

## 화재 감지기 조립 및 검사 시스템

朴 榮 濟, 金 元 經  
大宇 重工業(株) 中央研究所

### I. 서론

제품의 품질과 생산성을 향상 시켜 제품의 경쟁력을 강화 시키는 문제는 이제 경영자와 기술자의 과제일 뿐만 아니라 국가적 과제로 대두 되었다. 무한 경쟁이라는 현 시대 상황은 더더욱 이 과제의 중요성을 실감케 한다. 제품의 경쟁력을 강화 시키는 방안에는 신제품 및 신기술 개발, 설계의 합리화 등 여러가지 있으나, 효율적이고 합리적인 생산 시스템을 구축하여 품질과 생산성을 향상시키는 방안이 적절한 대응 방법의 하나로 생각 된다.

생산 시스템은 시대의 변천과 더불어 시대적, 사회적 요구에 적합하게 변화 되어 왔으며 현재는 다품종 소량 생산에 적합하며, 빠른 생산 리드타임을 구현하고, 24 시간 무인화 및 생산 설비의 재사용이 가능한 생산 시스템이 요구된다. 더우기 전자 제품은 제품의 Life Time 이 짧고 신뢰성과 가격이 큰 주안점이므로 유연한 자동 생산 시스템이 가장 많이 요구 되는 분야이다.

본고 에서는 이러한 생산 시스템의 예로서 품질과 생산성을 향상시킨 화재 감지기 생산 시스템을 소개 하고자 한다. 이 시스템은 성공적인 자동화 구현을 위해 생산 시스템 개발과 아울러 자동화에 적합한 제품 형상의 변경이 함께 수반 되어 Concurrent Engineering 관점에서 시스템이 개발 되었다. 시스템은 PCB(인쇄 회로 기판) 의 SMT(전자 부품 표면 실장 기술) 조립 시스템과 화재 감지기 조립 및 검사 시스템으로 구성 되어 있다. 로봇 3 대와 작동, 부작동 시험기 및 그밖의 주변 장비로 시스템이 구성 되며, 조립과 완제품에 대한 성능 검사의 자동화가 구현 되었

고 컴퓨터로 생산 모니터링 하여 생산 데이터 관리가 가능 하다.

### II. 본론

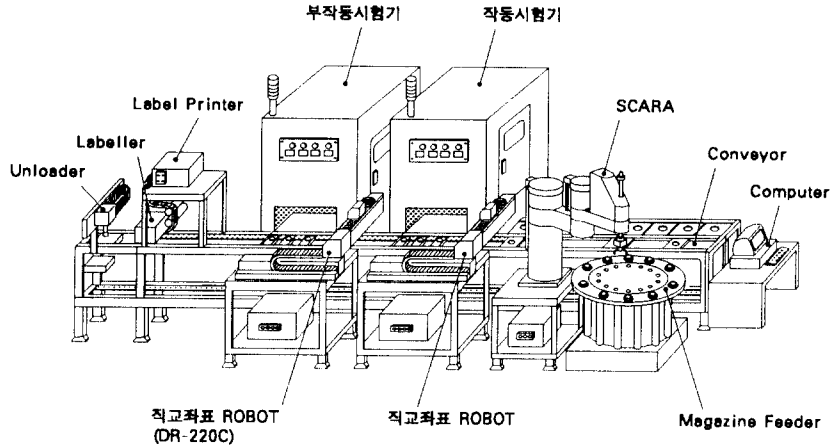
#### 1. 화재 감지기 자동 조립 및 검사 시스템의 개요

화재 감지기는 건축물 내의 화재 발생 여부를 감지하는 제품으로서 안전과 품질에 대한 철저한 관리가 요구 되는 소방 제품이다. 화재의 감지 방식에 따라 차등, 정온식, 연 감지식 등이 있으며, 제품의 품질이 인명피해와 재산의 방지와 직결되기 때문에 소방 검정 규격에 의한 엄격한 검증을 받아 출하 된다.

