[16];
String tempString;
if(GUI_SERIAL.available())
{
    if(parser.parsingData(GUI_SERIAL.read()) == 1)
    {
        #if DEBUG
        Serial.println("==== Packet 수신 완료 ====");
        Serial.print("ID : "); Serial.println((int)rxPacket.getID(), HEX);
        #endif
        if(rxPacket.getID() == PROTOCOL_MY_ID)
        {
            #if DEBUG
            Serial.println("==== ID 비교 완료 ====");
            Serial.print("CMD : "); Serial.println((int)rxPacket.getCMD(), HEX);
            for(int i=0; i<rxPacket.getPayloadSize(); i++)
            {
                memset(buf, 0, sizeof(buf));
                rxPacket.getDataInPayload(i, buf);
                Serial.print("MID          :          ");
                Serial.print("\tData : "); Serial.println(buf);
            }
            #endif
            if(rxPacket.getCMD() == 0xA0)
            {
                txPacket.clearPayload();
                for(int i=0; i<rxPacket.getPayloadSize(); i++)
                {
                    memset(buf, 0, sizeof(buf));
                    switch(rxPacket.getMIDInPayload(i))
                    {
                        case PROTOCOL_MID_PROCESS_COUNT:
                            txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_PROCESS_COUNT, gSetting_data.targetProcessCount);
                            break;
                        case PROTOCOL_MID_POWDER_MODE:
                            txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_POWDER_MODE, gSetting_data.powderProcessMode);
                            break;
                        case PROTOCOL_MID_PUMP_TIME:
                            txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_PUMP_TIME, gSetting_data.pumpmotorRuntime);
                            break;
                    }
                }
                txPacket.setID(PROTOCOL_MY_ID);
                txPacket.setCMD(0xB0);
                txPacket.calcLRC();
                sendPacket();
            }
            else if(rxPacket.getCMD() == 0xC0)
            {

```

```

if(gSetting_data.SystemStatus == NOT_RUNNING) //만약 현재 동작상태가 정지 시 정상 응답
코드 전송
{
    txPacket.clearPayload();
    for(int i=0; i<rxPacket.getPayloadSize(); i++)
    {
        memset(buf, 0, sizeof(buf));
        switch(rxPacket.getMIDInPayload(i))
        {
            case
PROTOCOL_MID_PROCESS_COUNT: // 공정 횟수
rxPacket.getDataInPayload(i, buf);
tempString = String(buf);
gSetting_data.targetProcessCount = tempString.toInt();
txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_PROCESS_COUNT, gSetting_data.targetProcessCount);
break;
            case
PROTOCOL_MID_POWDER_MODE: // 분말 모드
rxPacket.getDataInPayload(i, buf);
tempString = String(buf);
gSetting_data.powderProcessMode = tempString.toInt();
txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_POWDER_MODE, gSetting_data.powderProcessMode);
isWorkingPowderFlatting =
DOESNT_WORKING_POWDER_LEVELING; // 모드가 변경되면 평탄화 작업은 다시 해줘야 함
break;
            case PROTOCOL_MID_PUMP_TIME: //
펌프 시간
rxPacket.getDataInPayload(i, buf);
tempString = String(buf);
gSetting_data.pumpmotorRuntime = tempString.toInt();
txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_PUMP_TIME, gSetting_data.pumpmotorRuntime);
break;
            //
            case
PROTOCOL_MID_CLEANING_ENABLE: // 세척 활성화 여부
rxPacket.getDataInPayload(i, buf);
tempString = String(buf);
gCleaningMode =
(tempString.toInt()>0)? true : false;
txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_CLEANING_ENABLE, tempString.toInt());
break;
            //
            case
PROTOCOL_MID_CLEANING_COUNT: // 세척 시간
//

```

```

rxPacket.getDataInPayload(i, buf);
// tempString = String(buf);
// gCleaningCount =
tempString.toInt();
//
txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_CLEANING_COUNT, tempString.toInt());
// break;
c a s e
PROTOCOL_MID_VIBRATION_MODE: // 진동 동작 여부
rxPacket.getDataInPayload(i, buf);
tempString = String(buf);
isWorkingPowderFlattening =
(tempString.toInt() == 0)? SUCCESS_POWDER_LEVELING : WORKING_POWDER_LEVELING; // 작업이 종료된 경우에만 완료
(2)로 설정 (나머지는 동작으로 1번 세팅)
txPacket.addPayload(PROTOCOL_MID_CLEANING_ENABLE, tempString.toInt());
break;
}
}
txPacket.setID(PROTOCOL_MY_ID);
txPacket.setCMD(0xB0);
txPacket.calcLRC();
sendPacket();
return 2;
}
else // 만약 동작상태가 동작 중일 때 에러 응답코드 전송
{
// txPacket.setID(PROTOCOL_MY_ID);
// txPacket.setCMD(0xB0);
// txPacket.clearPayload();
// txPacket.addPayload(0x8F); //ERROR MID
// txPacket.calcLRC();
// sendPacket();
}
}
return 1;
}
return 0;
}
}

```


○ 모터제어 프로그래밍

```
int StepMotor::processZeroPoint()
{
    if(initStatusFlag == 1)
    {
        {
            if(digitalRead(mPhotoInterruptPin) == 0) //이미 초기화 위치
            {
                initStatusFlag = 0;
                return 1;
            }
            else
            {
                spaceIndex = 0;
                photoIntCount = 0;
                this->setStepPosition((200 - (spaceIndex*4)) % 200 );
                initStatusFlag = 2;
            }
        }
    }
    else if(initStatusFlag == 2)
    {
        {
            if(this->getRemainToTargetStep() == 0)
            {
                if(photoIntCount >= 10)
                {
                    this->setZeroPointHere();
                    return 2; //초기화 동작 완료
                }

                photoIntCount = 0;
                spaceIndex = (spaceIndex + 1) % 50;
                this->setStepPosition((200 - (spaceIndex*4)) % 200 );
            }
            else
            {
                if(digitalRead(mPhotoInterruptPin) == 0) photoIntCount++;
            }
        }
    }
    else
    {
        {
            return -1; //초기화 동작 진행이 되고있지 않음.
        }
    }
    return 0; //초기화 동작 진행 중
}
}
```

○ 모터동작 조건 펌웨어

```

        for(int i=0;i < giStepInfoSize; i++)
        {
            if(stepInfo[i].en == 1)
            {
                stepInfo[i].currSpeedCount++;
                if((stepInfo[i].remainStep > 0) && (stepInfo[i].targetSpeedCount <=
                stepInfo[i].currSpeedCount))
                {
                    if(stepInfo[i].pulseState == 0) //현재 펄스 상태가 LOW일 때
                    {
                        digitalWrite(stepInfo[i].clkPin, HIGH);
                        stepInfo[i].pulseState = 1;

                        stepInfo[i].currSpeedCount = max(stepInfo[i].targetSpeedCount
                        - 10, 0); //HIGH에서 LOW로 떨어지는 시간을 조절하는 부분
                    }
                    else
                    {
                        digitalWrite(stepInfo[i].clkPin, LOW);
                        stepInfo[i].pulseState = 0;
                        stepInfo[i].currSpeedCount = 0;

                        if(stepInfo[i].rotateDir)
                        {
                            stepInfo[i].currStepPosition++;
                        }
                        else
                        {
                            stepInfo[i].currStepPosition--;
                        }
                        stepInfo[i].currStepPosition = (stepInfo[i].currStepPosition +
                        200) % 200;

