

TECH-BIZ KOREA 2019

기술과 비즈니스의 만남

2019. 10. 10.(목) ~ 11.(금)
서울 삼성동 코엑스 아셈볼룸

약물 또는 바이오 오일의 무침 인젝션 기술

함영복 / 책임연구원

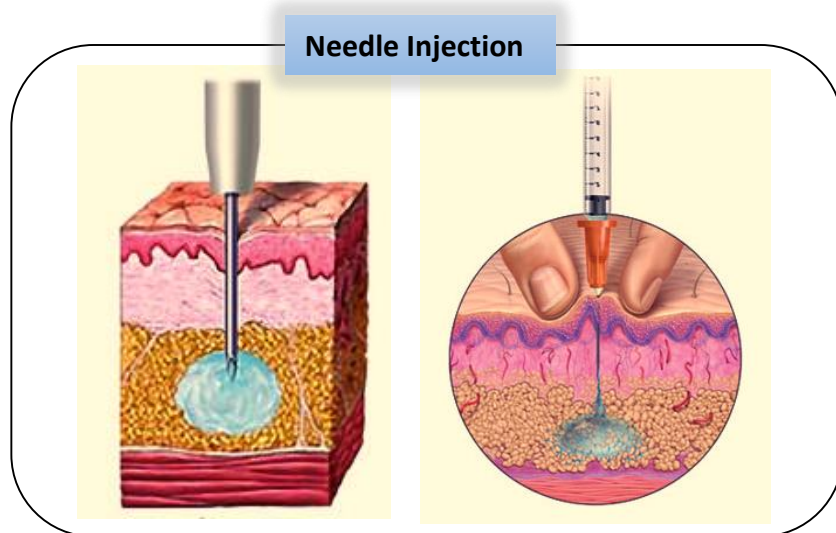


1. 기술의 개요

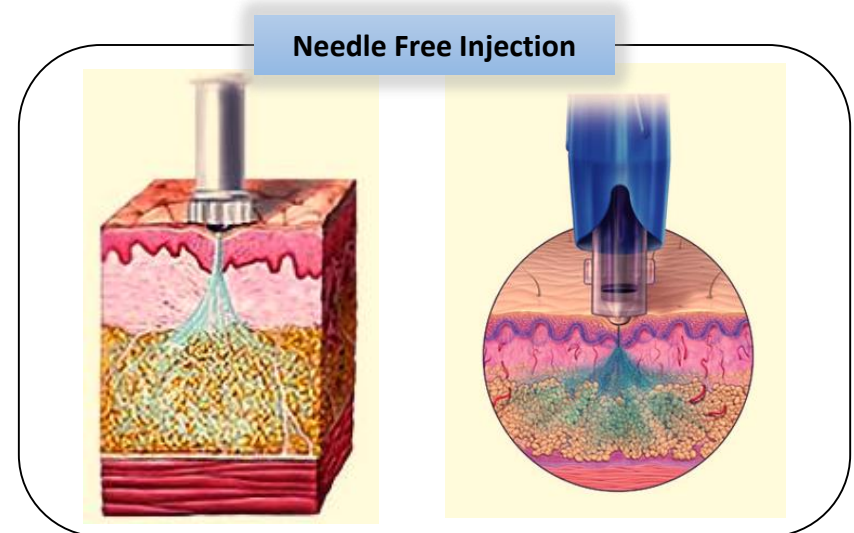
■ 개발의 동기

- 바늘 주사방식으로 약물을 주입할 경우 주사바늘에 의한 **감염의 위험성**, 휴먼 에러로 인하여 부러진 바늘이 동물의 체내에 남거나 작업자가 바늘에 찔리는 **상해 요인**이 되는 경우가 발생
- 외국제품의 무침주사기가 **고가(₩7,000,000/set)**에 수입되어 보급
- 산업 **동물의 질병 예방 및 치료**를 위해 주사하기에 편리한 **무침주사기의 국산화**

■ 바늘 주사와 무침 주사의 비교



주입 약물이 응집해 있다가 천천히 흡수



약물 주입과 동시에 빠르게 확산 침투

1. 기술의 개요

■ 무침 주사의 장점



가축의 건강

- 바늘에 의한 질병 발생이 없음
- 낮은 치료 비용
- 높은 투약 정밀도



식품 안전

- 부러진 바늘이 체내에 남지 않아 안전한 먹거리 생산



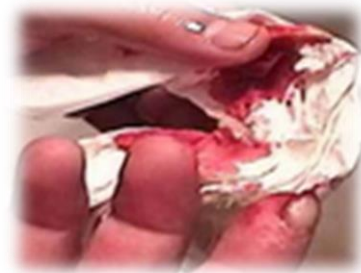
작업의 효율성

- 바늘 교체 시간 단축



설비 비용

- 긴 장비 수명
- 부러진 바늘 탐지를 위한 공정 비용 절감효과
- 날카로운 바늘 제작비용 절감효과



작업자의 안전

- 바늘에 의한 작업자의 부상 없이 신속하고 효율적인 주사 가능

2. 기술의 현황

■ 국외 기술 현황

- 1) 화약을 이용한 불꽃 가스 발생기 구동 방식
- 2) 자동 장입 성능을 갖는 모터 구동 방식
- 3) 스프링 구동 방식
- 4) 외부 압축가스 구동 방식
- 5) 압축가스 카트리리지 구동 방식
- 6) 압력센서와 전동모터에 의한 자동 충전 스프링 방식



[리튬 폴리머 전지 내장 모터구동 방식의 “ACUSHOT”]

STOP
Using Needles

Put an END to:

- Injuries
- Broken Needles
- Cross Contamination
- Abscesses



And...

- Increase your **productivity**
- Improve your **meat quality**
- Increase your **profit**
- Work in a **safer** environment

[MIT Canada Inc.의 공기압 구동방식의 무침 주사기]

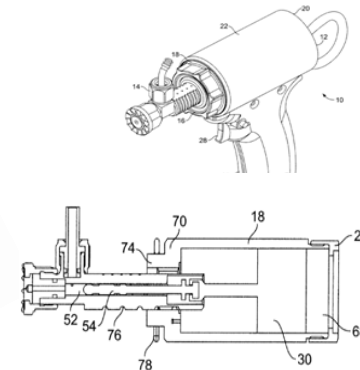
2. 기술의 현황

■ 미국 PULSE社

- 낮은 공기압력을 이용하여 약물을 고압으로 증압하여 주입하는 방식
- 기계식이므로 고장이 적고 높은 정밀도를 가지고 있음



[PULSE 250]



[PULSE 50]

	Technical Specifications	
	PULSE 250	PULSE 50
Power Source	CO2, Nitrogen or Compressed Air	CO2, Nitrogen or Compressed Air
Performance	Approx. 3 injections per second	Approx. 3 injections per second
Mode of Injection	Transdermal	Transdermal
Injectable volume	Dose range from 0.5 cc to 2.5 cc (0.5 cc increments)	Adjustable from 0.1 cc to 0.5 cc
Weight of Injector	Approx. 2.5 kg + (Gas Bombe weight 3 kg to 6 kg)	Approx. 1.5 kg + (Cylinder weight 3 kg to 6 kg)

