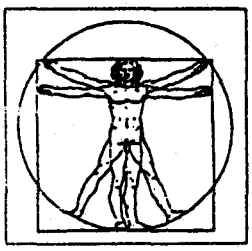
VLSI용 가스공급 시스템의 공사

『용접기술, 파이프 자재, 휨터 설치, 배기 덕트 작업, 퍼지 절차등의 올바른 선택만이 안전하고 오염이 안된 가스공급을 보장한다.』



한국공기청정 연구조합
자료실 제공

1. 서 론

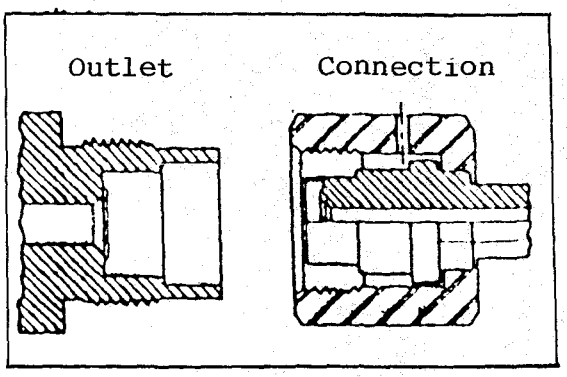
1970년대, 반도체산업에서는 프로세스가스 또는 프로세스 가스 분배시스템 (process gas distribution system)에 대한 고려를 거의 안했다. 예를 들어 가스가 누출(leak)시 거품이 발생하는 액체 "Snoop"으로써 시스템 누출을 검사하는 등 매우 단순했다.

하지만, 반도체산업에 있어서 VLSI(very large seale integrated circuit)의 발전이 점점 빨라지고 있는 현재 수율(yield)의 향상,품질향상등의 필요성이 요구되고 있어 이에 따라 고품질의 가스공급 및 고청정도 유지를 위해 가스분배시스템에 대한 고려가 더욱 필요하게 되었다.

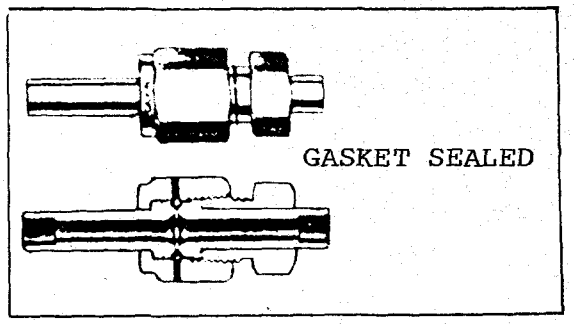
2. 부속품 타입 (Fitting Type)

설치기술은 Compression 타입 〈그림 1-a〉 또는 "Swagelok"타입 〈그림1-b〉 부속품(fittings)의 사용으로 비교된다. 이 부속품들은 먼저 설치의 용이성 때문에 사용되었고 설치시 합리적인 누출율(leak rates< 5×10 std cc/sec helium)이 되도록 만들 수 있다.

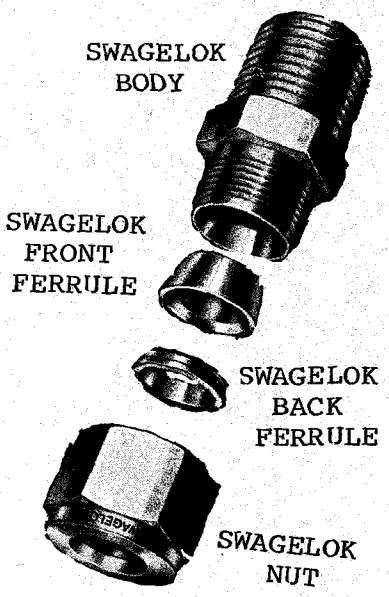
Compression 타입 부속품의 주요 문제점은 튜우브 측벽(side wall)의 밀폐(sealing)능력에 있다. 튜우브 두께와 부속품의 기계적인 공차가 서로 다르기 때문에 누출이 없는 조임(joint)이 보



(a)



(c)



(b)

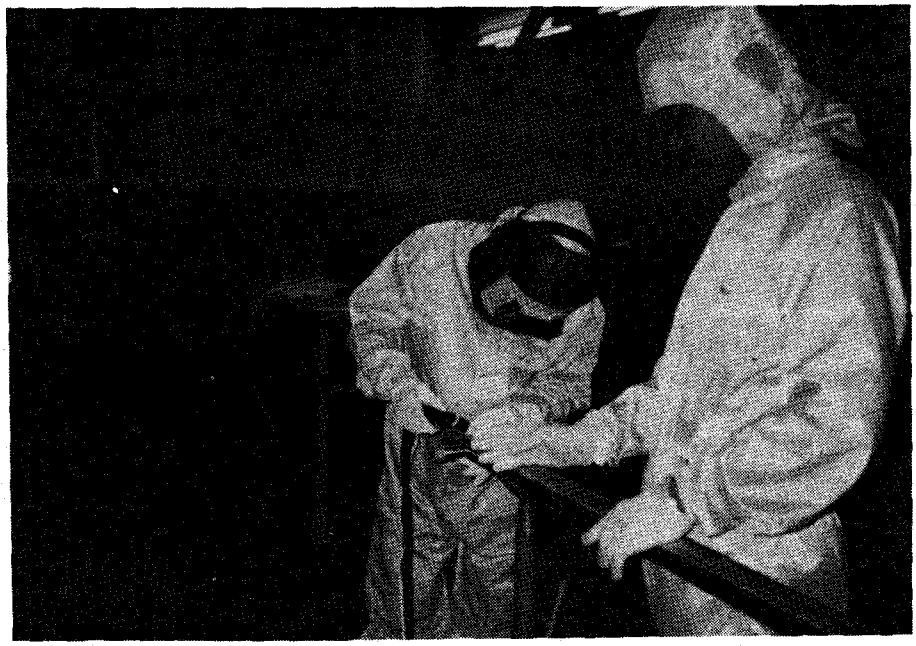
〈그림 1〉 (a)는 **Compression** 타입 (b)는 **"Swagelok"**타입 (c)는 **"VCR"** 타입을 나타낸다.

