

반도체 생산에서의 Chemical Ion제어에 대하여

최 중 복
L G 반 도 체 (주)
환 경 보 전 부 / 부 장

1. 서 론

미세가공을 중심으로 반도체 제조기술은 비약적으로 발전하여 3년 Cycle로 그 집적도는 4배가 되어왔고 동시에 성능과 신뢰성을 높이는 데는 문제가 없이 발전하여 왔다.

신뢰성과 수율을 높이는 수단으로 64K Dram부터 Particle 계측기술 및 제어는 크나큰 공헌을 하였고, 지금 또한 매우 중요한 항목이다. 그러나 최근 고집적도 반도체 소자중 4M Dram을 대표해서 말하면 Pattern Size 0.3 μ m의 미세구조이다. 따라서 지금까지 Clean화 기술과는 크게 다르다.

Sub-Micron 이하의 소자에서는 미립자보다 작은 화학적인 Ion성 분자상 불순물(중금속, 비금속 ion등)이 소자의 전기적 특성의 영향, Dry Etching, CVD의 선택성 및 다층막 접착성 등에 영향을 미친다고 한다.

Chemical 오염물질의 명확한 정의는 없지만 입자 제거용 ULPA로 제거가 불가능한 물질의 분자상, 원자, Ion상으로 존재하는 것

으로 반도체 소자에 어떠한 형태로든 영향을 주는 것을 말한다.

ULPA Filter의 포집입자 Size는 0.03 μ m까지 가능하나 Chemical 오염물질은 0.03 μ m 이하부터 원자 Size의 0.0001 μ m까지를 말한다. Chemical 오염물질로써는 대기에서 오는 것과 반도체 제조공정에서 발생하는 酸, 염기의 무기화합물 및 Plasma로 사용되는 불소, 염소계 Ion, Coater, Developer에서 사용되는 Amine계, 사람들의 활동으로부터 발생하는 NH₃와 건축자재등에서 기인되는 Boron 및 유기화합물 등이 있다. Chemical 오염물질의 분류 및 발생원인을 표 1에 명기하였다.

본 Report에서는 반도체 제조환경에 미치는 영향과 그에 따른 대책을 마련하여 공정의 안정화에 활용하고자 한다(Cheical Air Filter 적용)

Chemical 오염원의 억제 방안으로써는 두 가지 측면에서 검토하였으며, 첫번째는 Clean Room 전체 오염원의 제거측면(OAC : 외조

표 1. Chemical 오염물질의 분류 및 발생 원인

발생구분	Chemical 오염물질	발생원인
반도체 제조 조용 약품 및 Gas	NH ₄ , F, CL, SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PO ₄	배기 Duct, 장치배기 Hood, 배관누출 Dry Etching, Coater, CVD 장치로부터 누출
외 기	NO _x , SO _x , Cl	대기 존재불순물, 공 해적인 불순물로부터 공기를 통하여 들어 오는 것들
사람활동	NH ₄ , Cl, Na, K	호흡기
치 구	F, CnHm	Cassette 치구와 Wa- fer용 각종 치구로부 터 휘발불순물
생산용 자 재 건축물	Boron 화합물, 유기 P 화합물	HEPA Filter, 건축 물로부터 나오는 휘 발불순물

기, AHU : 순화 공조기)과 두번째는 생산장
치 내부의 Clean Air 공급측면에서 검토한결
과를 논하고자 한다.

2. Chemical 오염원의 억제

외기에서 인입되는 것과 Line내부에서 발
생하는 것으로 Clean Room 전체를 Clean화
하는데 가장 적절한 방법은 부족 공기를
Line에 공급하는 외조기부분과 Clean Room
의 청정도를 유지시키기 위한 Circulation 공
조기에 각각에 제거하고자 하는 Chemical
Air Filter를 설치하는 방법이 있으며, 일부
특정 Chemical이 장치 및 공정에 영향을 미

치는 경우 장치는 별도 Unit를 설치하여 특
정 화합물질의 제거 Chemical Air Filter를
사용하는 것 등 두 가지로 크게 나눌 수 있
다.