                        #ifdef STEP_DEBUG
                        Serial.print("remain      step      :      ");
                        Serial.println(stepInfo[i].remainStep);
                        #endif
                        if(--stepInfo[i].remainStep <= 0)
                        {
                            #ifdef STEP_DEBUG
                            Serial.print("curr      step      pos      :      ");
                            Serial.println(stepInfo[i].currStepPosition);
                            #endif
                            stepInfo[i].en = 0;
                        }
                        stepInfo[i].stepISRHnd(i);
                    }
                }
            }
        }
        OCR2A = 200-1;
        TCNT2 = 0;
    }

```

(다) 농약정량공급기 통신 프로토콜 설계

○ 요청 프로토콜 (최소 6bytes ~ 최대 104bytes)>

STX	ID	Length		CMD	Payload (0 ~ 98 bytes)				LRC		ETX
					MID	...			H	L	
0x02	-	0x3n	0x3n	0xA0n	-	...			-	-	0x03

(n: 0 ~ 9)

- ID : 장치 ID (0x10 ~ 0x9F : 입력장치, 0xA0 ~ 0xFF : 출력장치)
- Length : CMD ~ Payload 필드의 길이 (Byte 단위)
- ASCII
 - ex) 0x32 0x38 => 28(dec)
- CMD : 명령 (명령은 각 모듈에 종속적임)
- Payload : 각 명령에 따른 데이터 (Payload는 각 명령에 종속적임 - ASCII,
 - ex) 0x31 0x32 0x33 0x34 => 1234(dec)
- MID : Module ID, 요청할 모듈의 ID (여러 개의 모듈을 요청 시에는 각 MID를 모두 나열)
- LRC : CMD ~ Payload 필드의 모든 값을 더한 후 2의 부수를 취한 하위 8bit HEX 값에 대한 ASCII 값

○ 응답 프로토콜 (최소 6bytes ~ 최대 104bytes)>

<표 10> 응답 프로토콜

STX	ID	Length		CMD	Payload (0 ~ 98 byte)				LRC		ETX
					MID	Data	...		H	L	
0x02	-	0x3n	0x3n	0xBn	-	-	-	0x03

(n: 0 ~ 9)

<ID 와 CMD 정의 (GUI 기준)>

<표 11> ID 및 CMD 정의

ID	이름	CMD/PAGE	MID	장치	데이터 범위	길이	단위	타입	비고	
0x10	MPU	0xA0	0x80	공정 횟수 요청			횟수	정수		
			0x81	분말 공급기 모드 요청				모드 번호	정수	
			0x82	펌프모터 동작 시간 요청				초	정수	
		0xB0	0x80	공정 횟수 응답				횟수	정수	payload에 포함되는 데이터는 받은 데이터 그대로
			0x81	분말 공급기 모드 응답				모드 번호	정수	
			0x82	펌프모터 동작 시간 응답				초	정수	
			0x83	세척 기능 활성화 제어 응답						
			0x84	세척 횟수 제어 응답				횟수		
			0x85	진동 모드 종료						
		0xC0	0x8F	에러 MID						0: 동작 중 / 1: 동작 완료 공정 진행 중 데이터를 받았거나, 기타 에러 사항 발생 시 해당 MID만 Payload에 추가하여 응답
			0x80	공정 횟수 제어				횟수	정수	
			0x81	분말 공급기 모드 제어				모드 번호	정수	
			0x82	펌프모터 동작 시간 제어				초	정수	
			0x83	세척 기능 활성화 제어						0:정지 / 1:시작
			0x84	세척 횟수 제어						0: 정지 / 1: 동작

(라) 농약정량공급기 사용자 인터페이스 프로그램

○ 개발환경

- OS : WINDOWS 10 Ver. 1903
- IDE : Eclipse IDE for Java Developers Version: 2019-06 (4.12.0)
- 사용언어 : Java, Swing GUI Toolkit
- JDK/JRE : OpenJDK version "1.8.0_222"

○ 동작환경

- System : Embedded System
- OS : Linux 9.6 (stretch), Linux 4.14.92-v7+
- 사용언어 : Java, Swing GUI Toolkit
- JDK/JRE : OpenJDK version "1.8.0_222"

<표 12> 요구사항 정의

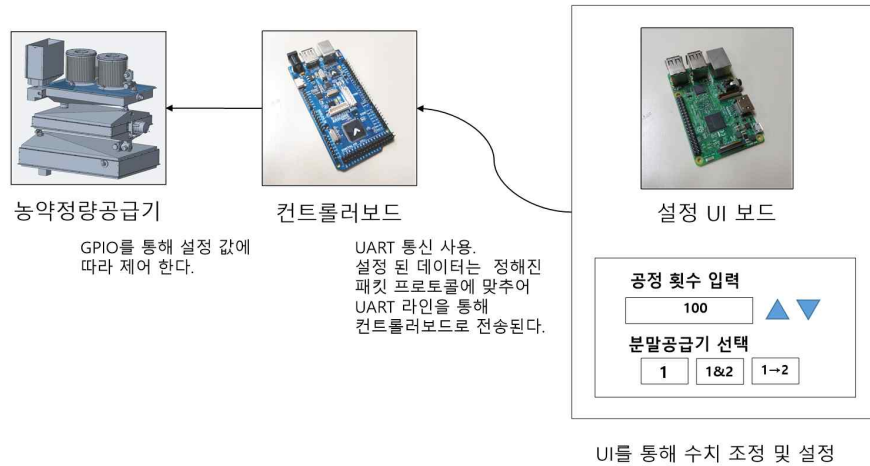
유형	요구사항명	요구사항내용
기능 구현	공정 횟수 입력	초기 100회 셋팅, GUI를 통해 세부 값 변경.
기능 구현	분말 공급기 선택	분말 공급기를 GUI를 통해 선택, 설정.
기능 구현	펌프모터 동작 시간	펌프가 동작하는 시간을 설정
인터페이스	공정 횟수 - 화살표	공정 횟수 인터페이스는 화살표를 활용
인터페이스	분말 공급 동작 방식 정의	1개 선택 시 1번만 동작 하도록 설정 2개 선택 시 1,2,동시 동작 하도록 설정 3번, 1번 동작후 2번 동작 하도록 설정
인터페이스	펌프모터 동작 - 초단위 셋팅	펌프모터 동작은 초단위로 동작하도록 셋팅

<표 13> 데이터분석

유형	요구사항명	기본 값	데이터 범주
기능 구현	공정 횟수 입력	100(회)	1~300
기능 구현	분말 공급기 선택	첫 번째 분말 공급 (1번)	1~3번(선택)
기능 구현	펌프모터 동작 시간	30초 동작	1(초)~600(초)

○ 유저 인터페이스 프로그램 시스템 구성도

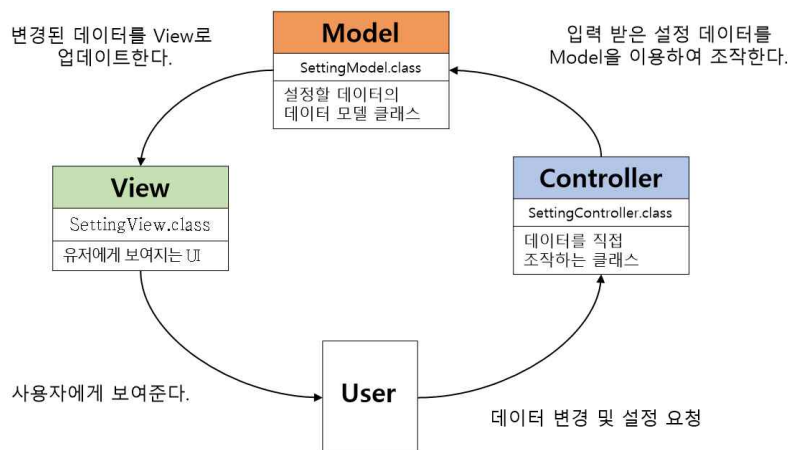
- 설정 UI 보드인 임베디드시스템의 LCD로부터 설정 값을 입력 받음
- 입력된 값은 임베디드시스템과 컨트롤러인 컨트롤보드를 연결하는 UART 라인을 통해 패킷 프로토콜에 맞추어 데이터를 전송함
- 컨트롤러는 수신 받은 패킷 프로토콜에 맞추어 데이터를 갱신하고, 농약정량공급기 동작 시에 갱신된 인자 값을 사용하여 구동 시킴



<그림 66> 유저 인터페이스 프로그램 시스템 구성

○ 데이터 모델

- 사용자가 UI를 통해 데이터를 설정함
- 변경된 데이터는 Controller를 이용하여 Model의 데이터를 조작함
- 조작된 Model 값을 View로 반영하여 유저가 볼 수 있도록 함
- MVC 패턴을(Model, View, Controller) 이용한 설계를 진행하며, 기능에 맞는 임무를 수행하는 최소한의 클래스 구조로 설계함



<그림 67> 유저 인터페이스 데이터 모델

○ 동작 시나리오 개요

- 프로그램이 시작
- 이전 설정 값이 있으면 로딩, 설정 값이 없으면 기본 값 사용
- 불러온 설정 값을 GUI에 출력
- 값이 설정 되어 있는 상태에서는 버튼 등이 비활성화 되어 있는 상태. 수정을 하려면 Edit 버튼을 눌러 수정 모드로 변경
- 설정 값은 각 항목에 있는 버튼을 통해 단계를 올리거나 내리는 형태로 동작하며, 길게 누르고 있을시 값이 증가하거나 감소하는 시간이 가속
- 변경된 설정 값은 '저장'이 아닌 '취소'를 누를시 다시 초기화
- 항목별 변경이 끝나면 저장 버튼을 눌러 현재 설정 값을 저장
- 설정 값 저장 버튼은 컨트롤 보드로 현재 설정 값을 전송하는 기능, 임베디드내에 현재 설정 값을 저장하는 기능을 동시에 수행
- 저장 버튼 이후 컨트롤러 보드로 부터 응답 신호를 받으면, 설정 값에 따라 화면을 갱신하고, Edit버튼을 누르기 전처럼 버튼을 다시 비활성화

○ 프로그램 세부 동작 시나리오

- [임베디드시스템] 부팅 이후 동작
 - 부팅시 [임베디드시스템]이 [컨트롤보드]로 설정 정보 요청
 - [임베디드시스템] 로 [컨트롤보드]의 설정 정보를 [시리얼 통신]으로 획득
 - [임베디드시스템]은 설정 정보를 즉시 갱신함
 - [임베디드시스템]으로부터 설정 정보를 입력 받지 못함
- [임베디드시스템]의 [설정] 버튼 클릭시
 - 조건 : [임베디드시스템] 에 표시되는 정보는 [컨트롤보드]에 종속 되어야 함
 - 조건 : [임베디드시스템]의 정보와 [컨트롤보드] 정보는 상이해서는 안됨
 - 설정 버튼 클릭시 부팅 시퀀스와 동일하게 [컨트롤보드]로부터 설정 정보를 요청
 - [임베디드시스템] 로 [컨트롤보드]의 설정 정보를 [시리얼 통신]으로 획득
 - [임베디드시스템]은 설정 정보를 즉시 갱신
 - [임베디드시스템]으로부터 설정 정보를 입력 받지 못함
 - [컨트롤보드]에 저장 되어 있는 값을 읽어오기 때문에 실패할 일은 없으나 통신 단절 등의 문제가 생겼을 때를 대비 해야 함
 - 시리얼 통신 연결 에러 등을 표시하도록 수행
- [설정] 버튼 클릭 이후 데이터 [조작]
 - 공정 횟수 입력 / 분말 공급 방식 선택 / 펌프 모터 동작 시간 세 가지 요소를 조작할 수 있음

- 공정 횟수의 기본 값은 100회
 - 공정 횟수는 0~150회 사이로 조정할 수 있음
 - 분말 공급 방식 선택의 기본 값은 모드 1 (Default 선택 불가)
 - 분말 공급 방식 선택은 1~3 사이로 모드 선택 가능
 - 펌프 모터 동작 시간은 기본 30초
 - 펌프 모터 동작 시간은 0~600초로 조작 가능
 - 데이터 조작은 화살표를 통해 조작 가능
 - 버튼을 길게 누르고 있을수록 데이터 증가/감의 속도가 가속
- [설정] 이후 데이터 [저장]
- 현재 설정된 3가지 요소 값을 [컨트롤보드]로 [전송]
 - 전송 성공 시
 - 데이터 전송 시 해당 값의 에코 값이 반환
 - 에코 값이 전송 했던 값과 동일하면 문제 없음..
 - 현재 설정된 3가지 요소의 값을 [임베디드시스템] 내에 [설정 파일]로 저장한다.
 - 공정 횟수 힘력, 분말 공급 방식 선택, 펌프 모터 동작 시간 컴포넌트를 비활성화
 - [저장] 버튼을 [설정] 버튼으로 변경하고 [취소]버튼을 보이지 않게 함
 - 전송 실패 시
 - 데이터전송 실패 시 mID가 0x8F로 시작하는 값이 넘어옴
 - UI 상에서 조작 했던 값은 두고 전송에 실패 했다는 메시지를 1초 동안 보여줌
 - 에러 코드 값은 필요가 없을 것 같음. 현재 전송 한 이후 원하는 값이 일정 시간 이상 들어오지 않으면 에러 표기 (3초)
- [설정] 이후 데이터 [취소]
- 현재 설정된 3가지 요소 값을 미리 저장해두었던 이전 값으로 복원
- 통신 예외 처리 / 확인사항

초기 설정

- 임베디드시스템 부팅이 완료되면 컨트롤보드로 저장된 센서 값을 요청
- 임베디드시스템은 요청 값이 정상적으로 수신 되었는지 확인
- 요청 값 정상 시
 - 습득한 데이터들을 각 자리에 맞는 레이블에 Input
 - 모델 클래스의 데이터를 업데이트
- 요청 값 오류 시
 - 오류는 요청 후 3초 이상 경과할 시 발생

- 오류 발생 시 오류 발생 메시지를 화면에 표시
- 모델 클래스와 각 레이블은 기본 값으로 복원(0, 0, 0)
- 저장
- 임베디드시스템에서 각 설정 값에 대한 수치를 컨트롤보드로 전송
- 컨트롤보드는 현재 저장 값에 대한 수치를 그대로 반환
- 저장 실패 발생하면, 3초 경과 후 타임 아웃이 발생).

○ 사용자 인터페이스 디자인

- 기초설계 사용자 인터페이스 디자인



<그림 68> 기초설계 사용자 인터페이스 디자인



<그림 69> 기초설계 사용자 인터페이스 적용

- 1차 수정 사용자 인터페이스 디자인



<그림 70> 1차 수정 사용자 인터페이스 디자인 설계(1)



<그림 71> 1차 수정 사용자 인터페이스 디자인 설계(2)



<그림 72> 1차 수정 사용자 인터페이스 디자인 설계(3)

○ 사용자 인터페이스 프로그램(DataModel.Java)

