

화학약품의 순환장치 (Central Chemical Circulation System)

한양엔지니어링(주)
자 료 제 공

1. 머리말

현 반도체 업계에서는 반도체관련 기술 이전 기피로 인한 기술습득의 어려움을 겪고 있으며, 많이 나아졌다고는 해도 국내의 해외기술 수준과의 격차로 반도체 설비 분야의 해외 의존도가 높은 실정이다.

또한 고집적화 반도체 생산 체제에 맞는 제조공정을 요구하고 있다.

그래서 끊임없이 새로운 제조공정기술을 개발하는데 박차를 가하고 있다.

그 중에 당사는 반도체 제조 공정에 필요한 화학약품 이송장치로서 각각의 POU(Point of Use)에 요구하는 적정량의 화학약품을 안전하게 공급하는 System을 제조 생산하고 있었다.

당사는 화학약품 이송장치에 관심을 갖고 기존 System을 Up-Grade해서 제조공정에 사용되는 화학약품의 불순물(Particle) 제거 및 감소 방법과 System의 안정적 사용 및 생산성 향상을 위해 Trouble Shooting Time의 최소화 방안을 준비 중이었다.

그 때에 정부의 반도체 장비 국산화 개발

사업이 착수되었다.

당사는 정부의 국산화 개발사업에 적극적으로 참여하여 화학약품 이송장치의 순환 System구성으로 순환공급방법을 이용할 때 정체현상에서 발생하는 불순물 및 필터의 햄머링현상을 감소시킴으로서 POU(Point of Use)에서 요구되는 최적의 화학약품을 공급하게 되었다.

위 System을 '화학약품의 순환장치'라 명명하며 개발의 성과를 거두게 되었다.

1995년 6월 1일부터 1996년 5월 31일까지 1년동안의 기술개발 사업의 성공 후 1996년 10월 특허출원(제 96-45217호)을 하여 2년여 동안의 출원기간을 거쳤다.

그리고 드디어 1999년 2월 8일 특허등록(제 0194289호)으로 빛을 보게 되었다.

1. 개발기술의 내용

화학약품 순환장치에 관한 것으로서, 좀더 구체적으로는 반도체의 제조공정 중에서 식각, 포토마스크, 디프존, 에칭 및 후공정작업에 사용되는 화학약품을 공급,순환시켜 공급

라인에서 일정시간에 분사되는 화학약품을 공급라인에서 정체현상을 없애 화학약품에 포함된 이물질 및 불순물을 순차적으로 여과시켜 순수한 화학약품만을 제조공정에 공급하여 제품공정에 따른 제품의 불량률을 최소화 할 수 있도록 한 화학약품 순환장치에 관한 것이다.

일반적으로 화학약품을 공급하는 이송라인에 있어, 공급라인을 통과하는 화학약품에는 원래 제조공정에 따라 다소의 불순물이 포함되어 있어 필터에 의해 정제시켜 불순물의 허용치를 최소로 저하시켜 공급하도록 하여 제품을 가공하는데 따른 제품의 불량률을 저하시켜 가공할 수 있도록 되어 있다.

필터에 발생하는 압력변화에 따른 햄머링 현상을 안정화 시키고, 또 필터를 통해 반복적으로 화학약품을 정체현상없이 순화시켜 일정량만 토출되도록 함으로써, 순수한 화학약품을 제품공정에 공급시켜 제품의 불량률을 최소화하여 생산성을 현저히 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

앞에서도 언급했듯이 Particle 오염 방지대책을 세워 Particle을 감소시키며, 또한 System Trouble Shooting Time의 최소화방안 검토(PLC Program의 Trouble Shooting Time의 최소화)로 인해 System Down Time을 줄일 수 있었다.

본 장비의 구성은 Pump & Damper System, Tank System, 전기계장 System 및 기타 Utility를 통해서 Control되는 제어 System(Central Monitoring System)으로 이루어 졌다.

