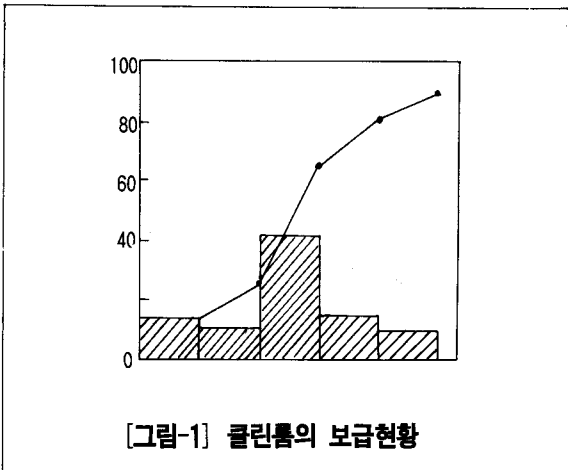


CLEAN ROOM의 설계 및 건설현황

글/양경동 <한양대학교 대학원>

1. 머리말

국내외적으로 급속히 진행되고 있는 기술발전에 따라 최근의 하이테크 시설에 대한 요구가 대두되면서 건물은 복잡화, 자동화, 정보화 되어 가는 경향에 있다. 특히 건축환경·설비기술이 중요한 역할을 하는 클린룸은 제반 관련산업 분야의 대외경쟁력 향상을 위해서도 필수적으로 갖추어야 할 기반기술이다. 초청정공간이 요구되는 최근의 클린룸은 반도체 및 신소재, 전자, 정밀기기, 우주항공산업 및 유전공학, 의료, 제약분야 등 여러 부문에서 그 필요성이 높아지고 있다. 이러한 각종 산업분야의 요구에 대응하여 관련 기술의 발전 및 건축·건축설비적 측면에서 클린룸의 설계·시공 기술을 향상시키기 위해서는 현재의 클린룸 관련기술의 수준 및 발전현황에 대하여 파악할 필요가 있다.



[그림-1] 클린룸의 보급현황

본 교에서는 산업용 클린룸과 바이오클린룸으로 대표되는 반도체공장 클린룸과 의약품 제조회사의

GMP 공장에 대한 발전현황, 설계 및 건설의 추세를 검토한다. 아울러 클린룸의 환경요소에 대한 측정예와 GMP 공장의 건축설계·시공상의 특징을 KGMP를 기준으로 검토하며, 금후 클린룸의 설계·건설기술 발전을 위한 방향을 제시한다.

2. 국내 클린룸의 보급현황

1960년대에 병원의 수술실 등에서 시작된 우리나라의 클린룸은 1970년대에 들어서면서부터 반도체공장 및 GMP 공장 등의 보급이 활발해지고 있다. 클린룸의 보급에 대하여 정확한 현황은 파악되지 않았으나, 1989년에 한국공기청정연구조합에서 실시한 조사내용을 근거로 하여 개략적인 보급현황을 살펴보면 (그림-1)과 같다. 조사대상 업체는 총 82개사이다.

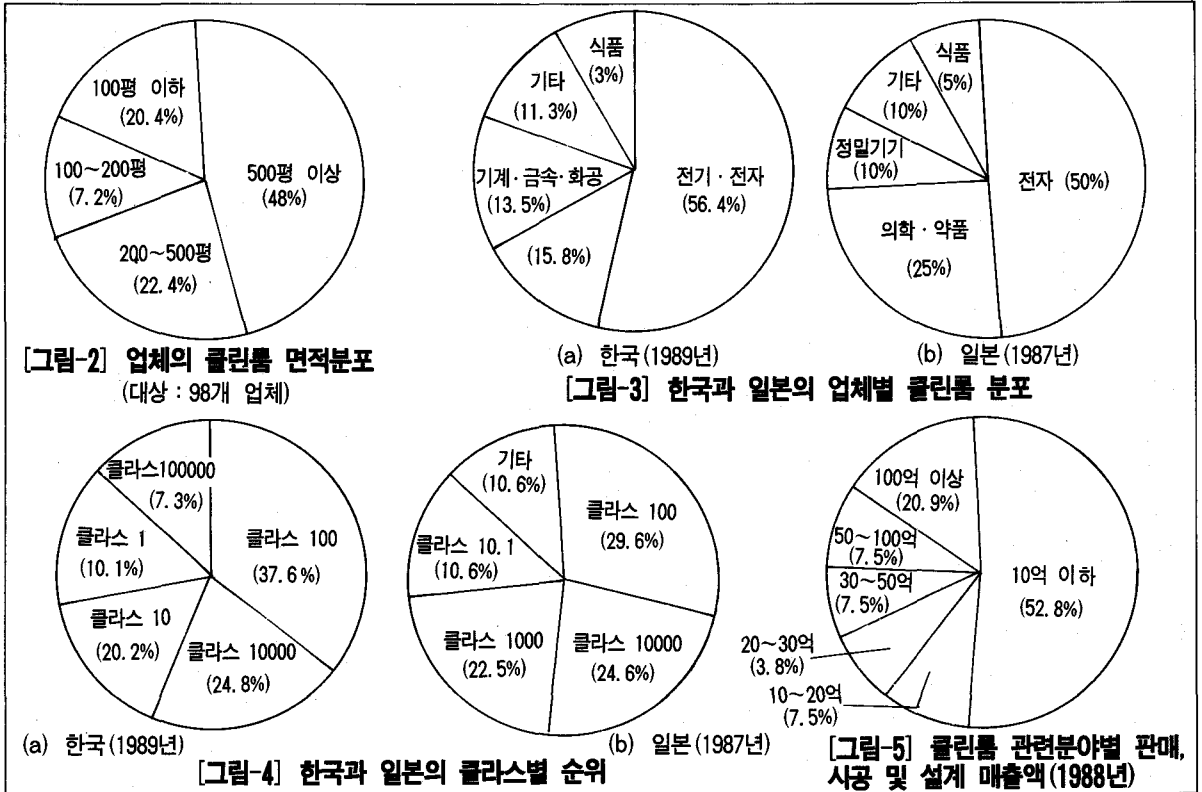
1980년 이후 반도체산업의 발달과 함께 클린룸의 보급은 급속한 증가를 보이고 있으며, 클린룸의 보급현황을 5가지의 기간으로 구분하여 나타내면 (그림-1)과 같다. 특히 반도체 기억소자 256 KDRAM의 개발 및 양산이 이루어진 1964~1986년대에 급격한 상승을 나타내고 있다. 또한 1개 연도인 1989년에도 약 9개의 보급현황을 보이고 있어, 그 후의 클린룸 보급은 계속 증가될 것으로 전망된다.