장되지 않는다. 또한 연결하는 동안에 입자(particle)가 생길수도 있고 설치자에 따라서 기계적인 성질이 변할 수도있다.

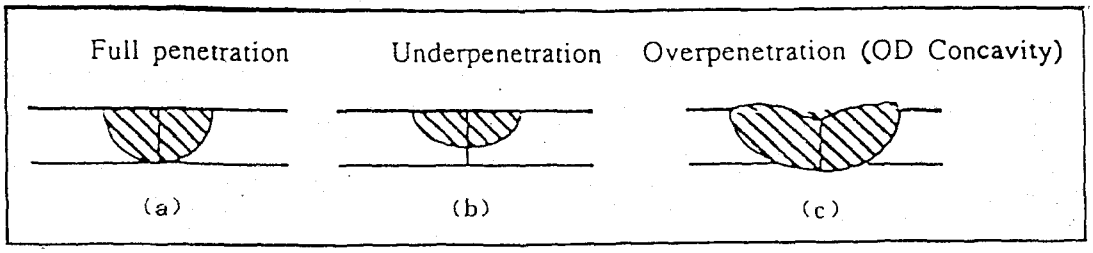
최근에 새로운 프로세스 가스관은 튜우브에 그랜드(gland)를 용접하는 고급 "VCR" 〈그림 1-C〉를 사용하여 공사한다. VCR부속품은 좀더 적은 누출율(leak rates 〈5.0×10 std cc/sec helium)를 가지며, 가스켓(gasket)만 교체하면 사용후 재사용이 가능하고 시간이 지남에 따라 느슨해지지 않는다.

3. 용 접 (Welding)

Compression 또는 VCR 연결과 함께 사용된 초기 공사기술은 수동용접이었다. 〈사진 1〉 이 용접방법은 일반적으로 과열(overheating)되거나 용접면이 Poor Penetration 되었다. 〈그림 2〉 과열은 STS(stainless steel)의 표면에서 철 또는 다른 바람직하지 못한 오염물질을 자유롭게 한다. 이 오염물질은 프로세스 가스와 반응을 일으킬 수 있으며, 또한 금속적 오염의 원인이 된다.



〈사진 1〉 **CLEAN WELDING SHOP**에서 **MANUAL WELDING**하는 모습



〈그림 2〉 (a)는 용접면이 좋은 **Penetration** (b)(c)는 나쁜 **Penetration**을 나타낸다. 일반적으로 전압, 전류, 용접시간에 따라 **Penetration**의 상태가 변화한다.

만약 수동용접이 저급이며, 탄소(carbon)를 많이 함유한 비청정 STS와 결합한다면 유기금속적 오염물질이 생긴다. 때문에 현대 용접기술은 자동용접을 사용한다. 〈사진 2〉

자동용접의 방법은 다음과 같다.

• Automatic Welding 방법은 Welding M/C에 따라 그 방법이 조금씩 다를 수 있으나 기본적으로 용접봉을 사용하지 않고, 모재를 용융시켜 접합하게 된다.

• 주의할점은 용접기의 사용 전압과 인입 전압을 확인하고 모재 Size에 따른 용접기 Part(weld head,collet)를 준비한다.

• 사용전과 사용후 용접기를 공회전시켜 이상 유무를 점검하는 것이 필요하며, Head에 이물질이 흡착하게 되면 용접 불량이 발생되므로 주의한다.

• 절단 요령으로 Edge 부는 End Finishing에 주의하고 이때 관내부가 오염되지 않도록 작업 방법을 준수한다.

• Back Seal Gas는 Ar gas를 사용하나, 사용전 반드시 Check하여 순도를 점검한다. Back Seal Gas 의 Flow는 수동 TIG와 동일하다.

• Head에 Pipe를 Set 할때 두단면이 Butt 된때의 Gap은 두께의 5%이내이다.

• 용접후 규정된 Cooling Time 을 준수하여 내부산화 방지에 주의한다. 이때의 Cooling Time은 M/C Manual을 참조한다.
(pipe와 tube의 경우 time이 동일하지 않음.)

• Tungsten rod 길이가 수동 TIG에 비해 짧으므로 가공이 용이하지 않다. 따라서 작업전 Tunsten rod의 여분을 미리 준비하는 것이 좋다.

• 일차전원은 단독 전원을 끌어 사용하고 Voltage Regulator를 사용한다.

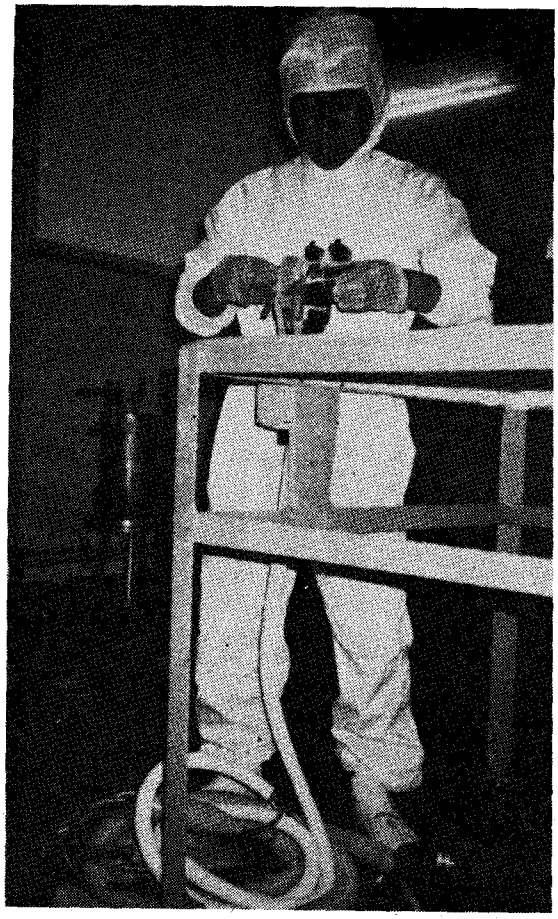
• Field에서 Auto Welder를 사용할 경우, 일반용접기와 같은 Ground에서 Earth를 하게 됨으로써 Control 불량이 일어나는 경우가 있다. 이때에는 단독 Earth를 사용하여 시공을 하고 별도의 변압기 (transformer) 를 설치하는 것이 좋다.

