

---

(뿌리) 사출공정 후가공 자동화 공정\_사출공정  
[표준공정모델 매뉴얼]

---

*2022. 12*

한국생산기술연구원

---

# 목 차

1. 개요 .....	
1-1. 목적 .....	
1-2. 공정소개 .....	
1-3. 적용대상 .....	
2. 로봇 활용 표준공정모델 .....	
2-1. 공정 분석 .....	
2-2. 로봇 활용 표준공정모델 .....	
2-3. 표준공정모델 실증기준 .....	
3. 기대효과 및 고려사항	
3-1. 기대효과 .....	
3-2. 고려사항 .....	

# 1 개요

## 1-1. 목적

- 인서트 사출공정으로 자동차의 볼벨브 생산라인으로써 수작업으로 인서트를 금형에 삽입 후 사출성형하여 추출하는 공정으로 사출물에 대한 품질 불량과 안전사고가 빈번하여 수작업 사출 공정 자동화 시스템을 표준공정 모델로 개발하여 유사 공정의 수평 전개를 통한 생산성, 품질성, 안전성 및 기업과 근로자의 상생과 협력을 위한 목적 임. 이 공정은 완전 자동화를 시스템을 적용하기 위해 “버” 제거 기술이 들어가 있으며, 사출 후 발생하는 “버”를 제거하므로써 완전 무인 자동화 시스템을 도입 할 수 있게 되었음.

## 1-2. 공정소개

### □ 공정 정의

- 자동차 볼벨브 생산 공정으로써 수작업으로 인서트를 금형에 삽입 후 사출 성형하여 추출하는 공정으로 디버링 시스템을 도입한 로봇 자동화 시스템을 도입하여 생산성, 품질성, 안전성 확보하기 위함.

### □ 공정 선정

- 수요조사 중에 로봇활용 필요성, 시급성, 적합성, 효과성, 활용성 등을 평가하여 표준공정모델 공정을 선정함

## 1-3. 적용대상

### □ 해당공정 적용 업종, 관련 제품군 및 활용 가능 업종

- 소성 가공 공정, 용접 공정
- 표면 처리 공정, 열처리 공정
- 사출 생산 공정
- 머신텐딩 공정
- 기타 표준화 공정 개발에 따른 여러 수작업 생산/가공/후처리 공정

## 2 로봇활용 표준공정모델

### 2-1. 공정 분석

#### □ 사출 자동화 디버링 시스템 공정 분석

##### (1) 자동차 배터리 전도체\_부스바 생산공정

##### ○ 공정 흐름도



[ 전기 자동차 부스바 생산 전체 공정 흐름도 ]

##### ○ 공정 구조



[ 버스바 생산 공정 ]

- ① 소재 공급
- ② 클립 조립-사출기 로딩-성형
- ③ 버제거-품질검사-전류흐름검사-제품포장-출하

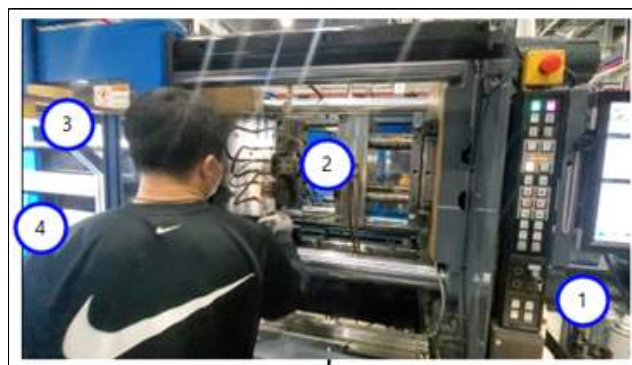
## (2) 볼밸브 사출 자동화 시스템\_디버링 및 검사/로딩,언로딩 포함

### ○ 공정 흐름도



[ 사출자동화 시스템 전체 생산공정 흐름도 ]

### ○ 공정 구조



[ 볼밸브 생산 공정 구조 ]

- ① 인서트 트레이 적재-사출공정 입고-인서트 정렬(작업자)
- ② 인서트 사출기삽입(작업자)-사출성형-제품 취출-쿨링 후 제품 버 제거(작업자)
- ③ 품질검사-트레이적재-제품 이송-완제품 적재-파렛트 이송
- ④ 박스 적재

## □ 공정 문제점 및 개선 필요성

### ○ 현재 공정 문제점

- 기존 공정에서는 인서트 삽입, 제품 언로딩, 품질 검사 등을 작업자가 대부분 하기 때문에 생산성이 떨어지고 품질 문제가 발생.
- 트레이/박싱과 이송 역시 대표적인 단순 업무로 작업자의 피로도와 집중도 저하에 따른 안전 사고에 대한 위험성 문제 심각.
- 디버링 수작업에 의존한 공정은 인건비 공수 및 안전사고, 사이클 타임 누적 손실 발생시키고 있음.

### ○ 실증 필요성

- 로봇 자동화를 도입함으로써 작업상의 오류로 인하여 발생하는 생산제품의 품질 불량을 개선하고 생산성을 향상 시키고자 함.
- 월 생산량 증대 및 생산량 확보를 위하여 작업자 인력 확보가 중요하나 현실적으로 단순 업무로의 작업자 수급의 한계가 있고 효율이 낮음.
- 기존의 수작업 디버링 및 이적재 및 검사(측정) 로딩 / 언로딩에서 로봇 자동화 공정으로 개선하면서 발생하는 안전사고 및 산업재해 발생률 저하를 기대함.
- 버 미제거에 따른 고객사 필드크레임 발생에 따른 손실 발생.

