

지능형 알고리즘을 이용한 Wet Station용 스마트 제어기 설계

Design of Smart Controller using Intelligent Algorithm for Wet Station

홍광진*, 김종원* 조현찬*, 김광선*, 김두용**, 조중근***

*한국기술교육대학교

**순천향대학교

***(주) 한국 DNS

Kwang-Jin Hong*, Jong-Won Kim*, Hyun-Chan Cho*, Kwang-Sun Kim*,

Doo-Yong Kim**, Jung-Keun Cho***

*Korea University of Technology and Education

**Soonchunhyang University

***DNS Korea Co., Ltd.

E-mail : damhye@kut.ac.kr

Abstract

Semiconductor Wet Station has a very important place in semiconductor process. It is important that to discharge chemical with fit concentration and temperature using chemical supply system for clean process. The chemical supply system which is used currently is not only difficult to make a fit mixing rate of chemical which is need in clean process, but also difficult to make fit concentration and temperature. Moreover, it has high stability but it is inefficient spatially because its volume is great. We propose In-line System to improve system with implement analysis of fluid and thermal transfer on chemical supply system and understand problem of system.

Keywords : 반도체장비, 지능 알고리즘, 약액공급장치

1. 서론

반도체 소자의 제조공정은 무엇보다도 먼저 세정으로부터 시작된다. 반도체 집적회로의 제작공정을 보면 각 공정의 전 과 후에는 반드시 세정공정을 수십회 반복한다. 세정은 일반적으로 웨이퍼 표면의 세정만을 생각하기 쉽지만 실제 제조공정에 있어서는 반도체 제조장비 전체를 통해

서 초청정화를 위한 기술로서 광범위하게 이해되어야 한다[1]. 그러나 웨이퍼 표면의 세정은 그 중에서도 가장 중요하고 어려운 기술로서 최종적으로 달성해야할 초청정화 기술이다. 반도체 웨이퍼의 대구경화와 소자의 미세화가 진행되면서 표면의 오염물질은 소자의 신뢰성에 직접적인 영향을 주기 때문에 미세입자 및 아주 작은 량의 금속 오염 등을 제거해야 한다[1][4]. 구체적인 방식으로서 습식처리 (Wet Treatment)를 주로 사용하는데 그 순서를 보면 에칭, 산화 및 환원

반응, 용해, 계면 활성제, 초순수, 건조 등을 통하여 진행한다[2][3]. 습식처리에 바탕을 둔 (주)한국DNS의 세정장비는 (주)삼성전자 반도체 부문에 기 설치되어 생산라인에 적용되어 안정적으로 사용되고 있으나, 장비의 거대화화 Foot Print의 증가, 화학액 과 DI Water의 사용량 증가에 따라 경제적 및 환경적 문제점 등을 야기하고 있다. 따라서 본 연구에서는 세정장비의 핵심장비인 약액 공급 장치의 Process를 줄이고, 약액과 초순수의 사용량을 줄이면서, 약액 공급 장치의 소형화를 통한 In-line 시스템 장비 개발을 위한 연구를 목적으로 진행 되었다.

