

건축설비에서의 대책

클린룸내에서 화학 물질의 제거대책

반도체 공장의 클린룸은 종래의 고도한 클린화 기술을 필요로하고, 웨이퍼의 제조 공정에서는 많은 종류의 화학물질, 특수재료가스를 사용하므로 공조설비와 유틸리티 설비에는 시스템, 재료, 관리면에서 많은 주의를 하여 대응이 필요하다. 그림 1.1은 반도체 공장의 클린룸 공조설비의 Flow를 나타낸다. 이런 클린룸에서 사용되는 화학물질과 특수재료가스는 웨이퍼등 제품에 영향을 주는 동시에 인체에 위생관리상 유해한 것이 많다. 여기서는 후자의 사람에게 영향을 주는 Chemical Hazard 방지 대책에 대해 기술한다.

건축 설비에서의 대책은 유해가스누설, 산·알카리의 비산, 유기용제의 파열 등 노동재해방지를 목적으로하고있고 여기서는 설비시스템과 특수장치등의 방법을 기술하고 있다.

반도체공장에서의 화학물질의 제거 시스템의 개념도는 그림 1.2에 나타낸다.

이 그림은 실외에 화학물질, 순수, 특수재료 가스등의 공급원과 화학물질약품 특수재료가스의 배기장치와 배기처리장치를 나타내고, 또한 실내는 클린룸과 서비스지역, 천정, 복도로 분류하고, 클린룸에 반도체 제조장치를 서비스지역에 공급장치 등, 또한 복도에는 실린던 캐비닛등의 특수장치를 배치

럭키엔지니어링(주)

(설비사업부)

대리 민 동 석

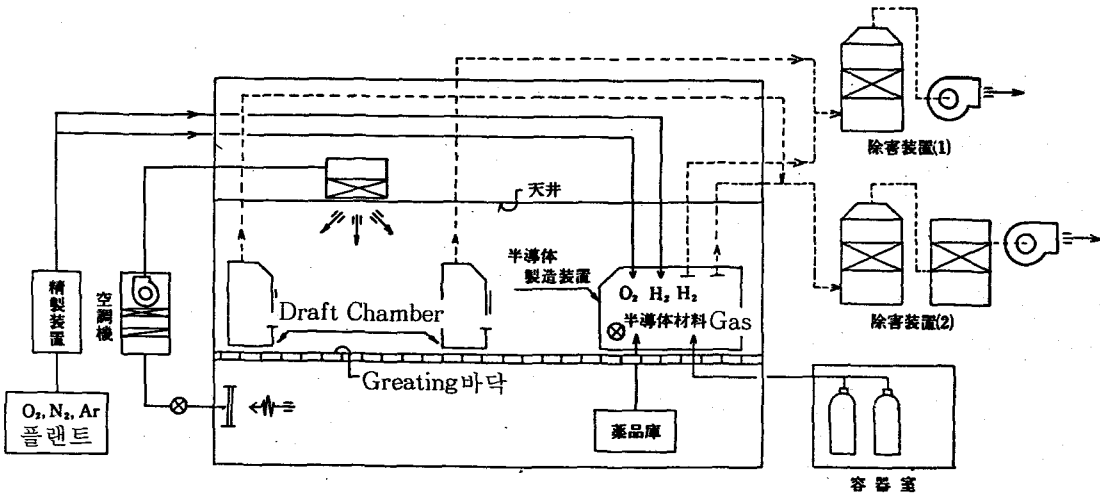
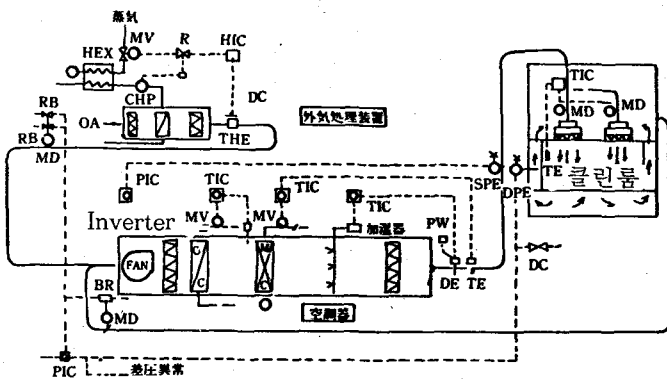
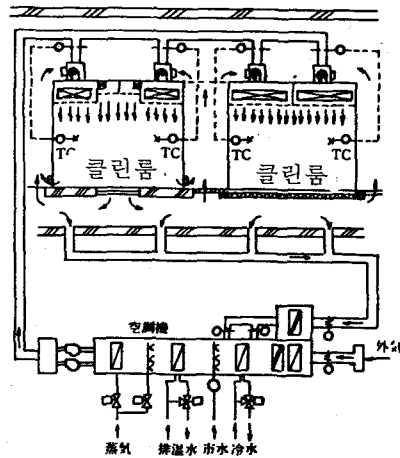


그림 1. 1 반도체공장의 Clean Room Flow



(A) 전면층류방식



(B) Clean Tunnel 방식

그림 1. 2 반도체공장에서의 화학물질의 제거 SYSTEM 개념도

한 계통도이다.