화재 감지기 조립 및 검사 시스템은 감지기의 신제품 개발과 병행하여 개발 하였으며, 자동 조립에 적합 하도록 제품의 형상 및 치수 변경이 수반 되었다. 화재 감지기는 전자 부품이 표면 실장 되고 센서가 삽입된 PCB와 전원 단자가 조립된 상, 하 플라스틱 케이스로 구성 된다.

사진 1. 은 화재 감지기 조립 및 검사 시스템이 설치된 모습으로서 당사가 개발한 조립용 로봇이 적용 되어 차동식과 정온식 2가지 모델이 동일 시스템에서 생산 할수 있으며, 추후 연 감지식도 생산할수 있다. 감지기의 연간 생산 수량은 400,000 개로 20초당 1개의 감지기를 생산 한다.

시스템은 수평 다관절 로봇 1대, 직교 좌표 로봇 2 대와 각종 핸드, 부품 공급 장치, 시험기 및 CONVEYOR로 구성되어 있으며, 부품 공급 과 조립의 자동화 뿐만 아니라 PCB 회로 검사와 완제품의 성능 검사의 자동화, 라벨링과 제품 적재의 자동화를 구현 하였다. 분산 제어 방식으로 시스템이 제어되고, 컴



화재 감지기 자동조립 System

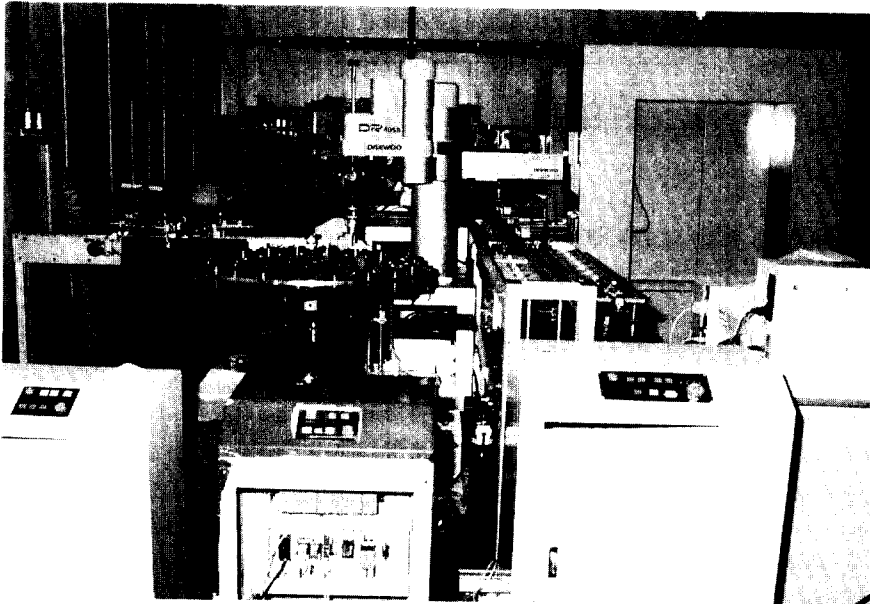


사진 1. 시스템 설치 전경

퓨터로 생산 모니터링을 하여 시스템의 상황이 표시 되고, 제조일과 제조번호별 생산 및 시험 데이터가 기록, 관리되어 출하 제품에 대한 관리와 품질 관리가 가능하다.

2. 시스템의 구성

시스템은 PCB 절단 및 회로시험 스테이션, PCB 와 상, 하 케이스 조립 스테이션, 작동, 부작동 시험 스테이션 및 라벨 부착과 이체 스테이션으로 구성 되

어있다. 그림 1 은 자동 조립 시스템의 구성도 이다. PCB 절단, 회로 시험, 라벨 부착 및 이체 공정은 전용 장비로 구현하고 조립과 시험은 수평 다관절 로봇 과 적교 좌표 로봇을 주축으로 작업이 이뤄진다.