2. 기술의 현황

■ 스페인 HUPRA社

- 무선연결을 통해 정보공유 가능한 모델로 피내접종
- RFID 칩을 통해 백신종류, 용량, 배치 정보 및 유효기간 저장

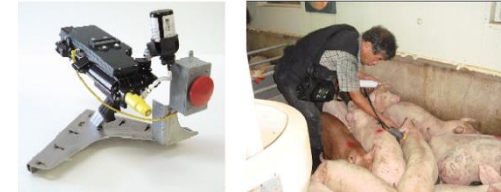


	Technical Specifications
Power Source	Battery powered
Performance	Approx. 3,500 injections without maintenance
Mode of Injection	Intradermal (RFID chip based control)
Injectable volume	0.2 cc/shot
Weight of Injector	Approx. 1.45 kg

2. 기술의 현황

■ 캐나다 ACUSHOT社

- 배터리를 사용한 휴대형
- 파워실린더를 적용하여 가스공급에 따른 불편함 해소
- 무거운 중량, 배터리 불량, 장전소음 등의 단점

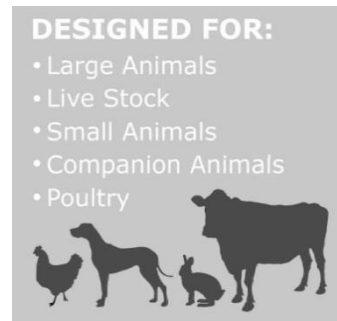
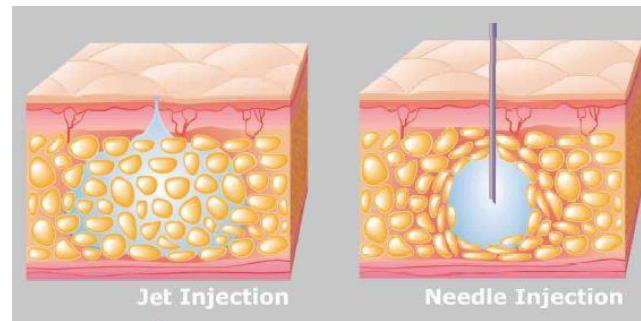


	Technical Specifications	
	ACUSHOT A	ACUSHOT S
Power Source	Battery operated	Battery operated
Performance	Approx.1,000 injections/battery charge	Approx. 1,000 injections/battery charge.
Mode of Injection	Intradermal, Subcutaneous, Intra-muscular (Depending on the operation mode)	Intradermal, Subcutaneous, Intra-muscular (Depending on the operation mode)
Injectable volume	Electronically adjustable from 0.20cc to 2.50cc per shot (0.10cc incremental adjustment)	Electronically adjustable from 0.20 to 1.00 cc per s hot (0.05 cc incremental adjustment)
Weight of Injector	Approx. 6.5kg	Approx. 6.0 kg

2. 기술의 현황

■ 캐나다 MIT社

- CO₂ 가스를 이용하여 반자동으로 조직의 손상을 최소화함
- 기존 바늘주사기와 비교하여 높은 흡수율을 기대할 수 있음
- 가스통의 무게로 작업자의 피로도 증가의 단점이 있음



	Technical Specifications
Power Source	Standard gas cylinder (1.6 kg capacity) or STD compressed air line.
Performance	Approx. 3,000 injections/hour.
Mode of Injection	Intradermal, Subcutaneous, Intra-muscular (Depending on the pressure used)
Injectable volume	Adjustable from 0.1 to 2.5 cc
Weight of Injector	Approx. 0.5 kg to 1.2 kg + (Gas Bombe 5 kg to 10 kg)

2. 기술의 현황

■ 덴마크 IDAL社

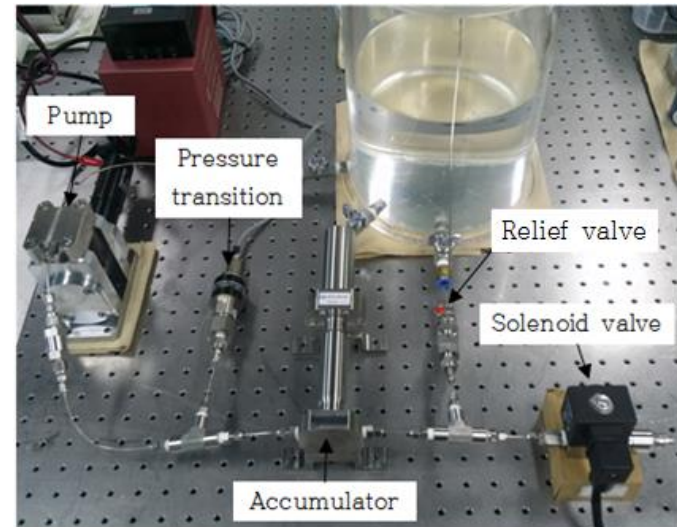
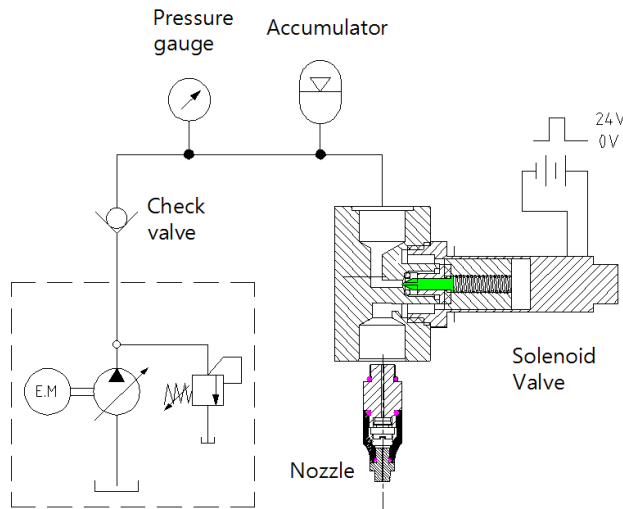
- 충전형 배터리 구동방식의 무침주사기
- 무선의 일체형으로 튜브 및 가스통이 없음
- 자동 세척 시스템에 의하여 청소가 용이



	Technical Specifications
Power Source	Battery power
Performance	Administer up to 1,500 dose from 1 battery charge
Mode of Injection	Intra-dermal
Injectable volume	0.2cc per shot
Weight of Injector	Approx. 2kg

