

열전소자 원리를 이용한 부품 Tester용 온도공급 장치 연구 (메모리 Device Tester용 온도 제어 장치 도입을 위한 연구)

A Study for Adopting the Temperature Control Unit on Memory Device Tester Based on Principle of Thermoelectric Semiconductor

김선주*, 홍철호**, 신동욱***, 서승범****, 이무재*****

(Sun Ju Kim and Chul Ho Hong Dong Uk Shin and Seong Bum Seo and Moo Jea Lee)

- * 호서대학교 정보제어공학과 전화:(041)540-7927 , 팩스:(041)540-8835, E-mail : sunju.kim@samsung.com)
- ** 호서대학교 정보제어공학과 전화:(041)540-5671 , 팩스:(041)540-5693, E-mail : chhong@office.hoseo.ac.kr)
- *** 호서대학교 정보제어공학과 전화:(041)540-5671 , 팩스:(033)540-5693, E-mail : eric@microrobot.com)
- **** 호서대학교 정보제어공학과 전화:(041)540-5671 , 팩스:(033)540-5693, E-mail : warp_hwarang@hotmail.com)
- ***** 호서대학교 정보제어공학과 전화:(041)540-5670 , 팩스:(033)540-5693, E-mail : uissiha@hotmail.com)

Abstract : As environmental conditions for memory products are increasingly high speed / high density, adopting diverse system configuration, it's more and more difficult for current component tester to adopt the actual condition of field application. If system test screening is realized in component level, test coverage failure can be made more secured in the initial stage, evaluation cost can be reduced and the effectiveness of investment for the facility can be maximized. Based on the above background, component automatic system tester was developed and showed off satisfactory results per each memory device family. In this paper, component quality stabilization strategy and cost saving for tester investment through future quality monitoring and application to mass production will be presented.

메모리 제품의 사용 환경은 점차적으로 High Speed / High Density화됨에 따라 현 Comp. Test 환경으로 Field 환경을 모두 수용하기가 어려워지고 있다. 따라서, Component Level에서 다양한 실장 System을 이용한 Screen 방법이 요구되고 있다. 다양한 환경에서 Test를 실시하기 위해서 필수 불가결한 조건은 온도(Temperature)를 자동으로 제어(Control)할 수 있는 기능이 필요하게 되었다. 이에, 현재 사용하고 있는 방법은 Chamber나 히터를 이용하고 있으나 온도 제어가 보다 용이하고 정밀한 기능이 요구됨에 따라 열전반도체(Thermoelectric semiconductor) 원리를 이용한 온도 제어 장치 도입을 위한 연구가 진행되었다. 본 논문에서는 그 개발 현황 및 평가 결과를 근거로 신규 Component 실장 Tester에 효율적으로 도입 적용 가능함을 제시하고자 한다. 또한, 향후 기타 Tester 및 산업용 설비 등에 까지 확대적용 가능함으로써 전자부품(메모리)의 품질 향상 및 설비투자 Cost 절감 효과가 기대된다.

Keywords : 열전반도체(Thermoelectric semiconductor), Component 실장 Tester

I. 서론

반도체 제조회사에서 제조 공정에서 IC제품 조립이 완료되면 품질 보증을 위한 검사를 진행하는데 그중에 고온 환경평가 공정이 있는데 온도 평가의 목적에 대한 검토와 기존에 온도공급 방식 2가지는 고온 Chamber, 가열 Heater등을 이용해서 하는데 본 논문에서는 신 개념의 온도공급방식이라고 할 수 있는 열전소자(Peltier Element)라는 부품을 변형하여 전자부품의 온도평가 방법을 연구하였다. 실제 산업용으로 응용한 예를 기준으로 그 특성에

대해 연구하여 신 개념의 온도제어 방법에 대해 기술하여 산업용 및 가정용의 온도 열원으로서의 대안을 제시함에 그 목적이 있다.

II. 본론

1. 전자부품의 온도보증

반도체 및 전자 부품의 온도 평가는 대개 사용자(User)가 어떠한 환경에서 사용할지 모르기 때문에 사용자의 조건을 예측하여 제조회사에서는 보증온도를 제시하고 있는

데 보증온도는 아래 표1과 같다.

Parameter	Symbol	Value	Unit
Storage Temperature	T _{STG} (보관상태)	-55 ~ +150 c	'c
Ambient Temperature	T _A (동작상태)	0 ~ +70	'c

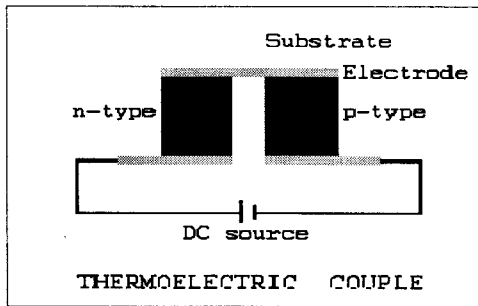
[표1] 제조회사의 전자부품 보증온도.
 제조 과정에서는 온도특성이 나쁜 경우 생산성 Yield와 제품 자체의 특성(동작 Speed 저하, Refresh특성 저하, 수명단축)에 많은 영향을 끼친다.