```

package wow.w9001;

public class DataModel {
    int processCount = 0;
    int powderFeed = 0;
    int pumpActionTime = 0;
    int cleanCount = 0;

    int prevProcessCount = 0;
    int prevPowderFeed = 0;
    int prevPumpActionTime = 0;
    int prevCleanCount = 0;

    public DataModel() {

    }

    public void setCleanCount(int cleanCount) {
        this.cleanCount = cleanCount;
    }

    public int getPrevCleanCount() {
        return prevCleanCount;
    }

    public void setPrevCleanCount(int prevCleanCount) {
        this.prevCleanCount = prevCleanCount;
    }
}

```


○ 사용자 인터페이스 프로그램(<MainController.java)

```
// private final String fileName = "setting";
// private final String fileExtends = "properties";
// private final String fileFullName = fileName + "." + fileExtends;

private MainView view;
private DataModel dataModel;
private boolean initComplete = false;
private final int PLUS = 0;
private final int MINUS = 1;

private final int PROCESS = 0x00;
private final int POWDER = 0x01;
private final int PUMP = 0x02;
private final int CLEAN_ENABLE = 0x03;
private final int CLEAN_COUNT = 0x04;
private final int NORMALIZE = 0x05;
private final int MID_ERROR = 0x0F;

private ButtonProcess ButtonProcessThread = null;

// 분말 처리 방식
    case "PUMP_UP":
        if (allComponentFlag) {
            // new CommonClass().log(tthis, "PUMP_UP");
            currentJLabel = view.getVarLbl_pumpAction_number();
            currentVariable = Integer.valueOf(view.getVarLbl_pumpAction_number().getText().toString());
            ButtonProcessThread = new ButtonProcess(currentJLabel, currentVariable, PLUS);
            ButtonProcessThread.start();
        }
        break;

    case "PUMP_DOWN":
        if (allComponentFlag) {
            // new CommonClass().log(tthis, "PUMP_DOWN");
            currentJLabel = view.getVarLbl_pumpAction_number();
            currentVariable = Integer.valueOf(view.getVarLbl_pumpAction_number().getText().toString());
            ButtonProcessThread = new ButtonProcess(currentJLabel, currentVariable, MINUS);
            ButtonProcessThread.start();
        }
        break;
    }
}
.
.
.
// 분말 처리 방식
```

```

        case "POWDER_MODE1":
        case "POWDER_MODE2":
        case "POWDER_MODE3":
            currentJLabel = view.getVarLbl_powderFeed_number();

            if (view.getBtn_powderFeed_10.isEnabled() &&
view.getBtn_powderFeed_20.isEnabled()
&& view.getBtn_powderFeed_30.isEnabled()) {
                new Thread(new Runnable() {

// 분말 처리 방식
                case "PUMP_UP":
                case "PUMP_DOWN":
                case "PUMP_DEFAULT":
                    if (allComponentFlag) {
                        currentJLabel = view.getVarLbl_pumpAction_number();
                        currentVariable =
Integer.valueOf(view.getVarLbl_pumpAction_number().getText().toString());

                        switch (e.getComponent().getName()) {
                            case "PUMP_UP":
                                // new CommonClass().log(tthis, "PUMP_UP");
                                break;

                            case "PUMP_DOWN":
                                // new CommonClass().log(tthis, "PUMP_DOWN");
                                break;

                            case "PUMP_DEFAULT":
                                // new
CommonClass().log(tthis,
"PUMP_DEFAULT");

                                currentVariable = 30;
                                break;
                        }
                        view.getModel().setPumpActionTime(currentVariable);
                        view.setVarLbl_pumpAction_number(currentVariable);
                    }
                    break;

                case "DIAL_CONFIRM":
                    view.closeErrorDialog();
                    break;
            }
        }
    }
}

```

○ 사용자 인터페이스 프로그램(<MainView.Java>

```
public class MainView extends JFrame {
    // 창의 사이즈
    public final static int WINDOW_WIDTH = 800;
    public final static int WINDOW_HEIGHT = 480;

