

전자 오븐의 누설 고주파 자동 검사 시스템 설계와 제작

이 만형*, 송 지복*, 김 경찬**, 이 석의**김 정근**정 영철**안 의태***
* 부산대학교 공대 정밀기계공학과 , ** 부산대학교 공대 생산기계공학과
*** 광동 매카트로닉스

Design and Manufacture of Automatic Microwave Leakage Inspection System

Man Hyung Lee*, Ji Bok Song*, Suk Hee Lee*, Kyung Chun Kim**,Jung Kun Kim**
Young Cheol Jung**, Hee Tae Ahn**
* Pusan National Univ , ** Kwang Dong Mechtronics Co.

Abatract

The testing philosophy and control schemes are investigated and applied to construct the Automatic Microwave Leakage Inspection System (AMLIS) . AMLIS is consists of three major parts such as Material Handling Mechanism, Fine Positioning Mechanism and Scanning Mechanism.

The material Handling unit is designed to perform loading and unloading microwave oven onto the testing point by pneumatic cylinder and vacuum pump. The Fine positioning part includes X-Y-θ table and distance sensing equipment. The scanning part is composed of five SCARA robots,which traverse X-Y-Z catesian coordinates respectively. The leakage testing probes are placed at the end of this each robot then the path and speed are both controlled via microprocessors.

A performance test of this system combined with electric parts and software is done and the basic major function of system are accomplished.

1. 서론

과거 수작업에만 의존하던 생산라인의 흐름은 최근 국제 경쟁 시대에서 원가절감 및 제품의 신뢰성을 향상 시키기 위해 생산라인을 점차 자동화로 대체하여 공장자동화의 시대로 나아가고 있는 실정이다.

특히 부존 자원이 부족한 우리의 실정으로서, 기술개발과 생산성 향상은 국가적차원의 중요한 연구 과제로서 이에 대한 적극적인 투자와 지원이 요구되며 생산자동화는 이러한 요구에 부응하는 연구과제로 부각되고 있다

최근 전자 소재 분야에서 LSI, VLSI 전용 칩들의 눈부신 발전은 과거의 수작업에 따르는 위험 부담율이 높

고 검사하기가 어려운 검사 장치에까지 자동화가 가능하도록 해주었다. 특히 자동 검사장치 (ATE, Automatic Testing Equipment)는 과거 수작업에서 해결할 수 없었던 고도의 신뢰성과 정확성 및 신속한 데이터 처리를 가능하게 함으로써 앞으로 ATE 의 시급한 개발 요구는 필연적이라 하겠다. (1), (2)

본 논문에서는 구미각국으로 수출되고 있는 전자렌지 (E/R)의 마이크로웨이브 누출을 마이크로프로세서를 이용하여 자동으로 검사하는 ATE 를 개발 함으로써 자동 검사 시스템의 실제 설계 및 제작, A/D , D/A 의 회로 제작과 스테핑 모터 제어 기술, 컴퓨터간의 통신을 통한 데이터 획득 시스템 등에 관한 기술 축적과 이에 따른 문제점을 제시하여 앞으로의 연구 개발에 많은 자료를 제시하고자 하는데 그 목적이 있다.

2. 마이크로 웨이브 누설 자동 검사 시스템의 개요

2. 1 설계 개요

전자 렌지 마이크로 웨이브 누설 자동검사 시스템 (AMLIS)은 전자렌지의 도어부 틈새 및 도어 유리부에서 누출되는 마이크로 웨이브 측정용 종래의 수작업 대신 3자유도 스칼라로봇과 컴퓨터로 자동 측정하는 시스템이다. AMLIS 는 공정시간상 제약에 의해 크게 두 단계로 나누어진다. 첫째 단계는 누설검사 단계로서 조정 단계이고, 두번째 단계는 누설검사 단계로서 서로 독립적으로 작동하므로 공정시간은 한 단계에 걸리는 시간이 된다. 마이크로웨이브 (M/W) 검출용 계측기는 Holaday 1700 을 사용한다.

작업공정의 설계는 측정단계 및 수리라인 발송단계를 포함하여 5단계로 나눌 수 있다.