2. 기술의 현황

■ 한국기계연구원 무침 주사기

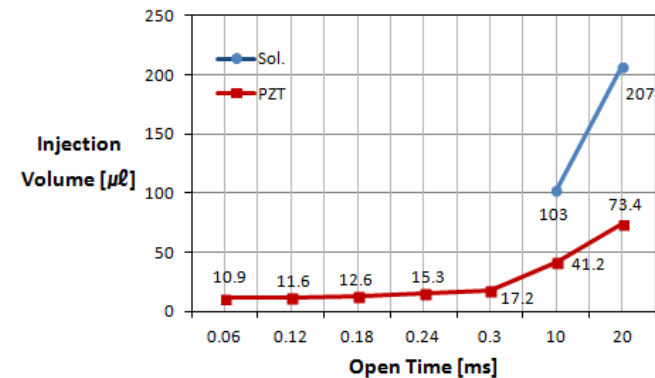
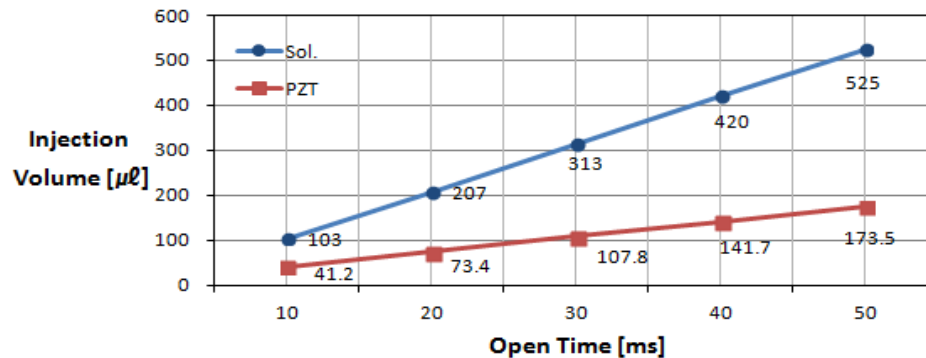
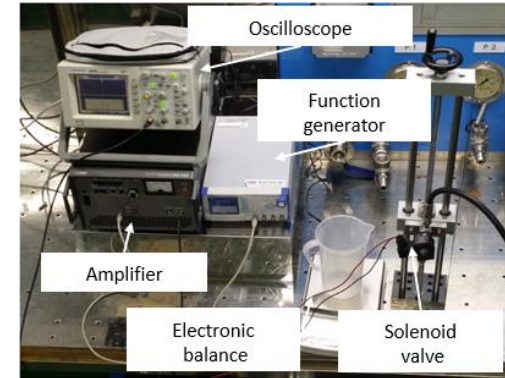
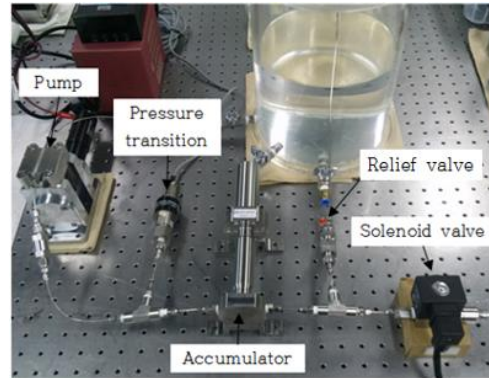
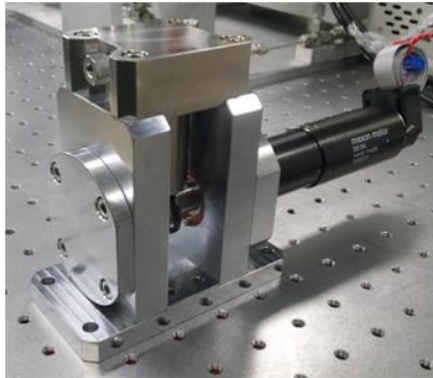


[고압펌프를 이용한 무침주사 장치]

- 1) 약물 주사량 : 0.2 - 2.5 ml
- 2) 인젝션 최고압력 : 200 bar
- 3) 주입 정밀도(1 cc당 오차) : 0.723 %
- 4) 인젝션 소음 70.58 dB

2. 기술의 현황

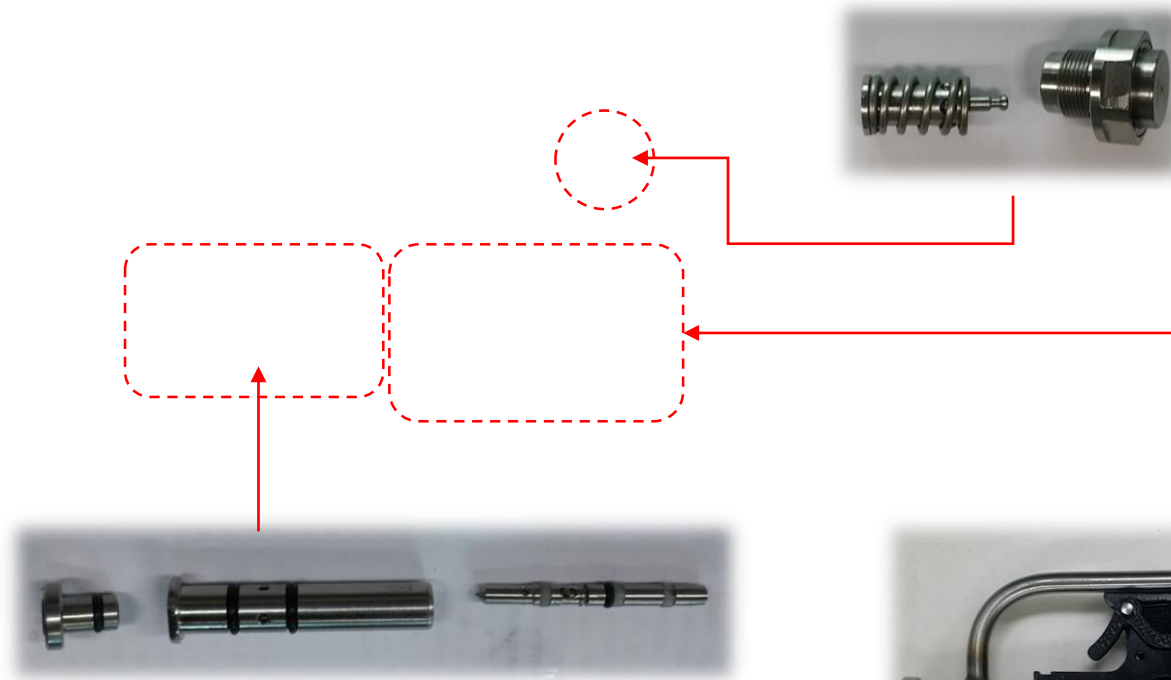
■ 한국기계연구원 무침 주사기 성능 실험(고압펌프 구동 방식)



- 고압 플런저 펌프, 축압기, 솔레노이드 밸브, 피에조 밸브를 이용하여 고압펌프 방식 무침주사기 실험장치 개발
- 인젝션량 최저 10.9 ul/shot - 2.5 ml/shot 이상까지 인젝션 가능
- 한국기계전기전자시험연구원(KTC)으로부터 시험성적서 확보

3. 기술개발 실적

■ 외부 압축공기를 이용한 무침 주사기 설계



핸드피스 니들(needle)

- 니들과 노즐의 조합으로 누설 방지
- 약물의 압력은 니들을 뒤로 밀어내어 노즐로 약물 분사가 이루어지도록 유도
- 약물의 압력이 낮아지면 니들은 새들을 막아주며 분사를 방지

핸드피스 볼락(ball lock)