조립 공정의 자동화를 위하여 다음과 같이 화재 감 지기의 형상과 치수 변경 되었다. 첫째, 위치 결정 및 조립을 위하여 PCB 네변에 핀 구멍을 두었다. 둘째, PCB와 상 케이스 조립시 PCB의 핀 구멍에 상 케이스의 핀을 삽입하여 가열 압착 하던 것을 핀에

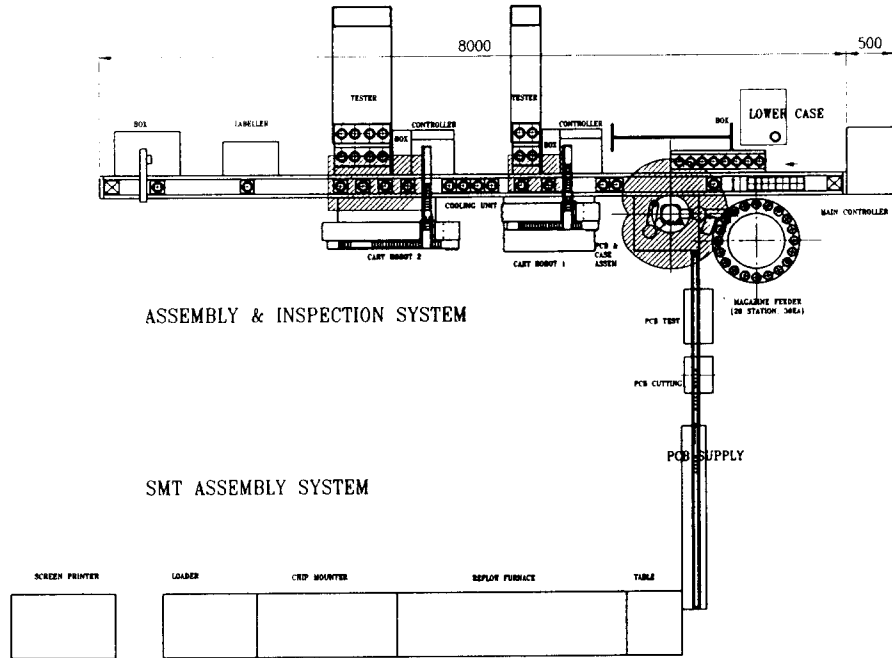


그림 1. System Layout

테이퍼를 두고 가압하여 조립 되도록 하였다. 세째, PCB가 조립되는 상 케이스면에 로봇 핸드와 간섭이 없도록 홈을 만들었다.

작업공정의 흐름은 다음과 같다. 전 공정인 SMT 조립 시스템에서 전자 부품이 표면 실장되고 SENSOR 및 LED가 조립된 PCB 4개가 연결된 PCB 1매가 CONVEYOR로 투입된다. 공급된 PCB는 1개씩 절단, 분리되고 회로 시험기에 공급되어 케이스와 조립되기 전 검사하여 불량품을 배출시킨다. 부품 공급 장치에 의해 상 케이스와 하 케이스가 각기 공급되면 수평다관절 로봇(SCARA)이 상 케이스에 PCB를 조립하고, 하 케이스를 상 케이스와 결합시켜 조립 완료한다. 조립된 감지기는 CONVEYOR로 반송되며 직교좌표 로봇과 작동시험기로 구성된 검사 공정에서 작동 시험을 하여 불량품은 배출하고 양품은 부작동 검사 공정으로 반송된다. 부작동 시험에서 양품으로 판정된 제품에는 제조일과 제조 번호가 프린트된 라벨이 부착되고 완성품 상자에 수납된다.

1) PCB 절단 및 회로 시험

PCB 절단기와 전용 회로 시험기로 구성되어 있으며, 전자 부품이 표면 실장되고 SENSOR 및 LED가 삽입된 PCB 4개가 1 매로 연결된 PCB가 공급

되면 PCB를 1개씩 절단, 분리하여 회로 시험기에 공급한다. 회로 시험기는 간단한 기능 검사와 LED 동작 검사를 하여 불량품은 배출시키고 양품은 조립 스테이션에 공급시킨다.