1. 시스템

1.1 환기량

반도체공장 클린룸의 환기량은 실내발열 제거 분진제거 및 근로자의 보건상 결정되며, 이 항목은 유해가스가 실내에 발생하였을 때 제거하는 전체 환기에 대해 기술하고 국소 배기장치에서의 환기는 2. 관련기기에 서 기술한다.

이 환기량은 실내에서 발생한 유해가스 회석량과 법류상의 필요한 풍량까지 검토되어야 한다.

유해가스의 회석풍량은 다음식에서 구할 수 있다.

$$Q = \frac{100 \times V}{P_2 - P_1} \quad (1)$$

여기서

Q = 외기도입량(m³/h)

V = 실내공기중에 혼합된 유해가스량 (m³/h)

P₂ = 실내공기의 허용유해가스농도(%)
이 값은 표 1.1~표 1.5의 허용농도 값을 참조

P₁ = 급기 공기중에 함유된 유해가스농도(%)
단, 실내에 유기용제를 사용하는 경우에는 유기용제중독예방규칙의 다음식으로 필

요풍량을 산출한다.

$$Q' = K \times G \quad (2)$$

여기서 Q = 외기도입량(m³/min)

G = 1시간에 소비하는 유기용제등의
량(g/h) 또는
= 1000 × G × A (g/h)

K = 0.3(제1종 유기용제등에 적용)
0.04(제2종 유기용제등에 적용)
0.01(제3종 유기용제등에 적용)

유기용제의 종류는 표 1.6에 나타낸다.

A = 증발액 표면적 (m²)

여기서(1)식, (2)식에서 산출한 값이 큰 쪽을 환기의 필요한 풍량으로한다. 그리고 용제조(溶劑槽)에서 주위공기중에 증발한량은 다음식에서 추정한다.

$$G' = \frac{(CP_s - P_a)}{P_T} \quad (3)$$

여기서

G' = 용액면에서의 증발량(Kg/m².h)

단 계수 C는 액면의 풍향에 따라 다르다.

액면에 수평의 경우

$$C = M(0.00211 + 0.000786V)$$

액면에 수직의 경우

$$C = M(0.00352 + 0.00786V)$$

M : 분자량

V : 풍속(m/s)

표 1.1 특수재료가스

No	물 질 명	화 학 식	분 자 량	허용농도(ppm)
1.	실리콘계			
	(1) 모노시란	SiH ₄	32.12	5.0
	(2) 시구로루시란	SiH ₂ Cl ₂	101.01	0.5
	(3) 삼염화시란	SiHCl ₃	135.45	
	(4) 사염화규소	SiCl ₄	169.90	
	(5) 사불화규소	SiF ₄	104.06	
2.	비소계			
	(1) 아로진	AsH ₃	77.94	0.05
	(2) 불화비소(Ⅲ)	AsF ₃	131.9	
	(3) 불화비소(Ⅴ)	AsF ₅	169.9	
	(4) 염화비소(Ⅲ)	AsCl ₃	181.28	
3.	인계			
	(1)	PH ₃	34.00	0.3
	(2) 불화인(Ⅲ)	PF ₃	87.98	
	(3) 불화인(Ⅴ)	PF ₅	125.96	3.0
	(4) 염화인(Ⅲ)	PCl ₃	137.35	0.2
	(5) 염화인(Ⅴ)	PCl ₅	208.22	0.1
4.	붕소계			
	(1)	B ₂ H ₄	27.67	0.1
	(2) 삼불화붕소	BF ₃	67.81	1.0
	(3) 삼염화붕소	BCl ₃	117.17	
5.	금속수소화물			
	(1) 세렌화수소	H ₂ Se	80.98	0.05
	(2) 모노게로만	GeH ₄	76.62	0.2
	(3) 테로로화수소	H ₂ Te	129.616	
	(4) 스케핀	SbH ₃	124.774	0.1
6.	수소화주석	SnH ₄	122.7	
	기타, 할로젠화물			
	(1) 삼불화질소	NF ₃	71.1	10.0
	(2) 사불화유황	SF ₄	108.0	0.1
	(3) 불화텅크스텐(Ⅵ)	WF ₆	297.8	
	(4) 불화몰리브덴(Ⅵ)	MoF ₆	209.9	
	(5) 사염화게로마늄	GeCl ₄	214.4	0.2 (TWA)
	(6) 염화주석(Ⅳ)	SnCl ₄	260.5	2mg/m ³ (TWA)
	(7) 염화안티몬(Ⅴ)	SbCl ₅	299.0	
(8) 염화텅크스텐(Ⅵ)	WCl ₆	396.5		
7.	금속알칼리화물			
	(1) 토리매칠게름	Ga(OH ₃) ₃	114.82	
	(2) 토리에칠게름	Ga(C ₂ H ₅) ₃	156.906	
	(3) 토리매칠인디움	In(CH ₃) ₃	159.93	
(4) 토리에칠인디움	In(C ₂ H ₅) ₃	202.4		