또한 이 자동 용접의 장점은 다음과 같다.

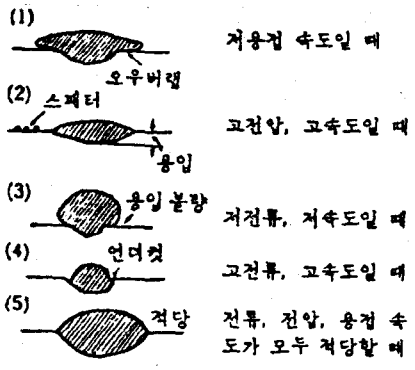
• 용접중에 산화철 (녹) 의 형성을 막기위해 Ar gas 또는 N2 Gas가 사용되고 조정된다. Cost면에서는 N2 Gas 가 유리하고 Quality면에서는 Ar Gas 가 우수하다. (E.P.Grade 자재는 Ar Gas를 사용)

• 용접중에 변수 (전기, 펄스 지속기간, 냉각시간, 아르곤 퍼지 등) 가 용접기에 의해 자동 조절된다. 용접공의 변수와 실수가 자동적으로 제거되고 하루종일 용접할 수 있는 지속성을 유지할 수 있다.

• 자동화는 용접을 최적화시킨다. 일반적인 자동용접의 검사방법은 각 근무교대 시간의 처음에 한 포인트를 샘플용접 (sample welding) 하는 것이다. 그리고 그 부위는 반을 쪼개서 용접상태 <그림 3> 와 오염정도를 검사한다. 만약, 비정상적인 것이 관찰된다면 수락할 수 있는 용접 결과가 획득될 때까지 용접기를 수정 (adjustment) 할수 있다.



〈사진 2〉 AUTOMATIC WELDING을 위해 HEADER에 TUBE를 SETTING하는 모습



〈그림 3〉 비이드형과 용접조건의 관계

4. 배관자재(piping material)

현재 가스제조업체는 기여과된 VLSI와 ULSI급으로 액체가스를 공급하고 있다. 이 가스들은 유기금속적 오염물질뿐만 아니라 입자(particle)를 감소시키도록 설계된 여러가지 형태의 자재 또는 가스 실린더(gas cylinder)에 적재된다. 기여과된 가스들은 화이버그라스로 보강된 알루미늄용기, 안쪽면이 비활성인 저탄소강 용기와 STS용기에 각각 담겨 주문될 수 있다. 또한 실린더 제작업체는 Monel과 Inconel과 같은 재료를 연구하고 있다.

일단 실린더를 떠난 프로세스 가스의 오염을 제거하기 위해서는 가스 분배망(gas distribution network)의 성질이 명시화 되어야 한다. 보다적은 입자(particle)와 보다적은 오염이 요구되는 현대 가스 분배시스템에서 선택된 공사자재가 바로 STS 316-LC이다. STS 316은 가장 프로세스 가스에 적합하며, 불소와 염소같은 가스를 공급하기 위해서는 설치문제보다 비활성문제가 더 중요하다.

316급은 다른 타입의 STS보다 더 적은 철을 함유하고 있다. 〈표 1〉 철은 산소, 염소, 불소와 여러가지 다른 가스와 반응하기 때문에 보다 적은 철함유율을 갖는 것이 바람직하다. 만약 철과 부산물이 기계장치에 유입된다면 그들은 전기적인 성질을

〈표1〉 **Stainless steel** 규격별 화학성분, 특성 및 용도와 기계적성질을 나타낸다.

• 공급강종 및 화학성분

상 품 명	해 당 규 격				C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	기
	KS	JIS	ASTM	DIN	max.	max.	max.	mix.	mix.				타
SMP VALLOUREC 304	STS 304	SUS 304	TP 304	1.4301	0.080	2.000	0.040	0.030	0.750	8.00~11.00	18.00~20.00		
SMP VALLOUREC 304L	SIS 304L	SUS 304 L	TP 304L	1.4306	0.035	2.000	0.040	0.030	0.750	8.00~13.00	18.00~20.00		
SMP VALLOUREC 316	STS 316	SUS 316	TP 316	1.4401	0.080	2.000	0.040	0.030	0.750	11.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	
SMP VALLOUREC 316 L	STS 316L	SUS 316 L	TP 316L	1.4404	0.035	2.000	0.040	0.030	0.750	10.00~15.00	16.00~18.00	2.00~3.00	

• 특성 및 용도

상 품 명		해 당 규 격				특 성	용 도
		KS	JIS	ASTM	DIM		
AUSTENITE 계	SMP-VALLOUREC 304	STS 304	SUS 304	TP 304	1.4301	우수한 내식성, 내열성 저온인성을 가지며 성형가공성 및 용접성이 양호하다. 열처리에 의해 경화되지 않으며 자성은 없다.	화학공업설비, 식품공업배관, 차량부품, 섬유공업설비, 내열부품 선박부품, 건축및 장식, 주방기구, 가정용기기
	SMP VALLOUREC 304 L	STS 304 L	SUS 304 L	TP 304 L	1.4306	저탄소의 Ni-Cr강으로 보통상태에서 내식성은 304와 유사하나 용접후 또는 응력제거 열처리 후의 입계부식에 대한 저항이 극히 우수하다.	석유화학공업, 화학섬유공업, 원자력발전설비
	SMP-VALLOUREC 316	STS 316	SUS 316	TP 316	1.4401	2~3% Mo의 첨가와 동시에 Ni 함량을 증가시킨 것으로 내식성(특히 황산)이 우수하다. 공식에 대한 저항성이 크고 고온크리프 강도가 높으며 열처리 경화성 및 자성은 없다.	석유화학공업, 합성섬유공업, 화학비료공업 제지공업, 식품제조설비
	SMP VALLOUREC 316 L	STS 316 L	SUS 316 L	TP 316 L	1.4404	저탄소의 Mo 함유 Ni-Cr강으로서 316의 특성과 유사하나 용접후 또는 응력제거 열처리 후의 내입계부식성이 우수하다.	제지펄프공업, 화학섬유공업, 염색기계, 인산등의 제조장치