- 볼과 스프링에 의한 약물 분사 조절 장치
- 약물 분사는 약물 압력 230 bar 이상에서만 이루어지도록 스프링력 조절

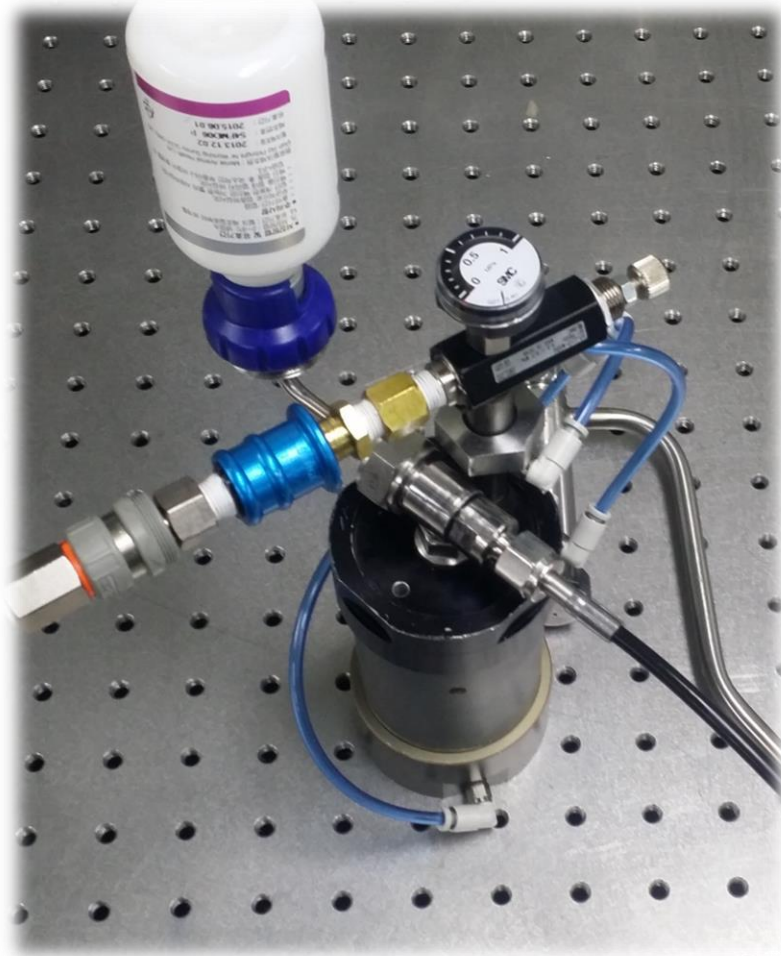


핸드피스 손잡이

- 3D 프린터를 이용한 맞춤형 손잡이
- 이중 안전장치를 통한 작업자의 안전 확보

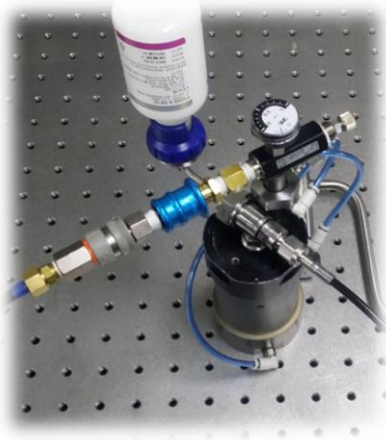
3. 기술개발 실적

- 외부 압축공기를 이용한 무침 주사기 구성



3. 기술개발 실적

■ 외부 압축공기를 이용한 무침 주사기 성능



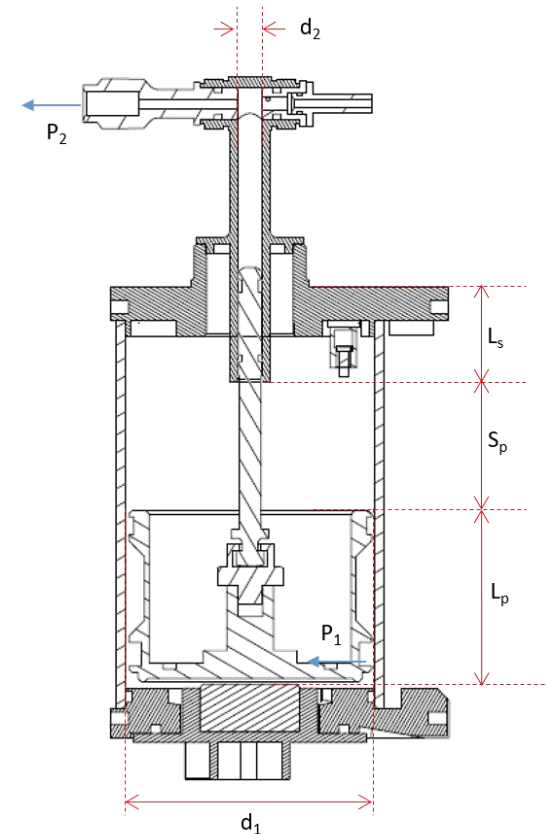
- 외부 압축공기를 이용한 무침주사 방식
- 0.2 ml/shot, 0.5 ml/shot의 구제역 백신 주사
- 슈레더 밸브와 오리피스를 이용하여 피스톤의 왕복 시간 조절
- 약물이 일정한 압력 이상에서만 약물이 분사되도록 핸드피스 설계
- 2중의 안전장치로 작업자의 안전 및 대상 동물의 안전 확보
- 한국기계전기전자시험연구원(KTC)으로부터 시험성적서 확보

3. 기술개발 실적

■ 증압기 최종 설계 변수 결정

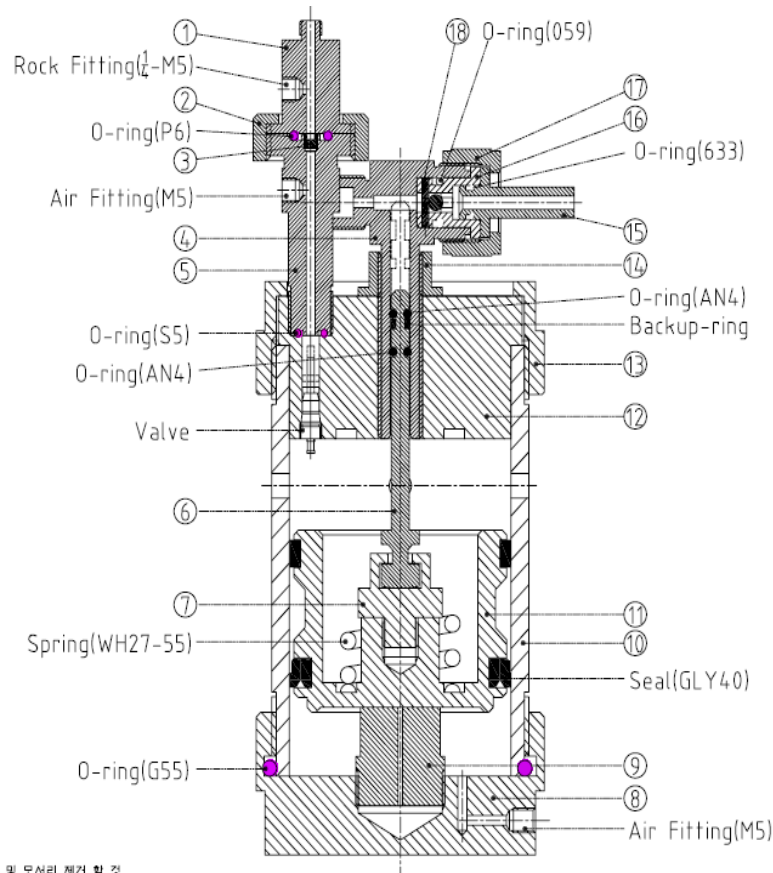
- 상용 O-ring seal을 확보 가능하고 소형화 및 경량화 가능한 파라미터

Nomenclature	Symbol	Value	Unit
HP Piston Dia.	d_2		mm
HP Piston Area	A_2		mm^2
Piston Stroke	S_p		mm
LP Piston Dia.	d_1		mm
LP Piston Area	A_1		mm^2
Input Pressure	P_1		MPa
Output Pressure	P_2		MPa