### ○ 개선 요구사항

- 자동차 배터리 전도체\_부스바 생산공정\_사출 후 “버” 제거 공정 + 품질 측정 포함



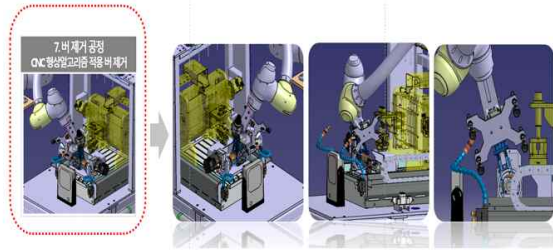


- 자동차 불밸브 생산공정\_사출 후 "버" 제거 공정 + 품질 측정 포함

✓ 기존 공정흐름도



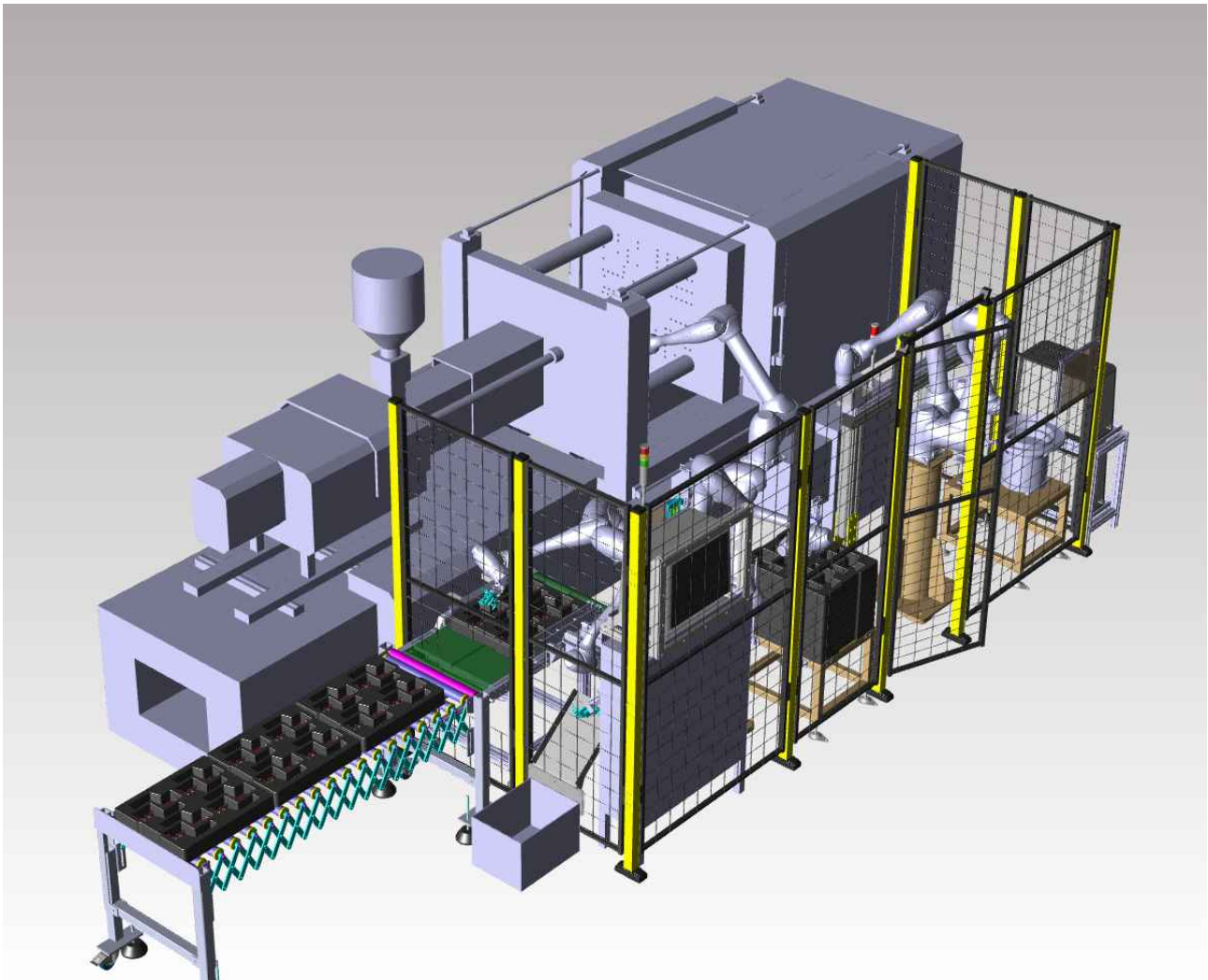
✓ 개선된 공정흐름도(기존 순서 참조)



## 2-2. 로봇 활용 표준공정모델

### □ 표준공정모델 개요 (자동차 배터리 전도체\_부스바 생산공정)

구분	소재공급	클립조립 및 사출기 로딩	사출	제품 추출	디버링 및 검사	적재
As-Is	수동(작업자)	수동(작업자)	사출기	수동(작업자)	수동(작업자)	수동(작업자)
To-Be	협동로봇 로딩장치	협동로봇	사출기	협동로봇	디버링 및 검사장치	협동로봇

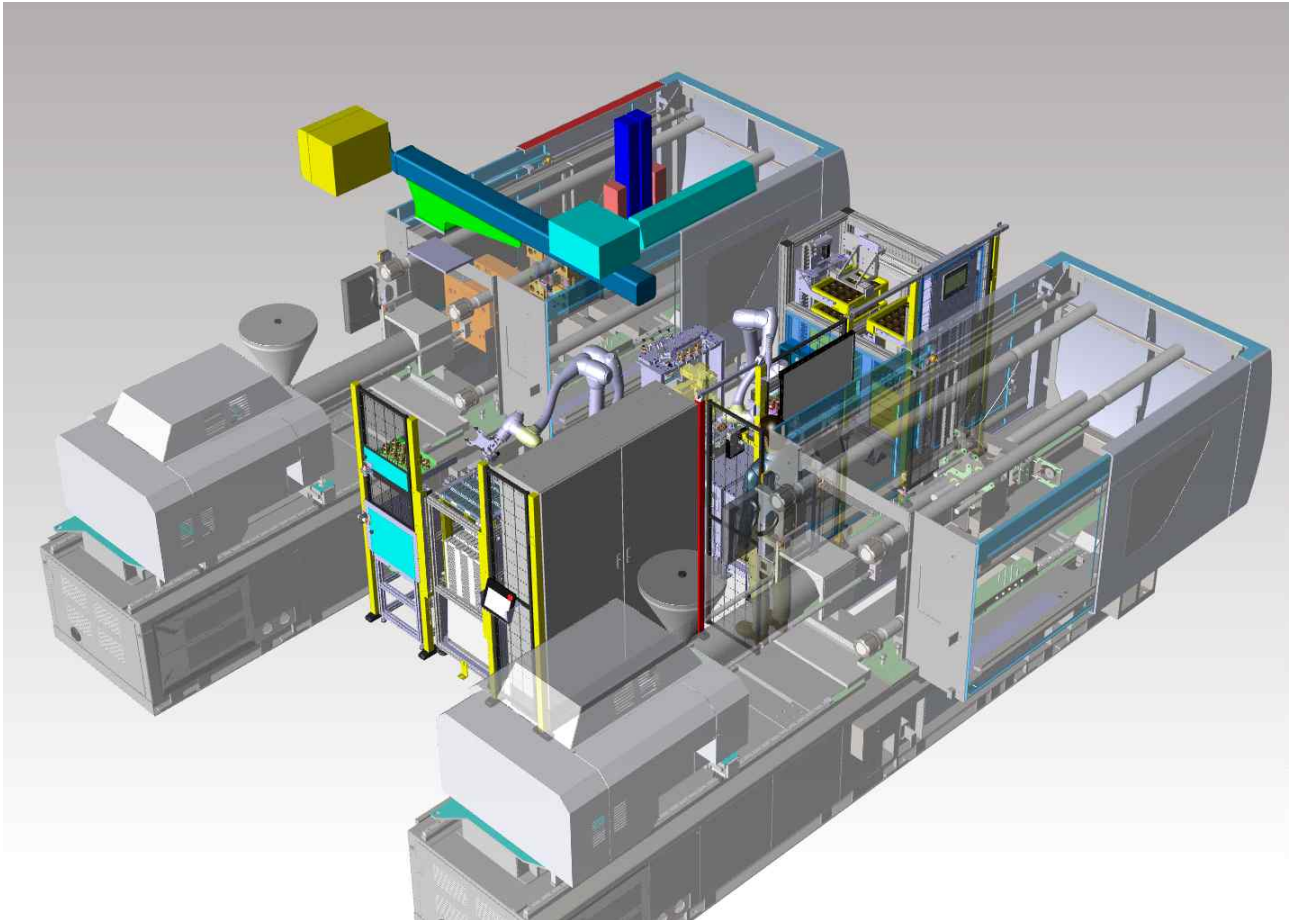


[ 자동차 배터리 부스바 자동화 생산 공정 표준모델 도입 솔루션 ]



□ 표준공정모델 개요(볼밸브 사출 디버링 및 검사 공정)

구분	피인서트 부품 투입	수작업 로딩 및 셋팅	사출	제품 추출	디버링 및 검사	적재
As-Is	수동(작업자)	수동(작업자)	사출기	수동(작업자)	수동(작업자)	수동(작업자)
To-Be	협동로봇 로딩장치	협동로봇	사출기	협동로봇	디버링 및 검사장치	협동로봇



[ 수평 사출 자동화 생산 공정 표준모델 도입 솔루션 ]

## □ 시스템 구성

[전기차 버스바 사출 생산라인 표준공정모델 시스템 구성안]