• 기계적 성질

상 품 명	해 당 규 격			DIN	항복강도 (kgf /㎟)	인장강도 (kgf /㎟)	연 신 율 (%)
	KS	JIS	ASTM				
SMP-VALLOUREC 304	STS 304	SUS 304	TP 304	1.4301	21 min	53 min	35 min
SMP-VALLOUREC 304L	STS 304L	SUS 304L	TP 304L	1.4306	18	49	35
SMP-VALLOUREC 316	STS 316	SUS 316	TP 316	1.4401	21	53	35
SMP-VALLOUREC 316L	STS 316L	SUS 316L	TP 316L	1.4404	18	49	35

변화시킬 수 있으며 또한 이 반응은 철이 부식되면서 가스 누출을 야기시킬 수 있다.

316-LC에서 "L"명칭은 저탄소함유 (low carbon content)를 나타낸다. 316-LC에 있어서 탄소 함유량은 일반적으로 STS 316보다 50%이하이며, 보다적은 탄소함유율은 유기금속적인 오염의 기회를 줄일 것이다. "C"명칭은 "cleaned"를 나타낸다. 이 크리닝(cleaning)은 이음이 없는 STS튜우브(seamless stainless steed tubing)에 사용된 윤활유를 제거하기 위해 알콜로 닦는 것처럼 단순할 수도 있다. 사용자는 사용될 크리닝의 타입을 분명히 명시할 필요가 있다.

보다 선호하는 크리닝 타입은 electroplishing과 chempolishing이다. electropolishing은 산조(acid bath)에 담근 STS튜우브에 전기를 통함으로써 얻어질 수 있다. 이 기술은 STS의 표면을 탁탁 튀게 만들어 입자와 오염물질을 떨구어 내고 고광택과 매끈한 표면을 얻는다. 또한 이것은 내부의 입자 (particle)의 생성구조를 최소화한다.

Chempolishing은 산화 니켈-크롬 비활성층(nickel chromium oxide passivation layer)을 형성하기 위해서 질산을 사용하여 STS를 산화시킴으로써 수반된다. 이층은 반도체산업에서 사용되는 대부분의 프로세스 가스<표 2>에 견딜 수 있다. 만약 불소함유가스(즉, WF6, NF3, F2등)을 위해 추가적인 비활성(passivation)이 요구된다면 비활성층을 형성하기 위해 니켈-크롬과 함께 불소가 사용될 수 있다.

〈표2〉 반도체 공정에 사용되는 **PROCESS GAS**의 성질

F.L.A.:Flammability Limit in Air
A.Q. :Allowable Quantity

MOLECULAR FOMULA	GAS NAME	PROPERTY			
		FLAMMABLE (F.L.A.)	POISON (A.Q.)	CORROS-IVE	COMBUS-TION SUPPORT
NH3	Ammonia	15-28 %	25ppm	0	-
SiH2Cl2	Dichloro Silane	4.1-98.8%	0.5ppm	0	-
WF6	Tungsten Hexafluoride	-	1mg/m³	0	0
PH3	Phosphine	1.3-98 %	0.3 ppm	-	-
BCl3	Boron Trichloride	-	1ppm	0	-
SiH4	Monosilane	0.8-98 %	0.5 ppm	-	-
NF3	Nitrogen Trifluoride	-	10ppm	-	0
N20	Nitrous Oxide	-	-	-	0
CF4	Tetrafluro Methane	-	-	-	-
HCL	Hydrogen Chloride	-	5ppm	0	-
SF6	Sulfur Hexafluoride	-	-	-	-
CHF3	Trifluoro Methane	-	-	-	-
Cl2	Chlorine	-	1ppm	0	0

These above gases are used for the semi conductor manufacturing.

두개의 크리닝과정 모두 부식에 대한 저항을 증가시키고 표면마찰을 감소시키며, 입자(particle)을 제거한다. 게다가 이 마무리 작업은 종종 부속품, 압력 조정기(pressure regulator) 그리고 밸브(valve)의 표면처리에도 사용된다.

현재 반도체산업에서는 electropolishing이 기준(standard)으로 사용되는데 많은 업자들은 만약 electroplishing후에 pipe가 굴곡(bend)된다면 발생될 수 있는 입자(particle) 발생을 피하기 위해, 업체의 시설에서 모든 서브시스템(subsystem)을 미리 제작하고 electroplishing을 해야한다고 주장한다. electropolishing 은 chempolishing파이프보다 장점이 있다.

예를들어 습기가 모일 수 없도록 보다 매끈한 표면을 얻을 수 있는 것이다.

Electropolishing 또는 chempolishing을 했어도 welding 이전에 모든 자재는 프레온 세정(freon cleaning)이 적용되며 세심한 주의를 기하여야 한다. freon세정은 clean class 1,000이하의 clean room에서 이루어지는 것이 원칙이다. 현장여건에 따라 관련 작업과 분리하여 별도의 clean booth 내에 lamina station을 설치하여 작업을 할 수 있으며 lamina내 clean도는 Class 100이하 유지시킨다. freon 세정은 작업전 24시간 내에 세정을 하고 24시간이 경과한 세정물은 작업전 재세정한다.

Freon세정이 끝난 자재는 건조 및 청정도 확보를 위해 N2 gas세정(cleaning)을 한다. freon세정 및 N2gas 세정순서는 다음과 같다.