2.1 Chemical Room 전체의 Clean화

1차 외기에서 다량 인입되는 SO₂ 및 NO₂
Ion은 Anion 제거용 Chemical Air Filter를
사용하여 외조에 설치하는 것과 특정 Zone
의 Clean화(Line내에서 발생하는 오염물)의
경우는 순환 공조기에 제거하고자 하는
Chemical Air Filter를 설치하면 된다.

2.1.1 각 Ion별 연간 검출 추이

외기에서 인입되는 것과 공정에서 발생하
는 Chemical 오염물질을 '94년도 분석 Data
에 의하여 검출 수준을 표 2에 나타내었다.

2.1.2 공조기에 Chemical Air Filter 설치 예

Chemical 오염물질의 제거를 위하여 외조
기 및 순환 공조기에 Chemical Air Filter설
치 예를 그림 1에 표기하였다.

+Chemical Air Filter ㉑ : 순환 공조기에
설치한 것으로써 특정 Zone의 All Clean화에
적용

+Chemical Air Filter ㉒ : 외기의 오염물
질의 제거 목적으로 외조에 설치하여 Line
내 인입을 막기위한 방법임.

그림 1의 방법은 전 Line의 Clean화 측면
에서는 매우 이상적인 방법이나 Cost 측면에
서 경제성을 충분히 고려하여 심도있게 검토
할 필요가 있으며 특히 Chemical Air Filter
㉒의 방법은 더 그렇다.

표 2. Chemical 오염물질별 검출수준

Chemical 오염물질	검출수준	비고
Cl	0.05ng/l	사계절 동일 Line에서 발생할 수 있음
NO ₂	6ng/l	계절의 변화 겨절에 따라 15ng/l까지 검출(겨울)
NO ₃	0.5ng/l	사계절 동일 양호하나 동절기에 약간 많이 검출
SO ₄	0.3~100ng/l	계절의 변화 동절기에 심각한 수준
NH ₄	20~50ng/l	사계절 동일 공정용 약품으로 Line 오염 가능
Na, K	<0.01ng/l	감지능력 이하 양호(분석장비 감지능력 이하)
F	1ng/l	line에서 발생 HF Leak로 오염가능
Boron	0.1ng/l	line에서 발생 HF Leak에 의한 오염

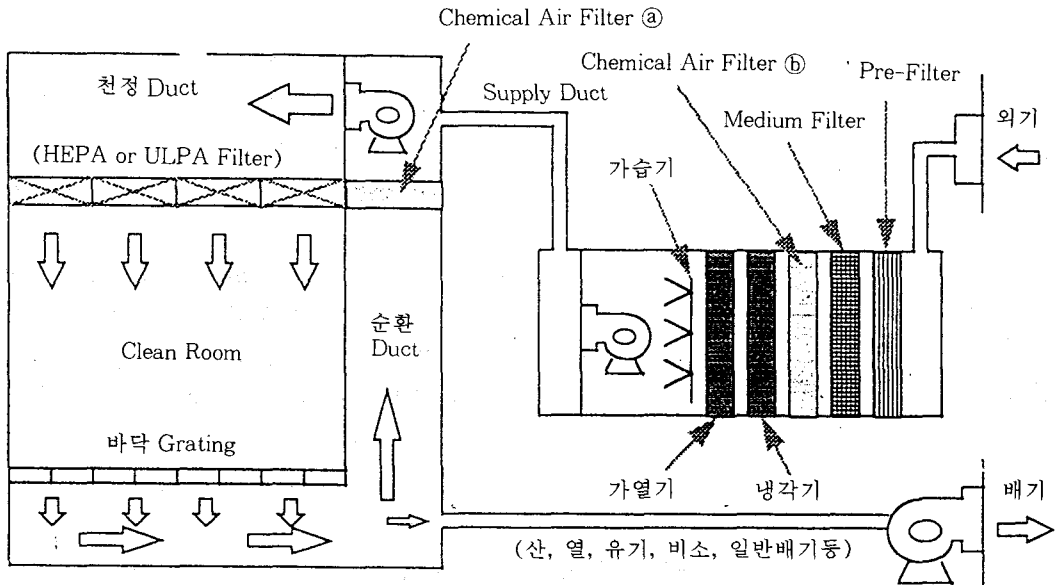


그림 1 외조기 및 순환 공조기에 Chemical Air Filter 부착의 예

2.2 특정장치 및 공정의 clean화(Photo 공정 의 예)