실증공정	전체 공정	소재공급 ⇨ BUSH 안착 ⇨ 로딩 ⇨ 사출기 성형 ⇨ 언로딩 ⇨ 디버링 및 검사 ⇨ 적재 ⇨ 배출 ⇨ 포장			
	로봇 적용공정	BUSH 안착 ⇨ 로딩 ⇨ 사출기 성형 ⇨ 언로딩 ⇨ 검사 ⇨ 적재 ⇨ 배출			
도입로봇 정보	로봇분류	제조사	모델명	로봇용도	투입대수
	협동로봇_로봇1	대한민국	M1013	분리용 클립 조립	1대
	협동로봇_로봇2	대한민국	M1013	사출기/검사기 로딩&언로딩	1대
	협동로봇_로봇3	대한민국	M1013	검사기 언로딩	1대
공정 레이아웃					
공정순서	세부 공정			주요 투입 설비	
	공정명	주요내용			
①	소재공급	- 작업자가 소재를 픽업 후 정렬 지그 팔렛에 공 급(①)		소재 정렬 셔틀	
②	부시안착	- 소재가 공급(①)된 지그 팔렛에 로봇1이 그리퍼 로 부시 안착(②)		소재 지그 팔렛, M1013 로봇, 그리퍼, 부시 피더기	
③	로딩	- 지그 팔렛(②)에 적재된 소재를 로봇2가 파지 후 사출기(③)에 로딩		M1013 로봇, 그리퍼	
④	사출 성형	- 투입 된 소재를 사출기(④)로 성형		사출기	
⑤	언로딩/ 로딩	- 사출 완료 된 소재를 로봇2가 언로딩 후 통전 검사기(⑤)로 로딩		M1013 로봇, 그립퍼 컨베이어, 통전 검사기	
⑥	언로딩/ 적재	- 통전 검사(⑤)가 완료 된 소재를 협동로봇_로 봇3이 언로딩하여 트레이 적재		M1013 로봇, 그립퍼A, 트레이, 통전 검사기	
⑦	트레이 로딩	- 언로딩/적재(⑥) 진행 중 트레이 만재 시 협동 로봇_로봇3이 그립퍼B를 이용하여 트레이 로딩		M1013 로봇, 그립퍼B, 트레이	
⑧	배출	- 언로딩/적재(⑥) 작업이 완료 되어 만재 된 트 레이는 컨베이어를 통하여 배출		M1013 로봇, 컨베이어	

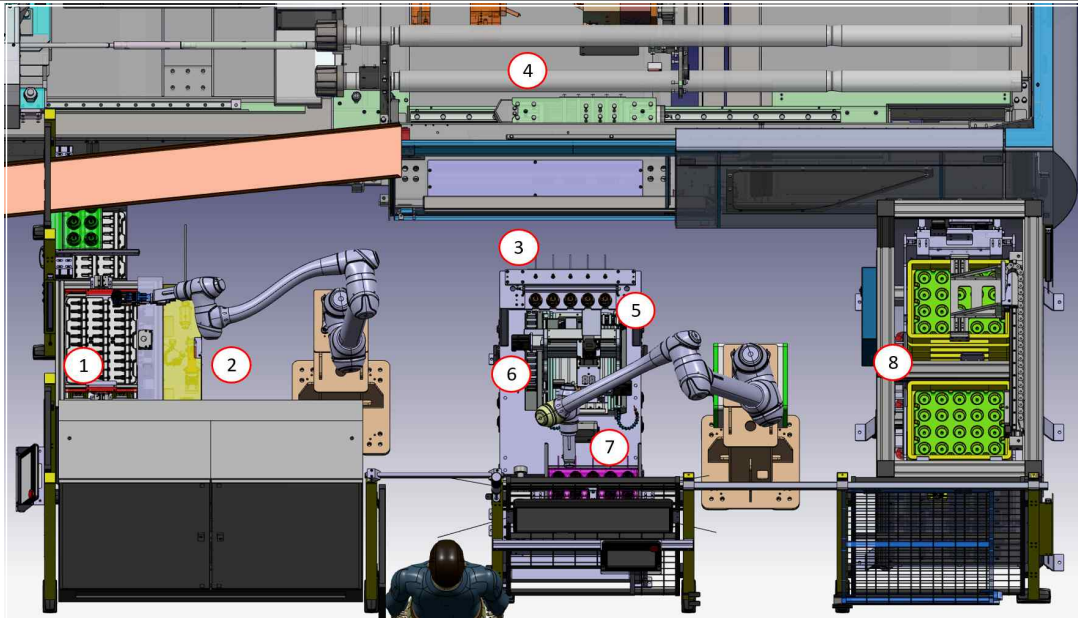
□ 시스템 상세 구성 및 스펙\_전기차 버스바 생산라인

주요공정	구분(개수)	종류	제조사	모델명	규격	용도
소재공급	정렬 장치	정렬 팔렛	416automation	CP-010	400X400X200	소재공급
부쉬안착	로봇(1대)	협동로봇	두산로보틱스	M1013	10kg	이송
	그리퍼	공압 1핸드 그리퍼	416automation	AG-010	1Hand Air Gripper Type	제품 핸들링
	부쉬 피더기	부쉬피더	416automation	CPS-100	MAX 350hz	
소재정렬 &로딩	로봇(1대)	협동로봇	두산로보틱스	M1013	10kg	이송
	그리퍼	공압 1핸드 그리퍼	416automation	AG-010	1Hand Air Gripper Type	제품 핸들링
검사/적재/디버링	로봇(1대)	협동로봇	두산로보틱스	M1013	10kg	이송
	검사장치	통전 검사기	416automation	RCT-010	12V	검사
	그리퍼A	공압 1핸드 그리퍼	416automation	AG-010	1Hand Air Gripper Type	제품 핸들링
	그리퍼B	진공 그리퍼	416automation	VG-010	Vacuum Gripper Type	트레이 핸들링
	디버링 장치	버 제거 시스템	416automation	ACC-416-01	4축 CNC 디버링 시스템 및 툴	버제거
기타	안전장치	안전펜스/안전도어	416automation	RA-003	카테고리 4등급	안전

[ 버스바 생산라인 로봇 시스템 주요설비 ]

## □ 시스템 구성

[자동차 볼밸브 사출 생산라인 표준공정모델 시스템 구성안]

실증공정	전체 공정	소재공급 ⇨ 로딩/언로딩 ⇨ 소재정렬 ⇨ 로딩/언로딩 ⇨ 비전검사 ⇨ 소재투입 ⇨ 언로딩 ⇨ 버퍼 ⇨ 동심도&각도 검사 ⇨ 트레이 적재 ⇨배출			
	로봇 적용공정	로딩/언로딩 ⇨ 소재 정렬 ⇨ 투입 버퍼 적재 ⇨ 소재투입 ⇨ 언로딩 ⇨ 버퍼 ⇨ 디버링 ⇨ 동심도&각도 검사 ⇨ 트레이 적재			
도입로봇 정보	로봇분류	제조사	모델명	로봇용도	투입대수
	협동로봇_로봇1	대한민국	M0617	소재 정렬 로딩&언로딩	1대
	협동로봇_로봇2	대한민국	M0617	로딩&언로딩 트레이 적재	1대
공정 레이아웃					
공정순서	세부 공정			주요 투입 설비	
	공정명	주요내용			
①	소재공급	- 소재가 적재 된 트레이를 작업자가 소재 트레이 공급기(①)에 투입		소재 트레이 공급기	
②	소재정렬	- 로봇1이 소재를 파지하여 정렬 unit(②)에 투입		M0617 로봇 및 그리퍼, 소재 정렬 unit	
③	버퍼적재	- 정렬이 완료 된 소재를 로봇1의 그리퍼를 이용하여 투입 버퍼 station에 적재		M0617 로봇 및 듀얼 그리퍼 _A 소재 정렬 unit, 사출 성형기	
④	소재투입/ 배출	- 사출 성형기 직교 로봇으로 소재를 사출기에 투입 및 완제품 배출		사출 성형기, 사출기 직교 로봇	
⑤	버퍼적재	- 사출기 직교 로봇이 완제품을 버퍼 station에 적재		사출기 직교 로봇, 완제품 버퍼 station	