2) 조립 스테이션

조립 스테이션은 수평 다관절 로봇과 다기능 핸드, 상 케이스 공급장치 및 하 케이스 공급 장치로 구성된다. 그림 2는 수평 다관절 로봇의 외관도이며, 표 1은 로봇의 사양이다.

당사에서 개발한 수평 다관절 로봇은 작업 영역이 넓고, 고속(5.6 m/sec) 고정도(0.03 mm)이며, 사용자용 배선과 배관이 되어있다.

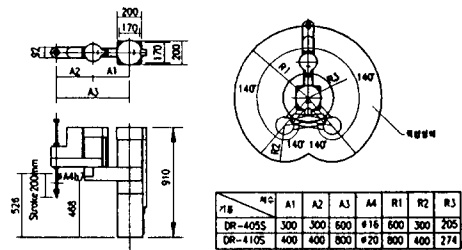


그림 2. 수평 다관절 로봇

표 1. 수평 다관절 로봇 시방

구분		기종		
		DR-405S	DR-410S	
기구부 시방	팔길이	제 1 ARM	300	400
		제 2 ARM	300	400
	동작 범위	제 1 축	±140°	
		제 2 축	±140°	
		Z 축	200mm	
		R 축	±180°	
	제 1,2 축 최대 회전 속도		5.6m/sec	5.06m/sec
	가변 용량		5kg	10kg
최소반복 정밀도		±0.03mm	±0.05mm	
본체 중량		50kg	60kg	
제어부 시방	제어 회로 및 구동방식			회로 통시 4축, AC SERVO
	CPU방식			16bit (68000 + 68881 + 68000)
	MEMORY 용량			2500 STEP, 30 PROGRAM
	위치 검출 방식			Incremental Encoder (4축)
	동작 제어 방식			PTP( Point TO Point ), CP( Continuous Path )
	속도 설정 방식			최대 속도의 %로 1-100까지 임의 설정 가능
	교시 방식			-M.D.I. (Manual Data Input), Direct Teaching -Remote Teaching, RS-232C에 의한 HOST로부터의 Data입력
	외부 접속력			SYSTEM 교신 I/O: 14/6 USER I/O : 16/16
	외부기기와의 통신			RS-232 2 channel
	사용전원			AC 220V±10% (60Hz)
외형 치수 (단위 : mm)			520(W)×470(D)×380(H)	

그림 3은 로봇 핸드이다. 로봇 핸드는 PCB 를 파지하는 2 JAW 평행 핸드와 상, 하 케이스를 파지하는 3 JAW 동심 핸드가 직각으로 부착 되어 있고 작업 대상에 따라 회전 된다. 핸드에는 조립성을 향상시키고 부품공급 오차를 흡수하기 위해 X-Y-Z 방향의 수동 적응성이 부여 되었고, 부품의 유무 감지는 물론 과부하시 인터럽트 처리로 로봇과 핸드를 보호할 수 있다.

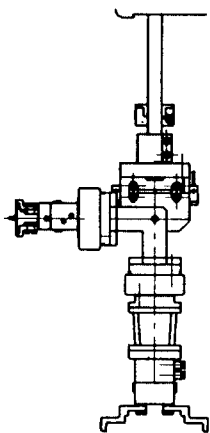


그림 3. Robot Hand

매거진 피더에서 공급된 상 케이스는 CONVEYOR 의 반송치구에 올려지고 로봇의 2 JAW 핸드는 회로 시험을 거친 PCB 를 파지하여 상 케이스와 조립한다. 단자 조립기에서 단자가 조립된 하케이스는 공급기를 통해 수평 다관절 로봇의 작업 영역에 투입 되고 3 JAW 동심 핸드로 파지하여 상 케이스와 결합 시킨다.