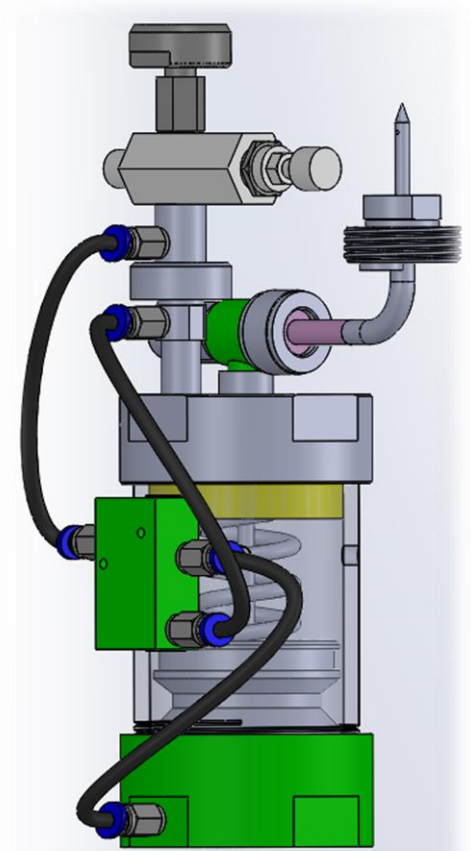
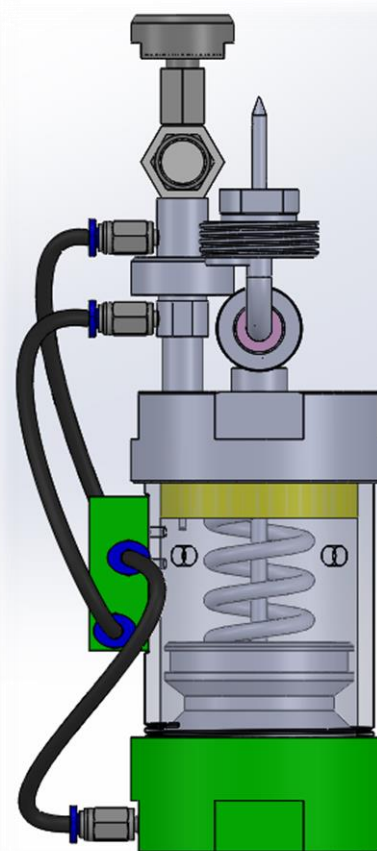