    // View를 통제하고 갱신하는 클래스 -> Controller
    private MainController Controller;

    // 데이터의 형체를 정의하는 Model
    private DataModel Model;

    // 상단 탭바
    private JButton Btn_candle;
    private JButton Btn_editSave;

    // 세척 정보
    // private JButton Btn_clean_enable;
    private JLabel VarLbl_clean_number;
    private JButton Btn_clean_up;
    private JButton Btn_clean_down;
    private JButton Btn_clean_default;
    private JLabel ConstLbl_clean_title;
    private JLabel ConstLbl_version;

    // 설정 기능 패널을 담고 있는 패널
    private CustomJPanel_AntiAliasing Panel_edit;

    // 공정 횟수 패널
    private JLabel VarLbl_ProcessCount_number;
    private JButton Btn_processCount_up;
    private JButton Btn_processCount_down;
    private JButton Btn_processCount_default;

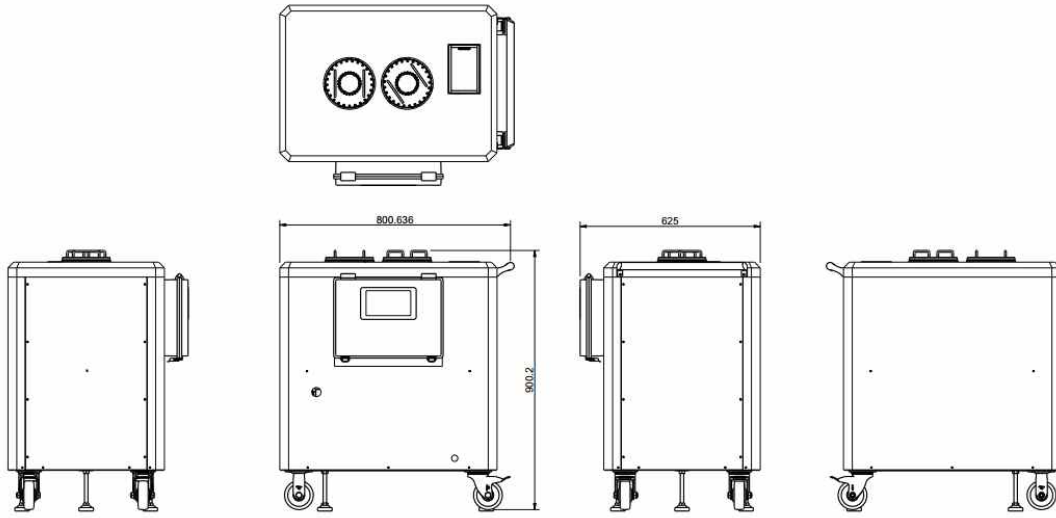
    // 분말 공급 방식
    private JLabel VarLbl_powderFeed_number;
    private JButton Btn_powderFeed_1;
    private JButton Btn_powderFeed_2;
    private JButton Btn_powderFeed_3;