2. 약액 공급 시스템

2.1 기존 시스템

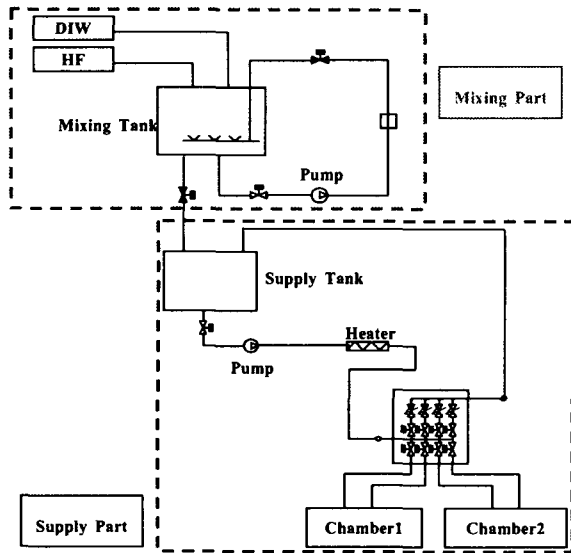


그림 1 . 약액공급장치의 Simplify Modeling

현존 장비의 도면을 바탕으로 기존 시스템의 유동해석 및 열전달 해석을 하기 위하여 상용 프로그램인 Flowmaster를 가지고 그림 1과 같이 Modeling하였다. 현재 사용되고 있는 시스템은 크게 약액공급Tank로부터 약액의 혼합을 위해 구성되어 있는 Mixing Part와 Mixing Tank로부터 공급된 약액을 Heating하여 각 Chamber로 분배하기 위한 Manifolder, Chamber의 Front와 Back 쪽의 공급 라인으로 구성된 Supply Part로 구성되어 있다.

현 시스템의 Mixing Part에 대한 Modeling은 단순 혼합을 위한 순환방식을 가지고 있으며,

Supply Part의 유동에 영향을 미치지 않으므로 배제하였다.

Supply Part에 대한 문제는 추후에 다루기로 하였으며 본 연구에서는 Mixing Part만을 다룬다.

Mixing Part의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

1. 약액 공급 Tank로부터의 공급압력이 불규칙적인 Hunting이 발생.
2. Wafer의 대구경화에 따른 약액의 사용량 증가로 인하여, Mixing Tank의 부피 증가되어 장비 전체의 부피가 증대되고 있음.
3. Pump 순환 Mixing 방식의 단점으로 인한 농도의 신뢰도 감소로 정밀 제어 불가능.
4. 기존 PID 제어 기법은 시스템 파라메타 변화 발생 시 전문가가 직접 Gain Control을 해주어야 한다.

2.2 In-line 시스템

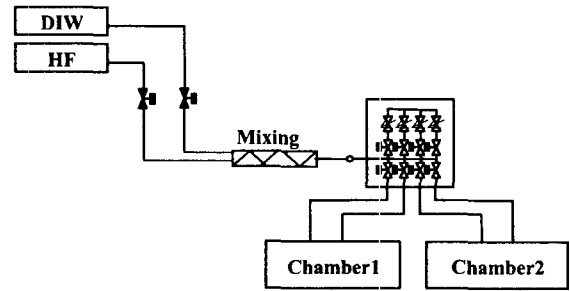


그림 2. In-line 시스템 모델링

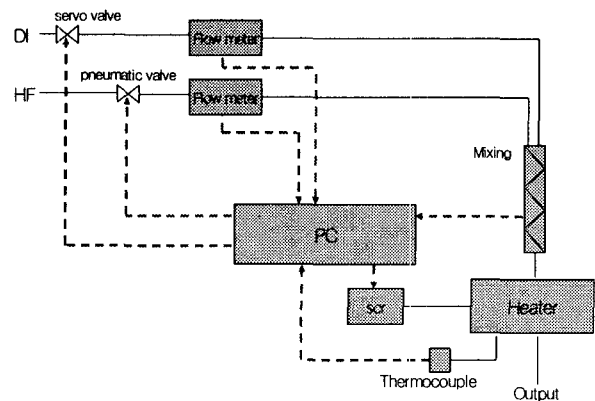


그림 3. Control System

위 문제들을 해결하기 위해 그림 2와 같이 In-line 시스템을 개발해야 한다[5].

Control 시스템은 그림 3과 같이 만들었다. 시스템의 제어 흐름을 살펴 보면 다음과 같다.

1. 보드로부터 동기 신호를 받아 HF와 DI용액의 밸브를 연다.(synchronize)
2. 농도 오차와 오차의 differential을 가지고 서보 밸브를 이용해 DI용액을 미세 조정.
3. Mixing Part에서 나온 용액은 히터로 가열하며 온도 오차에 따라 히터를 가열한다.
4. 작업이 끝나면 보드로부터 동기신호를 받아 HF와 DI의 밸브를 닫는다.