3. 기술개발 실적

■ 소형화 및 경량화 증압기 설계

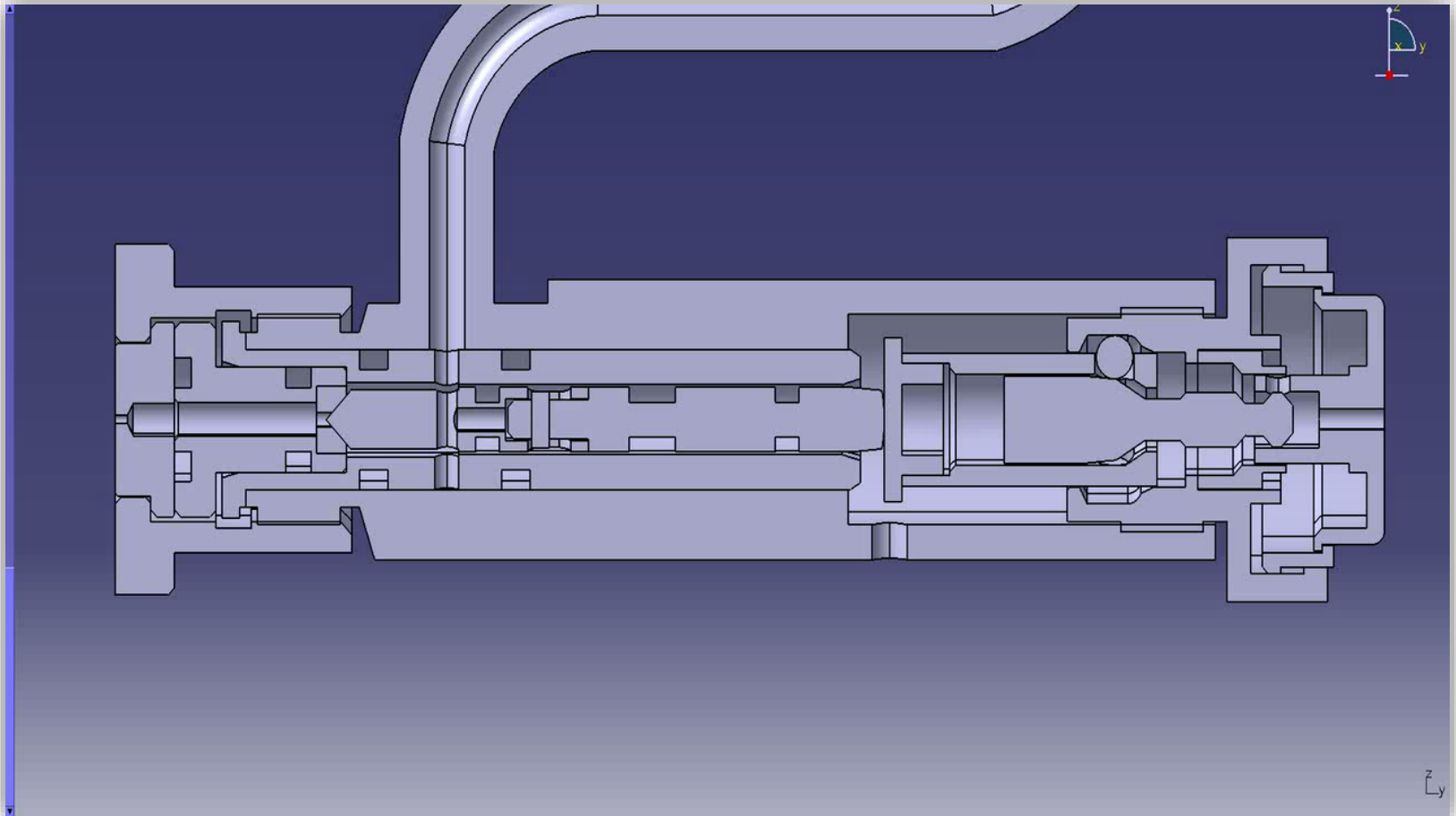


본 및 모서리 제거 할 것



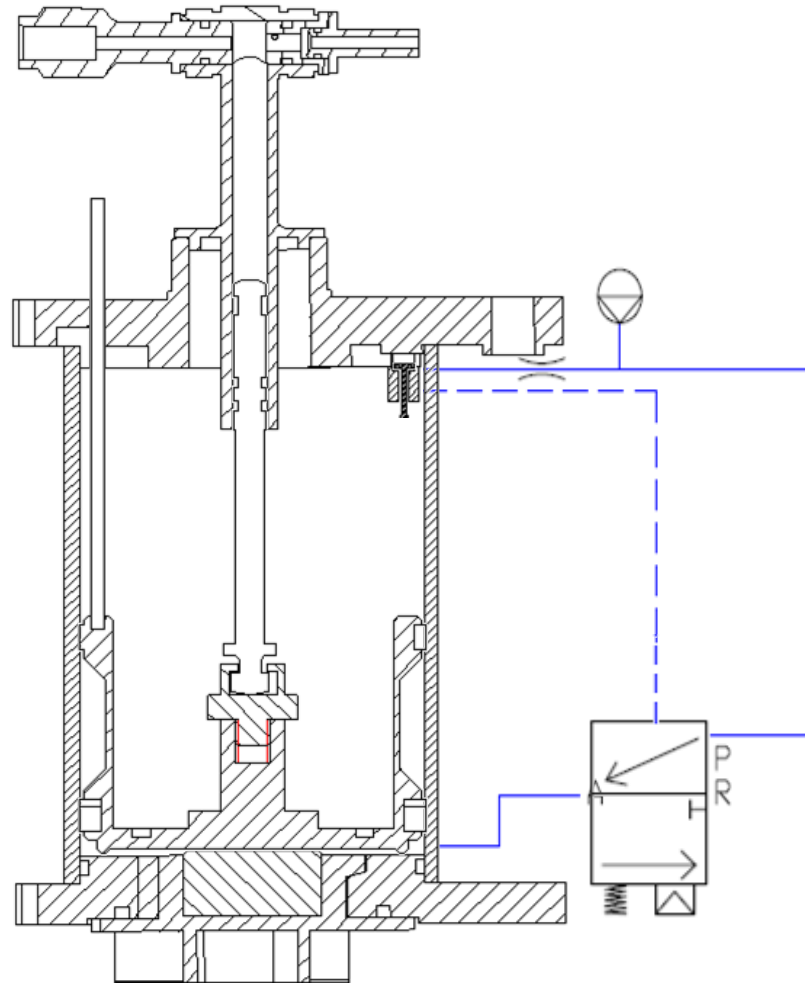
3. 기술개발 실적

■ 핸드피스 작동 애니메이션



3. 기술개발 실적

■ 증압기 작동 애니메이션



3. 기술개발 실적

■ 국외상용제품 Vs 한국기계연구원 무침주사기



[PULSE 50]



[PULSE 250]



[KIMM]

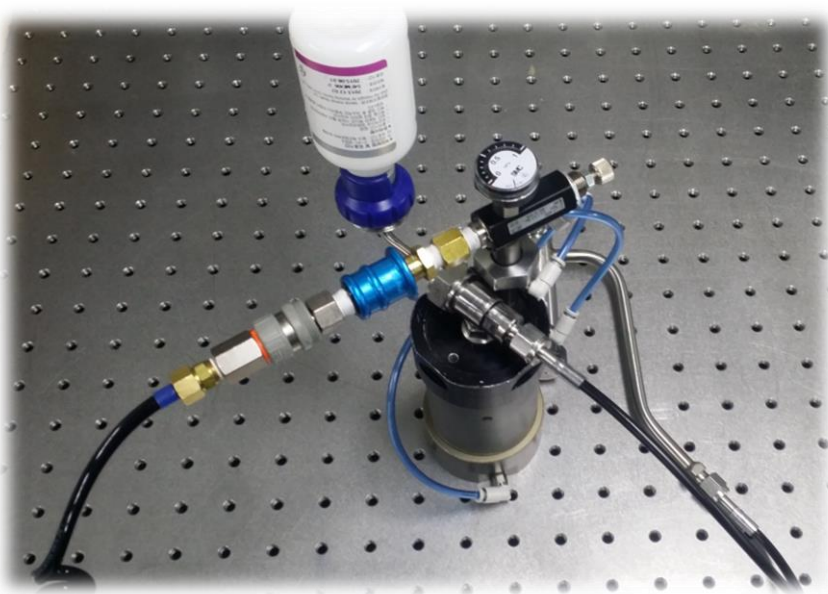
Needle-free Injection	Dose (ml)	Weight (g)	
		Handpiece	Booster
PULSE 50	0.1 - 0.5	1,090	
PULSE 250	0.5 - 2.5	360	1,943
KIMM	0.2, 0.5	355	1,152

※ Hand Piece의 무게가 가벼워 작업 중 피로도 경감

3. 기술개발 실적

■ 인젝션 양 측정

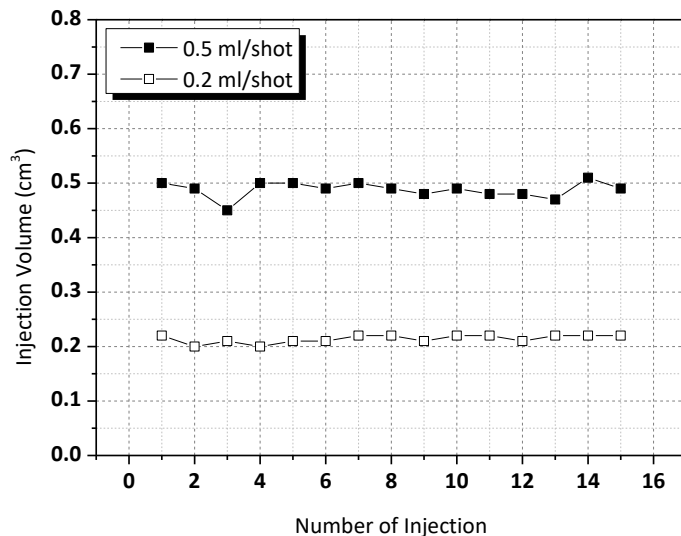
MEDI KINETICS사의 경피(franz cell) membrane 돼지 피부 시편에 약물을 주사하여 인젝션 양을 측정



3. 기술개발 실적

■ 유사점도 약물 무침 주사 실험 결과

- 제작된 유사점도 실리콘을 이용하여 최적화된 2차 시작품의 인젝션 양 실험
- 목표 인젝션 볼륨 : 0.2, 0.5 [ml/shot]
- 평균 인젝션 볼륨 : 0.213, 0.487 [ml/shot] @ 0.3 [MPa] Air Pressure

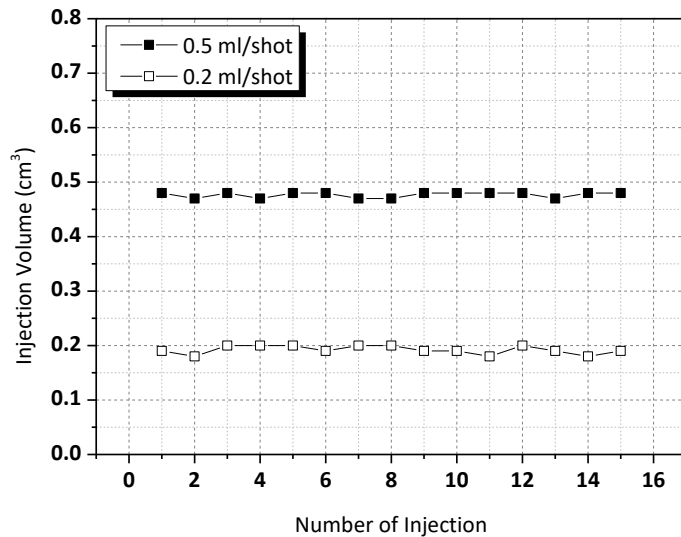


Quantity [ml/shot]	0.2	0.5
Average	0.2130	0.4872
Standard Error	0.0018	0.0048
Median	0.2146	0.4864
Standard Deviation	0.0070	0.0186
Variance	0.0001	0.0003
Range	0.0299	0.0779
Minimum	0.1914	0.4481
Maximum	0.2213	0.5260

3. 기술개발 실적

■ 백신 무침 주사 실험 결과

- 백신을 이용하여 최적화된 2차 시작품의 인젝션 양 실험
- 목표 인젝션 볼륨 : 0.2, 0.5 [ml/shot]
- 평균 인젝션 볼륨 0.189, 0.465 [ml/shot] @ 0.3 [MPa] Air Pressure



Quantity [ml/shot]	0.2	0.5
Average	0.1885	0.4647
Standard Error	0.0011	0.0009
Median	0.1876	0.4644
Standard Deviation	0.0043	0.0036
Variance	0.0000	0.0000
Range	0.0144	0.0119
Minimum	0.1807	0.4586
Maximum	0.1951	0.4705

3. 기술개발 실적

■ 백신 무침 주사 실험(돈육대상)

- 0.5 ml/shot의 경우 0.25 - 0.35 MPa 공기압에서 피하 주사를 진행함.
; 손실이 다소 발생하고, 그 이상의 압력에서는 근육주사 형태로 손실이 적어짐.
- 0.2 ml/shot의 경우 0.25 MPa 이상의 공기압에서 피하 주사를 진행함.
; 손실이 거의 없음.