2. 열전소자(Thermoelectric Module)의 원리 및 특징

Thermoelectric Module은 N, P Type 열전반도체(Thermoelectric semiconductor)를 전기적으로 직렬로, 열적으로는 병렬로 되도록 π형으로 연결한 Module의 형태를 사용된다.

A. Peltier effect

열전반도체 N, P Type에 직류 전류를 가하면 Negative로 대전된 금속/반도체 접점에서는 주위로부터 열에너지를 흡수한 전자가 열 전도체 내부된 이동하여 흡열이 일어나면, Positive로 대전된 접점에서는 전자의 열에너지 방출에 의해서 발열이 일어난다. DC 전류를 흘렸을 때는 열전 효과에 의해서 Module의 양면에 온도차가 발생하고, 또 동시에 발전현상이 일어나게 된다.



[그림 1] 열전소자의 접속 회로도

B. 전자냉각의 특징

무소음 무진동으로 어떠한 위치나 방향에서도 정확한 국부 냉각과 온도조절이 가능하고, 또한 냉각속도가 빠르면서도 냉매가스(CFC)를 사용하지 않는 환경 친화적이다. 또한 전류의 방향에 따라 흡·발열을 바꿀 수 있고 소형 경량화가 가능한 동시에 기계적인 동작부분이 필요 없다.

C. System 설계 (적용환경 고려 필요)

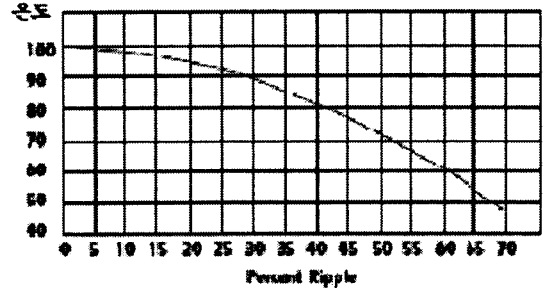
- 냉각 대상물의 발열량 Q(W) = 30 W
- 시스템 작동시 주위온도 T_a(°C) = 50 (°C)
- 열저항(R_θ) = 온도상승(°C) / 발열량(W)
- 요구되는 냉각온도 T_c(°C) = 5 (°C)라고 하면
- 시스템 작동시 발열부 온도 Th (°C)

$$Th = Ta + (Q \times R\theta) = 50 \text{ }^\circ\text{C} + 30 \text{ }^\circ\text{C} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \text{온도차 } \Delta T = Th - Tc \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \Delta T = 80 \text{ }^\circ\text{C} - 5 \text{ }^\circ\text{C} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$$

D. 안정 전원(DC)의 결정

전자냉각 모듈의 적용에 있어 DC 전원의 품질은 냉각 효율을 결정하는 중요한 변수이므로 가능한 Ripple이 없는 정전압 전원을 사용하는 것이 좋다.



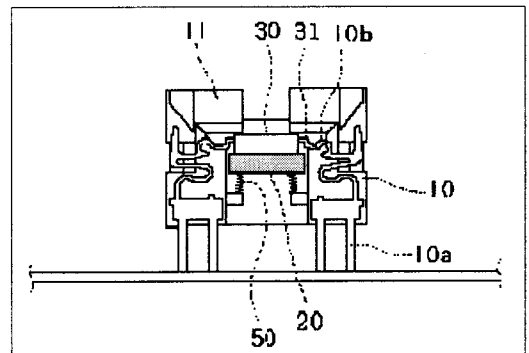
[그림 2] 전원 노이즈와 온도편차 그래프

3. 열전소자용 Test Socket 개발

반도체 IC와 열전소자를 접속(접촉)하여 온도조건을 공급하려면 Test용 Socket이라는 부품이 필요하여 개발을 추진하였다.

A. 열전소자용 Socket 구성

Socket Body(10)와 Cover(11)로 구성되며, 고온의 Test 환경을 제공하려는 경우 열전소자(20)에 단방향으로 전류를 인가하게 되면, 열전소자(20)내에서 발열작용이 나타나 소켓(10)의 주변 온도가 서서히 상승하게 된다. 이와 같은 방법으로 반도체 소자(30)의 주변 온도를 상승시킨 후, Controller는 반도체 소자(30)와 전기 신호를 송수신하면서 검사를 하게 된다.