3. 실험

실험을 위해 그림 4와 같이 시스템을 만들었다.

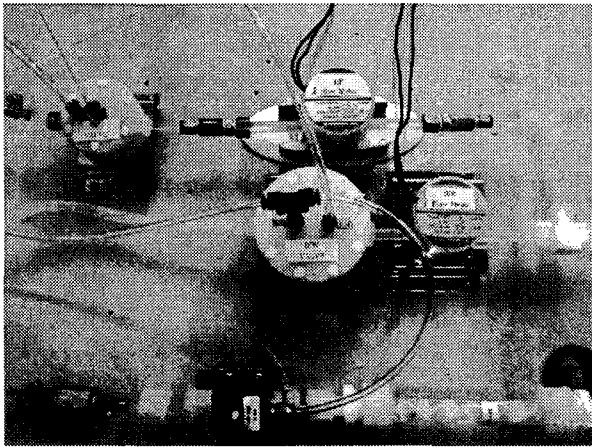


그림 4. In-line Mixing System

Device와 PC간 통신은 DeviceNet을 사용하였으며, 제어 알고리즘은 퍼지를 사용하였다[5][6][7][8][9][10][11].

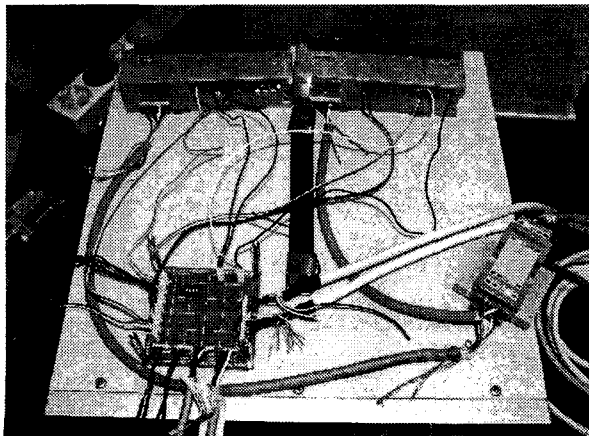


그림 5. DeviceNet 및 신호 결선

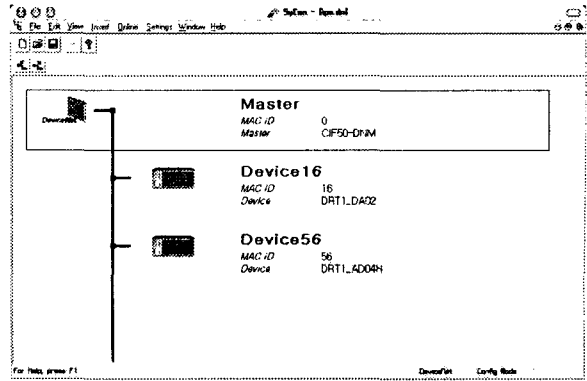


그림 6 . DeviceNet Network

실험은 Mixing Part만을 다루었으며, 기존 시스템의 농도 차는 $\pm 5\%$ 이고 이를 $\pm 2\%$ 이내로 제어 함 으로서 효율성을 검증하였다[5].