⑥	디버링	- 로봇1이 버퍼에 적재 된 완제품을 이체하여 디버링 station에 투입	M0617 로봇 및 듀얼 그리퍼 _B , 디버링 CNC, 디버링 TOOL
⑦	동심도/각도 검사	- 동심도 검사 및 비전 시스테을 이용한 샤프트 삽입 각도 검사	M0617 로봇 및 그리퍼 , 동심도/각도 검사 시스템
⑧	트레이 적재	- 동심도 검사 결과 OK인 제품은 로봇2로 트를 이용하여 배출 트레이 공급기(⑦)에 적재 - 불량품으로 NG판정 제품은 버퍼 (⑥)으로 적재	M0617 로봇 및 그리퍼, 배출 트레이 공급기
⑨	배출	- 트레이를 통하여 완제품 배출	배출 트레이 공급기

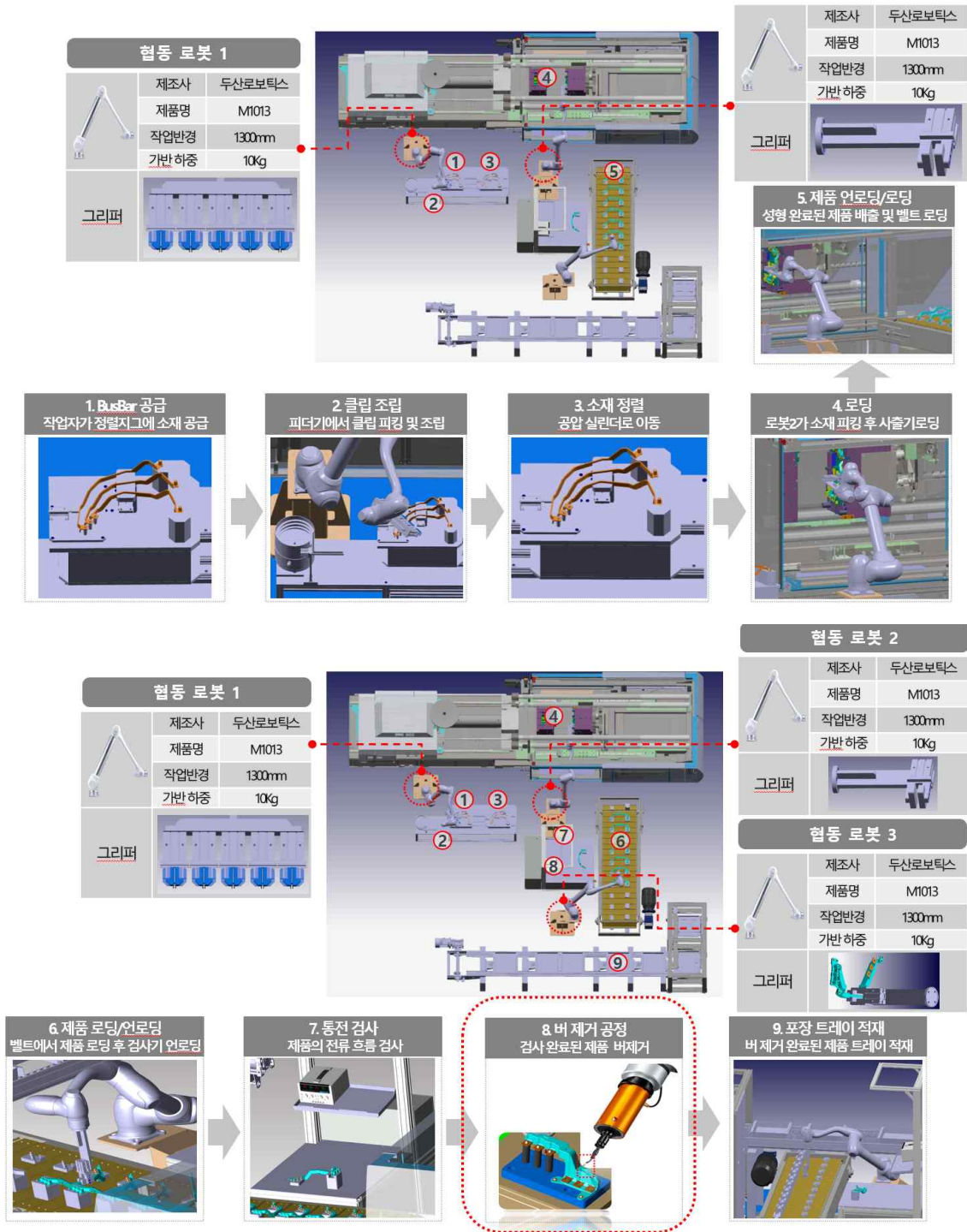
## □ 시스템 상세 구성 및 스펙\_볼밸브 생산라인

주요공정	구분(개수)	종류	제조사	모델명	규격	용도
소재공급	공급 장치	트레이 공급기	416automation	TPS-010	500x800x1600	소재공급
	정렬 장치	정렬 Unit	416automation	CPU-010	250x250x250	소재정렬
로딩&언로딩	로봇(1대)	협동로봇	두산로보틱스	M0617	6kg	이송
	그립퍼_A, 그립퍼_B	공압 2핸드 그립퍼	416automation	AG-020	2Hands Air Gripper Type	소재파지
디버링	디버링 STATION	미니 CNC	보드테크 앤 다비드	TOOLI 23	530x630x590	소재고정 및 회전
	디버링 툴	디버링 TOOL	416automation	KN-001	150x200x350	Burr cutting
검사	버퍼	버퍼 table	416automation	BIT-020	5ea buffer	버퍼
	측정기	Probe	416automation	PR-100	150mm	동심도 측정
	비전	2D 비전 시스템	코그닉스	In-sight 2000	Mini vision	샤프트 삽입 각도 측정
언로딩	로봇(1대)	협동로봇	두산로보틱스	M0617	6kg	이송
	그립퍼_C	공압 그립퍼	416automation	AG-010	1Hand Air Gripper Type	소재파지
	공급장치	트레이 공급/배출 기	416automation	TSEM-001	800x1600x1500	트레이 이송
기타	안전장치	안전펜스/ 안전도어	416automation	OG-007	카타고리4등급	안전사항