    // 펌프 모터 번호
    private JLabel VarLbl_pumpAction_number;
    private JButton Btn_pumpAction_up;
    private JButton Btn_pumpAction_down;
    private JButton Btn_pumpAction_default;
    private JLabel label;
    private JLabel label_1;
    private JLabel label_2;
    private JLabel VarLbl_normalize_state;
    private JButton Btn_nor_start;
    private JButton Btn_nor_stop;
```

(마) 농약정량공급기 기구설계

○ 전체 표면도

- 농약정량공급기는 이동이 가능한 구조로 설계하였으며, 장착되는 구조물에 배치등을 최적화하여 제작을 수행하였음



<그림 73> 농약정량공급기 표면 기구도



<그림 74> 판넬 프레임 자재

1차 개발



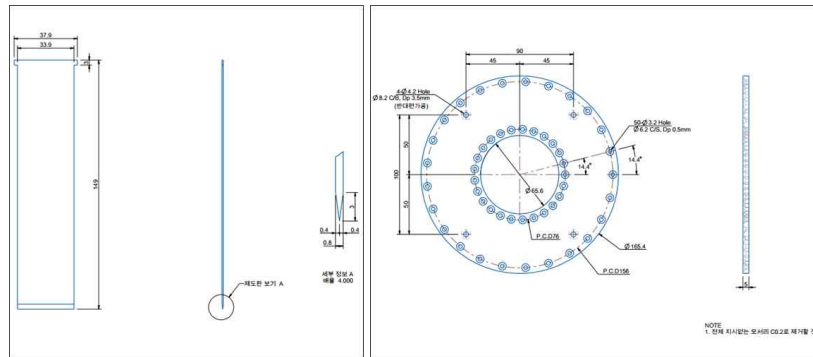
최종 개발



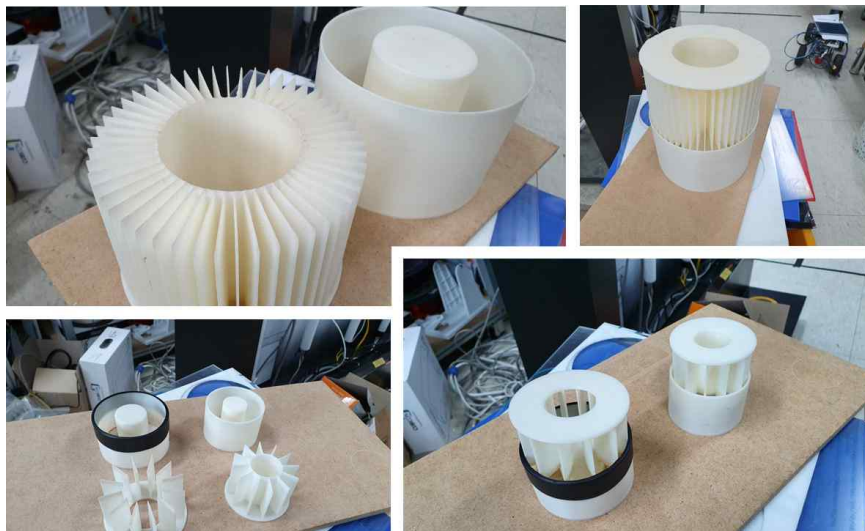
<그림 75> 조립 중인 농약정량공급기와 완성된 농약정량공급기

○ 분말 농약공급기 분배기 기구도

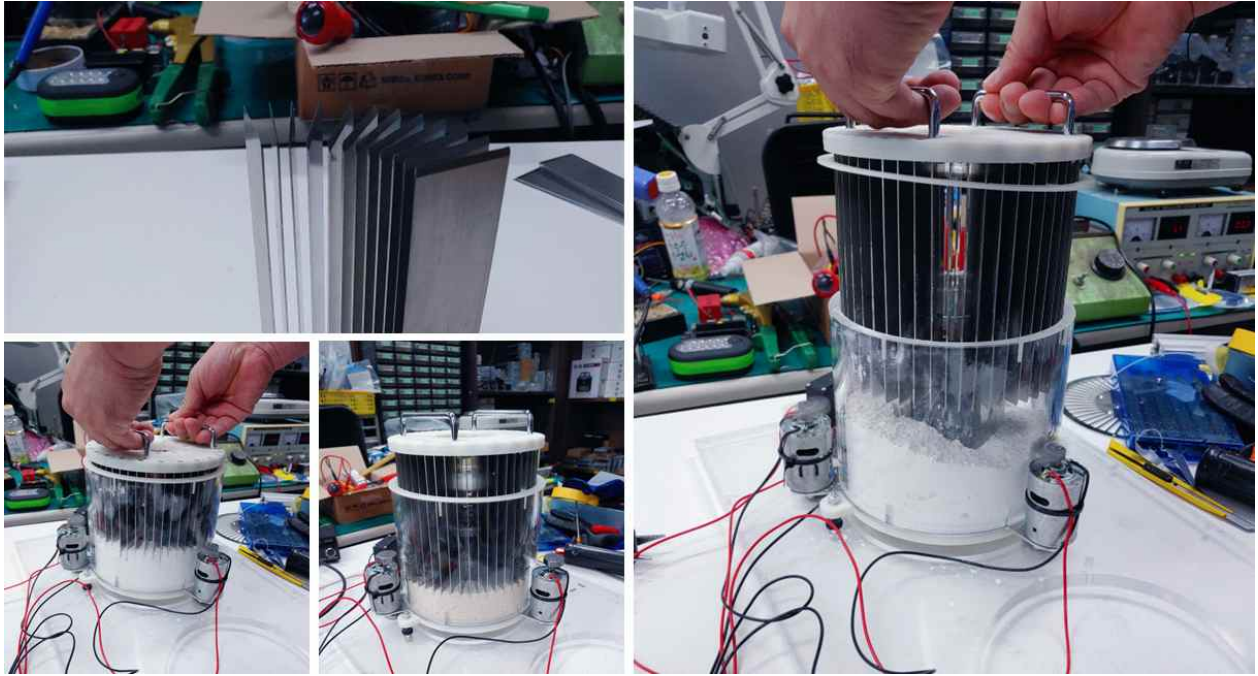
- 분말에 대한 농약을 공급하는 장치에 대한 설계와 제작을 진행함



<그림 76> 분말 농약공급기 분배기 기구도

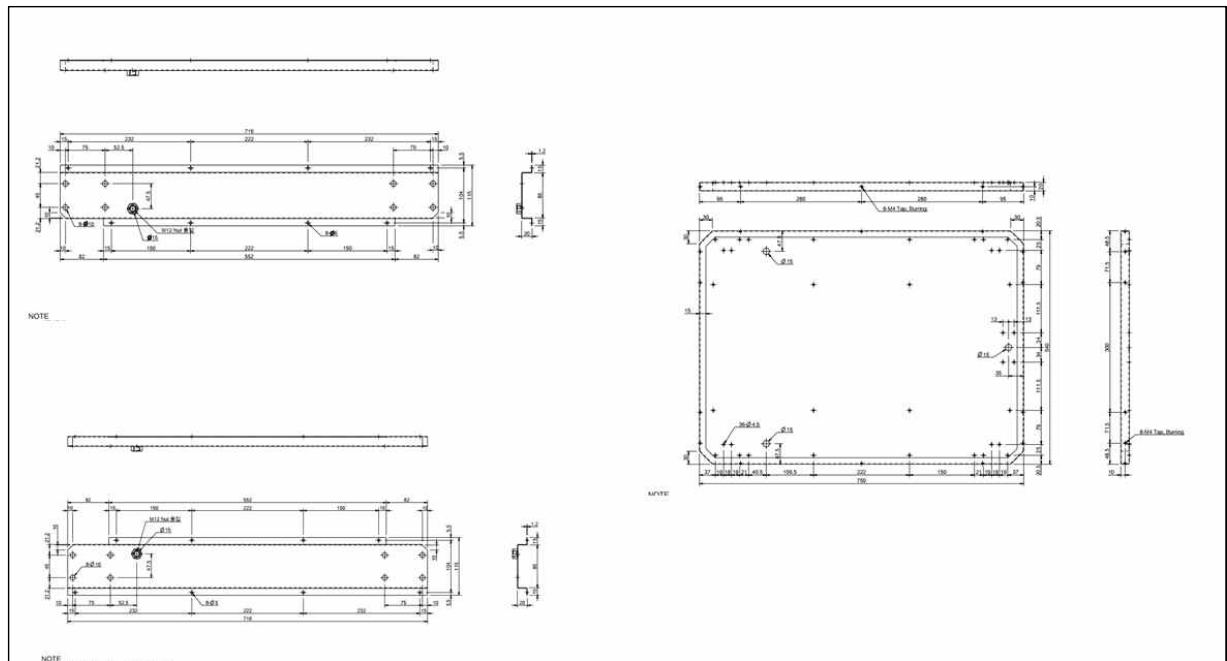


<그림 77> 분말 농약공급기 분배기 테스트 기구물



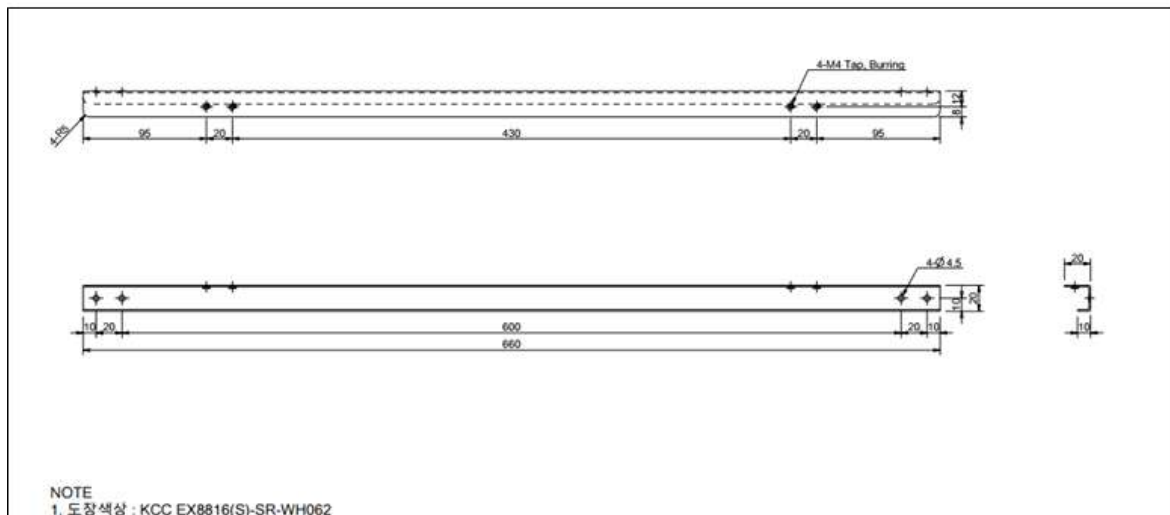
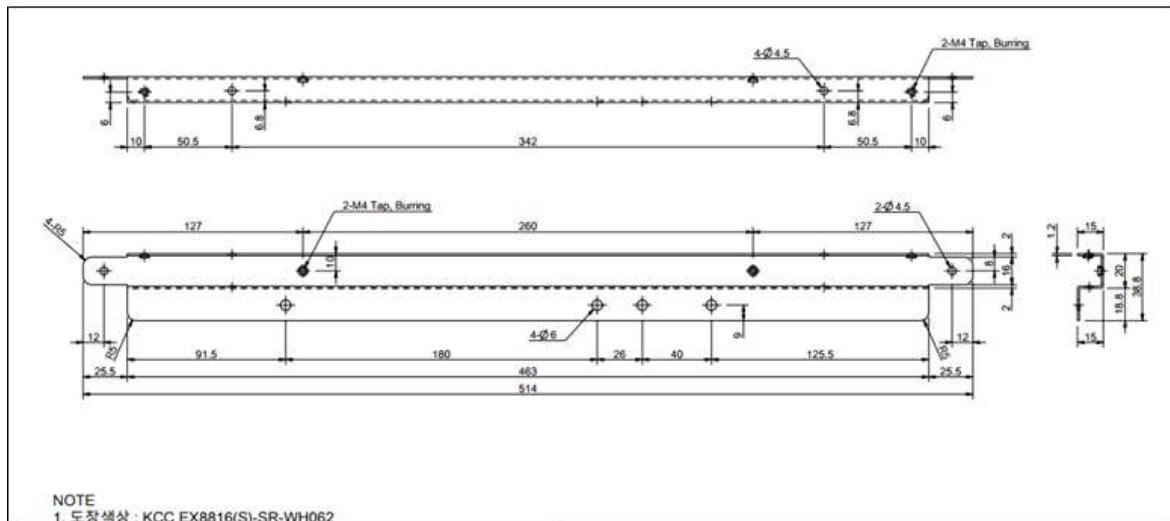
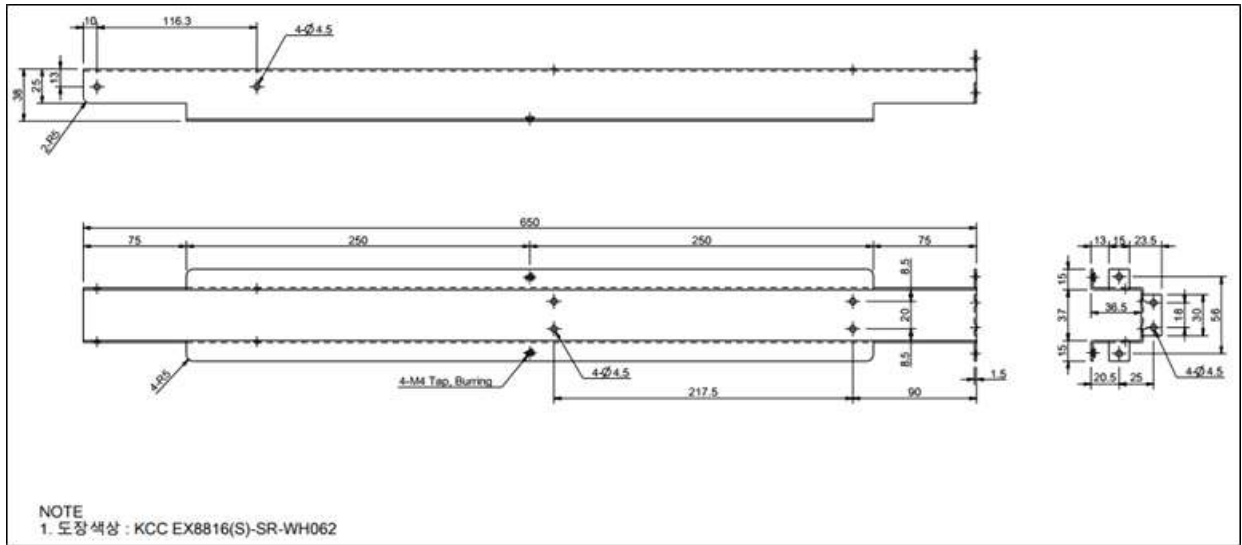
<그림 78> 분말 농약공급기 분배기 실물

○ 농약 정량공급기 베이스 기구도



<그림 79> 베이스 기구도

○ 농약 정량공급기 프레임 기구도

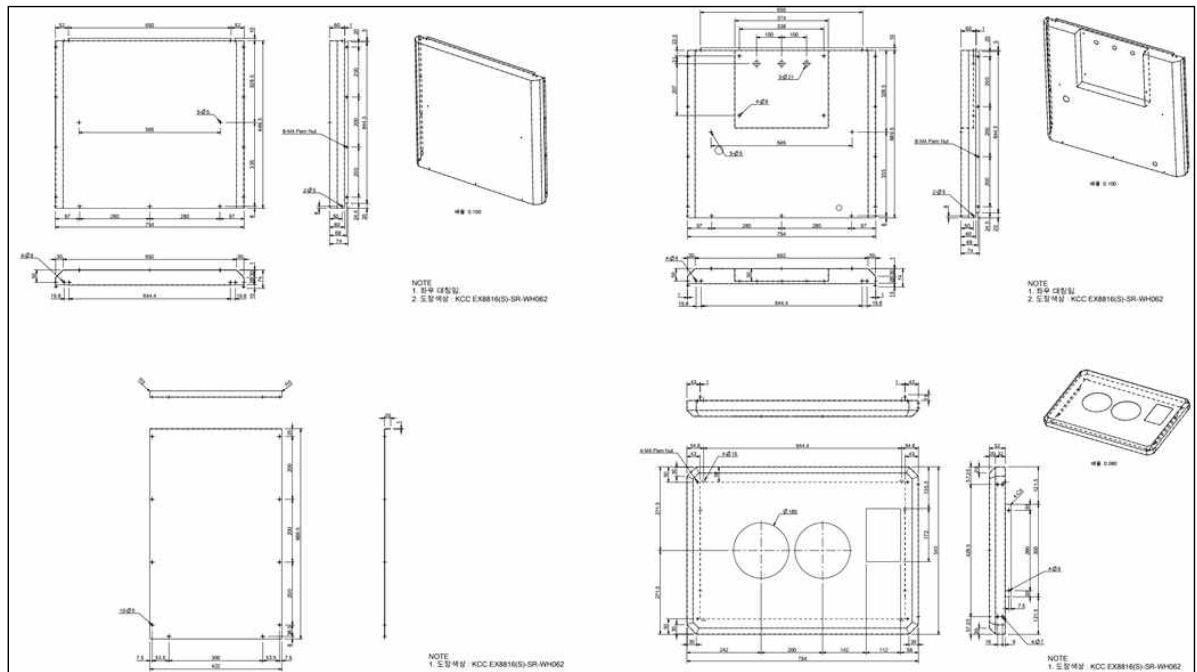


<그림 80> 프레임 기구도



<그림 81> 베이스와 프레임 실물

○ 농약 정량공급기 커버 기구도

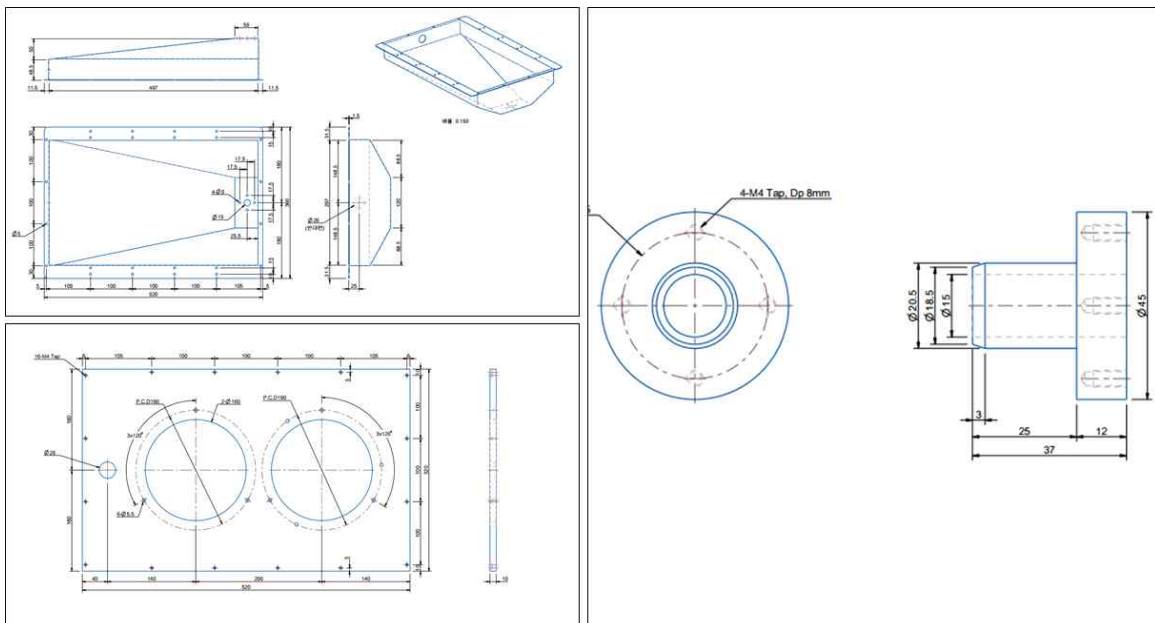


<그림 82> 커버 기구도



<그림 83> 커버 실물

○ 농약 정량공급기 투입조 탱크 기구도



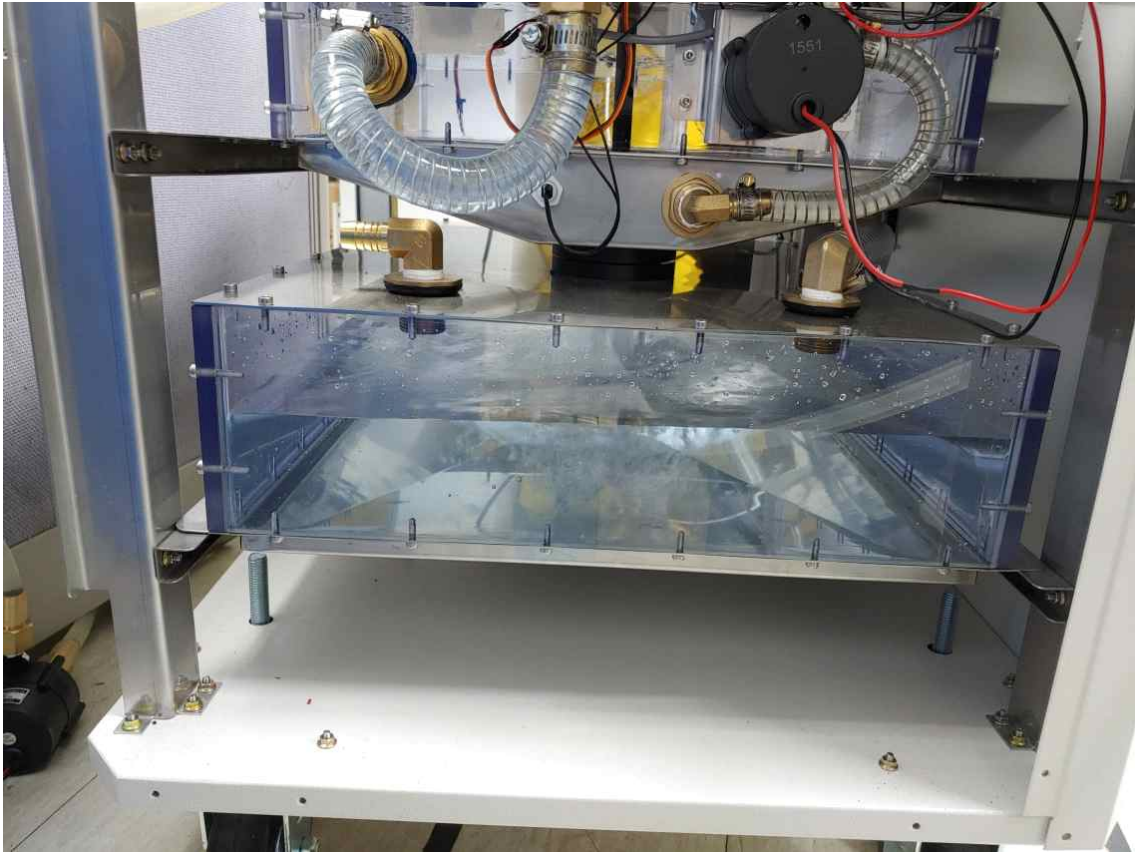
<그림 84> 투입조 탱크 기구도



<그림 87> 조립된 교반조 탱크



<그림 88> 물과 농약이 유입된 교반조 탱크



<그림 91> 교반된 농약이 공급된 공급조 탱크

○ 특허등록(자동살포장치 10-2030410, 2019년10월02일)

요약

본 발명은 유체살포 탱크의 외측 하부에 슬러지 처리장치를 연결시켜 유속의 변화와 중력 작용을 활용하여 슬러지의 배출을 차단하고 분류하게 되어 슬러지를 자동적으로 필터링하고 유체살포 탱크 내부를 용이하게 청소할 수 있는 유체살포 탱크용 슬러지 처리장치에 관한 것으로, 농약이 저장되는 유체살포 탱크와, 상기 유체살포 탱크의 외측 하부에 연결관으로 연결되어 유속의 변화와 중력 작용이 발생되면서 농약에 섞여 있는 슬러지가 가라앉아 슬러지를 처리하기 위한 슬러지 처리장치를 포함하되 상기 슬러지 처리장치는 유체살포 탱크에 연결관으로 연결 되는 본체와, 상기 본체 내부에 구비되어 농약의 역류를 방지할 수 있도록 하는 역류방지밸브를 포함한다,



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0074041
(43) 공개일자 2019년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B05B 13/04 (2006.01) A01M 7/00 (2014.01)
B05B 1/20 (2006.01) B05B 13/02 (2006.01)
B05B 15/70 (2015.01)
(71) 출원인
(72) 발명자
(52) CPC특허분류
B05B 13/0405 (2013.01)
A01M 7/005 (2013.01)
(74) 대리인
(21) 출원번호 10-2017-0175396