가. 준비작업단계 : 작업자가 수작업으로 E/R 을 Positioning 하고, 프러그를 콘센트에 연결시킨 다음 물 부하를 넣어서 다음 단계의 준비를 확인 한 후 Pallet Stopper 를 내린다.

나. 위치 조절 단계 : Pallet에 놓인 E/R 을 흡

작업으로 들어 올려서 공기압 근접센서가 있는 설정된 기준 위치로 E/R 의 위치를 미세 조정 한 후 Pallet 에 놓는다. 위치가 조절된 E/R 은 이동 매카니즘에 의해 다음의 누설 측정 단계로 정밀 이송되게 된다.

- 다. 누설 M/W 측정 단계 : 누설 측정 장치앞에 Pallet 가 도착하면 흡착컵이 하강하여 E/R 을 정위치로 들어 올리고 탐침기가 접근하여 정해진 경로를 따라 누설전파를 측정한다. 검사가 끝나면 E/R 은 정위치로 하강하고 탐침기들은 원위치로 돌아간다. 측정된 데이터는 주 컴퓨터로 발송하고 불량제품은 수리라인으로 보내는 신호를 주게 된다.
- 라. E/R 하면 검사 : 작업자가 수작업으로 E/R 의 바닥면을 검사하고 측정 결과를 키보드로 입력시킨다. 물부와와 플러그를 제거하고 최종 판정 단계로 보내는 준비를 한다.
- 마. 수리라인 발송 단계 : E/R 각 부위의 측정치로 부터 합격, 불합격을 판정한 결과에 의해 불합격이면 수리라인으로 옮기는 기구를 동작시킨다.

2. 2 AMLIS 사양

- 가. 누설검사 탐침기 이송 속도 : 20 mm/sec
- 나. 계측기 (HI -1700) 사용대수 : 최대 14개
- 다. 계측가능 E/R 면적
최대 : 480mm (폭) x 400mm (높이)
최소 : 380mm (폭) x 250mm (높이)
- 라. 계측가능 누설 마이크로 웨이브 양 =1.00 mW/cm² (5cm 거리에서)
- 마. 계측기 측정부 각도 조절범위 : -90°- 90°
- 바. E/R 의 중량 : 최소 20 - 최대 45 kg
- 사. Main Computer ; GMC 6020
Slave Computer;Mighty GMC 1100S

2. 3 시스템의 기능적 특성

- 가. 탐침기 이송속도의 유연성 (Flexibility)
- 나. E/R 의 고유 검사 경로 Teaching 가능
- 다. 탐침기 각도 조절가능
- 라. 작동여부의 자기 시험 가능
- 마. C,R,T Monitor 에서 종합적 상태 패널 표시 기능
- 바. 누설량의 합격 기준에 대한 유연성
- 사. 수동 전환 기능
- 야. 비상 정지 기능

2. 4 누설 측정 방법

- 가. 검사 경로 : 14개의 탐침기로 그림 1과 같은 규정 검사 경로를 구현하기 위하여 컴퓨터로 E/R 의 전모델에 대해 시뮬레이션한 결과

상호 간섭없이 규정의 경로를 구현할 수 있었으므로 그림 1과 같은 검사 경로를 택했다.

- 나. 검사 방법 : HI - 1700 계측기의 탐침기를 3자유도의 스칼라로봇의 끝부분에 장착 검사 경로를 지나게 함으로써 마이크로파의 누설을 측정할 수 있도록 했다.

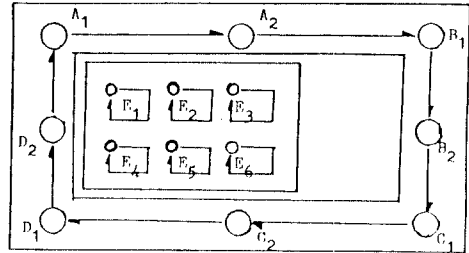


그림 1. 마이크로 웨이브 누출과 검사경로

3. AMLIS 기구부의 설계 및 제작

AMLIS 의 기구부는 작업자가 Pallet 위에 대략 맞춰준 E/R 을 정해진 위치에 놓는 위치조정부와 위치조정된 E/R 을 다음의 검사부로 흔들림이 없도록 이송시켜 주는 수평이송부 그리고 14개의 탐침기를 규정의 통로로 이송시켜 누설 검사를 행하는 Scanning 부로 구성되어 있다. 사진 1은 실제 제작 완료된 탐침기의 배열 일부를 보여주고 있다.