## □ 공정 설계도

○ 사출기에 버스바 소재 로딩을 위한 버스바와 부쉬 안착 및 사출 후 버 제거를 위한 디버링, 검사 및 로딩 절차

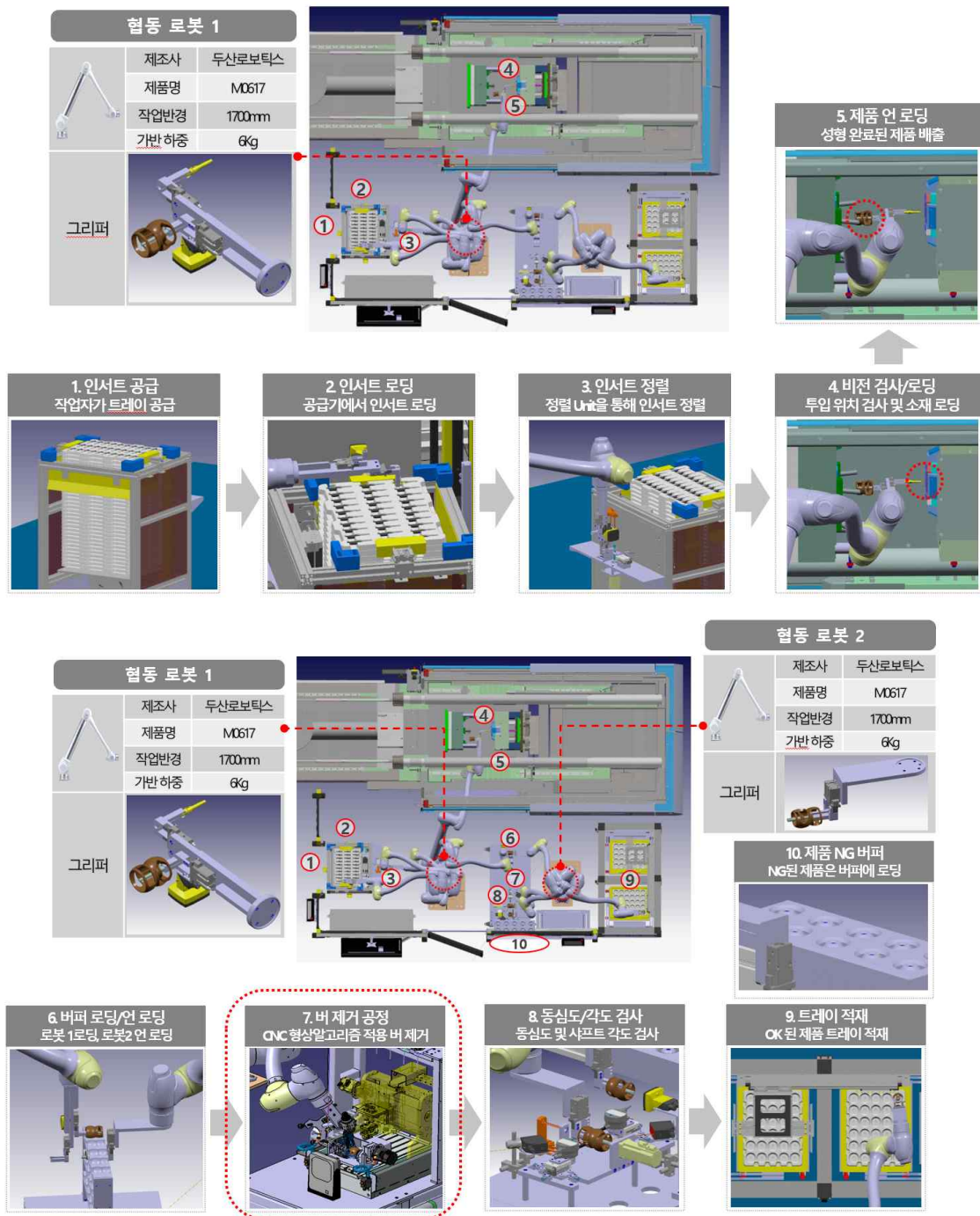


•적용 전: 사출 검사 전 작업자 수작업을 통한 “버” 제거 인력이 상당하여 기업 경쟁력 문제 발생. 휴먼 에러로 인해 불량품 다수 발생에 따른 원재료비 손실 발생



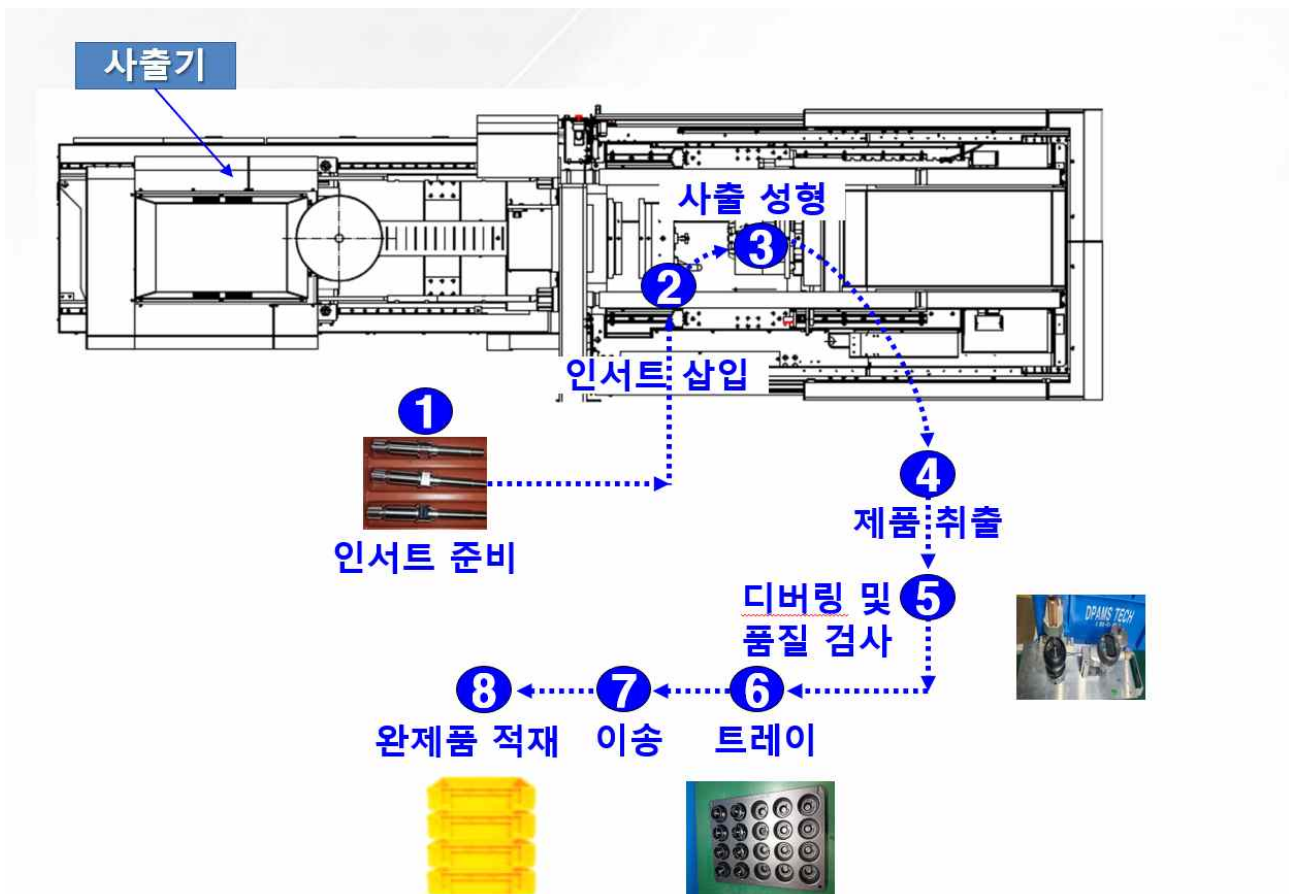
•적용 후: 사출 후 버 제거 로봇 자동화 시스템 도입: 협동 로봇을 이용한 순응 제어를 통한 버스바버 제거 공법 적용하여 표준화를 통한 “버” 제거로 불량률을 줄이고 로봇 자동화 공정 적용에 따른 인건비 절감이 가능 할 것으로 판단