3. 기술개발 실적

■ 전달 효율 및 전달 편차 실험

- 0.5 ml/shot 조건에서 공급 압력을 0.35 MPa 이상 높여 근육주사 시 약물이 시편 조직을 통과함.
- 0.2 ml/shot, 0.5 ml/shot조건에서 공급 압력 0.25 – 0.35 MPa 범위에서 주사 시 피하주사 완료.



[구입한 돈육]



[0.5 ml/shot에서 구입 시편과 배면의 호일 투과]



[0.2 ml/shot에서 피하주사 확인]

3. 기술개발 실적

■ 임상실험(농림축산검역본부)

- SP O ELISA(percent inhibition, PI), 50 이상이면 양성



[KIMM 시작품]



[미국, PULSE社]

3. 기술개발 실적

■ 임상실험 결과

- SP O ELISA(percent inhibition, PI), 50 이상이면 양성

1차 채혈				2차 채혈			
No.	KIMM	No.	PULSE社	No.	KIMM	No.	PULSE社
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	

① 실험키트 : SP O ELISA(PRIONICS社)

② 실험수행 : 농림축산검역본부

③ 실험농장 : 예산 00농장

④ 접종대상 : 비육돈(12마리)

⑤ 접종시점 : 12 - 14주

⑥ 면역기간 : 약 3주(24일)

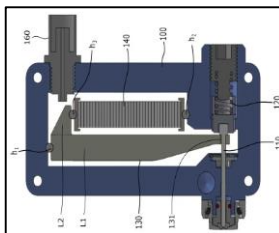
⑦ 접종량 : 0.2 ml/마리

⑧ 백신 : O형 단가 구제역 백신

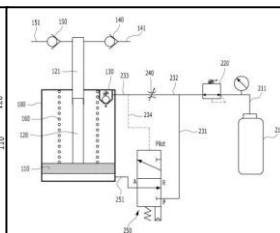
3. 기술개발 실적

■ 특허 및 논문 실적

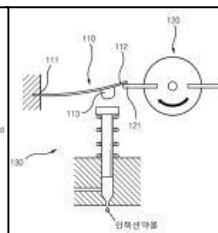
구분	No.	특허명칭	등록일시	구분
특허	1	힌지 레버 타입 변위 확대를 이용한 젯 디스펜서	2018	한국
	2	인젝션량이 가변조절되는 증압식 무침주사기	2018	한국
	3	무침주사기	2013	한국
논문	1	바이오분야 적용을 위한 마이크로 젯 인젝션 실험	2016	KCI
	2	Numerical Analysis on Piezoelectrically Driven Jet Dispensing Mechanism for Nanoliter Droplet of High Viscosity Liquid	2019	SCIE
	3	Design of Auto-Loading Sequence Circuit for Compressed Gas Needle Free Injector	2018	국제 발표



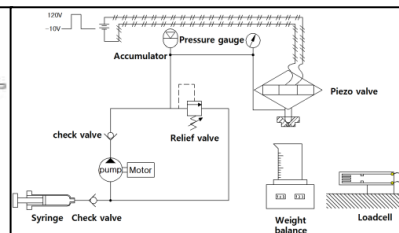
[특허 1]



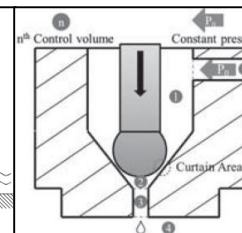
[특허 2]



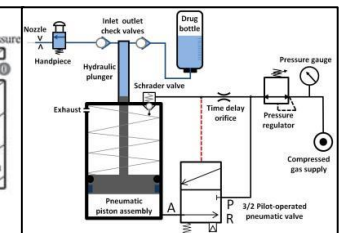
[특허 3]



[논문 1]



[논문 2]



[논문 3]

3. 기술개발 실적

■ 공인기관 시험성적서 확보

ICTC
Korea Testing Certification

시험 성적서

성적서 번호 : T2016-11855

회사명 : 한국기계연구원
대표자 : 임용택
주소 : 대전광역시 유성구 가람북로 156 (중동)

1. 시험명 : 무침주사기(KIMM_NFI)
· 규격 및 형식 : /
2. 성적서의 용도 : 계속용(농림축산검역본부)
3. 접수일자 : 2016.11.14
4. 시험일자 : 2016.11.15 ~ 2016.11.15
5. 시험방법 : 시험결과 참조
6. 시험결과 : 시험결과 참조

시험자 : 남상곤 **남상곤** 승인자 : 이상배 **이상배**

1. 이 성적서는 의뢰자가 제1차 및 제2차 시험을 완료하고 시험결과에 대한 통계를 제공한 후 발급되는 것입니다.
2. 이 성적서는 국의 시험연구원에 의한 것이 아니며, 안전, 환경 및 소음 등으로 사용될 수 없으며 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서의 사본은 무효입니다.

2016년 11월 18일

한국기계전기전자시험연구원장

www.ktc.re.kr 28115 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양청3길 57
TEL : 043-299-6609, FAX : 043-216-6192

서(P510-05) (Rev.2) Page : 1 of 5

ICTC
Korea Testing Certification

시험 결과

성적서 번호 : T2016-11855

제 목 명 : 무침주사기(KIMM_NFI)

1. 시험개요
본 시험은 의뢰자가 제공한 시험용, 의뢰자가 제시한 시험 기준에 따라서 시험을 실시 하였음.
본 시험은 한국기계연구원이 개발한 무침주사기(모델명 : KIMM_NFI)에 대한 농림축산검역본부 과제의 목표 달성지표를 확인하기 위한 시험으로 MEDI KINETICS사의 membrane 돼지 시험에 약물을 주사하여 나온 값이다.

2. 무침주사기(모델명 : KIMM_NFI) 및 MEDI KINETICS사의 membrane 돼지 시험 사진




무침주사기(모델명 : KIMM_NFI) MEDI KINETICS사의 membrane 돼지 시험

2-1. MEDI KINETICS사의 membrane 돼지 시험 개원
① 용명 : Franz cell membrane
② 규격 : 7cm x 7cm x whole (9), 계속.

서(P510-06) (Rev.2) Page : 2 of 5

ICTC
Korea Testing Certification

시험 결과

성적서 번호 : T2016-11855

제 목 명 : 무침주사기(KIMM_NFI)

3. 시험방법 및 조건
① 용액은 0.001g 이상의 저울과 membrane 돼지 시험을 준비한다.
② 주입할 약물의 양도를 비커와 저울을 이용하여 구한다.
③ 약물주입 공급압력은 공급(0.25 ~ 0.35) MPa로 설정한다.
④ membrane 돼지 시험의 질량을 측정한다.
⑤ membrane 돼지 시험에 무침주사기를 이용하여 약물을 주입한 후 질량을 측정한다.
⑥ membrane 돼지 시험 표면에 주입되지 못한 약물을 제거한 후 질량을 측정한다.
⑦ ④-⑥과정을 0.5 mL/shot과, 0.2 mL/shot으로 구분하여 12회 반복 한 후 ⑤번 시험 데이터의 최대값 최소값을 제외하고 아래의 식을 이용하여 측정데이터를 구한다.