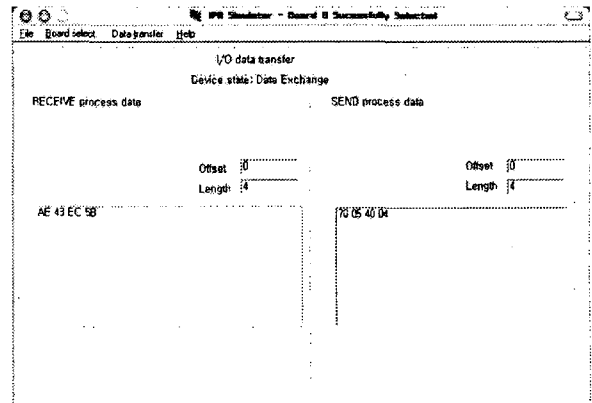


그림 7. IPA Simulator - I/O Data

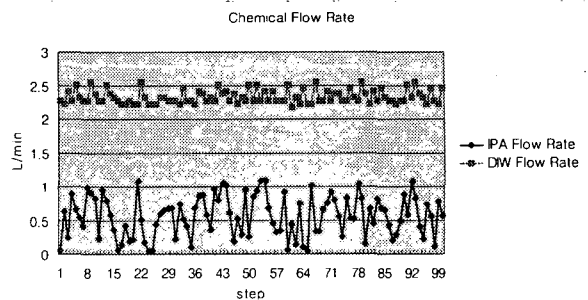


그림 8. Chemical Flow Rate

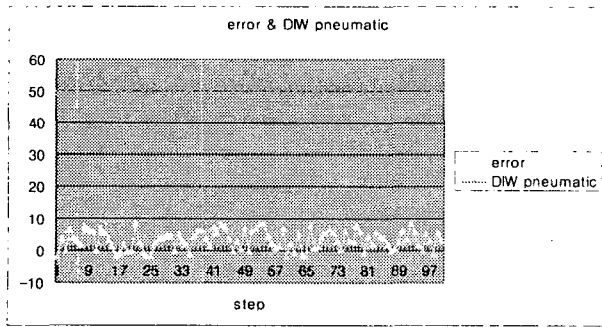


그림 9. error & DIW pneumatic output

그림 7은 IPA Simulator로서 device를 제어하며 device와 PC간의 I/O를 모니터링 해주고 있다. 실험을 위해 IPA쪽에 헤팅을 일부러 심하게 가하였으며, 그림 8, 9은 그에 따른 IPA, DIW의 Flow Rate와 error 및 DIW의 밸브 조절을 위한 출력 공압을 나타내고 있다. 그림 8, 9에서와 같이 압력 헤팅에 대하여 DIW의 밸브 조절을 유연히 함으로서 헤팅에 대한 농도 조절이 원활히 이루어지는 것을 볼 수 있다.

4. 결론 및 향후과제

In-line 시스템은 전문가에 의한 기존 PID 농도 제어 시 버려지게 되는 약액에 비해 약액 손실이 적고 보다 정밀 제어가 가능하다[5]. 또한 실험 결과에서와 같이 압력 헤팅에 대하여서도 지능 알고리즘을 이용하여 능동적으로 제어를 함으로서 효율성을 입증하였다.

본 실험에서 Supply 부분을 다루지는 않았지만 추후 온도 제어를 위한 열전달 해석과 지능 알고리즘을 연구할 계획이다. 또한 네트워크를 이용한 원격 제어 및 모니터링이 가능하도록 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

5. 참고문헌

[1] Maeda Kazuo, "반도체 제조장치", 일본 공업 조사회, 1999
 [2] Louis C. Burmeister, "Elements of Thermal Fluid System Design". Prentice Hall, 1998

[3] T. F. Edgar & D. M. Himmelblau, "Optimization of Chemical Processes", McGraw Hill, 1993
 [4] Semiconductor World Journal, "최신 반도체 프로세스 기술 (Technology & Equipment)", 1998
 [5] 홍광진, 백승원, 조현찬, 김광선, 김두용, 조중근, "차세대 반도체 세정장비용 스마트 제어기 설계", 한국퍼지 및 지능시스템학회, Vol. 14, No. 1, pp.149-152, 2004.
 [6] 변증남, "퍼지 논리 제어", 홍릉과학출판사, 1997
 [7] H.J. Zimmermann, "Fuzzy Set Theory and It's Applications", Kluwer-Kijhoff, 1986
 [8] 오성권, "C프로그래밍에 의한 퍼지 모델 및 제어시스템", 내하출판사, 2002
 [9] D.S.Miller, "Internal Flow System", BHRA(information service), 1986
 [10] Hilscher, "SyConDN System Configurator DeviceNet", Hilscher, 2001
 [11] Hilscher, "Device Driver", Hilscher, 2001