

# 전자식팽창밸브의 개도 변화에 따른 Chiller의 냉각특성 Chiller Characteristics by Electronic Expansion Valve Opening Control

\*남승표<sup>1</sup>, #신동현<sup>2</sup>, 임희준<sup>2</sup>, 임용진<sup>2</sup>

\*S. P. Nam<sup>1</sup>, #D. H. Shin(shin@uos.ac.kr)<sup>2</sup>, H. J. Lim<sup>2</sup>, Y. J. Im<sup>2</sup>  
1,2서울시립대학교 기계정보공학과

Key words : Chiller, EEV, Semiconductor wafer fabrication

## 1. 서론

반도체 공정용 Chiller는 Wafer제조공정중 발생되는 열부하에 대응하여, 공정장비의 운용온도를 일정하게 유지시킬 수 있는 정밀한 제어가 요구된다. 일반 냉각시스템에서 부하변동에 대하여 온도를 제어하는 방식으로는 Compressor의 on/off제어, 용량가변형Compressor의 회전수 제어가 사용된다. 그러나 Compressor의 on/off제어는 off시에는 냉매의 혼합에 따른 에너지손실과 역류발생으로 Compressor의 손상이 발생하기 쉬우며 가변형 Compressor는 부하변동에 따른 냉각용량제어의 폭이 제한적이어서, 열부하의 변동폭이 매우 큰 반도체 공정에서는 사용되지 않고 있으며, 오히려 Heater를 냉각기와 함께 사용하여 변동부하에 대응하는 온도제어를 하고 있는데 이 방식은 많은 에너지를 사용하는 문제가 있다.

따라서 본 연구에서는 온도제어특성이 우수한 전자식팽창밸브(Electronic Expansion Valve : EEV) 제어와 더불어 저부하 영역에서 효과가 있는 핫가스의 바이패스를 통해 냉각용량을 제어하는 방식으로 반도체공정의 온도를 정밀하게 제어하고자 한다. 이를 위해 본 논문에서는 EEV의 개도에 따른 Chiller의 주요구성품에대한 압력, 온도, 유량등 상태를 파악하여 이를 바탕으로 보다 정밀한 제어방법을 개발하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 실험장치

본 연구에 사용된 Chiller는 Fig.1 및 Table.1과 같으며 주요 장치들은 기본 냉동시스템인 압축기, 응축기, EEV, 증발기 그리고 2차냉매 순환펌프, 4kw부하기 등이 있으며, 시스템의 각 부분에서의 특성을 파악하기 위하여 온도센서 16개, 압력센서

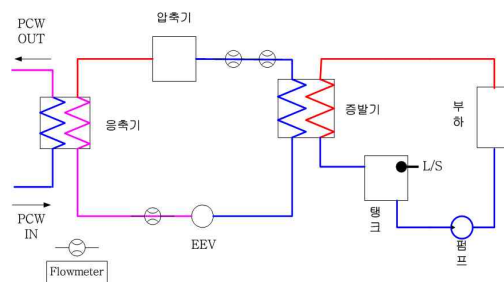


Fig. 1 schematic Diagram of Chiller  
13개 그리고 유량계5개를 장착하였다.

### 2.2 실험방법 및 결과

EEV개도에 따른 운전한계특성을 알아보기로자 Table.2와 같은 실험한 결과 EEV개도 120step미만에서는 압축기출구의 온도가 100℃이상으로 상승하였고 210step 이상에서는 개도 증가에 따른 부하의 변동이 없다. 그러므로 본 실험에서는 제어가능한 영역인 120step과 210step의 개도를 선정하여 실험을 진행하였다.

Table. 1 Experimental Chiller specification

Item	Specification
Compressor	ZF15K4E(5Hp)
Temperature Range	-20 ~ +80 ℃
Coolant	FC-3283
Refrigerant	R404A
EEV	ESX-24A

Table. 2 Result of EEV open rate

EEV개도(step)	압축기온도(℃)	부하(kW)
110	100.77↑	1.53
120	96.86	1.67
⋮	⋮	⋮
210	69.82	2.95
220	68.09	2.95

EEV개도 변화 따른 Chiller의 주요 구성품의 특성을 측정하기 위하여 개도 120step에서 210step으로 변화를 주었을 때 증발기의 출구, EEV의 입구, 압축기의 입구의 압력, 온도, 유량을 측정하였다.