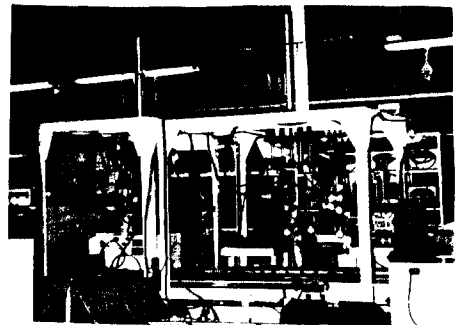


사진 1. 탐침기의 구성도

3. 1 위치 조정부

Pallet 위에 놓여진 E/R 을 진공 흡착기로 공압 근접센서가 있는 곳까지 들어 올려 X,Y,θ 의 3방향으로 이송시키면서 공압근접센서의 on,off 신호로 정위치를 잡아 Pallet 위에 내려 놓으며, 이때의 정위치 오차는 ±1mm 이다.

- 가. E/R 정위치 설정 범위
기준라인으로부터 X,Y 방향 + 50mm

0 방향 + 10°

- 나. 구동 모터
X,Y-axis: 2상 1.8° Stepping Motor PH266-01
O-axis : 2상 1.8° Stepping Motor PH296-02
- 다. 구동축과 Guide Bar
구동축 : ϕ 20mm Ball Screw BTF2005A RR
GUIDE BAR : LM GUIDE NSR 20 TBA
- 라. Lifting Cylinder
 ϕ 80mm 복동 실린더
- 마. 공압 근접 센서
감지거리 15 mm RFL - 15

3. 2 수평 이송부

E/R의 정위치를 유지하기 위하여

단동 실린더를 이용 진공컵으로 Pallet 를 흡착한뒤 DGO 실린더를 사용하여 E/R 을 Scanning 부로 이송시켜 주는 역할을 한다. 흔들림에 의한 수평 이송부에서의 E/R 정위치 오차는 ± 2 mm 이다.

3. 3 Scanning 부

누설측정부는 3자유도의 스칼라 로봇을 상, 하, 좌, 우 중앙에 배치하고 14개의 탐침기를 장착하여 규정의 검사경로를 따라 20 mm/sec 의 정속 검사를 행하는 부분이다.

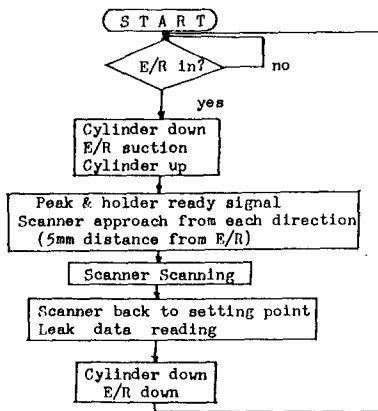


그림 2. 누설 측정 흐름선도

3. 3. 1 누설 측정 알고리즘

- 가. 누설측정 흐름선도 : 그림 2
- 나. E/R 각 모델에 대한 초기위치 설정방법 : 스칼라 로봇이 양측단에 정착된 Iimit switch 의 on 신호를 기준점으로 하여 각 모델 크기에 따른 시작점 위치로 이동한다.

다. 이송 속도 분포영상

20 mm/sec 의 정속이송을 주기위해 볼스크류의 리이드가 5 mm 이므로 스텝핑 모터의 구동 펄스는 800 PPs이며 이송식의 속도 선도는 그림 3과 같다.

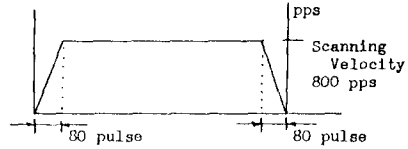


그림 3. 속도 선도

- 라. 각 모델에 대한 탐침기의 각도 조절
0° - 90° 사이에서 임의의 조정가능.