Clean Room 전체를 청정화 한다면 가장 이

상적이라 할 수 있으나, Cost 문제가 있고, 또 Clean Room내에서 발생하는 불순물은 어떻게 제거하는가가 문제이다. 따라서 특정장치에 별도 Unit를 설치하여 필요부분만

Clean화 하는 방법과 신규장치의 도입시 Cluster(Coater, Stepper, Developer)화해서 Chemical Air Filter의 설치 및 단시간내 공정처리로 분위기의 영향을 줄이는 방법이 있다.

㉠ 부착형 고형물 형성

Photo공정 Chemical이 수분과 결합 Ion을 발생하여 분위기중 SO₂와 결합하여 Haze성 Particle을 생성한다. 그러나 이 Particle은 물에 잘 녹기 때문에 Lens 및 광학계 등에 부착하였다 해도 Cleaning으로 쉽게 제거할 수는 있다.

㉢ SiO₂의 형성

Stepper의 수은 Lamp로부터 원적외선이 공기중의 산소를 여기시켜 산소 Radical을 발생시키고, 이 산소 Radical은 활성화되어 Chemical을 분해 산화시켜 Lens 표면에 SiO₂의 형태로 부착되는 것으로 이렇게 형성된 SiO₂는 Lens 및 기타 광학계에 부착되면 쉽게 제거되지 않아 Lens의 Life-time을 급속히 저하시킬 수 있다(Optical Intensity 저하로 인하여 빈번한 lamp 교체).

Stepper Lens를 Cleaning하여도 제거되지 않으면 SiO₂로 보아도 무방하다고 판단되며, Lens 자체의 열화에 의한 문제로 위와 같은 현상이 나타날 수도 있음.

㉢ TMAOH 및 NMP에 의한 NH₃ GAS 발생

Positive PR용 Developer인 TMOAH에 의한 NH₃의 발생과 Coater 장치의 PR공급 Nozzle Cleaning용으로 사용되는 NMP에서 Gas가 발생할 수 있으나 이것은 액상이기 때문에 확산의 우려는 HMDS에 비하여 매우 미약함.

그림 2와 같이 장치의 도입시 ㉠부터 Chemical Air Filter를 부착하는 것과 기존장치 또는 자체에서 필요성이 인정되는 Area에 별도 Unit(㉢)를 설치 Chemical Air Filter를 장착하여 Clean Air를 공급할 수 있는 방법이 있다.

위의 방법이 Cost 절감 및 오염물질의 선택성등에서 가장 적절한 방법이나 본 Area를 벗어나는 Wafer의 오염은 막을 수 없다는 것이 단점임.