(22) 출원일자 2017년12월19일
심사청구일자 2017년12월19일

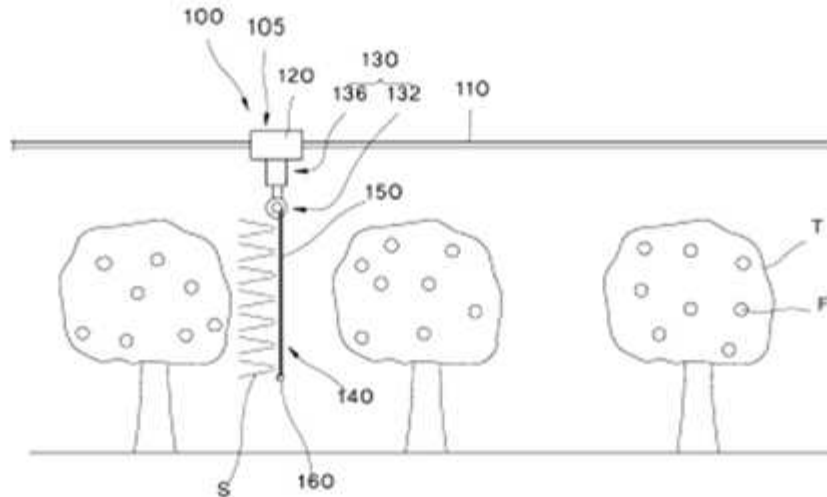
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 자동살포장치

(67) 요약

본 발명의 자동살포장치는: 과실나무의 상측에 설치된 이동안내부재를 따라 이동되는 이동몸체부와, 이동몸체부에 설치되며 회전동력을 발생시키는 구동부와, 구동부에 권선된 상태로 보관되며 구동부의 동작에 의해 펼쳐져서 하측으로 연장되는 가변몸체부와, 가변몸체부의 내측을 따라 연장되며 살포액의 이동을 안내하는 공급관로 및 공급관로를 따라 복수로 설치되며 과실나무의 측면에 살포액을 분사하는 노즐부재를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



○ 특허등록(유체살포 탱크용 슬러지 처리장치 10-2028373, 2019년09월27일)

요약

본 발명의 자동살포장치는: 과실나무의 상측에 설치된 이동안내부재를 따라 이동되는 이동몸체부와, 이동몸체부에 설치되며 회전동력을 발생시키는 구동부와, 구동부에 권선된 상태로 보관되며 구동부의 동작에 의해 펼쳐져서 하측으로 연장되는 가변몸체부와, 가변몸체부의 내측을 따라 연장되며 살포액의 이동을 안내하는 공급관로 및 공급관로를 따라 복수로 설치되며 과실나무의 측면에 살포액을 분사하는 노즐부재를 포함하는 것을 특징으로 한다.

제3절 연구개발 기대효과

1. 농약정량공급기

- 액체농약은 물론 고체농약 까지 정확한 양의 투입이 가능하여 농약의 오남용을 방지하고, 효율적인 농약 살포가 가능함
- 또한 액체농약은 물론 소형의 농약정량공급기를 이용하여 액체 및 분말 농약을 정해진 기준으로 교반하여 여러 차례 반복 사용함으로써, 대용량의 농약탱크와 같은 효과를 가짐
- 농약정량공급기의 농약 교반방법은 대량 농약 살포는 물론 소량의 농약 살포에도 효과적임



<그림 92> 기존의 농약탱크와 정량공급기의 교반방법 비교

- 본 연구개발의 대상인 농약정량공급기는 밀폐된 공간에서 안전하게 교반하도록 설계하여, 농약의 유실을 방지하며 전자방식으로 정확하게 제어 가능하여 편리성을 높일수 있음
- 나아가 농약탱크의 쾌적함과 세척작업의 편리성을 높이며, 분무기 피스톤 손상을 방지하여 농약이 새는 현상을 제거하였음
- 구체적으로는 농약탱크를 없애고 상수도(또는 관정)에 연결하여 일정량의 농약을 순차적으로 교반하여 살포작업에 필요한 농약을 연속적으로 공급해주는 장치임. 이는 투입조, 교반조, 배출조 등 총 세 부분으로 나뉘어 구성됨



<그림 93> 기존의 농약탱크 및 농약 사용 방법



<그림 94> 농약정량공급기 사용

- 이와 같이 기존 농약탱크(2톤) 대비 약 50%의 크기로 줄임으로써 이동이 쉽고, 농장의 공간을 많이 차지하는 비효율성이 감소함. 또한 원하는 위치로 이동시켜 사용의 편의성을 도모함.



<그림 95> 기존의 농약탱크와 농약정량공급기 크기 비교

- 농약정량공급기에서는 액체농약 및 분말농약이 물과 교반된 상태에서 동력 분무기에 배출됨으로써, 동력 분무기의 동력원을 절감하여 전기 또는 연료의 소모를 감소시킴
- 12V 전원을 사용함으로써, 자동차 시거잭 전원 만으로도 농약정량공급기 가동 가능함

해외특허 출원(Japan)

SATO & ASSOCIATES
SATO & ASSOCIATES ATTORNEYS

(Translation)

Attn: Mr. Jin YANG
CHUNG HYUN Patent & Law Firm
Secheo Bldg. 8F
23 Donggams-ro, Seocho-gu
Seoul 06079
KOREA

March 28, 2018

VIA E-mail ONLY

FILING RECEIPT

March 28, 2108

Commissioner of the Patent Office

Title : Patent Application in Japan
"農薬定量供給機"
Applicant : KANG, Myoung Soo
Application No. : 2018-062097
Filing Date : March 28, 2018
Your Ref. : HOP388-JP
Our Ref. : 180549P

Title : Patent Application in Japan
"農薬定量供給機"
Applicant : KANG, Myoung Soo