3. 3. 2 스칼라 로봇의 사양

사진 2는 스칼라 로봇과 제어부의 일부를 보여주고 있다. 구동 모터는 2상 1.8영 스텝핑 모터이며 각 축 및 가이드바의 재원은 표 1과 같다.

표 1. 스칼라 로봇의 축 및 가이드바의 재원

		호칭경	재질	업처리	경도
X 축	Ball screw	14	S55C	고주마소연	HRC 57-64
	Guide bar	10	SUJ2	소입	HRC 58-64
Y 축	Ball screw	14	S65C	고주마소연	HRC 57-64
	Guide bar	10	SUJ2	소입	HRC 58-64
	Nut	14		침탄소입	HRC 58-64
Z 축	사다리꼴 나사	18		족수용합금	
	Nut	18			
	Guide bar	20		SUS 아연도금용	

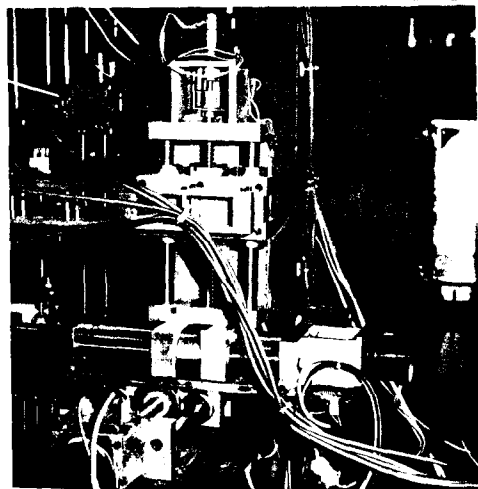


사진 2. 스칼라 로봇과 제어부

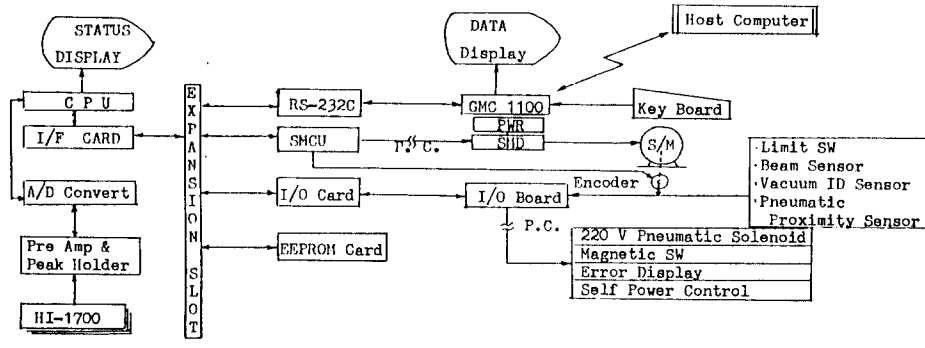


그림 4. 의 블록선도

4. 제어부

4. 1 제어부의 구성

AMKIS 의 기구부의 제어부 Hard-ware 구성도는 그림 4와 같다.

4. 2 속도의 제어 시스템

그림 5는 속도 제어 시스템의 블록선도 이다.

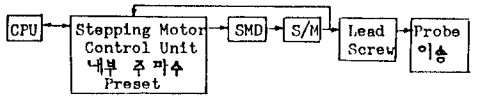


그림 5. 속도제어 시스템의 블록선도

5. 데이터 프로세싱

5. 1 데이터 프로세싱 블록선도

그림 6은 데이터 프로세싱 블록선도이다.

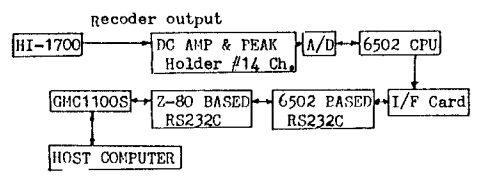


그림 6. 데이터 프로세싱 블록선도

5. 2 AMP 와 PEAK HOKDER

H/W 측정기로 부터 Recorder Out 신호를 받아 증폭한 후 Control 신호에 따라 피크 값을 Hold 하여 출력하는 장치이다, 증폭이득은 484배이고 오프셋 에러를 없애기 위해서 Auto Zero 기능이 들어 있다.