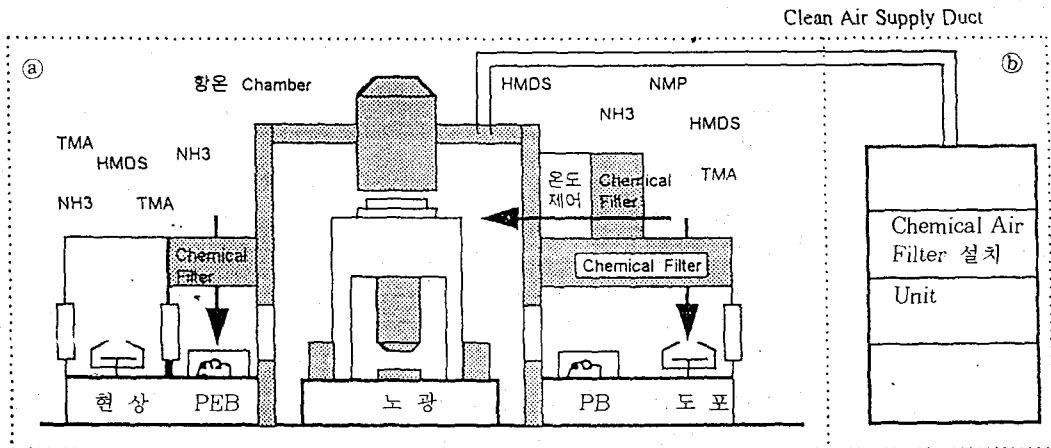


그림 2 Coater, Stepper, Developer 를 Cluster하여 Chemical Air Filter 설치 예

3. Chemical Filter의 종류 및 특성

3.1 Chemical Air Filter의 비교

Type	이온교환 부직포 방식	Polyester + 미세 Pellet의 Pleat	탄소 섬유 방식
Media 종류	강·약산성 양이온포 강·약염기성 음이온포	활성탄(유기계) 산성가스용(KMnO ₄) 알카리성 가스용(인산염)	탄소 섬유(유기계) 산성가스용 알카리성 가스용
제거방식 (중요)	양이온제거 : SO ₃ H이온 교환체 음이온제거 : Diethanol Amine	활성탄 : 유기체 물질을 물리적 포집 산성가스 : KMnO ₄ 이용 알카리성 : H ₃ PO ₄ 이용	활성탄 : 유기체 물질을 물리적 포집 산성가스 : KMnO ₄ 이용 알카리성 : H ₃ PO ₄ 이용
장 점	중량이 가볍고 Filter 자체에서 이물 발생의 염려가 없으며 Boron의 제거가 가능	유기계 오염물질의 제거가 가능하다	유기계 오염물질의 제거가 가능하며 통기성이 좋다
단 점	유기계 오염물질의 제거가 불가능하며 <10% 이하의 습도에서는 제거효율이 감소	KMnO ₄ 에 의한 이물의 방출 및 H ₃ PO ₄ 사용에 따른 Dopant의 불량 원인의 문제 유발 가능성 있음	KMnO ₄ 에 의한 이물의 방출 및 H ₃ PO ₄ 사용에 따른 Dopant의 불량원인의 문제 유발가능성 있음

3.2 Chemical Filter의 Type 및 Media 종류에 따른 특성

종 류	특 성
활성탄 섬유직포	<ul style="list-style-type: none"> • 섬유경 : 10~20 μm • 알카리성 가스, 유기물, O₃ 제거능력 우수
활성탄 섬유직포에 화학오염물 흡착 물질	<ul style="list-style-type: none"> • 활성탄에 의한 물리적 흡착과 화학약품에 의한 화학적 흡착을 동시에 이용 • 산화, 환원, 중화반응을 이용한 화학흡착제를 첨착함으로써 ppt Level의 가스처리에 있어서 효능이 있다. • Clean Room의 Retrurn Air와 FFU등의 적용시에는 부직포타입 혹은 압력손실이 낮은 Honeycomb Type의 것이 바람직하다. • 산화제(KMnO₄) 첨착, 강알카리제(KOH), 환원제 첨착포등이 있고 제어대상 가스의 종류에 따라 선택을 달리 해야한다.
이온교환 부직포	<ul style="list-style-type: none"> • 불순물 함량이 매우 낮으며, 섬유상 이온교환기를 이용한 흡착기구를 이용하여 가스상 불순물을 제거하므로 흡착기구의 재비산이 매우 적다. • 이온교환기의 밀도가 높고 비표면적이 크기 때문에 반응속도가 빠르고 저농도에서도 가스성분 제거능력이 우수하다. • 산성 Cation포와 염기성 Anion포 등이 있고 가스의 종류에 따라 선택함 • 가볍고 압력손실이 낮아 기존의 Clean Room에 용이하게 설치할 수 있다. • 90% 이상의 고효율로 제거가 가능하다

3.3 참고자료

3.3.1 Chemical Filter에 의한 Gas 제거 효율 예

(단위 : ppb)