3) 검사 스테이션

검사 스테이션은 직교 좌표 로봇 과 시험기로 구성된 작동 시험 공정과 부작동 시험 공정으로 나누어진다. 그림 4는 직교 좌표 로봇의 외관도 이며, 표 2 는 로봇의 시방이다.

조립된 감지기가 CONVEYOR 의 반송치구 에 올려져 이송되면 직교 좌표 로봇이 감지기를 파지하여 작동 시험기에 투입한다. 감지기의 검정 기술 기준에 의해 규정된 풍온과 풍속이 제어되는 시험기 내에서

표 2. 직교 좌표 ROBOT 시방

구분		기종	
		DR-210C	DR-220C
Stroke		X축 600, 400, 200mm	Y축 1000, 800, 600, 400mm
가변 용량		X축 400, 200mm	Y축 600, 400, 200mm
최대 속도		X축 1000mm/s, Y축 1000mm/s	
최소반복 정밀도		10kg Max(600x400) 조합시, ±0.02mm	20kg Max(1000x500) 조합시, ±0.02mm
교시 방식		M.D.I. Direct Teaching, Remote Teaching	
제어 방식		PTP, CP(Continuous Path)	
사용전원		85V, 85W	
프로그램		30 Program, 2500Step	

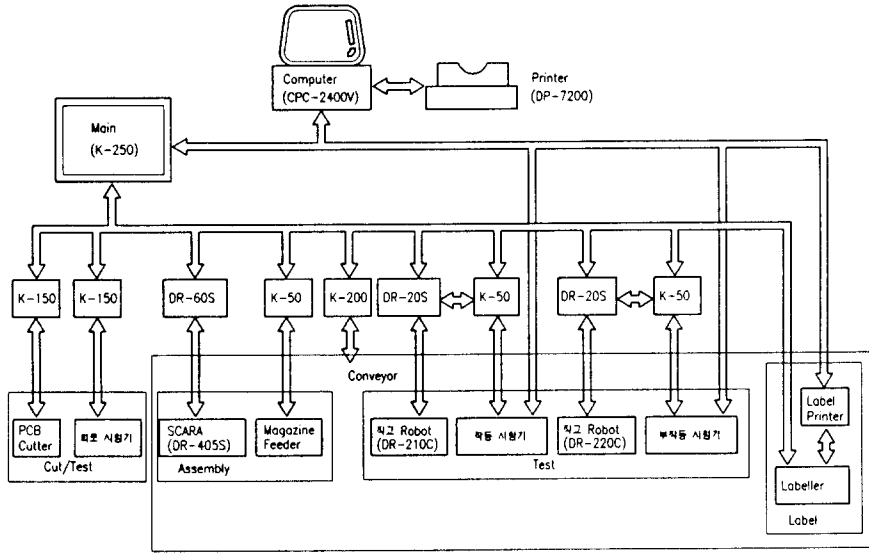


그림 4. System Control

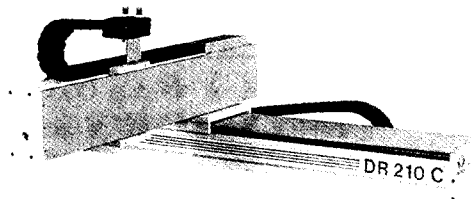


사진 2. 직교 좌표 ROBOT

일정 시간내에 동작하면 양품, 동작하지 않으면 불량품으로 판단하고 직교 좌표 로봇이 시험결과에 따라 불량품은 배출하고 양품은 반송 치구에 올려 부작동 시험 공정으로 이송 된다. 부작동 시험은 시험조건과 양,부 판단만 작동시험과 상이하며 다른 공정은 동일하다.

4) 라벨 부착과 이재

라벨 프린터, 라벨러 및 이재 UNIT 으로 구성되며, 라벨 프린터 에서 제조일과 제조 번호가 프린트된 라벨이 라벨러에 공급되고 작동 및 부작동 시험을 거친 감지기가 반송 치구위에 올려져 이송 되면 라벨이 1매씩 부착된다. 라벨이 부착된 감지기 완성품은 완성품 상자에 이재 된다.