System의 장점으로는 POU(Point of Use)에서의 Signal요청시 Drum or Bottle에서 직접 이송되는 화학약품을 Storage Tank와

Supply Tank로 이송한다.

이때 공급 라인과 순환 라인에 각각의 Auto Valve를 부착하여 자체 Program에서 순환과 이송 라인의 Time을 조작 화학약품의 정체로 인해 서로 응집되는 Particle의 발생을 근본적으로 차단하였다.

2. System 구성

가. Hard Ware 구성

1) Supply Unit

- 내산성을 갖는 PVC 재질 또는 SUS의 Plate로 제작되어 있으며 공급기능에 필요한 주요 단품(필터, 펌프, 밸브 등) 및 배관으로 구성
- 화학약품 HUM의 배출을 위한 Exhaust Damper
- Unit 내부의 Drain을 위한 Port 구성
- 내부 관찰이 용이하도록 투명 Window 설치

2) Controller Unit(PLC Controller)

- Touch Screen을 이용한 간편한 조작 및 Indicating
- Maintenance의 용이한 구성
- 긴급 상황을 위한 Alarm System 구현
- Program의 변경 및 추가 가능하도록 설계

3) Storage & Supply Tank

- 압력 용기로서의 설계
- 내산 및 내알카리성 설계(Ptfe Lined SUS 304 Tank)
- 유량 관측을 위한 Level 설치

- Over Charge 방지를 위한 Sensor 부착
- Over Pressure 방지를 위한 Sensor 부착

4) CMS(중앙 모니터링 시스템)

- Computer, Monitor, Printer로 구성
- 각 단품들의 동작 상태 출력
- 화학약품 흐름 상태 출력
- 각 Tank의 Level 상태 출력
- 비상 상태의 Alarm 기능
- 정보 보관 및 Printer 기능

나. 기능적 구성

1) Charge Mode : 화학약품 운반 용기에 서 Storage Tank 및 Supply Tank로 화학약품 이송

- Bottle → Pump → Damper → Pre Filter → Storage Tank → Supply Tank

2) Supply Mode

- Supply Tank → Final Filter → POU
- Tank내에 저장되어 있는 화학약품을 POU(Point of Use)로 공급

3) Circulation Mode

- Storage Tank → Circulation Pump → Supply Tank → Filter → Storage Tank
- Use Point에 공급 중단시, 저장중인 화학약품을 Filter를 통해 순환시킴으로서 잔류 화학약품내의 Particle 감소 및 혼합 화학약품의 재분리 억제

4) Stabilization Mode

- Supply Tank → Final Filter → POU Valve 동작 → Supply

- Supply Tank로 부터 POU에 공급중 Auto Valve를 일정시간 동안 Open 시킴으로 Final Filter에 충격(햄머링 현상)을 감소시켜 Filtration 기능 증대

3. 개발과제 및 해결방안

가. 기존 System 문제점

Charge Mode와 Supply Mode방식으로 System을 운전하기 때문에 굳이 Storage Tank가 필요없다.

그러나 Storage Tank가 없기 때문에 공급 가능한 화학약품의 저장 용량부족으로 수시로 화학약품 Charge시 어려움을 겪을 수 있고 Circulation기능이 없기 때문에 위에서도 언급했듯이 화학약품의 정체로 인해 Particle 이 발생 감소를 막을 수 없다.