(주) 허용농도에 대하여

반도체 제조 프로세스는 다종다양의 화학물질이 사용되고 있고 종래의 화학공장에 통상 사용되고 있는 화학물질은 적고, 특수한 신종류의 화학물질이 사용되고 역사가 짧아 인체에 영향, 유해성에 대한 데이터가 부족하여 평가가 곤란하다. 여기서는 일본산업 위생학회의 권고치와 작업환경의 기준인 세계적 평가를 특한 ACGIH의 TLV치를 표시한다.

여기서 ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienist

TLV = Threshold Limit Values

TLV-STEL = TLV Short Term Exposure Limit

TLV-TWA = TLV Time Weighted Average Concentration

표 1. 2 반도체 제조에 사용되는 가스

No	물 질 명	화 학 식	분 자 량	허용농도(ppm)
1.	불소류			
(1)	사불화탄소(후론 14)	CF ₄	88.01	5.0
(2)	삼불화메탄(후론 23)	CHF ₃	70.01	
(3)	이불화메탄(후론 32)	CH ₂ F ₂	52.03	
(4)	육불화프로판(후론 236)	C ₃ H ₂ F ₆	152.05	
(5)	팔불화프로판(후론 218)	C ₃ F ₈	188.02	
(6)	삼불화브롬메탄(후론1381)	CF ₃ Br	148.91	
2.	할로젠, 할로젠화물			
(1)	불소	F ₂	37.98	1.0
(2)	불화수소	HF	20.01	3.0
(3)	염소	Cl ₂	70.9	1.0
(4)	염화수소	HCl	36.46	5.0
(5)	사염화탄소	CCl ₄	153.8	
(6)	취화수소	HBr	80.91	3.0
(7)	육불화유황	SF ₆	146.1	1000.0
3.	질소산화물			
(1)	일산화질소	NO	30.01	25.0
(2)	이산화질소	NO ₂	46.01	3.0
(3)	일산화이질소	N ₂ O	44.01	
4.	기타			
(1)	유화수소	H ₂ S	34.08	10.0
(2)	암모니아	NH ₃	17.03	50.0
(3)	트리메틸아민	N(CH ₃) ₃	59.11	10.0
(4)	에탄	C ₂ H ₆	30.07	
(5)	프로판	C ₃ H ₈	44.10	
(6)	트리메틸알루미늄	Al(CH ₃) ₃	72.09	2mg/m ³ (TWA)

표 1. 3 캐리어가스

No	물 질 명	화 학 식	분 자 량	허용농도(ppm)
(1)	수 소	H ₂	2.01	
(2)	산 소	O ₂	31.998	
(3)	헬 른	He	4.0026	
(4)	질 소	N ₂	28.0134	
(5)	아르곤	Ar	39.94	
(6)	이산화탄소	CO ₂	44.01	5000.0

표 1. 4 프로세스 부생가스·증기등

No	물 질 명	화 학 식	분 자 량	허용농도(ppm)
(1)	오존	O ₃	47.998	0.1
(2)	후스젠	COCl ₂	98.91	0.1
(3)	불화카본	COF ₂	66.01	2.0
(4)	테트라크로로프로필렌	C ₃ H ₄ Cl ₄	181.88	
(5)	헥사크로로에탄	C ₂ Cl ₄	236.74	10.0
(6)	헥사크로로부다센	C ₄ Cl ₆	260.76	0.02
(7)	옥타크로로푸치렌	C ₄ H ₂ Cl ₈	333.68	
(8)	일산화탄소	CO	28.01	50.0

표 1. 5 반도체제조용 유기용제

No	물 질 명	화 학 식	분 자 량	허용농도(ppm)	P _s (mmHg)
(1)	트리크로로에탄	CH ₃ CCl ₃	133.40	50.0	101
(2)	트리크로로에칠렌	C ₂ HCl ₃	131.38	50.0	60
(3)	치토란크로로에칠렌	C ₂ Cl ₄	165.83	1000.0	
(4)	후론113	C ₂ Cl ₃ F ₃	187.37	1000.0	
(5)	후론114	C ₂ Cl ₂ F ₄	170.92	100.0	
(6)	시크로로메탄	CH ₂ Cl ₂	84.93	5.0	350
(7)	세로소로프아세테론	C ₆ H ₃₂ O ₃	132.16	5.0	
(8)	에칠렌글리콜 모노에칠에텔	C ₄ H ₁₀ O ₂	90.14	100.0	3.8
(9)	에칠 글리콜	C ₂ H ₆ O ₂	62.07	50.0	
(10)	모노에탄놀 아틴	C ₂ H ₇	31.08	3.0	
(11)	아세톤	C ₃ H ₆ O	58.09	750.0	180
(12)	이소트로필알콜	C ₃ H ₈ O	60.11	50.0	32
(13)	초산프칠	C ₆ H ₁₂ O ₂	116.18	200.0	10
(14)	톨루엔	C ₆ H ₅ CH ₃	92.13	100.0	22
(15)	키시렌	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106.18	100.0	6.4
(16)	모로푸린	C ₄ H ₄ NO	87.12	20.0	
(17)	파라토오로이소프칠렌	C ₄ F ₈	200.04		

(주) P_s : 포화증기압(mmHg)at20°C

P_s = 용액의 포화증기압(mmHg)

이 값은 표 1.5를 참조.

