무접점릴레이 온도제어에 관한 연구

Study on Temperature Control of Solid State Relay

*#고인성 [1], 임현욱 [2], 박종락 [3], 이균진 [3], 이복기 [3]

*#I. S. Ko[1](is77.ko@samsung.com)[1] , H. W. Lim[2] , J. R. Park[3] ,K. J. Lee[3] ,B. K. Lee[3]

[1] 삼성전자 TC 기술팀, [2] 삼성전자공과대학교, [3] 삼성전자 TC 기술팀

Key words : Solid State Relay, Interlock, Thermostat

1. 서론

반도체 장비에 주로 사용되는 온도조절장치는 반도체 단위공정의 하나인 화학 기상 증착(Chemical Vapor Deposition)공정의 장비 내부를 특정한 온도로 유지하기 위해 사용된다. 이 온도조절장치를 구성하는 시스템 중 온도의 ON/OFF 를 조절하기 위한 스위치로서 무접점 릴레이(Solid State Relay, SSR)가 주로 사용된다. 무접점 릴레이는 기계 접점 대신 반도체의 성질을 이용하여 실용적으로 회로를 개폐하도록 움직이는 부품을 포함하지 않는 전자 스위치이다. 무접점 릴레이는 신뢰성이 높고 수명이 길며 노이즈와 충격에 강하고 소신호로 동작하여 응답속도가 빠른 특성을 지니고 있어 반도체기기 및 산업기기 등의 광범위 분야에서 정밀 제어시 적용하기에 적합하다. 그러나 무접점 릴레이는 고온에서 열에 약한 내구성문제로 지속적인 탄화 사고가 발생하며 이에 따른 환경안전 사고발생에 대한 보완 대책이 요구된다[1]. 기존에는 탄화 문제가 발생하였을 때 무접점 릴레이를 교체하였으나 검사와 교체비용 및 인건비 등 많은 비용이 소요된다. 이를 해결하기 위한 방법 중 하나는 고열에 노출된 무접점 릴레이를 냉각하는 시스템을 구성하는 것이다[2]. 그러나 이 방법은 무접점 릴레이를 냉각시켜 탄화 발생 시점을 늦출 수 는 있으나 탄화 사고 발생 자체를 방지할 수 는 없다.

본 논문은 무접점 릴레이의 용량 최적화를 통하여 무접점 릴레이에서 발생하는 발열을 억제하고 인터락 장치를 추가함으로써 무접점 릴레이의 탄화 사고를 방지하는 새로운 구조의 온도조절장치에 대해 제안하고자 한다.

2. 분석

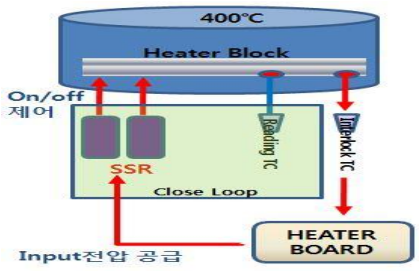

Fig.1 Block diagram of the conventional temperature control system for CVD equipment

Fig.1 은 CVD 장비의 기존 온도조절장치 시스템을 나타낸다. 시스템의 동작 순서는 다음과 같다. 초기에는 HEATER BOARD 에서 대략 3~35V 의 INPUT 전압을 무접점 릴레이로 지속적으로 인가하여 HEATER BLOCK 내부 코일을 가열 시킴으로써 장비의 온도를 상승시킨다. 이후 장비가 설정한 온도에 도달하면 무접점 릴레이는 HEATER 온도를 CONTROL 하기 위해 지속적으로 ON/OFF 제어되며 따라서 장비의 온도는 세팅된 공정온도로 맞춰진다. 이 과정에서 무접점 릴레이 내부의 RC surge killer 및 Triac 에 과부하가 걸리게 되어 발열현상이 발생되며 이로 인하여 무접점 릴레이 자체의 온도가 상승하게 된다. 기존 온도조절장치 시스템에서는 무접점 릴레이 자체의 온도를 제어할 수 있는 시스템이 없기에 무접점 릴레이가 탄화 할 수 있는 온도에 도달하면 탄화가 발생하게 되어 사고가 발생하게 된다.