3. 시스템 제어 및 모니터링

시스템의 각 Unit 은 독립적으로 운전되며, 주

PLC 에 접속되어 시스템의 흐름을 제어하고 시스템의 상황을 점검 한다. 컴퓨터는 PLC, 풍운 풍속 계측기 및 라벨 프린터 와 통신하여 시스템의 작동 상황을 감시하고 생산과 시험 데이터를 관리하여 철저한 품질 관리가 되도록 하였다.

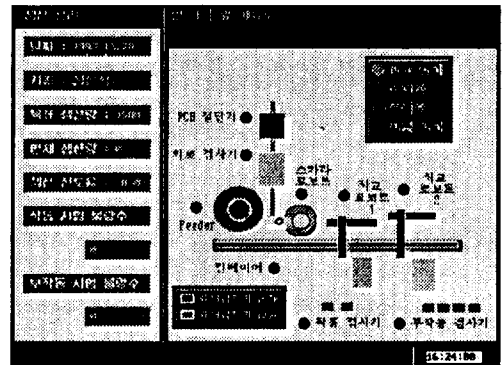


그림 5. 라인 감시 화면

1) 시스템 제어

그림 4는 시스템의 제어 구조를 나타낸 것이다. 로봇, 시험기 및 각종 주변 장비는 각기 독립적으로 제어 되고 주 제어기 에서 전체 흐름을 제어한다. 시스템을 구성하는 모든 UNIT 의 정지, 운전, 이상 상황과 생산량, 시험결과는 주 제어기에 집계하여 컴퓨터에 전송되고 풍속, 풍속, 주위온도 등의 시험 조건

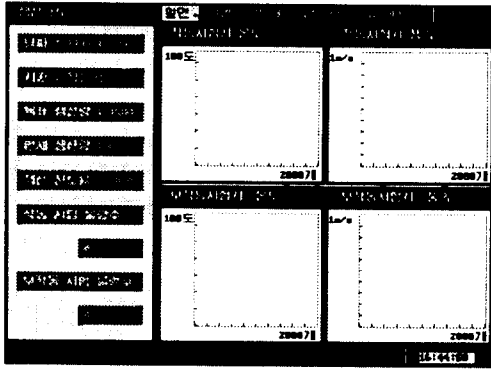


그림 6. 시험기 현황 화면

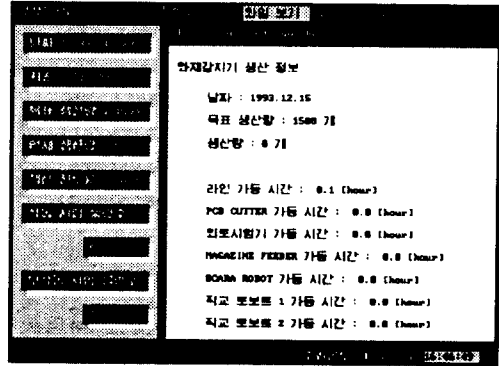


그림 7. 화일 항목 선택 화면

등의 시험 데이터는 계측기에서 측정하여 컴퓨터에 기록 된다.

2) 시스템 모니터링

시스템의 모니터링은 생산 관리, 라인 감시, 계측기 현황, 라벨 프린터, 및 화일로 구분 된다.

그림 5는 라인 감시 항목을 선택할때의 화면 상태이다. 좌측에는 생산 기종, 목표 생산량, 현재 생산량, 생산 진도, 불량률 및 시험별 불량 수량 이 항상 표시 되고, 우측 화면은 항목의 종류에 따라 바뀌는 화면이다. 시스템의 구성이 그려져있고 각 UNIT의 정지, 준비, 운전, 이상 상황이 표시된다.