1) FREON CLEANING

• 설치된 cleaning shop 내에서 작업을 하며 freon PCA 용액을 3~5 kg/cm²로 가압하고 0.1 μm filter로 여과 시킨뒤 세정한다.

• 배관 절단면을 밑으로 향하게 하여 spray한다. 또 spary중에는 freon 액이 전면에 닿게끔 돌린다.

• 동일면을 3회이상 반복 세정한다.

• 상기의 방법대신 freon에 적신 pig(wed)를 사용해서 관내를 cleaning할 수 있다.

• Fitling류는 ultra-sonic cleaning을 한다.

- 초음파조 내의 freon액 중에 fitting류를 완전히 침잠시킨 상태에서 초음파를 발생하여 3~5분간 유지한다.

- 초음파세정 중에는 부품전면에 초음파 효과가 미칠 수 있도록 세정조 내의 부품을 흔들어 주어야 한다.

- 초음파 세정후에는 spray gun으로 r i n c i n g한다.

• 작업자는 1회용 chemical 장갑과 smock을 착용하고, 특히 맨손으로 세정물을 운반하지 않도록 주의한다.

• 1회 사용한 용액은 재사용을 금지하고 drain액은 회수하여 폐기 처분한다.

2) N2 GAS CLEANING

• Freon세정이 끝난후 건조 및 청정도 확보를 위해 동일 cleaning shop 내에서 작업을 한다.

• MIN 5kg/cm²의 압력을 가하여 0.02 μm filter로 여과시킨 뒤 purge 를 하되 hammering을 병행하여 세정 효과를 높인다.

• 이때 cleaning시간은 다음과 같다.

1" 이하 1분이상

1 ½"-2" 2분 이상

3"-4" 2분 이상

• 세정물은 청정한 PVC cap과 heat sealer를 사용한 비닐로 밀봉하여 테이프로 고정하는데 이때 사용되는 테이프는 접착물이 표면에 남지 않는 양질의 테이프를 선택한다. 또한 작은 부품은 비닐봉지에 넣어서 sealing한다.

• Size에 따른 purge 용 STS cap을 다수 준비하되 이 cap은 사용전 반드시 세정하여 사용하고 사용후 보관시에도 일반공구와 별도로 분리, 보관토록 한다.

5. 필터설치(Filter Installation)

Particle을 잡기 위해서 가스 분배시스템(gas ditribution system)에 설치될 수 있는 마지막 장치는 여과(filtration) 장치이다. 반도체 관련 maker에 공급되는 gas는 고청정도, 고순도의 gas가 요구되고 있으며, 특히 particle의 규제에 있어서 그 요구가 극소화 되고 있다. 수백개나 되는 반도체 제조 공정중 particle의 영향이 특히 커지고 있는 공정에는 산화 등의 열처리 공정과 etching공정이 있다. 알카리 금속을 포함한 particle이 산화막형성때 wafer 에 부착하는 산화막과 규소(Si)의 계면 특성에 이상을 발생시켜 내압 불량이나 전기특성의 약화를 일으키고 있다. 또한 중금속을 함유한 particle이 고온열처리 때 wafer에 부착하는 것과 금속 성분이 Si 내부의 황산에 의해서 침입해 결정결함을 생기게 해 device의 특성 약화를 발생케 한다. particle 이 etching 공정에서 wafer에 부착함으로써 그 접촉부분이나 근처에서 가공정도를 저하시킨다. particle의 존재가 그 범위에서 멈추지 않고 공정의 조건에 의해 particle 의 영향을 없애기 위해서는 〈표 3 〉과 같이 실제의 가공촌법 1/10 정도의 particle까지 고려하지 않으면 안된다. process gas공급 system에 있어서는 filter를 여러개 설치하여 particle을 단계적으로 포착할 수 있어서 use point에 요구되는 청정도가 높은 gas를 공급할 수가 있는데, filter는 세군데의 중요한 곳에 설치되어야 한다. 〈그림 4 〉 첫번째는 액화가스 저장탱크(Liquid gas storage tank) 와 증발기(vaporizer) 또는 tube trailer의 후단〈사진 3 〉, 두번째는 정제기(purifier)의 후단〈사진 4 〉, 세번째는 clean room내에서 사용되며 반도체 제조공장에 취부되는 것으로서 말단filter라고 불리고 있다. 말단 filter는 소형, 소용량의 것이 대부분으로서 filter element의 공경이 0.02 μm의 고성능 fi-

lter이다. 이 말단filter의 대표예는 〈표 4 〉와 같다. 말단filter의 element에는 고분자 수지제의 박막이 사용되고 있다.

이 filter는 다음과 같은 특성을 가져야 한다.

• 분배시스템에 적합한 재질로 구성될 것 (튜브재질과 같은)