P_a = 공기중의 증기압(mmHg)

이 값은 그림 1.3에 나타낸 습공기 선도에서 얻을 수 있다.

P_T = 대기압(atm)

단 대상 되는 가스·유기용제 등의 분자량 M 은 표 1.1~1.5에 나타내고 표의 구분은 다음과 같이 한다.

- ① 특수재료가스
- ② 범용적인가스
 - 반도체제조에 사용하는 가스
 - 캐리어가스
- ③ 부생가스
- ④ 유기용제

1.2 배기설비

반도체 제조공정에서는 표 1.1~표1.5에 표시되지 않은 것등을 흡입시킬 위험성이 있다. 화학물질과 특수재료가스의 종류에 따라 처리방법이 다르므로 동일 닥트계통으로 배기되는것을 피하고 표 1.7에 나타낸것과 같이 배기계를 구분하여 처리하여야 한다.

1) 배기설비의 계획상의 요점

배기시스템은 다음 사항을 유의하지 않으면 안된다.

- ① 클린룸내를 음압이 되지않도록 풍량을 조절하여야 한다.
- ② 유해성, 위험성이 높은 가스는 단독

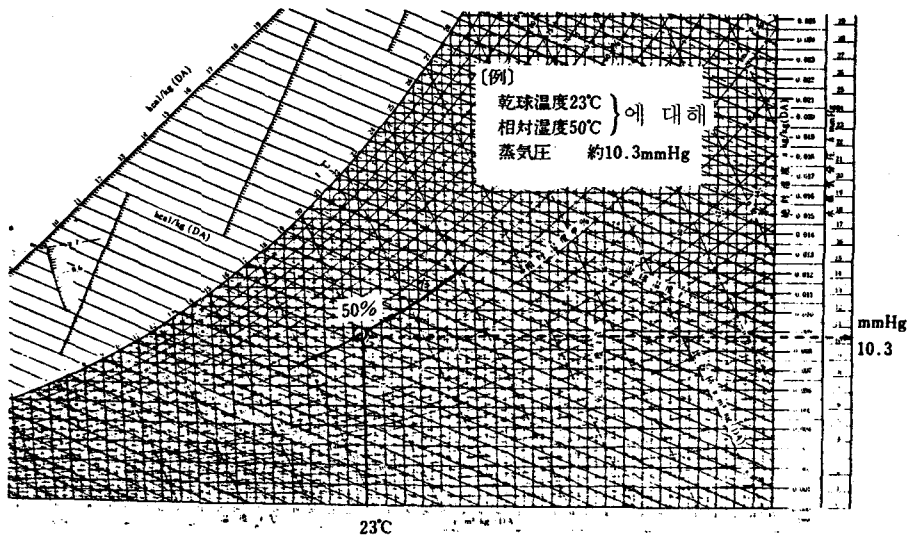


그림 1.3 습공기선도의 증기압

표 1.6 유기용제의 종류

종 류	명	칭
제1종유기용제	1. 크로로후름	5. 1, 1, 2, 2-테트라쿠로루에탄
	2. 사염화탄소	6. 트리구로루에칠렌
	3. 1, 2-지크로루에탄	7. 이황화탄소
	4. 1, 2-지크로루에칠렌	
제2종유기용제	1. 아세톤	21. 초산메칠
	2. 이소부칠알콜	22. 시쿠로헥사놀
	3. 이소프로필알콜	23. 시크로헥사놀
	4. 이소펠칠알콜	24. 1, 4-시오키산
	5. 에칠에텔	25. 시쿠로메탄
	6. 에칠렌 글리콜 모노에칠에텔	26. N, N-시로후로무아미드
	7. 에칠렌 글리콜 모노에칠에텔 아세테이드	27. 스티렌
	8. 에칠렌 글리콜 모노부칠에텔	28. 테트라클로로에칠
	9. 에칠렌 글리콜 모노메칠에텔	29. 테트라 미트로프란
	10. 오로토시쿠를벤젠	30. 1, 1, 1-트리클로로에탄
	11. 키시렌	31. 톨루엔
	12. 클레젤	32. 노루말 헥산
	13. 클로로벤젠	33. 1-부탄놀
	14. 초산이소부칠	34. 2-부탄놀
	15. 초산이소프로필	35. 메탄올
	16. 초산이소벤칠	36. 메칠이소부칠 케톤
	17. 초산에텔	37. 메칠에타놀 케톤
	18. 초산부칠	38. 메칠로시크로헥산
	19. 초산프로필	39. 메칠로시구로헥산
	20. 초산벤젠	40. 메칠부칠케톤
제3종유기용제	1. 가솔린	5. 석유벤젠
	2. 킨탈납사	6. 테라핀유
	3. 석유에텔	7. 미네랄 스피릿트
	4. 석유납사	

전용 배기덕트로 배출 처리한다.