풍 속	항 목	암모니아	Boron	염화수소	초 산	황 산
0.5m/s	입 구	2,100	5.6	750	2,600	680
	출 구	<50	0.5	<50	590	82
	효 율	>97%	91%	>93%	77%	88%
1.0m/s	입 구	3,300	2.9	1,100	3,500	810
	출 구	50	0.5	60	980	280
	효 율	98%	82%	94%	72%	65%
1.5m/s	입 구	2,800	2.7	1,000	2,900	1,000
	출 구	80	0.4	<50	680	540
	효 율	97%	85%	>95%	76%	46%

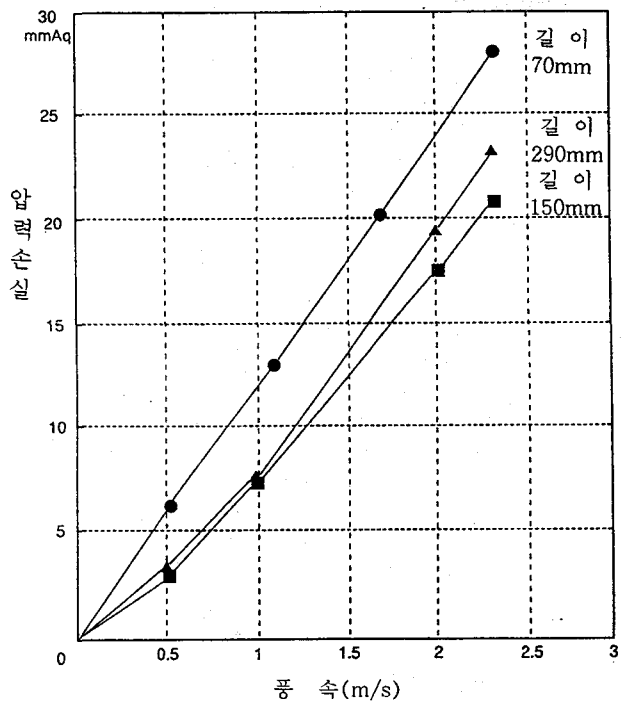
(측정조건) C/R내 온도 : 25°C, 습도 : 40%

Filter Size : 305^W × 305^L × 70^D

적층매수 : 3매, Filter 종류 : 강 양이온=2매, 약 음이온=1매

3.3.2 Chemical Filter의 기본 성능 예

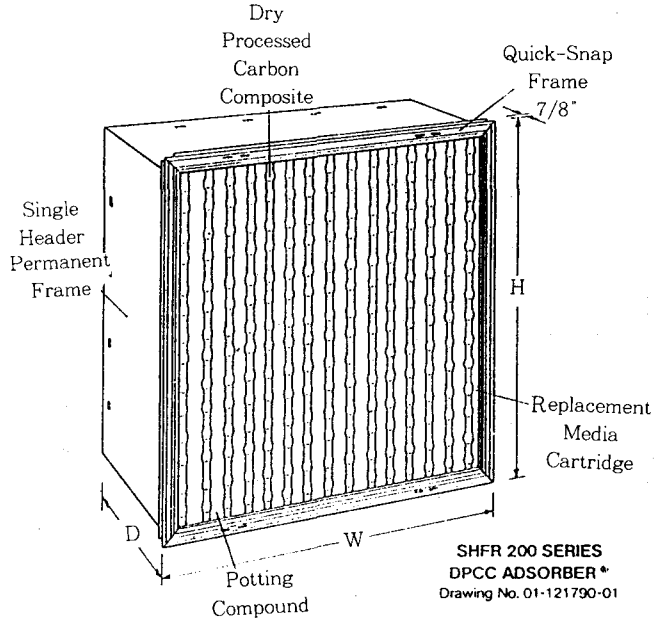
Separate 높이 4.5mm
3 매 적 층
B r a c e 형
직 교 류