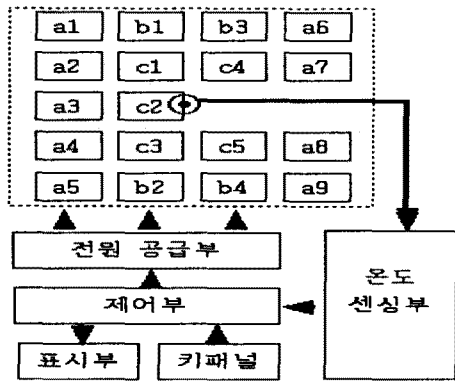


[그림 3] 열전소자 Socket에 Chip 탑재

4. 온도 Control의 방법

Test Board의 구조는 [그림4]과 같이 열전소자용 Socket, 온도 Sensing부, 전원 공급부로 구성되어 있는데 온도 Control은 특정 Socket 위치에 온도센서를 부착하여 온도 값을 측정하는데 온도가 낮으면 전원부의 전원을 순방향

의 공급하고 온도가 높으면 전원의 극성을 역상으로 반전하거나 전압의 크기를 조절하는 온도 Control 방식을 채용하였다. 이때, 극성전환 스위치를 반전하면 열전소자(20)에 인가되는 전류의 방향이 바뀌게 되고 열전소자(20)에서는 흡열작용이 발생하여 주변 온도는 하강하게 된다. 이렇게 설정온도 값에 IC 주변온도가 유지되면 Tester System은 검사를 진행하게 된다.



[그림 4] Tester 설비 구성도

설비의 구성은 표시부, 전원공급부, 제어부, 온도센싱부, 열전소자 Socket으로 구성되어 있다. Port와의 데이터통신은 RS232C를 채택하였고 특히 전원 공급부의 설계는 열전소자 각각에 전원이 공급될 수 있도록 설계함.

5. 특성 평가

열전소자는 단방향 다이오드 특성인 것처럼 반응하기도 하도, 소자의 성질로만 보면 저항체로 구성된 것처럼 전압-전류 특성을 나타낸다.

A. 전압-전류 특성

전압	0.8V	1.0V	1.2V	1.4V
전류(A)	0.517	0.659	0.76	0.864
온도(°C)	51.9	64.8	76.7	90.4

[표2] 열전소자의 전압별 특성

전압 V와 전류 I(온도 T)와의 관계는 비례 관계를 나타내고 아울러 특성은 주율열의 법칙($H=0.24I^2Rt$)의 특성으로 대변된다.

B. Socket 위치별 특성실험 (일정전원 1.3V 인가시)

위치	전류(A)	저항(Ω)	도선저항	온도(°C)
1	0.849	344230	0.761	83.6
2	0.831	343980	0.788	83.9
3	0.844	344320	0.799	83
4	0.858	344310	0.751	82.7
5	0.876	344310	0.739	82.7
6	0.852	344530	0.762	82.7
7	0.837	344050	0.78	83.5

8	0.846	344010	0.78	82.4
---	-------	--------	------	------

[표3] 열전소자의 Socket별 온도 특성

Socket의 위치별 전류, 저항, 온도 값들은 각각의 데이터 간에 편차가 존재한다. 이는 소자의 구성상 차이로 판단되는데 편차부분은 Controller에서 실험을 통해 Offset을 보정해 주면 정확한 온도제어가 가능하다. 아래 [표4]는 Offset값을 산출하기 위한 실험으로 특정한 위치에서 동일 조건으로 반복성의 실험을 통해 산출된 Row data이다. 이값들을 통해 편차를 최소화하기 위해 여러 Point별로 측정하여 최대오차, 평균오차, 최소오차 등의 값들을 실험 및 계산하여 편차를 보정해 주면 될 것이다.

volt=1.7v	1	2	3	4	5
전류(A)	0.954	0.951	0.946	0.947	0.945
온도(°C)	94.5	94.6	94.7	95.0	95.0

[표4] 5회 반복 Test 결과

측정결과 설정온도 95°C에서 최소값(95°C), 평균값(94.6°C), 최대값(94.5°C)가 Control되었고, 이 결과는 최대 오차가 0.03°C로 그 편차만큼 보정해 주면되고, 현재 반도체 Test 공정에서의 온도평가 조건(환경)에서 허용오차는 ±2°C로 판리가 되므로 별도의 조치는 불필요할 것 같다.

III. 결론

열전소자를 이용한 열원의 개발 진행과 온도를 전달해주는 Test Socket의 개발 구성하여 부품의 검사에는 문제가 없도록 온도조절을 위한 제어기를 설계하였고, 기존의 Chamber, Heater등에서 체현하기 힘든 허용오차에 대해서 ±2°C 이내로 줄이기는 매우 어렵지만 열전소자 열원의 경우는 허용오차가 ±2°C이 아닌 ±1°C 범위까지 가능하다고 본다. 이러한 열원을 다양한 부문에 적용한다면 첨단정밀 기계 및 의료용의 System들의 발전을 심화할 수 있을 것이라고 본다.

참고문헌

1. E.C Bell & R.W Whitehead "Basic Electrical and Electronic Engineering" 4th Edition Black well Scientific Publications, 1993.
2. www.thermotek.co.kr
3. Avtar Singh & Walter A. Triebel "16-Bit and 32-Bit Microprocessors", Prentice-Hall International Editions, 1991.