○ 사출기에 볼밸브 소재 로딩을 위해 인스트와 사출 후 버 제거를 위한 디버링, 검사 및 로딩 절차

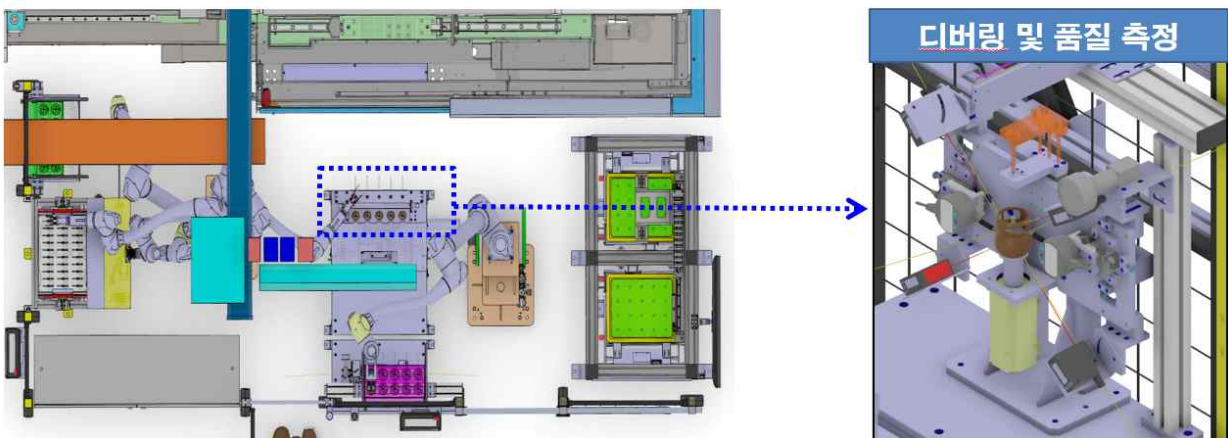
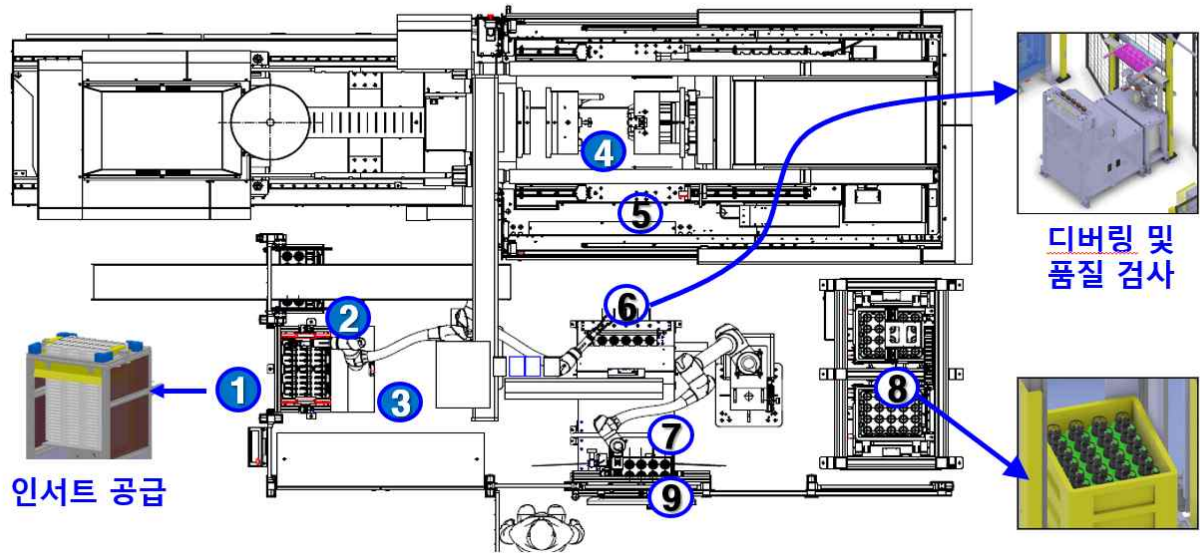


## □ 운영 시나리오

- 표준모델 공정 설계에 따른 운영시나리오 시뮬레이션을 위해 수평 사출 로봇 자동화 공정과 수직 사출 로봇 자동화 공정 운영안을 CATIA S/W를 이용하여 시뮬레이션 검증
- 사출 로봇 자동화 공정 운영 시나리오: 인서트 로딩, 이송, 안착, 추출, 언로딩, 디버링, 검사, 적재 모든 공정에서 로봇이 그리퍼를 이용하여 이동하며, UPH(시간당 생산대수)를 맞추기 위해 2~3기의 로봇으로 운영하여 로딩, 이송, 안착, 추출을 하는 로봇과 언로딩, 디버링, 검사, 적재 및 트레이/박스를 공급하는 로봇으로 구성하여 완전 무인 자동화를 구현
  - 공정 사이클 타임인 제품당 약 25초 소요로 최소 2~3기의 협동로봇을 운영해야만 기존 수작업과 같은 생산성이 나옴
  - 수작업 대비 생산성 20~30% 증가



[로봇 3기 이용 전기차 부스바 사출 자동화 시뮬레이션]



[로봇 2기 운영 볼밸브 사출 자동화 시뮬레이션]

## 2-3. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준[사출 후가공 자동화 공정]					
산업 분야	금속/자동차	대상업종 (산업분류코드)	그 외 기타 금속 가공업 (C25929)	적용공정	사출 성형 후가공 공정 자동화 시스템 구축
공정 소개	공정 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>금형 상태에 따라 사출 성형 생산 또는 절삭 가공품 제작 과정에서 생산되는 제품의 고질적인 버(Burr) 발생과 게이트 제거 및 파팅라인 정리 등으로 인한 품질 또는 제품 원가 소실등에 따른 문제를 예방하고 품질을 향상하기 위한 자동 후가공 공정 시스템 적용을 목표로 함</li> </ul>			
	핵심(부) 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>사출기에서 로딩 된 제품을 이송 및 정확한 위치 안착</li> <li>사출물의 품질 검사</li> <li>제품 Burr 제거 후 검사 공정 이송 및 적재</li> <li>게이트 라인 제거 및 파팅라인 제거 후 검사 및 이송/적재</li> </ul>			
	핵심 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 제품군의 크기 및 형상 크기 인식을 위한 비전 시스템과 정확한 제품 형상을 판독하는 3D 시스템을 도입</li> <li>다양한 사출품 대응을 위한 그리퍼와 다품종 제품을 고정 시킬 수 있는 유니버설 지그 반영</li> <li>후가공을 위해 로봇암의 헤드부에 후가공 처리 기능을 위한 시스템 장착</li> <li>다양한 소재에서 발생하는 이물질과 유해 성분을 흡입하여 쾌적한 환경을 만들어 주는 집진 시스템 반영</li> <li>설비별, 품종별 디버링 가공 조건 및 환경 변화에 대한 DB화</li> <li>설치 후 티칭 정밀도를 보장할 수 있는 비전을 이용한 자동 세팅</li> <li>사출품 디버링 후 품질 검사 비전 (불량품 감지/단차/스크래치등 외관 불량 확인)</li> <li>버(Burr) 제거, 게이트 제거 및 파팅라인 정리를 위한 가위 타입 절단, 초음파 커팅기, 그라인딩, 다축CNC, 세라믹디버링툴, 극저온 냉동제어기술을 이용한 제거등을 위한 시스템 도입</li> </ul>			
	핵심 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇과 그리퍼와 사출기계의 연동 전기적/기계적 인터페이스 통일</li> <li>로봇의 가반하중을 고려한 경량화 설계(디버링 툴 무게 계산 필요)</li> <li>로봇 이송 시 좌표 또는 디버링, 게이트 제거, 파팅라인 제거 툴의 변형(흔들림/진동)에 따른 품질 저하 발생 요인 확인</li> <li>제품 안착 시 미세 흔들림 또는 위치 편차에 따른 버 제거 불량 요인 방안 반영</li> <li>버(Burr)제거, 게이트 제거, 파팅라인 제거 시 표준화를 통한 유저 인터페이스 적용으로 쉽게 설정이 가능하도록 구성</li> <li>3D 비전을 이용한 제품 불량 최소화</li> <li>로봇을 이용한 사출물 이송/검사 위치 안착/트레이적재 기능 연동</li> <li>기존 협동로봇 시스템과 유기적인 인터페이스와 동기화가 가능하도록 시스템 일원화 구성</li> </ul>			
	필요성	<p>[도입필요성]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>생산성 및 품질 향상: 수작업으로 게이트, 파팅라인 및 버제거 작업으로 인한 휴먼 에러 및 불량 방지로 고품질 생산 가능</li> <li>작업자에 따라 버(Burr), 게이트, 파팅라인 제거 시 균일하지 못하며 곡면 분사의 어려움으로 품질에 대한 문제 발생</li> <li>버(Burr)제거를 위한 수작업 디버링으로 인해 제품 사출 시간보다 느려 작업자의 인원 보충으로 고정비 증가</li> <li>단순 반복작업에 기인한 작업자 피로도 누적 및 산재</li> </ul>			
	효과	<p>[도입효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>인체 호흡기 및 위험 물질로부터 작업자 보호 및 버(Burr), 게이트, 파팅라인 공정 수작업 제거에 따른 안전 위험 감소(산업재해 감소 효과)</li> <li>제품 불량률 현저히 감소</li> </ul>			