6. 결과 및 고찰

본 연구에서 설계 제작한 AMKIS 는 E/R 공장의 자동화를 위해 수행되었다. 현재 이 장치는 실제

공정에 투입 운용되고 있다. 흡착공정은 진공펌프를 별도로 사용하여 발생 소음을 줄였으며 탐침기의 정속 운전 속도는 20 mm/sec 이하로 요구하므로 흔들림을 방지하기 위하여 가드의 간격을 넓히고 LM 베어링 2개를 사용하였다. 두 Guide Bar 의 평행도를 정밀하게 유지하기 위해서는 1/100 이상의 위치공차가 필요하며, 이것은 Jig Boring 을 사용하여 가공하였다

6. 1 전자렌지 누설 측정 공정 분석

종래에 수동으로 수행하던 누설 측정 공정을 자동화했을 때의 공정아변화는 표 2에서 보는바와 같이 택타임 에서 공정당 약3초의 절약을 가져왔다.

표 2. 수동작업대 자동작업의 공정시간 비교

제품 투입 물컵 준비	5	5
정의치	3	3
문열기	1	1
물컵 정의치	2	2
문닫기	1	1
전원 투입	1	1
계측 준비	1	15
준비작업 계	14	28
	5	10 (동시)
	5	10
	5	10
	5	10
	10	10
측정작업 계	30	10
문열기	1	1
물컵 제거	2	2
기록	4	0
제품 원위치	3	0
마무리 작업 계	10	3
전체 4공정	54(수동)	41(자동)

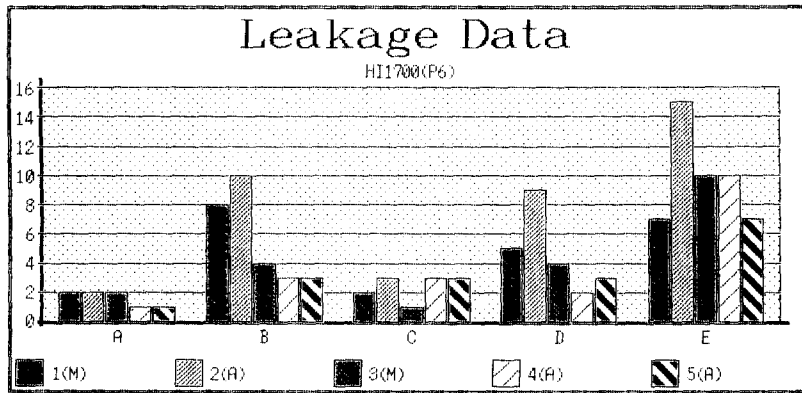


그림 7. 수동 및 자동 측정 데이터의 비교

6. 2 자동 및 수동 측정데이터의 비교

그림 7에는 5대의 전자렌지에 대해 수동 및 자동으
로 누설 전파를 측정한 결과가 나와있다. 전반적으
로 수동 측정데이터는 같은 제품이라도 틀리는 경우가
많았으며 자동 측정데이터는 상대적으로 안정된 측정
분포를 보였다. 50회 이상 수동 및 자동측정데이터를
통계적으로 분석해본 결과 95%의 신뢰도 분포 보였으
며, 이로 미루어 볼때 본 시스템은 수동작업을 충분히 대
치할 수 있는 능력이 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. M.P.Groover, "Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing.", Prentice-Hall, 1980
2. R.Knowles, "Automatic Testing Systems and Applications", McGraw-Hill, 1976
3. 정 영 철, "마이크로 프로세서를 응용한 다중 검사 시스템의 개발", 부산대학교 대학원 석사 학위논문 1987. 2
4. 부산대학교 기계기술연구소면, "MWO 소음 및 SURVEY TESTING M/C 자동화 개발", 1987. 3