Application No. : 2018-062097
Filing Date : March 28, 2018
Your Ref. : HOP388-JP
Our Ref. : 180549P

Reference Number : 110000800

To : SATO & ASSOCIATES

Receipt is acknowledged for the documents indicated below.

Item Number	: 1
Name of Document	: Patent Application
Document Ref. No.	: 180549P
Document Receipt No.	: 51800649081
Date of Filing	: March 28, 2018
Patent Application No.	: 2018-062097
Access Code	: B79E

Dear Sirs:
We are pleased to inform you that we have filed the application in the Japan Patent Office within the statutory p

1. Filing Details:

Filing Date : March 28, 2011
Application Number : 2018-062097

Attached please find copies of the following on-line filed documents. With regard to the patent application form and the official filing receipt, we attached the English translations for your reference.

- *Official Filing Receipt (with English translation)
- *Patent Application (with English translation)
- *Filed Specification and Claims
- *Abstract of the application
- *Drawings of the application

2. Request for Examination

In accordance with your instruction, we filed a request for examination for the above-identified application on March 28, 2018. Attached please find the request as filed.

Our debit notes for our services are enclosed herewith.

Thank you for allowing us to be of service. We will keep you informed of any new development as it occurs.

Nishi-Shinjuku Building 10F, 2-1, Nishi-Shinjuku 4-Chome, Shinjuku-Ku, Tokyo 160-8511, JAPAN
http://www.sato-pat.com Tel: +81-3-5724-9019 Fax: +81-3-5724-9020 E-mail: office@sato-pat.com

<그림 96> 해외 특허 출원(일본)

IV. 목표달성도 및 관련분야 기여도

	코드번호	D-06
--	------	------

4-1. 목표달성도

- 스마트 농약수위조절(농약탱크 수위와 살포에 대한 모니터링)
 - 현재 매출을 올리고 있는 농약수위 조정 시스템을 스마트 농약수위조절 시스템으로 개선하는 특허 출원을 통한 기술 경쟁력을 향상시킴
 - 세척이 용이하여 살포기계의 고장 방지 및 수명을 연장할 수 있게 됨
- 와이어 기반의 무인살포시스템(노동력 절감, 건강위협 방지, 기존 비행체의 운전문제 해결)
 - 특허출원을 통한 기술경쟁력을 확보함
 - 이동경로 생성으로 인한 농업의 새로운 패러다임을 제공할 수 있는 플랫폼 제공
 - 균일살포와 적정량 및 특정지점 살포등 다양한 방식을 제고할 수 있게 됨
- 정량 농약 공급시스템(농가별 용량이 다른 다수의 농약탱크의 문제점 해결,적정 농약공급)
 - 특허출원을 통해 농약탱크의 보관과 이동의 문제에 대한 해결이 가능하게 됨
 - 일본특허 등록결정으로 인해 일본시장 진출이 가능할 것으로 예상됨