- ③ 배기덕트의 풍속은 분진과 수분이 머무르며 역류되지 않아야한다.
- ④ Draft Chamber 등 국소배기 장치의 관리방법을 명확히 한다.

⑤ 가스의 발생원의 종별과 농도, 용량의 파악

⑥ 법적으로 허용되는 배출농도를 지킨다. 다음에 배기설비의 구조, 재질등을 유의한다.

표 1.7 배기구분

No	계통구분	대상가스	덕트재료	처리법
1.	무기계 가스배기 (산 류)	황산, 염산, 초산 불산, 불화수소, 규소화합물 등	비닐 비닐라이닝강판	습식처리
2.	무기계 가스배기 (알카리류)	암모니아, 염화수소, 염소 등	비닐	습식처리
3.	유기계 가스배기	톨루엔, 글리콜로에칠렌, 키시렌, 아세톤 등	스텐레스강판 강판	진식처리
4.	특수 가스배기	아로친, 호스핀, 시보린, 오キシ염화인 등	스텐레스강판	습식처리 규소약상흡착처리
5.	폭발성·자연성가스 배기	수소, 모노시란 등	기밀성스텐레스 강판	습식처리
6.	잡 배기	프로세스장치와 펌프에서의 배기 등	스텐레스강판 강판	습식처리
7.	열 배기	산화장치와 로에서의 배 기 등	스텐레스강판 강판	냉각배출

⑦ 부식성가스, 수증기등이 발생한 장소의배기 웅, 배기덕트등은 내식성 재료를 사용

⑧ 배기중의 가스가 응축되어 덕트의 틈, Flange, Packing등에서 누출되지 않는 구조로한다.

⑨ 배관, Flange등의 구조물의 주변에는 불활성가스의 체류한 Pit등의 구조물을 설치하지 않는다.

⑩ 배출과정에 오차적 반응으로 공기와 수분의 혼입으로 폭발, 발화등이 일어나지 않도록 계획한다.

⑪ 덕트 루트는 개수, 점검, 증설 등을 고려하여 설비한다.

⑫ 가스의 발생원과 발생용량의 파악

⑬ 환경영향사전평가계획을 한다.

⑭ 처리설비의 Maintenance Space, 통로를 확보한다.

2) 배기 가스 계통별의 설비 계획
배기되는 가스의 종류에 따른 계통을 구분하여 덕트등의 재질도 고려할 필요가 있고, 표 1.7에 나타낸다. 다음에 각각의 계통별로 서술한다.

① 무기계 배기설비

무기계의 배기는 황산, 염산, 초산, 암모니아, K소화합물등의 무기약품을 사용하는 세정장치와 Draft Chamber에서 배기가 주로되고, 배기 덕트는 산성, 부식성이 강한 가스가 혼합된다면 경질염비를 사용한다. 말단은 Scraber에 연결하여 가스를 알카리

수용액에 용해시켜 대기에 방출하는 습식처리를 한다.

② 유기계 배기 설비

유기계배기는 톨루엔, 토리크로엔치렌, 아세톤, 에칠알콜 등의 용제를 사용하는 장치에서 배기가 주가되고 배기다트는 용해되지 않는 재질로 스텐레스강판을 사용한다. 배기처리는 닥트 말단에 활성탄으로 건식처리를 하여 용기용제를 흡착처리한다.

③ 특수배기설비

폭발성, 자연성가스는 수소, 모노시란 등이있고 주로 CVD프로세스에서 발생된다.

배기다트는 스텐레스 강판의 용접가공 닥트나, 스텐레스강관으로 접속부는 공기가 유입되지 않도록 시공되어야 한다. 또한 배기관에는 항상 캐리어가스로 N_2 가스를 흐르게한다. 배기 닥트의 말단에는 Scraber로 습식처리하여 방출한다.

이런가스는 다른 종류의 가스와 혼합하여 화학 반응을 이르게 폭발할수도 있으므로 복수대의 장치를 동일 계통에 접속시키지 않아야 한다. 그리고 CVD프로세스에서는 염소계가스를 사용하므로 스텐레스제도 부식할 수 있으므로 정기적인 점검이 필요하다.

④ 잡배기

잡배기는 프로세스장치에서 배기와 진공펌프의 배기가 있는데 로터리펌프의배기는 기름을 함유하여 닥트내에 머물러 있으므로 발화성이 있는 배기를 접속하여서는 안된다.