나. 문제점 해결방안

1. Circulation 기능 추가를 위한 System Basic 연결

- Storage Tank 설치
- Circulation Mode 구축

2. Filtration 기능 강화

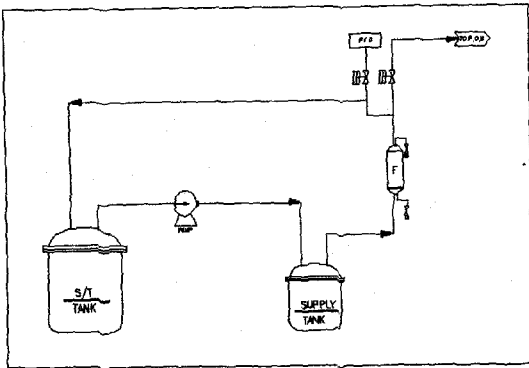
- 비 공급 상태에서의 화학약품을 필터를 통해 순환시킴으로서 Refiltering에 의한 Particle 감소
- 약품순환시킴으로서 정체 상태에서의 Particle 생성요인을 소멸
- Final Filter의 Outlet에 Return용

Valve가 순간적으로 열림으로 필터에 가해질수 있는 충격을 완화 시킴

3. CMS를 통한 집약적인 System 관리

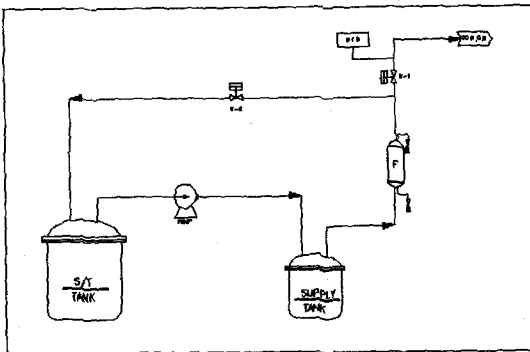
-System의 운전상태를 항상 Monitoring하여 운전자의 System 상태파악 용이 및 조속한 Trouble Shooting으로 System 가동률을 향상시킴.

가) Circulation 실시



연속 7회 TEST(5분×7회)

나) Stabilization 실시



V1, V2의 동작 상태에 따른 Stabilization 효과 Testing

4. 결과

가. Circulation

- 실험에 사용된 시료는 화학약품 대신 원수(D.I.W)를 사용하였다.
- 원수(D.I.W)를 우선 7회에 걸쳐 Particle을 Check하였다.
- 원수(D.I.W)를 Filtration효과를 증가시켜 Circulation를 통한 Tank에서 채취 후 Particle를 원수와 같이 7회를 Check하였다.

실험결과와 같이 원수(D.I.W)를 Circulation 후 Particle이 현저히 감소함을 알 수 있다.

나. Stabilization

- 실험방법을 A, B, C, D, E 5가지로 나누어 실험을 하였다.

방법 A : 기존 System의 운전 방식

방법 B : Stabilization 1 방식으로 Supply Tank로부터 POU에 공급중 Auto Valve를 1초 정도씩 Open 시킴으로서 Final Filter에 충격을 감소시킨 방식

방법 C : Stabilization 2 방식으로 Supply Tank로부터 POU에 공급중 Auto Valve를 일정시간 Open 시킴으로서 Final Filter에 충격을 감소시킨 방식

방법 D : Stabilization 3 방식으로 Supply Tank로부터 POU에 공급중 Auto Valve를 연속적으로 Open 시킴으로서 Final Filter에 충격을 감소시킨 방식

표 1. 원수 (D.I.W)의 Circulation 전과 후의 Partide의 수량치

구분		회수	1	2	3	4	5	6	7
원수 (D.I.W) 크기	0.10 μm (갯수)	22	17	25	43	23	21	39	
	0.12 μm (갯수)	19	22	13	28	28	23	25	
	0.14 μm (갯수)	7	10	10	14	11	8	21	
	0.20 μm (갯수)	3	1	3	3	9	3	5	
Circulation 후 크기	0.10 μm (갯수)	0	1	0	1	0	0	0	
	0.12 μm (갯수)	0	0	0	0	0	0	0	
	0.14 μm (갯수)	0	0	0	0	0	0	0	
	0.20 μm (갯수)	0	0	0	0	0	0	0	

방법 E: 방법 D와 동일하나, Filter를 제거한 방식

실험방법 A, B, C, D, E의 경우를 통해 방법E>방법A>방법B>방법C>방법D>의 순으로 Particle의 수량이 감소됨을 알 수 있다.