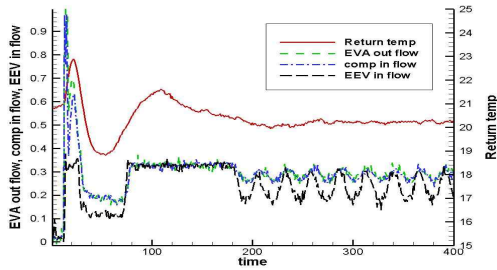


Fig. 2 Flow rate of Chiller, EEV step 120

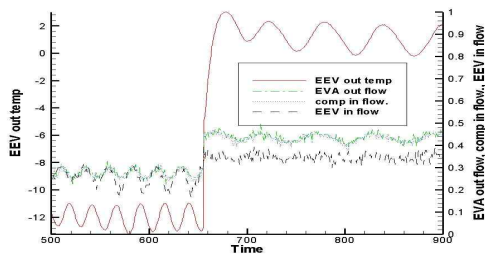


Fig. 3 Flow rate & temp of Chiller, EEV step 120-210

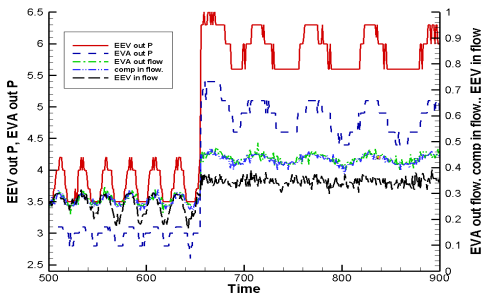


Fig. 4 Flow rate & pressure of Chiller, EEV step 120-210

Fig.2는 EEV step 120일 때 유량의 변화 추이로써 압축기가 12초 후 작동을 시작하였고 78초 이 후 정상상태에 도달하였으며 182초부터는 유동하고 있다. 유동에 무관하게 2차냉매의 Return 온도가 정상상태이다. Fig.3은 EEV step을 120에서 210으로 변화 하였을 때 EEV 출구온도는 유량에 따라서 유사한 변화를 보인다. Fig.4는 EEV step을 120에서

210으로 변화 하였을 때 EEV출구 압력과 증발기 출구 압력을 비교한 그래프로서 유량에 따라서 압력이 유사한 변화를 보인다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 EEV의 개도 제어를 통해 부하에 대한 정밀한 온도를 제어하고자 EEV의 개도에 따른 Chiller의 주요구성품에대한 특성을 파악 하였으며 그 결과 유량과 온도, 압력 대한 시간에 따른 동적 특성을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 향후 제어 알고리즘을 개발에 필요한 데이터베이스를 구축하고자 한다.

### 후기

앞으로 EEV와 Hot gas bypass를 동시에 제어하여 실험을 진행하여 데이터를 구축하고 향후 제어기를 개발할 예정이다.

### 참고문헌

1. S.P.Nam, D.H.Shin, H.J.Lim, K.S.Jeong, 2010, "A Study on the Open rate Electronic Expansion Valves and Hot Gas Bypass Valve for varied Load Chiller", Proceedings of Korea Society of Precision Engineering PP.1083~1084
2. J. Y. Byun., 2010, "Precise Temperature Control of an Oil Cooler for Machine Tools by Using Hot-gas Bypass and Compressor Speed Control", Pukyong National Univ., pp.10-25.
3. Hayase, Isao, "Trends in Technology for Component Compressor", Refrigeration(in Japanese), Vol. 74, No. 863, 13-17, 1990.
4. Tassou, S. A., Green, R. K., Wilson, D. R. and Searle, M., "Energy conservation through the use of capacity control in heat pumps", Journal of the institute of energy, 30, pp. 30-35, 1981.
5. Ikemoto, Y., "Economic/Environmental Aspect of Modulation", Refrigeration (in Japanese), Vol. 74, No. 863, 29-35, 1999.
6. 박차식의 3명, "R22를 적용한 전자팽창밸브의 냉매유량 특성 및 유량예측 모델링", 설비공학 논문집 제18권, 제11호, 881-887, 2006.
7. 김철환, 신동구, 박홍희, "바이패스방식을 이용한 용량가변 스크롤 압축기에 관한 연구", 2003 유체기계 연구개발 발표회 논문집, 693-696, 2003.