⑤ 열배기

열배기는 산화장치와 로의 열방산의 배기가 있고, 닥트의 말단은 Scraber에 접속하여 냉각시켜 대기에 방출한다. 배기다트는 부식을 일으키기 쉬우므로 가스 누설을 조기발견, 점검등이 용이하게 설치한다.

1.3 압력제어

클린룸내에 외부에서 오염공기가 유입되는 것을 방지하여 실내를 양압으로 유지한다. 그러나 Draft Chamber 세정장치등을 내부의 오염공기와 유해가스가 장치내에서 클린룸내 유출되지 않도록 음압을 유지시킬 필요가 있다.

압력 유지를 위하여 인접한 실내 사이를 상대적인 압력차를 두어 기류가 한 방향으로 흐르게한다. 압력차는 대개 $0.5 \sim 2.0 \text{mmH}_2\text{O}$ 정도이다. 압력차가 과대($5.0 \text{mmH}_2\text{O}$ 이상)이면 문의 개폐가 곤란하고 실내 내장재의 박리와 변형의 원인이 된다. 압력이 과소($0.5 \text{mmH}_2\text{O}$ 이하) 일경우 송풍계의 압력변동, 문의 개폐시의 압력변동에 의한 압력차의 방향이 역전되어,공기의 역류를 일으키는 원인이 되므로 주의를 요한다.

클린룸의 압력변동의 요인을 아래에 나타낸다.

① 외기압의변동

② 닥트계의 저항증감

③ Draft Chamber의 개별운전, 정지에 의

한 변동

- ④ 문의 개폐에 의한 변동
- ⑤ 급배기 Fan의 기동정지에 의한 변동
- ⑥ 닥트계의 Damper의 개폐에 의한 변동

이런 것을 방지하기 위하여 양압유지의 경우는 배기측의 저항을 음압, 유지의 경우는 급기측의 저항을 크게하여 가능하게 한다.

그리고 미차압 조정의 경우는 다음 2가지의 방법이 있다.

- a) 미차압조정 Damper에 의한 방법
- b) 미차압 검지기에 의한 Damper제에 의한 방법.

2. 관련기기

클린룸시설에 설치시 오염물질, 유해가스등의 제거에 관련된 기기에는 Draft Chamber, Cylinder Cabinet, 약품자동공급장치가 있다.

2.1 Draft Chamber

Draft Chamber는 Chamber내에 발생한 Fume, 증기, 미립자상물질등의 유해물질을 포집하고 봉입하여 배출 목적및 환기 목적으로 하는 작업공간에 있다.

반도체 공장에 사용하는 유해화학물질을 취급하는 작업장에서는 「가스과 장치의 발생을 밀폐하는 설비」, 「국소환기장치」가 있고 「전체환기장치」등의 설치하는 것은 법률적으로 의무화 되어 있다.

Draft Chamber는 국소배기 장치로 많이 사용되고 있고, 사용시에 아래의 점들에 유의하지 않으면 안된다.

1) 대상물질

Draft Chamber등의 국소배기 장치를 필요로하는 반도체 제조공장에서 사용하는 화학물질은 노동안전 위생법의 유기용제 증독 예방규칙의 제2종 유기용제의 아세톤, 이소프로필 알콜, 키시렌, 메탄올 등이 있고, 같은 법의 특정 화학물질등 장해예방규칙의 제2종 물질의 염소, 시안화수소, 불화수소, 황화수소등과 제3종물질로 암모니아, 염화수소, 황산, 초산 등이 있다.

2) Draft Chamber의 배기량

Draft Chamber의 배기량 결정은 ① 노동안전 위생법에 준한 전면 개구부의 제어 풍속에 의한 경우 ② Chamber내에 취한 가연성 물질의 발화를 방지하기위한 희석 풍량에 의한 경우, 이 2가지 풍량중 많은 쪽을 Draft Chamber의 배기량으로 한다.

① 노동안전 위생법에 준한 방법

Draft Chamber의 전면개구부의 풍속을 아래규칙의 최저제어 풍속이상으로 한다. 최저제어 풍속은 전면 개구부가 완전 열렸을 때 필요 풍량이다.

-, 유기용제 증독예방 규칙에 의한 최소 제어 풍속

$$V_m = 0.4m/s$$

-, 특정 화학물질 등 장해예방규칙에 의

한 최소제어 풍속

$$V_m = 0.5m/s$$

필요배기량은

$$Q = V \times A \times 3600 \quad (4)$$

여기서

Q: 배기량 (m³/h)

V: 전면개구부 흡입풍속(m/s)

단, $V \geq V_m$ 이다.

A: 전면개구부 면적(m²)

② 발화를 방지하기위한 회석풍량에 의한 경우 Draft Chamber내에서 취하는 가연성물질에 대한 발화를 방지하기 위한 회석풍량은 (5)식으로 구한다.