3.3.3 Chemical Filter의 사양 예

200 SERIES 242412 DPCC ADSORBER*

Rated CFM: 2000 (500 ft/min face velocity)
 Height: 23 5/16"
 Width: 23 5/16"
 Depth: 11 5/16"
 System Weight: 26 lbs.
 Replacement Cartridge Weight: 18 lbs.
 Pressure Drop: 0.4" W.G. @ 2000 CFM (500 ft/min)
 Total Specific Surface Area: 164 square meters
 Carbon Composite Thickness: 0.25"
 Total Carbon Composite Content: 46 sq. ft.
 Media Velocity: 43 linear ft/min
 Residence Times:
 .03 seconds at 500 ft/min (2000 cfm)
 .06 seconds at 250 ft/min (1000 cfm)
 .09 seconds at 125 ft/min (500 cfm)
 .12 seconds at 63 ft/min (250 cfm)
 Media Components: Polyester fiber, Treated or Untreated Activated Carbon
 Potting Compound: Polyamide Hot Melt
 Permanent Frame: Aluminum
 Replacement Cartridge Frame: Formaldehyde-Free Hardboard
 Squareness Tolerance on Frame: $\pm 1/16"$
 Average Atmospheric Dust Spot Efficiency: 29% (ASHRAE 52-76)

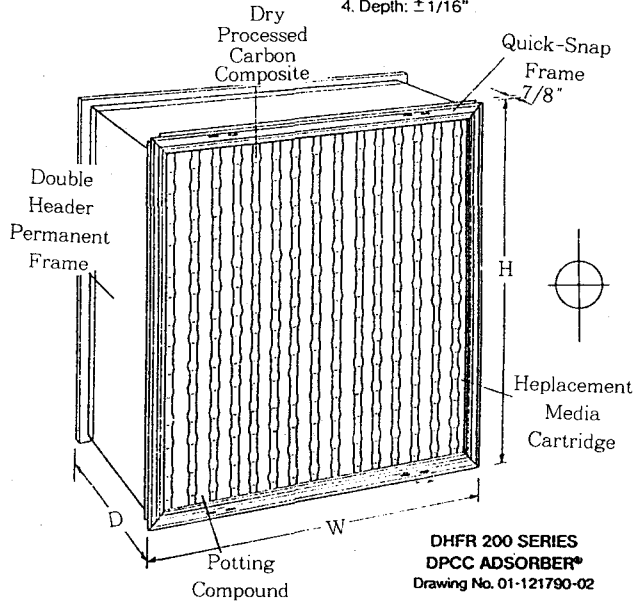
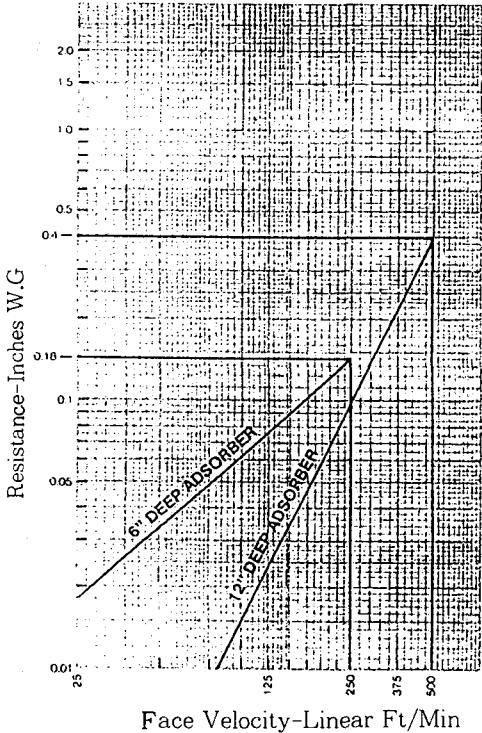


SHFR 200 SERIES DPCC ADSORBER* Drawing No. 01-121790-01

SPECIFICATION SUBMITTAL

- Construction Materials:**
1. Potting Compound: Polyamide hot melt
 2. Adsorber Frame: 50/52 H-32 aluminum
 3. Composite: Polyester fiber, active carbon, chemical reagents (if applicable) polyamide fiber, alloy pleating wire
 4. Cartridge Frame: Formaldehyde-free hardboard
- Operating Specifications:**
1. Maximum operating temperature 120 degrees F
- Tolerances:**
1. Squareness: deviation at corners $\pm 1/8"$
 2. Height: $\pm 1/16"$
 3. Width: $\pm 1/16"$
 4. Depth: $\pm 1/16"$