 - 농약살포에 필요한 물공급, 농약희석, 살포량에 대한 전 단계의 모니터링이 가능하게됨

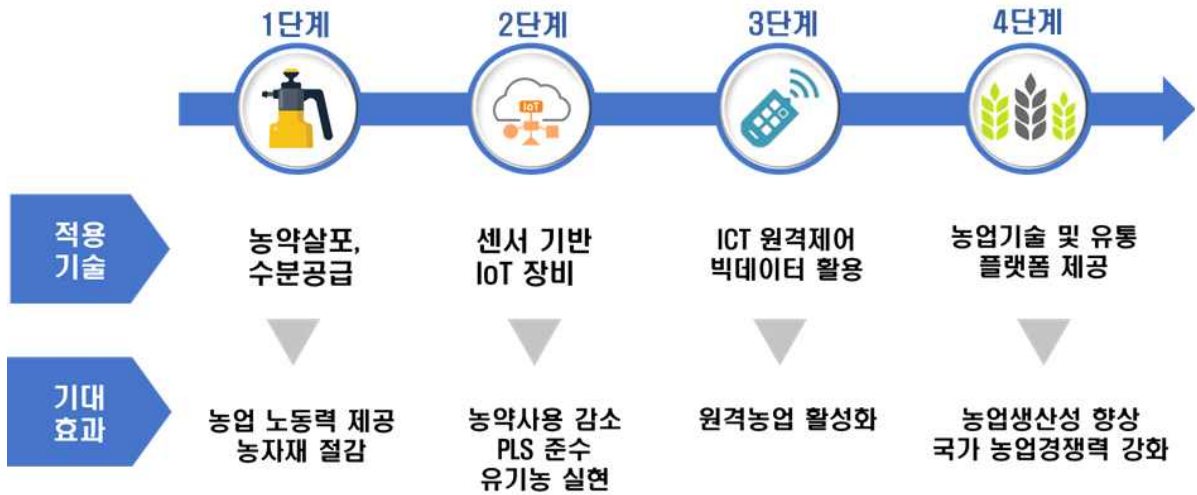


> **제품개발을 통한 기술확보(농약살포 전과정에 대한 기술확보)**
 > **특허 출원 및 등록을 통한 기술경쟁력 향상을 통한 제품판매 확대(출원 7건, 등록 3건(1건은 일본특허))**

4-2. 관련분야 기여도

- 와이어기반 무인농약살포와 농약 정량공급기를 포함하는 전체 시스템은 선행기술 조사서 등을 통해 우수한 기술이며 사업화에 대한 기대가 크게 나오고 있음
- 농약공급기에 대해 향후 제품화 과정에서 발생할 수 있는 문제점 중 특히 재질부분에 대해서 검토에 대한 전문가 자문을 수행한 결과를 바탕으로 향후 방향성을 선정할 수 있음
 - 수행결과 현재 혼디모아에서 제작한 시제품은 가격이 싸고 가공이 용이한 PE재질로 만들어 시험운행을 하고 있는 상태임
 - 시제품의 성격상 시운전을 통해 보완점을 찾기 위한 단계라는 부분에서 어느 정도 단기간에 이루어지는 측면이 있으므로 검토결과에서 보듯 PE재질 또한 어느 정도의 내식성을 갖고 있는 재질이기에 때문에 문제는 없을 것으로 사료됨

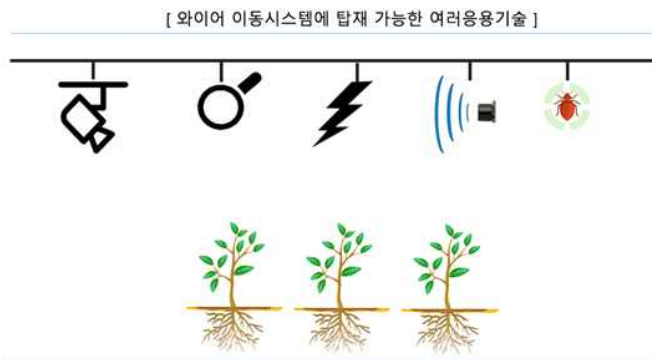
- 다만, 지금까지 검토결과를 종합해 볼 때, 현재의 PE를 사용한 시제품을 통해 다양한 상황에 맞게 시운전을 해 보는 데는 큰 무리가 없어 보이나, 다양한 농약의 사용과 사용환경의 다양성으로 인해 향후 농약공급기의 내구성에 문제가 발생할 가능성이 높기 때문에 앞에서 검토된 결과를 토대로 Teflon FEP(fluorinated ethylene propylene), Teflon TFE(tetrafluoroethylene) 또는 Teflon PFA(perfluoroalkoxy)로의 변화를 검토할 필요가 있음
- 이와 더불어 향후로는 지속적으로 사용환경의 변화에 대한 모니터링을 통해 고객의 니즈에 맞게 다양한 수정/보완이 이루어져야 함을 명심해야 할 것임



V. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
------	------

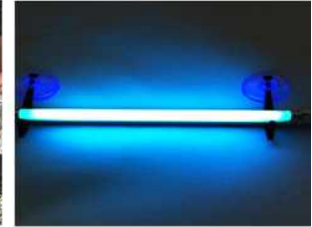
○ ICT 기술을 접목하여 농업전반에 걸친 시스템 적용 및 실증사이트에서 실증 진행(농업+공학)



자연이든 사람이든 농약은 싫다!
농약 -> 대체 기술



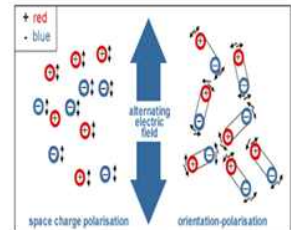
[프레빌렌즈]



[자외선 램프]



[포종기]



[마이크로 웨이브]

- 와이어 이동시스템은 일반 농경지 이동시스템으로 활용할 것이며, 시설하우스 농약살포 시스템 활용은 kd 인베스트먼트와 투자에 대한 협의를 진행 중에 있음
- 현재 개인 일반사업자의 사업적 한계를 극복하기 위해 2020년 법인설립 후 제품을 양산할 계획으로 일을 진행하고 있음
- 지속적인 연구개발과 많은 노력(농업+태양광기술)



- 특허출원 : 태양광을 이용한 잡초 제거 시스템
- 태양광 이용에 대한 안전을 보장할 수 있는 최적제어시스템 도입

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

	코드번호	D-08
○ 해당사항 없음		

7. 연구개발결과의 보안등급

	코드번호	D-09
○ 해당사항 없음		

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
○ 해당사항 없음		

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	특허	정량공급기 및 이를 구비하는 농약 정량 공급 장치		책임	대한민국		2018.09.13	단독사사	
2	특허	태양광을 이용한 잡초 제거 시스템		책임	대한민국		2018.03.28	단독사사	
3	특허	農藥定量供給機		책임	일본		2018.12.28	-	
4	특허	자동농업설비 및 자동이동시스템		책임	대한민국		2018.12.28	-	
5	논문	농약살포시스템 이동을 위한 기구물 설치를 위한 대지분석방법		참여책 임	전기전자학 회논문지	-	2018.12.31	단독사사	비SCI

11. 기타사항

코드번호	D-13
○ 해당사항 없음	

12. 참고문헌

코드번호	D-14

뒷면지

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.