3. 개선

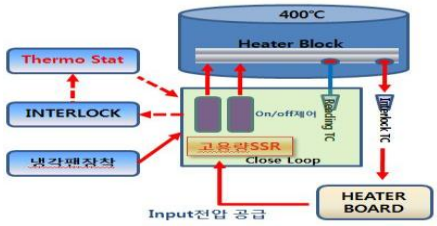

Fig.2 Block diagram of the proposed temperature control system for CVD equipment

Fig. 2 는 제안한 온도조절장치 시스템을 나타낸다. 첫 번째, 내부 Triac 소자의 변경으로 무접점 릴레이의 부하정격 용량을 기존 80A 에서 120A 로 개선하고 냉각팬을 동시에 적용하여 무접점 릴레이의 온도를 크게 감소시켰다.

두 번째, 온도를 측정할 수 있는 Thermostat 과 설비 자체 Heater 의 Interlock 기능을 이용하여 무접점 릴레이가 탄화하기 전에 전력차단을 할 수 있는 기능을 추가 하였다.

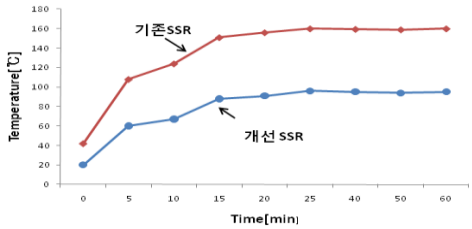

Fig.3 Comparison of the conventional and the proposed temperature control system using enhanced SSR and cooling fan.

Fig. 3 에 무접점 릴레이 개선 전후 온도 비교 데이터에 대해 기술하였다. 그림과 같이 기존 에는 초기 40℃~160℃까지 증가 하였으나, 개선된 무접점 릴레이는 초기 20℃에서 최고 100℃ 에서 상승을 멈추게 됨을 알 수 있다.

Fig. 4 는 위에서 제안한 기능을 모두 구현하였을 때 개선된 무접점 릴레이의 온도 특성 결과를 나타낸다. 개선된 무접점 릴레이 적용시 기존보다 약 30℃ 정도 온도를 낮출 수 있었으며, 추가된 Interlock 연동 기능을 통하여 탄화 사고가 발생하기 전 70℃ 에서 전력차단을 통하여 사고예방을 할 수 있음을 확인 할 수 있다.

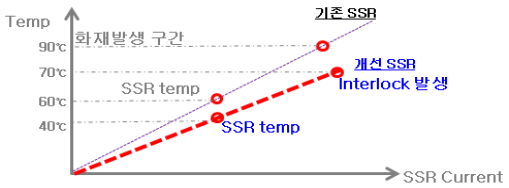

Fig.4 Comparison of the proposed interlock linkage system with the conventional system

4. 결론

실험결과 무접점 릴레이의 부하 정격용량을 80A 에서 120A 로 확대하였고 냉각 FAN 을 장착하여 무접점 릴레이 자체 온도를 30℃이상 감소시킬 수 있었다. 또한 온도조절장치와 연계한 Interlock 구현으로 설정 온도 도달 시 미리 전원을 차단함으로써 탄화 발생을 예방할 수 있었다.

후기

최초 무접점 릴레이 탄화 현상에 대해 분석적으로 접근하여 원인을 찾을 수 있었고 본 연구에 도움을 주신 모든 분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. S.W. Tsao, T.C. Chang, P.C. 2010 “Temperature influence on photo leakage current characteristics of a-Si:H thin-film transitor”
Solid-State Electronics, Volume 54, Issue 6, June 2010 Pages 642-645

2. Oleg Semenov, Arman Vassighi, Manoj Sachdev 2002 “Impact of technology scaling on thermal Behavior Of leakage current in sub-quarter micron MOSFETs: perspective of low temperature current Testing”
Microelectronics Journal, Volume 33, Issue 11, November 2002, Pages 985-994
29 April 2009, Pages 179-186