Ashrae Method 52 Airflow VS. Resistance

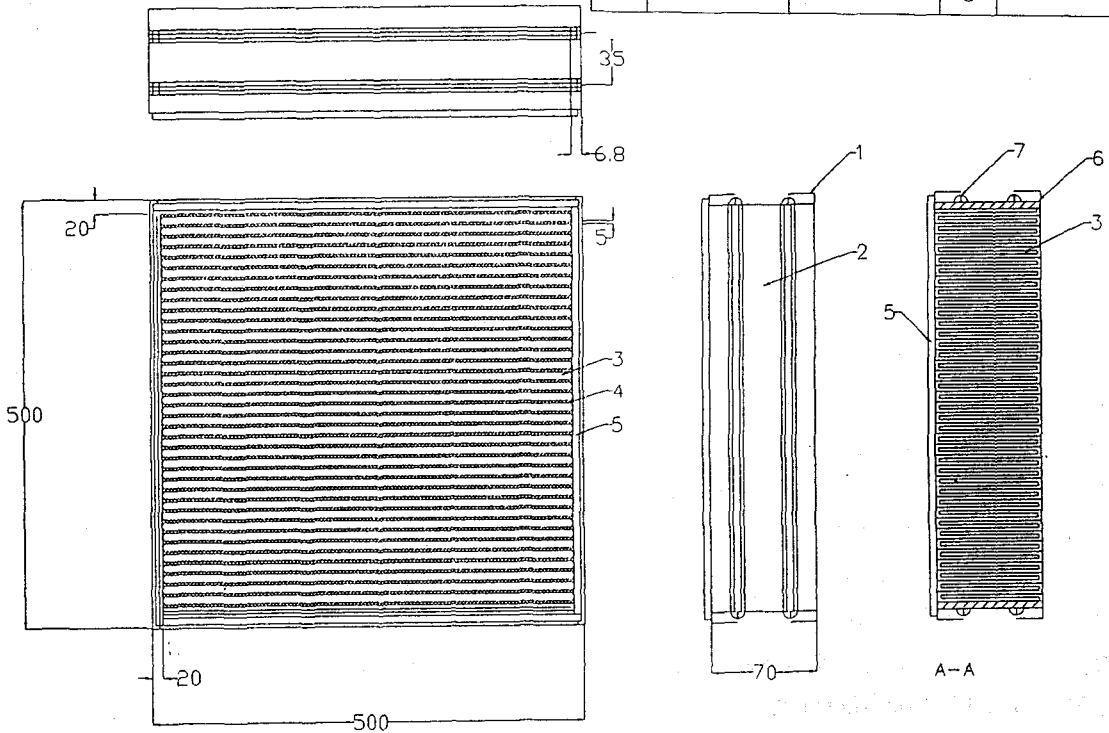


DHFR 200 SERIES DPCC ADSORBER* Drawing No. 01-121790-02

3.3.4 Chemical Filter의 외형도 예

번호	명칭	제질	수량	비고
1	외쇄-A	Al	2	
2	B	Al	2	
3	여재		3층	Poly Ethylene
4	SPACE	Al		Sponge Rubber
5	GAS RATE	네오프렌	4	
6		열경화성수지		
7			8	

Filter : 외형도



4. 결론

반도체 제조환경에서의 Chemical 오염제거는 Device가 고집적화됨에 따라 더욱 강하게 대두될 것이다. 이에 따라 생산 Grade에 따

른 제어대상 성분을 산정하고, 발생원인을 정확히 규명하여, 최적의 위치에 Chemical 제거용 System을 채용함으로써 Airborne Particle 및 Chemical Ion을 동시에 제어해야 하며, 이에 따른 경제성 검토가 필요하다.