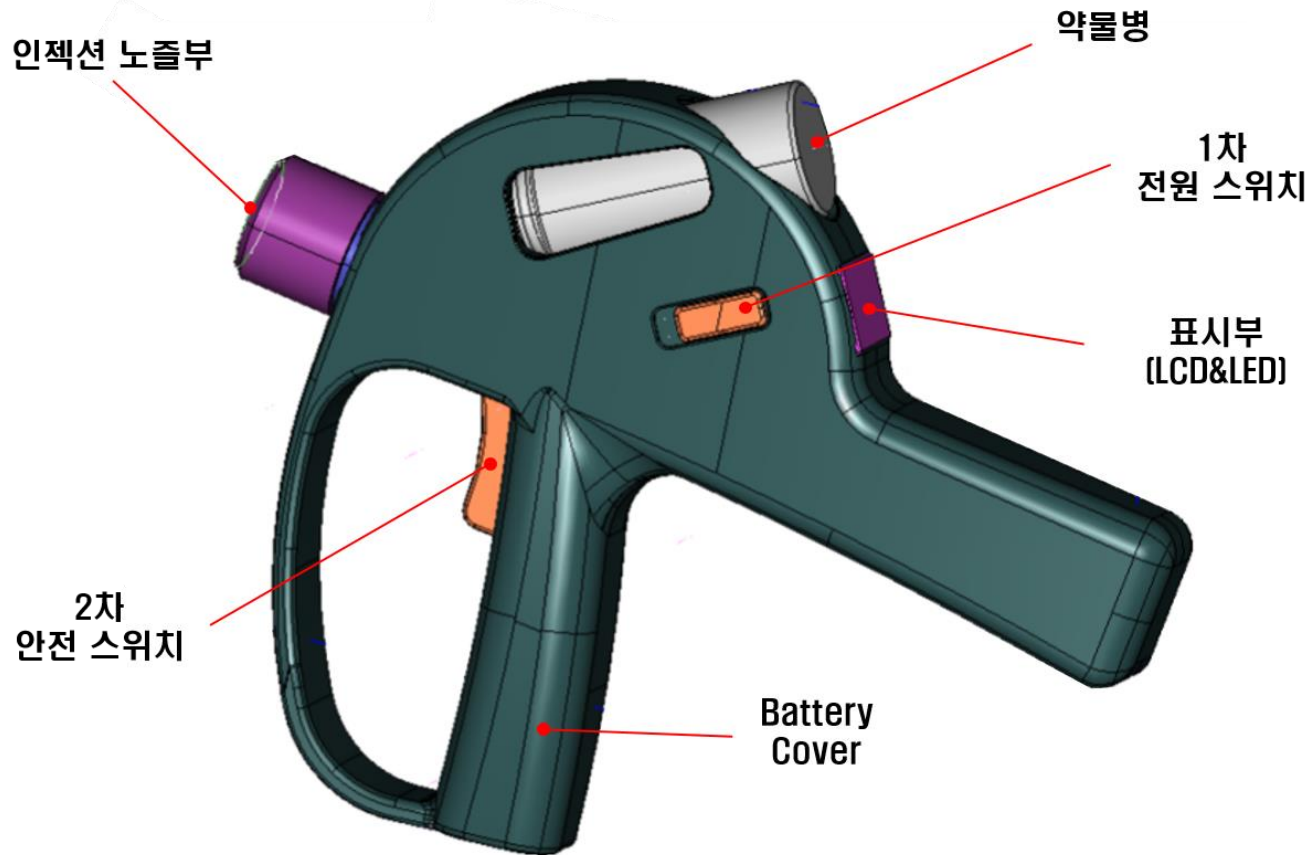
항목	계산식
인젝션 량 [mL]	(⑤)-(④)+(②)
약물전달 효율 [%]	$\frac{(⑤)-(④)}{(⑤)-(④)} \times 100$
약물전달 편차 [%]	$\frac{abs[(⑤)-(④)의 10회 평균 - 개별(⑤)-(④)]}{(⑤)-(④)의 10회 평균} \times 100$

비고 : 1. ② : ②시험방법의 측정된 밀도(g/mL)
2. ④ : ④시험방법의 질량(g)
3. ⑤ : ⑤시험방법의 질량(g)
4. ⑥ : ⑥시험방법의 질량(g)
5. 시험에 사용된 약물 : 구제역 백신 (O Manisa + O 3039), 계속.

서(P510-06) (Rev.2) Page : 3 of 5

4. 개발기술 응용

■ 전동식 무침주사기 구성



4. 개발기술 응용

■ 전동식 무침주사기 layout

용액 주입 (약병)

- 우수한 기밀성
- 오염 방지/세척 용이

노즐부 (분사)

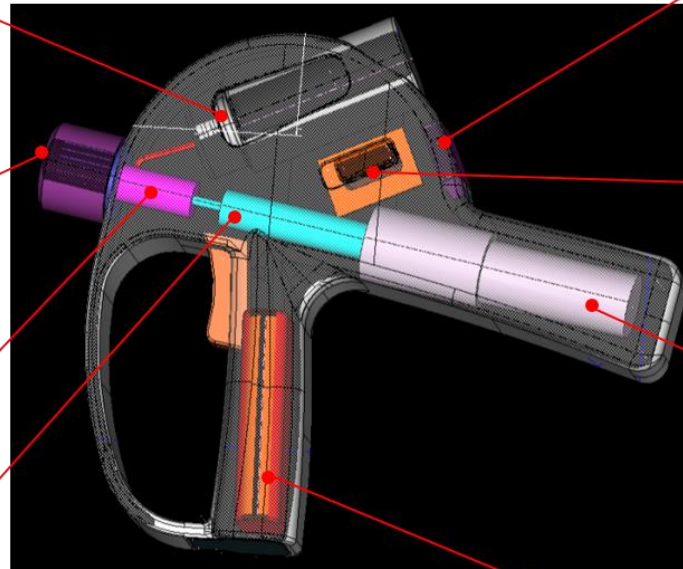
- 접촉 누름 시 발사
- 압력, 접촉센서

약물 분사부

- 약물 자동발사 방지 안전장치

압력 증폭부

- 피스톤 왕복 운동
- 일정한 약물 흡입
- 약물의 압력 상승



표시부 (LDC&LED)

- 사용 준비사항 표시
- 사용횟수(분사) 표시
- Battery 잔량 표시

PCB&스위치 (주 전원)

- Main PCB 전원
- 모터구동 전원

스텝핑 모터 + G/B

- 회전각도 제어에 의한 주입량 제어
- 고 토크 구동

Battery pack & Cover

- 교체 용이한 구조
- 방수구조

5. 개발기술의 특징 및 적용확대

■ 기술 특징

- 압력이나 열팽창 등을 이용한 순간적인 고압 인젝션
- 압전 디스펜서 방식 무침주사기의 경우 고속 주입(100Hz) 및 차단 가능
- 인젝션 압력에 따라 근육, 피하, 피내 주사 가능
- 전동식 또는 압전식 무침주사기의 경우 간편 휴대형으로 제작 가능
- 대량의 산업동물의 경우 무인 자동화 주입 가능

■ 응용 분야

- 다양한 산업동물의 질병예방을 위한 백신주사
- 인체 피부성형용 약물 주입에 활용
- 식품 및 사료 등 내부에 기능성 오일 주입

경청해 주셔서 감사합니다