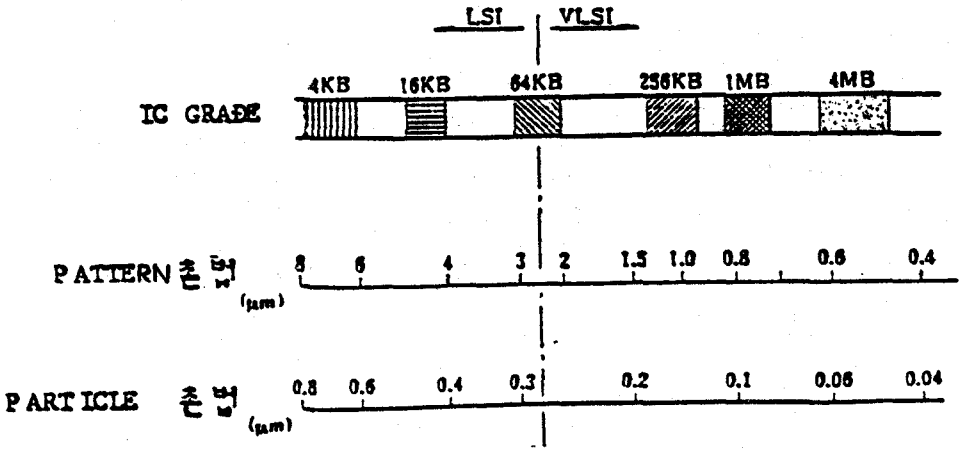
• 절대적인 여과는 0.05 μm 또는 그 이하

• 클린룸 (clean room) 에서 조립하고, 설치전에 입자 (particle) 오염을 방지하기 위한 방법으로 포장한 것

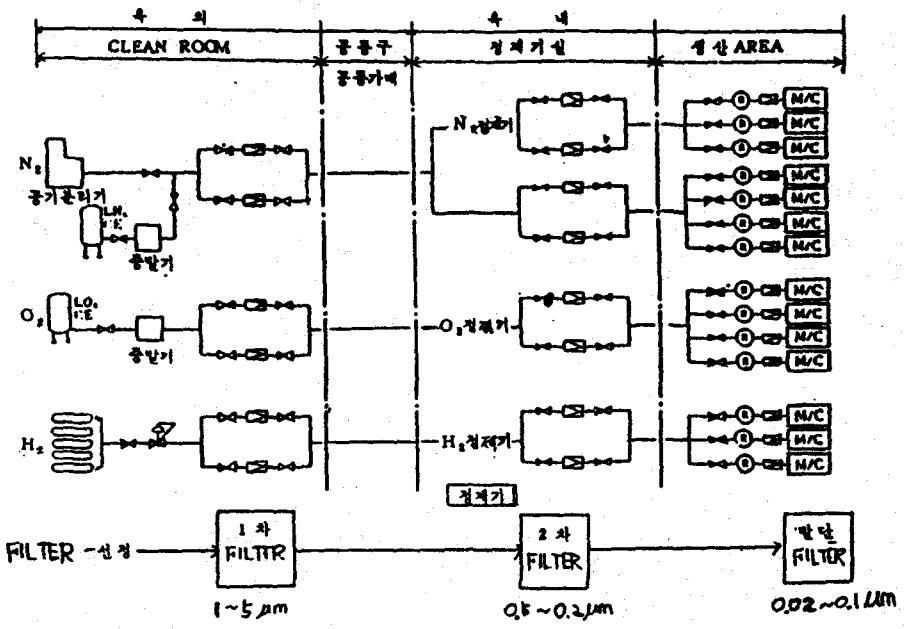
• CDA(compressed dry air) 급 이상의 다른 곳에 적용시는 한조각의 통속에 밀폐시킬 것. 이렇게 해야 부품을 교환하는 동안 누출 및 입자 발생의 가능성을 감소시킬 것이다.

또한 filter는 1차측의 particle 수가 많으면 2차측으로의 통과 particle수도 증가해서 filter를 통과하는 gas유량이 증가 (filter차압이 증대) 하면, 포집효율이 저하되는 특성을 가지고있다. 따라서, 말단filter의 선정에 있어서는 이하의 조정에 주의하지 않으면 안된다.