		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 균일한 디버링 및 후가공 진행으로 인한 제품 품질 향상</li> <li>■ 생산비 절감 및 생산성 향상</li> <li>■ 작업자 근골격계 질환 예방</li> </ul>	
구분		Before	After
레이아웃		 	  
작업순서		-사출 후 이송 제품의 틀 수작업 고정→ 버(Burr), 게이트, 파팅라인 제거를 위한 커터날, 그라인딩 장비로 수작업 디버링 후가공진행→ 육안검사(품질검사)→ 제품 적재→ 포장	-사출 후 이송 제품의 고정→ 후가공 부위 인식(비전)→ 후가공 (게이트, 버, 파팅라인 제거)진행→ 3D비전 검사(품질검사)→ 제품 적재→ 포장

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 [사출 후가공 자동화 공정]				
적용로봇 사양	로봇 종류	협동로봇		
	가반 하중	~10kg		
	작업 반경	~1,300mm		
	투입 대수	45,000천원		
	기타	~3대		
주변 설비 사양	그리퍼	■ 10kg 이하 (작업물 무게 포함) ■ 최대 2개 핸들링 가능한 다중 그리퍼		
	로봇 베이스	■ 고정 포스트형		
	비전 장치	■ 코그닉스 비전 시스템을 이용한 다양한 알고리즘 반영 ■ 3D비전을 통한 제품의 버(Burr), 파팅라인, 게이트의 위치 자동 계산 반영		
	유니버설 고정지그	■ 협동로봇을 이용한 이송 및 정밀한 위치 안착을 위한 지그 반영		
	디버링 장치	■ 게이트 제거용 절단 타입 톨 ■ 초음파 커팅기를 이용한 버, 파팅라인 제거 기술 ■ 다양한 후가공 진행을 위한 그라인딩 방식 ■ 세라믹 디버링 톨을 이용한 버(Burr) 제거 방식 ■ 다축 미니 CNC와 디버링 톨을 이용한 3D 성형 모델링 기술을 융합하여 정확한 제품 선도를 맞출 수 있는 기술 반영 ■ 극저온 냉동제어기술을 이용한 버(Burr), 파팅라인 제거 반영 ■ 협동로봇을 이용한 ROS 기술과 3D 비전을 통한 디버링 방법		
	품질 보증 검사 장치	■ 후가공 진행 후 제품 품질 확인 및 선도 정밀 측정 반영		
	집진 기기	■ 후가공 후 발생하는 이물질등을 제거하여 주변 오염 방지		
	계측 기기	■ 유무 감지 센서, 혼류방지 센서, 위치 감지		
	S/W	■ 후가공 위치 티칭 유저 인터페이스 제공(HMI)		
	제어기	■ 설비별 품목별 티칭 경로 DB화 및 사용자 화면, 이더넷 통신, 설비 인터락용 산업용 표준 통신, Ros통신을 이용한 로봇 및 디버링 시스템 제어		
	안전 설비	■ Digital 접점신호 제어용 유선 PLC ■ 가압력 확인을 위한 시스템 구축(공압, 가압력등)		
	스마트 팩토리 지원	■ 안전 펜스(빔센서 포함)		
	기타 1	■ MES 연동		
	기타 2	■ 온도/습도/이형제 도포량 데이터 분석 연동		
	기타 3			
	기타 4			
	기타 5			
	기타 4			
	기타 5			
로봇도입 핵심 고려사항	○ 디버링 제거 기술을 이용한 품질 보증 및 원가 손실 개선 ○ 공정시간 단축 및 품질 균일화: 로봇 도입을 통해 생산 효율 극대화 ○ 생산 단가 절감: 인력 투입 을 감소로 인한 단가절감 ○ 작업 환경 개선: 수동 작업방식의 위험성 제거			
소요예산	■ 300,000천원			
작성처	■ 한국생산기술연구원 김종 <sup>18</sup> 주석연구원☎ 031-670-3935)			



### 3 기대효과 및 고려사항

#### 3-1. 기대효과

□ 표준공정모델 적용에 따른 기대효과

○ 정량적 효과(ROI 분석결과 등)

##### 1) 전기차 버스바 사출 생산라인 자동화 공정

구분	도입 전	도입 후
생산성	현재(A) : 15개/hr (ERP상 자동차 부품 생산라인 생산량 평균 기준)	목표(B) : 20개/hr (해당공정 로봇도입 이후 목표)
불량률	현재(A) : 6% (1month) 일 150개 생산 중 9개 불량(=불량/생산 계산)	목표(B) : 2% (1month) 일 200개 생산 중 4개 불량
투자회수기간(ROI)	2.2년 이내	

#### － 상세 분석 내용

##### ① 로봇 도입 후 예상 생산량

구 분	도입전	도입후	변화량	증감율	비 고
월 생 산 량	3,600	4,800	1,200	25%	증가
일 생 산 량	150	200	50	25%	증가
시간당생산량	15	20	5	25%	증가
투입인원(명)	2	1	1	50%	감소
노 무 비/년	60,000천원	30,000천원	30,000천원	50%	감소

\*인당노무비 : 최저시급(9,160원)\*50%(4대보험료, 퇴직금등 포함)

##### ② 로봇 도입 투자비용/ 운용비용

구 분	로봇설비비용(천원)	비 고
투 자 금 액	290,000	로봇도입비용
감가상각비(년)	55,100	년55,100기준 잔여 14,500
유지보수료(년)	14,500	
투자금 이자비용(년)	14,500	
기타 비용(년)	5,000	
전력비(년)	6,000	
합 계	95,100	

\* 감가상각비- 5년 정액법, 유지보수료-취득가액의 매년 5%, 전력비 월평균 전력비의 3%

### ③ 로봇 도입 투자비용 예상회수기간

비용합계	도입전	도입후	로봇도입비용 차액	생산량 증가이익	투자금액 회수기간(월)
노무비+로봇설비비용	60,000천원	330,000천원	270,000천원	72,000천원	24개월

\* 생산량증가이익 수식설명 : (일생산량 변화량\*일수\*생산량 증가에 따른 이익)

\* 생산량증가에 따른 이익 예시(1ea당 300원)