표 2. 원수(D.I.W)의 여러 방법의 Partide 크기에 따른 수량치

SIZE(μm) Q'TY(갯수)	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30
방법 A	6.14	5.57	5.71	2.43	2.86	2.57	0.57	0.86	0.57	0.43	0.29
방법 B	6.43	4.71	1.43	1.29	1.29	1.00	0.14	0.29	0.00	0.14	0.29
방법 C	4.43	2.86	2.14	1.29	0.57	0.86	0.29	0.43	0.00	0.00	0.43
방법 D	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
방법 E	27.14	22.57	11.57	7.29	7.57	4.71	1.86	1.29	1.14	0.86	1.43

1) 방법 A와 D

표 3. 원수(D.I.W)의 방법 A, D의 Partide 크기에 따른 수량치

SIZE(μm) Q'TY(갯수)	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30
방법 A	6.14	5.57	5.71	2.43	2.86	2.57	0.57	0.86	0.57	0.43	0.29
방법 D	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

표 3의 결과로 Filter Outlet의 유량이 변하면 Filter에 햄머링현상이 둔화되어 Particle의 수량이 현저히 감소됨을 알 수 있다.

2) 방법 A, B, C

표 4. 원수(DJ.W)의 방법 A, B, C의 Partide 크기에 따른 수량치

SIZE(μm) Q'TY(갯수)	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30
방법 A	6.14	5.57	5.71	2.43	2.86	2.57	0.57	0.86	0.57	0.43	0.29
방법 B	6.43	4.71	1.43	1.29	1.29	1.00	0.14	0.29	0.00	0.14	0.29
방법 C	4.43	2.86	2.14	1.29	0.57	0.86	0.29	0.43	0.00	0.00	0.43

표 4의 결과로 Stabilization Mode를 추가하여 Filter Outlet의 유량의 변화를 감소시키면 Filter의 충격이 감소되고 Filtration 능력이 증가하여 Particle의 수량이 감소됨을 알 수 있다.

그리고 햄머링현상의 감소 방안으로 유량의 변화를 감소시켜 실험하였다.

5. 향후 연구과제

가. Stabilization Line 구성방법 연구

현 구성은 Filter Outlet 단에서 Storage Tank로 RETURN Line을 구성하여 Stabilization 결과를 분석하였으나 향후 연구과제는 Filter의 Inlet단에 Return Line을 구성하여 그 결과를 비교 연구할 계획이다.

나. Stabilization Line의 Size 및 Supply Valve와 Return Valve간의 Ddlay Time에 의한 Particle수량 결과를 연구할 계획이다.

맺음말

반도체 장비 국산화 개발의 일원으로 동참

하여 1년동안의 개발노력으로 '화학약품의 순환장치'의 성공적인 결실을 거두게 되었다.

그리고 개발기술에 대해 특허등록으로 법적 인 보호를 받게 되었다.

그러나 국내에만 특허가 적용이 되어 해외에서는 보호를 받을 수 없다.

그래서 국제 특허에도 관심을 갖고 국제 특허권을 획득하기 위해 추진하려고 계획중에 있다.

IMF 경제위기 이후 국내상황은 전반적인 투자위축으로 개발 중인 기술이나 개발된 기술이 빛을 보지 못하고 있는 실정이다.

이제는 반도체가 지속적으로 256M Dram, 1Giga Dram등 계속 Up-Grade되고 있는 시점에서 반도체의 생산에 치명적인 Particle의 발생은 중요한 문제가 아닐 수 없습니다.

개발된 '화학약품의 순환장치'는 Particle의 생성을 현저히 감소시키는 효과를 가져오기 때문에, 차세대에는 꼭 반도체 공정에 사용이 가능하리라 판단된다.

또한 향후 연구과제 연구는 물론 더욱 향상된 System개발에 힘 쓸 것이다.