- filter의 부하용량
- Line의 청정도
- Line중에 설치하는 기기의발진량



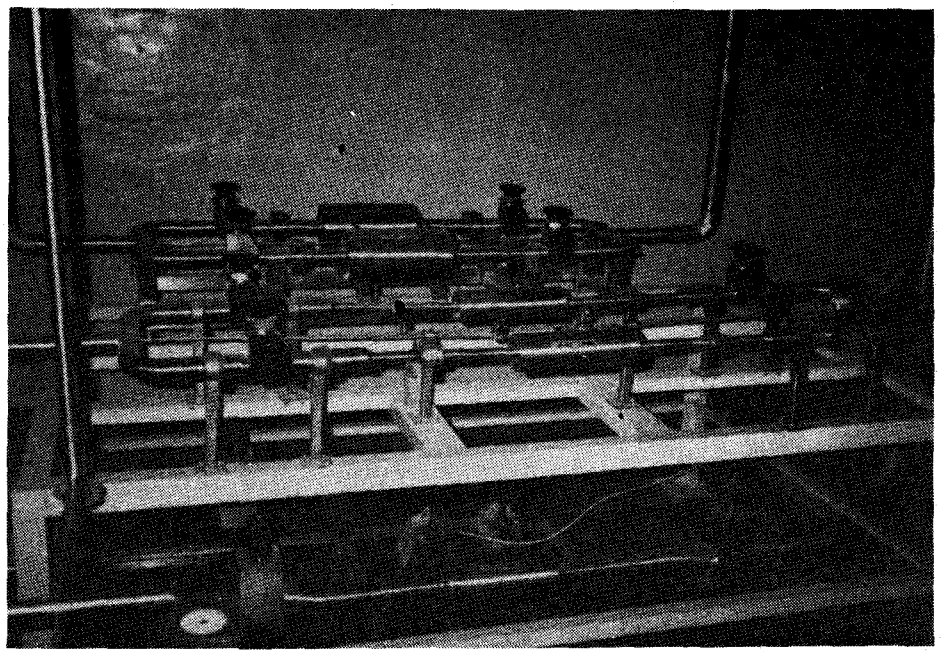
〈표 3 〉 IC GRADE와 요구되는 PARTICLE촌법의 관계



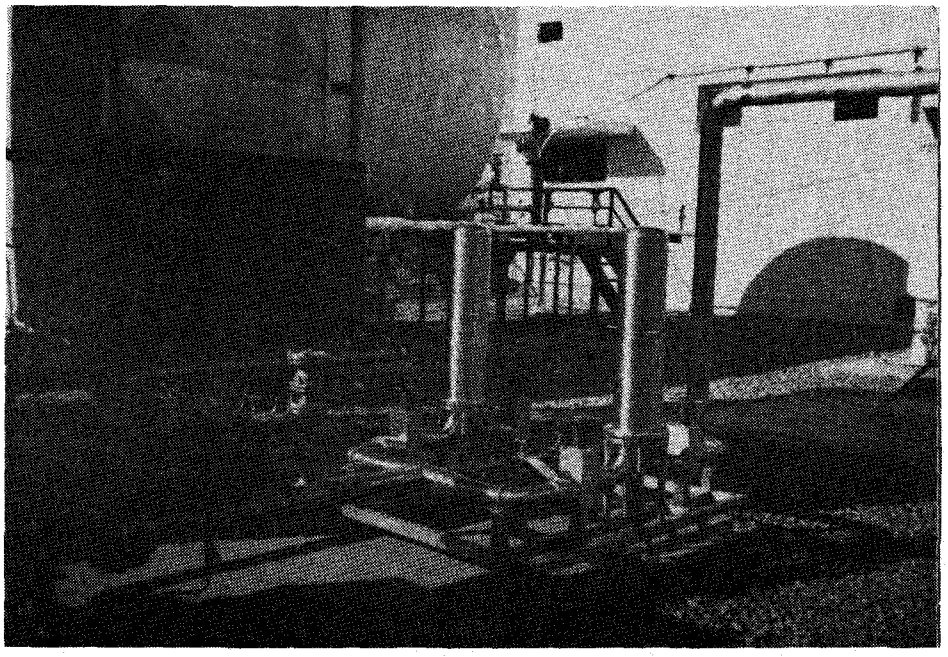
〈그림4〉 고청정도 GAS 배관 SYSTEM

MAKER	A 사	B 사	C 사
정격제거성능	0.09 μm (99.999 %이상)	0.02 μm	0.05 μm (99.99999999 %)
최대사용압력	9.8 kg/cm^2 G	17.5 kg/cm^2 G	17.5 kg/cm^2 G
처 리 유 량	40 ℓ/min (at 5.0 kg/cm^2 G)	170 ℓ/min (at 5.0 kg/cm^2 G)	200 ℓ/min (at 5.0 kg/cm^2 G)

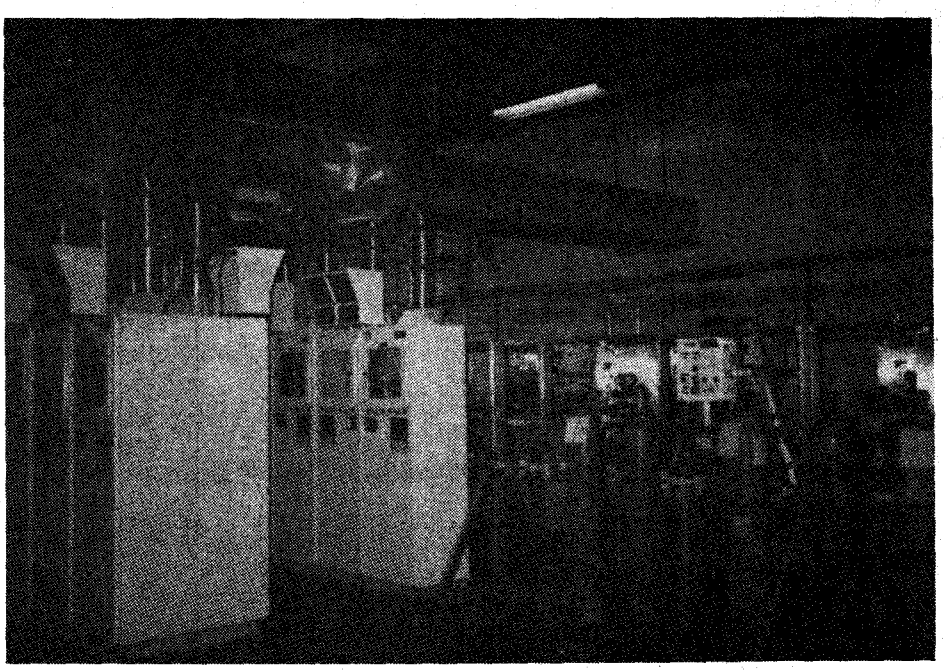
〈표4〉 말단 FILTER 일람표



〈사진 3〉 GAS YARD에 설치된 1차 FILTER



〈사진 4〉 PURIFIER ROOM에 설치된 2차 FILTER



〈사진5〉 Toxic Gas를 공급하는 GAS CABINET의 모습.내부에 CYLINDER가 장착되며, 상부에는 STS 배기 DUCT 의 모습이 보인다.

6. 배기덕트 시스템(Exhaust Duct System)

배기 덕트 시스템〈사진5〉이 설계될때는 프로세스중 발생되고 있는 자유기(free radicals)와 이 배출물이 펌프 오일, 시스템 내로 침투한 산소, 수분 그리고 다른 화학물질과 어떻게 반응할 것인가에 대하여 고려하여야 한다. 또한 화재시 덕트 자재에서 방출될지도 모르는 독가스도 고려해야 한다. 탄화수소를 배기 덕트 시스템으로부터 분리하는 것이 두가지 이유로 해서 중요하다. 하나는 연료를 제거함으로써 주화재의 가능성을 줄이는 것이고, 또 하나는 탄화수소가 응축되고 누출됨으로써 발생할 인근장비의 상호오염(cross-contamination)원인을 제거하는 것이다.

조그만 덕트화재시에 드는 적은 복구 비용으로도 화재시 강력한 연료가 될 수 있는 탄화수소를 배기 덕트 시스템에서 제거할 수 있다. 이것이 vapor recovery system으로 가능할 수 있다. 이 시스템

은 냉각된 (−120 ℉) chevros 에서 탄화수소를 응축 배출시킨다.

Vapor recovery와 관련하여 사용해야 할 또 다른 방법은 기계적인 펌프를 위해 일정하게 유지되는 배기이다. 가스세정된 배기가 0.2 ~ 0.3 inch H20 범위가 유지되도록 하기 위해서 압력센서 (sensor)가 부착된 배기 댐퍼 (damper)가 각 펌프에 장착되어야 한다. 이 정압수준으로 적당한 배기가 펌프에 제공되야 하지만 오일을 빨아올릴 만큼 강해서는 안된다.