## 2) 자동차 볼밸브 생산라인 자동화 공정

구분	도입 전	도입 후
생산성	현재(A) : 48개/hr (ERP상 자동차 부품 생산라인 생산량 평균 기준)	목표(B) : 72개/hr (해당공정 로봇도입 이후 목표)
불량률	현재(A) : 6.17% (1month) 81개 생산 중 05개 불량(=불량/생산 계산)	목표(B) : 3% (1month) 81개 생산 중 03개 불량
투자회수기간(ROI)	2년 이내	

### - 상세 분석 내용

#### ① 로봇 도입 후 예상 생산량

구 분	도입전	도입후	변화량	증감율	비 고
월 생 산 량	11,520	14,400	2,880	20%	증가
일 생 산 량	480	600	120	20%	증가
시간당생산량	48	60	12	20%	증가
투입인원(명)	2	1	1	50%	감소
노 무 비/년	80,000천원	40,000천원	40,000천원	50%	감소

\*인당노무비 : 최저시급(9,160원)\*50%(4대보험료, 퇴직금등 포함)

#### ② 로봇 도입 투자비용/ 운용비용

구 분	로봇설비비용	비 고
투 자 금 액	290,000	로봇도입비용
감가상각비(년)	55,100	년55,100기준 잔여 14,500
유지보수료(년)	14,500	
투자금 이자비용(년)	14,500	
기타 비용(년)	5,000	
전력비(년)	6,000	
합 계	95,100	

\* 감가상각비- 5년 정액법, 유지보수료-취득가액의 매년 5%, 전력비 월평균 전력비의 3%

### ③ 로봇 도입 투자비용 예상회수기간

비용합계	도입전	도입후	로봇도입비용 차액	생산량 증가이익	투자금액 회수기간(월)
노무비+로봇설비비 용	80,000천 원	330,000천 원	250,000천 원	84,672천 원	26개월

\* 생산량증가이익 수식설명 : (일생산량 변화량\*일수\*생산량 증가에 따른 이익)

\* 생산량증가에 따른 이익 예시(1ea당 300원)

○ 정성적 효과(제조현장 근무환경 개선내용 등)

#### □ 도입기업 성과

구 분	내용	비 고
작업 환경 개선	작업자 와 로봇의 협업 시스템 구현을 통한 통한 생산성 향상 및 작업환경 개선	동영상 참조
생산 제품 개선	플프루프 시스템 자동화 시스템 도입에따라 불량 검출 능력의 대폭 향상에 따른 리워크 작업 및 불량품에 대한 원가 경쟁력과 크래임 비용 절감	결과 데이터참조
노동자 만족도 향상	작업조건 및 피로도 증가에 따른 근골격계질환 등 근로자 노동환경 개선	근로자 만족도 참조
표준공정모델에 따른 수 평전개 가능	작업공정/업무의 표준화 관리를 통한 LOSS 제거 및 생산 능력 향상 도모	MES연동 및 표준화 기반 공장운영
고객품질만족	육안/감성 평가 공정의 자동화를 통한 검사 신뢰성 향상 및 고객 만족 실현	고객 클레임 0% 목표
원가경쟁력확보	고객의 상향된 품질 요구 수준에 따른 품질비용 및 투자비용등 원가 경쟁력 확보 가능	원가경쟁력 우위

#### □ 공급기업 성과

구 분	내용	비 고
수요처 신규발굴	본 과제와 유사한 제조기업 4개사 발굴 및 22년 제조혁신 지원사업 타겟으로 관련 설계 진행 중	유사 프로젝트 7건 수행 중
인지도 향상에 따른 매출 증가	국책과제를 통해 특수한 작업환경 개선 및 신기술 적용에 따른 고객사(현대/기아자동차) 대외 홍보로 제조업체 문의 및 추가 프로젝트 증가에 따른 매출 향상	로봇월드참여
실증/표준화 공정 경험에 따른 경쟁력 확보	실증 및 표준화 공정 개발 공급에 따른 표준 공용 제품을 만들어 국내 SI/고객사에 쉽고 안전한 로봇 공급 기대	표준공정로드맵 개발중
고용창출효과	로봇 자동화 시스템 개발공급 및 국책과제 진행에 따른 고용 창출 효과 기대	20년대비 30%증가
표준어플리케이션 개발 공급에 따른 시장 선점	로봇 자동화 신기술 및 로봇과 시스템 적용에 따른 다양한 어플리케이션을 스탠다드화하여 개발 공급하여 시장 점유가 높을 것으로 기대	연구개발 집중투자 유치

## 3-2. 고려사항

### □ 표준공정모델 적용 및 공정 운영 시 유의사항 등

구분	유의 사항
설계 및 제작	신규 라인으로 레이아웃 배치 확인 - 무인 자동화 구성에 따른 배치 확인 - 생산량 증대 및 작업자 동선 배치에 따라 장비 배치 확인
	설계 도면과 실제 최종 도면의 차이로 제작 어셈블리 일부 수정 및 보완 - 현장의 레이아웃을 변경하지 않고 협소한 공간을 활용하여 장비 설계 필요 - 레이아웃 변경에 따른 추가 비용 손실 방지를 위한 공정 검토 필요
	- 전세계 반도체 이슈에 따라 각종 중요 전자 부품 및 서보모터/서보드라이버/전장 부품 일부 수급 어려움
	- ROI 계산을 통한 정확한 표준화/실증 사업 설계 필요 - 디버깅 자동화 시스템 개발_정밀도, 곡선 버제거 방법 강구
시스템구축	- 9월 실제 양산으로 현재 전공정 시스템 사용 중(양산 중) * 일부 반도체 이슈에 따라 416오토메이션 제고품 사용하여 라인 구성
	- MES 프로그램 개발 및 설치 완료 및 양산 적용하여 현재 MES에 모든 데이터 저장 필요
	- 충분한 테스트 및 검증 후 현장 설치 할 수 있도록 시뮬레이션 및 구조 해석 필요
	- 로봇 시스템 도입과 안전, 작업자 동선등에 따른 추가 안전 펜스 확보 및 안전광(안전센서) 추가 필요
	- 실제 제품의 하드웨어적인 사양이 옵션에 따라 달라져 로봇 티칭 및 위치 제어 시 문제가 발생으로 주변 설비 관련 정확한 예산 확인

## □ 사출 로봇 자동화 시스템 구축 추진 일정

구분	주요내용		추진일정(월)										비고
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	공장 레이아웃 분석 - 장비동선/테스트 위치/예상사이즈 및 작업공간 검토	계획											
		결과											
2	각 공정 분석 - 생산량/장비속도/품질/작업성/로봇자동화 안전성/협업	계획											
		결과											
3	3D 설계 및 전기 도면 설계 - 3D 카티아 기구설계 - 전기 설계	계획											
		결과											
4	UPH/검사시간/운영 및 작업 시간 분석/ 간섭 및 동선 분석 외	계획											
		결과											
5	3D 시뮬레이션 설계 검토 및 각 보완사항 수정	계획											
		결과											
6	시스템 기능 분석	계획											
		결과											
7	통신 및 알고리즘 분석/인터페이스 점검 제작 및 개발	계획											
		결과											
8	장비 조립 및 전장 작업 - 기구 조립/전장 제작 - 시스템 제작	계획											
		결과											
9	장비 시운전 및 검수	계획											
		결과											
10	포장 및 및 운송/장비 설치	계획											
		결과											
11	수동/단동/자동점검 및 디버깅	계획											
		결과											
12	합리화 개선 - 이슈 정리 및 문제점 정리 - 프로그램 디버깅 및 테스트	계획											
		결과											
13	생산성 확인 및 품질 검사등 장비 신뢰성 검증	계획											
		결과											
14	작업자 및 보전 전문 교육 (로봇 및 시스템)	계획											
		결과											
15	양산 대응 및 문제 발생 시 긴급 유선 또는 온라인지원 대응	계획											
		결과											