그림 6은 계측기 현황 항목이 선택 될때의 화면으로, 각 시험기 에서 감지기를 시험할때의 풍온, 풍속 및 주위온도가 그래프로 표시되며, 감지기의 작동 시간을 작동 시간과 수량별 막대 그래프로 표시하여 생산 제품의 품질 관리가 가능하다. 그림 7은 화일 항목이 선택 될때의 화면으로, 제조년도, 월별로 디렉토리가 구성되고 화일은 날짜별로 생성된다. 생산 기종, 제조일, 생산량 등의 생산 데이터와 제조 번호별

시험 조건과 시험 결과가 기록되어, 출하 제품에 대한 추후 관리가 가능하다.

Ⅲ. 결론

지금까지 로봇을 이용한 유연 생산 시스템의 예로서 화재 감지기 자동 조립 및 검사 시스템을 소개 하였다. 이 시스템은 로봇을 이용하여 다품종 소량 생산에 적합하며, 제품의 설계와 병행하여 시스템을 구축하여 설계에서 생산까지 빠른 리드 타임을 구현 하였다. 조립과 시험 검사의 자동화를 실현하여 생산성을 향상 시켰으며, 컴퓨터를 이용하여 시스템을 모니터링 하고 생산 데이터를 기록 관리하여 제품의 품질 관리와 출하된 제품의 관리가 가능한 생산 시스템이다.

화재 감지기 조립 및 검사 시스템의 적용 효과는 다음과 같다. 첫째, 작업 인원이 대폭 감소 되었고

시험기의 고온 열풍으로 인한 열악한 작업 환경을 개선 하였다. 둘째, 고속 조립과 시험으로 생산성을 향상 시켰다. 셋째, 조립전 시험으로 불량률이 감소 되었고 제조 번호별 생산 데이터가 관리 되어 품질이 향상 되었다.

화재 감지기 조립은 PCB 와 플라스틱 케이스 조립으로 구성된 전형적인 전자기기 조립으로 이와 같은 자동화 시스템은 다른 전자 제품과 기계 제품의 생산에 적용될수 있으며 품질 향상과 생산성 향상에 기여할수 있을 것으로 기대 된다.

參考文獻

[1] 谷古宇 猛 “光學 部品 にみる フレキシブル 組

立 シス テム” 應用幾械工學, 1992 년 8월호

[2] 畑澤 賢一 “多品種 中量 部品 組立ラインにおける ロボットの 活用技術 ” 應用幾械工學, 1992 년 8월호

[3] Jonathan Walker “ automated production of turbo cores” High speed disels & drivers, may may 1992.

[4] Tatsuo gotoh “ A Robots Application for Watch Movement Automatic Assembly Line ” Robot No. 68.

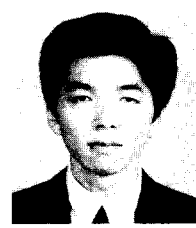
[5] Elaine Ide Wood “ Robots and Mechanical Assembly ” robotics today, june 1985. ㉸

筆者紹介



朴 榮 濟  
 1956年 4月 25日生  
 1978年 2月 서울대학교 기계설계학과 졸업(BS)  
 1980年 2月 한국과학원 기계공학과 졸업(MS)  
 1987年 6月 MIT 기계공학과 졸업(ME)  
 1980年 3月 ~ 1982年 2月 대우자동차 승용차 설계 담당  
 1982年 8月 ~ 1985年 8月 MIT Visiting Engineer  
 1987年 8月 ~ 1994年 3月 현재 대우 중공업 중앙연구소 기계기술부 정밀기계팀장

주관심 분야 : Robotics, Chip Mounter, 자동조립 system, 자동화 장비



金 元 經  
 1965年 10月 25日生  
 1987年 2月 한양대학교 기계과(BS)  
 1990年 2月 한국과학기술원 기계과(MS)  
 1990年 2月 ~ 1991年 2月 AC Servo Motor 개발  
 1991年 2月 ~ 1994年 3月 조립용 로봇트 및 응용 시스템 개발

주관심 분야 : 로봇 기구부 설계 및 제어기, 로봇 응용 시스템 및 Vision 응용