배기. 덕트 시스템의 주실패요인은 부식 (corrosion)과 화재 (fire)이다. 덕트 내부에 스프링클러 시스템 (sprinkler system)을 설치하는 것만으로는 화재로 인한 피해와 생산손실의 가능성 제거를 보장받지 못한다. 스프링클러 시스템은 덕트자재가 본래대로 남아있는 한 덕트안에서 화재만을 진압할 것이다.

만약 덕트화재가 일어날 경우 시스템에 오바후로우 (overflow) 방지를 고려한 설계가 되어 있지 않다면 물피해 (water damage)가 일어날 수 있다. 또한 덕트 작업시에는 불을 끄는데 사용된 물의 추가적인 무게에 견딜수 있도록 만들 필요가 있다.

다음에 서술된 것과 같이 51조는 기본상식적인 규칙이다. 참고로 캘리포니아에는 "Toxic Gas Model Ordinance AB-1021"이라는 보다 발전된 다른 규칙이 있다. 한편 이 51조의 채택은 비용이 많이 드는 것으로 평가되었다. 그래서 반도체 산업조합 (Semiconductor Industry Association)에 의해 재검토되고 있다. 새로운 제안중의 혁신적인 것중에 하나는 HPM (hazardous production materials) 이중봉쇄 (double containment)가 그것이다. 안전에 대한 이 점에 있어서 이중봉쇄는 가스 분배 시스템에서 부식제의 누출이 생길경우 장비 및 시설물에 대한 큰피해를 막을 수 있다. 지방업체들은 AB-1021에서 제공된 이중봉쇄 규정의 채택을 고려하고 있다.

Uniform Fire Code

지방정부는 반도체 웨이퍼 (wafer) 제조 시설물을 규정하기 위해 Uniform Fire Code의 51조를 채택하려는 경향이 있다. 다음은 그 조항의 개요이다.

1. HPM공급가스가 압력배관에서 흐를때 과유량 조절이 요구된다. 안전시스템 (failsafe system)은 파이프에서 파열되면 흐름을멈추게 할 것
2. 2차적으로 배기되는 덕트가 없을 것 같으면, 3 또는 4의 건강위

험순위(health hazard ranking)을 가진 파이프와 튜우브의 설치는 철저히 용접·접합되어야 할 것

3. 위험한 가스와 가연성 액체를 위한 캐비넷은 불연성이며 만약 금속일 경우 0.0478"(18gauge steel) 이상이어야 할것

4. 제거된 물질의 하나 또는 결합물이 덕트시스템안에서 화재, 폭발 또는 화학적 반응의 위험을 수반할 때는 둘이상의 제거된 물질을 위한 배기통풍을 연결하면 안될 것

5. Shut-off valve는 작업장에 있을 것

6. HPM자재는 위험한 각 등급에 따라 저장할 것. 가연물질, 산, 염기, 산화재, 독극물 그리고 다른 적합치 못한 자재는 같은 캐비넷에 보관하지 말것

7. HPM의 저장은 건물밖에 위치한 수동긴급 shut-off valve를 구비할 것. 이 밸브는 확인하고 접근하기가 용이하며, 그것의 위치는 분명히 보일 것

8. HPM저장지역의 배수는 production material liquid를 위해 고려할 것

7. 퍼지절차(Purge procedures)

만약 HPM배관시스템이 올바르게 퍼지(purge)되지 않는다면, 장비 및 생산에 손상을 초래할 수 있다. 다양한 HPM 퍼지 방법이 있지만 단지 두가지 기능 뿐이다. 첫번째 절차는 조작자(operator)의 조정을 필요로 하고, 두번째는 95% 자동화이다.

첫번째 절차는 생산장비를 펄스 퍼지(pulse purge)하는 것으로 HPM배관내에서 5×10^{-2}atm이하로 감소했다가 30~40 psig까지 올라가기를 12~15번 반복할 압력이 필요하다. 이 방법은 HPM과 분배시스템(distribution system)이 대기 및 습기에 노출되는 것을 방지한다. 배관이 철거될때, 제거되는 가스분자의 임의 운동으로 나타나고 자유 평균 궤도(Free mean path)를 증가 시키며 압력만이 분자영역에 접근한다. 그것은 모든 프로세스 가스를 제거하기 위해 더 많은 시간이 걸리도록 한다.

많은 굴곡(bend)를 가진 길고, 작은 직경의 배관은 표면 효과(Skin effect)때문에 관내에 가스가 남아 있을 가능성이 높다. 스스로 강한 친화력을 가진 수소화물(즉, B2H6, PH3, SiH4 등)로서 알려진 가스들과 작업을 할 때에는 표면효과의 가능성은 증가한다. 모든 프로세

스 가스를 제거하기 위해서 12～15번의 반복적인 펄스퍼지 (pules purge)절차가 필요하다.

두번째 방법은 첫번째와 같은 펄스퍼지 절차가 필요하다. 그러나 프로세스 가스가 생산장치 (Process gear) 내에서 반응하는 대신 배기 덕트 시스템을 통하여 배출된다. 이 방법의 장점을 살리기 위해 모든 액체 또는 독가스 통기관 (vent line) 은 옆캐비넷에 연결되어야 하고, 덕트작업은 자연발화 물질의 배출로서 생기는 화염에 견디기 위해 설치되어야 하고, 그리고 수소화물은 물에 녹지 않기 때문에 사용되는 가스세정기 (Scrubber) 는 수소화물을 처리할 수 있는 타입으로 해야 한다.

8. 결 론

ULSI 와 VLSI 부품의 제조에 있어서 장치의 기하학적 스케일이 작아짐에 따라, 입자 (particle) 밀도, 금속적, 유기적, 그리고 유기 금속적 오염과 같은 프로세스 변수가 product 의 yield에 직접적인 영향을 끼치므로 중요해 졌다. 만약 장비 제작업체와 말단 사용자가 적절하게 공사 기술을 사용한다면, 이 변수들을 분리해서 통제하에 놓을 수 있다.