필요배기량은

$$Q = \frac{G}{M} \times 22.4 \times \frac{273+t}{273} \times 10^2 \times \frac{K}{T} \quad (5)$$

여기서

Q : 배기량 (m³/h)

G : 증발량 또는 발생량 (kg/h)

M : 가연성물질의 분자량 (-)

t : 환기공기온도

K : 안전율로 주위환경에 따라 다르고 4~6

T : 가연성물질의 저폭발한계 (%)

3) Draft Chamber의 재질

Chamber내에 취급하는 약품, 가스의 종류에 따라 재질을 고려하고 표 1.7에 의해 선정한다.

4) Draft Chamber의 설치와 적용

Draft Chamber의 설치와 적용에 관하여

다음사항에 주의한다.

① 입퇴실의 문 주위에 설치하지 않는다.

문 주위에 설치하면 문의개폐에 따른 선풍작용에 의한 Chamber내의 기류가 실내로 역류된다.

② 실의 통로 근처에 설치하지 않는다.

사람의 보행속도는 0.9~1.8m/s 정도이므로, Chamber 개구부의 제어풍속 0.5m/s보다 크므로 역류가 일어난다.

③ 실의 모퉁이, 벽면에 붙여 설치하지 않는다.

벽가까이는 Chamber에 유입되는 공기의 저항이 크므로 소정의 제어 풍속을 얻을 수 없다. 따라서 벽에서 최소 1.0m정도 떨어져 설치한다.

④ 실내의 토출구, 흡입구의 근처에 설치하지 않는다.

Draft Chamber근처의 토출시 공기 등의 기류의 속도가 Chamber의 제어풍속의 1/2~1/3가 된다.

⑤ 배기덕트의 저항 증가를 감시

정풍량 배기방식의 경우 덕트계의 저항이 증가되고 배기량의 부족을 일으키고, Draft Chamber의 제어 풍속에 영향을 주어 역류가 일어나며, 배기 덕트내에 증기가 응축되고, 화학물질이 침강·퇴적하여 폭발, 부식 등을 일으킨다.

⑥ 최저 배기량의 확보

반도체공장에는 많은 Draft Chamber에서

배기계를 가변 풍량방식이므로 배기하는 경우, 최저제어풍속을 얻으려면 전항의 불합리가 발생되지 않기 위해 Draft Chamber내에는 최저배기량을 확보하여야 한다.

2.2 Cylinder Cabinet(容器收納箱)

Cylinder Cabinet는 특수가스의 Clylinder를 수납하여 안전 관리상 필요한 장치이다. 다르게는 용기수납상, 봄베박스 또는 가스 캐비넷이라 부르고, 기밀구조로 장치내는 음압으로 하고 배기설비를 한다.

재료가스를 독성, 가연성, 자연성, 부식성, 질식성등의 유해성과 고압용기로 공급되는 위험성을 갖고 있다. 또한 순도가 높은 가스공급을 필요로한다.

이러한 가스는 작업장소에서 멀리 떨어져 설치하여야 안전상 좋지만 배관이 길어지고 연결부위가 많아지므로 관내면적이 증가하여 이물질의 발생이 일어나기 쉬우므로 고순도의 가스를 얻기가 어렵다. 또한 관리면에서도 눈에 보이지 않아 좋지 않다. 이런 이유에서 가스실린더를 클린룸내에서 가까운 곳에 설치한 Clylinder Cabinet가 필요하다. Clylinder Cabinet에 봄베를 수납할 때에 만일 가스누설이 되어도 캐비넷에서 스크라바와 재해장치에 배기될 수 있는 배관을 하여 안전을 기하는 것이 필요하다. 아래에는 유의점을 기술한다.

1) Cylinder Cabinet의 제작

Cylinder Cabinet는 위험한 가스의 누설에 대한 대책을 갖출 수 있는 용기로 주변설비를 강판으로 감싸고, 강판 등 불연재로 제작되어야 한다. 누설을 최대한 줄이기 위해 Cylinder Cabinet내의 배관과 배관부품은 가능한 용접구조로 한다. 불연성 재료를 사용한 Cylinder Cabinet는 저장의 기준이 완화되고 용기설치장소 없이도 실내에 설치할 수 있다. 이런 경우 Cylinder Cabinet는 배기 또는 환기의 조치를 강구한다. 가스가 누설되어도 캐비넷내에서 안전한 장소에 배기 또는 환기하여 사람이있는 실내에 가스가 방출되지 않도록 한다.

가스가 부식성을 갖고 있는 경우는 Cylinder Cabinet는 스텐레스등 내식성의 재료로 제작되어야 한다.

2) 배기의 확보

① 만일가스가 누설될 경우 누설가스가 외부로 누설되지 않도록 Cylinder Cabinet내의 배기(0.5~1.5m³/min)를 한다. 배기는 알카리나 물의 스크라바를 통하여 대기에 방출한다. 그리고 위험도가 높은 가스는 가스 누설 경보기와 연동하여 제해장치를 통하여 배기 되도록 한다.

② 마노메타 방식 등에 의한 닥트계의 경보 장치로 적정한 배기를 감시한다.

③ Cabinet 출구근방에 5mmH₂O이상의 압력차가 생기도록 하고 배기능력이 되는가를 6개월마다 한번씩 확인한다.

3) 가스누설 감시와 대책

① 만일 가스누설의 검지기를 Cylinder Cabinet 내 외에 배기 덕트계에 설치한다.

② 년1회 필히 검지기 점검을 실시하여 오동작을 방지한다.

③ 발화성의 가스에 대해서는 가스검지기와 연동하며 스프링크나 배드를 Cabinet내에 설치한다.

4) Purge Gas 배관의 설비

Cylinder Cabinet내의 재료가스 실린더의 교환이 될때에 N₂등 불활성가스로 Purge Gas 배관을 한다.

5) Cylinder Cabinet내에서 보관

Cylinder Cabinet내에 보관할 경우 실린더의 전도방지대책, 정전기대책, 실린더의 보관기준의 게시, 전용공구의 비치를 한다.

2.3 약품자동공급장치

약품자동공급장치에 의한 약품을 공급기에 공급하고 사용후는 배수의 양, 농도에 의하여 공장내의 배수처리장으로 처리한다.

2) 약품의 자동공급장치 설치장소

① 약품자동공급장치의 크기, 종류에 의해 다음의 장소에 장치를 설치한다.

- i) 클린룸
- ii) 클린룸과 동일 Floor의 인접장소
- iii) 수직층류형 클린룸의 복도

iv) 실내 케미칼룸

v) 실외 케미칼룸

② 약품자동공급장치를 설치하는 장소는 실 전체의 환기를 하고 배기가스는 가스의 종류에 대해 배기덕트를 통해 제해장치에 의해 처리한다.

③ 공급장치를 설치하는 실에는 Pit를 설치하여 실에서 약품이 유출되지 않는 구조로 한다.

④ 약품자동공급장치를 설치하는 실에는 Emergency Shower를 설치한다.

2) 약품자동공급장치에서의 배관

① 약품자동공급장치에서 반도체 생산기까지의 배관은 만일 약품이 누설되어도 외부에 영향을 주지 않는 이중배관을 한다.

② 약품배관은 중요성으로 타배관 덕트등과 구별하여 Maintenance가 쉽고 직접 눈으로 확인할 수 있도록 한다.

③ 약품배관은 이중배관으로 하여 누설된 액체가 흐르도록 적당한 구배를 준다.

3) 약품자동공급장치의 안전대책

① 공급장치에 대하여 지진, 기타장소의 전도방지대책을 한다.

② 공급장치의 하부는 Drain Pan 구조로 하여 운전용기가 파손시 약품이 누설되어도 바닥면에는 유출되지 않는 구조로 한다. 이럴때 유출된 약품은 Drain관을 경유해 배수관으로 흐르도록 한다.

③ N₂가스에 의해 압송방식의 경우 약품

용기의 교환시 공급장치에서 약품의 토출을 방지하기 위해 문을 열때 자동적으로 닥트 내의 압력을 해제하는 구조로 한다.

④ 공급장치는 순수샤워 또는 N₂샤워를 설치하여 단수등으로 약품이 누설되어도 부착되어 단시간에 처리되고 배수계에 도입되는 구조로 한다.

⑤ 약품용 필터의 교환이 용이한 구조로 한다. 약품용 필터의 교환시 농도가 높은 약품으로 사고의 가능성이 높으므로 약품자동공급대치내의 약품용 필터의 교환이 용이한 구조로 한다.

- 참고 문헌 -

- 1) Semiconductor Electronics Education Committee : Introduction to Semiconductor Physics : John Wiley & sons, Inc. NY.
- 2) N.B.Hannay : Semiconductors : Reinhold Publishing Crop. NY.
- 3) T. J. Coutts and J. D. Meakin : Current Topics in Photovoltaics : Academic Press.

- 4) Walter R. Beam : Electronics of Solids : McGraw-Hill Book Company.
- 5) Doull, J, et al. : Toxicology, The Basic Science of Poison, Macmillan Publishing Co. Inc., New York, 1980.
- 6) Hamilton, A., Hardy, H. L. : Industrial Toxicology, 3rd Ed. Publishing Sciences Group, Inc. Acton, Massachusetts, 1974.
- 7) Thienes, C. H., Haley, T. J. : Clinical Toxicology Lea and Febigar, Philadelphia, 1972.
- 8) Clayton, G. D., Clayton, F. E. : Patty's Industrial Hygiene and Toxicology 3rd Rev. Ed., Vol. 2A. toxicology, Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, New York, 1981.
- 9) Dreibach, R. H. : Hand book of Poisoning, Diagnosis and Treatment, Lange Medical Publication, Los Altos, California, 1977.
- 10) N. Irbing Sax : Dangerous Properties of Industrial Malterials, 4th ed, Van Nostrand Reinhold Co. New York, 1975.