국내 98개 업체가 보유하고 있는 클린룸의 면적분포는 (그림-2)와 같으며, 이중 대규모인 500평 이상의 클린룸이 전체의 48%를 차지하고 있다. 이와 같이 클린룸 규모의 대형화는 클린룸의 필요성이 높아져가는 것을 시사하고 있다.

이들 클린룸의 업체별 분포상황은 전기·전자(56.4%), 의학·약품(15.8%), 기계·금속·화학(13.5%), 식품(3%) 순으로 전기·전자산업이 많은 비중을 차지하고 있으며 국외의 클린룸 분포상황과 비

슷한 분포를 보이고 있다. 국내(1989년)과 일본(1987년)의 클린룸의 분포상황을 나타내면 [그림-3]

며, 100억이상의 대규모 클린룸 분야도 20.9%로 많



과 같다.

[그림-4]는 국내와 일본의 클린룸에 대한 클래스를 나타낸 것으로 대상업자의 크기는 0.5 μ m를 기준으로 하고 있다. 국내업계의 클래스별 순위는 클래스 100(37.6%), 클래스 1,000(24.8%), 클래스 10(20.2%), 클래스 1(10.1%), 클래스 100,000(7.3%)로 클래스 100 정도의 클린룸이 가장 많이 보급되어 있어 일본과 비슷한 양상을 보이고 있다.

최근 반도체의 집적도가 점점 높아짐에 따라 1989년 후반에는 제어대상입경이 0.1 μ m인 클래스 1의 클린룸이 건설되고 있으며, 1990년대에는 0.05 μ m를 대상으로 하는 슈퍼클린룸도 건설될 것으로 전망된다.

[그림-5]는 클린룸 관련분야별 1988년도의 판매, 시공 및 설계매출액에 대하여 조사한 것으로 10억 이하의 규모가 전체의 52.8%로 대부분을 차지하고 있

은 비율을 보이고 있다.

3. 반도체 산업용 클린룸의 현황

1) 반도체 산업의 발달과정

우리나라에서는 1965년 미국 KOMG사의 한국투자 에 의해 세워진 「고미산업」이 반도체산업의 효시이며, 1974년에 미국 ICII사와의 합작회사인 한국반도체가 최초의 반도체회사라 할 수 있다. 그 당시 세계에서 5번째로 시계용 LSI를 생산했으나 국내기술수준의 미흡으로 많은 부분을 외국기술에 의존해야 했다. 그 후 1977년 트랜지스터의 개발, 1978년 IC의 개발, 1980년에 칼라TV용 IC개발, 1982년 64KDRAM 개발, 1984년 256KDRAM 개발, 1985년 1M DRAM 개발, 1988년 4M DRAM을 개발하여 현재는 16M DRAM를 개발중에 있다.

가장 엄격한 청정도가 요구되는 반도체 공장에서는 <표-1>과 같이 집적도 향상 및 칩의 대형화가 이루어지고 있으며, 그 회로소자의 단락을 일으키는 입자의 크기도 작아져 IMDRAM의 경우는 0.1 μm 이하의 입자까지도 그 제어대상으로 하고 있다.

2) 클린룸방식의 변천과정

최근에 이르기까지 국내에 소개된 클린룸 공조방식을 기류상태로 대별하면 난류방식인 A·H·U 방식, 역류방식인 C·T·M 방식, OPEN BAY 방식 및 F·F·U 방식으로 구분할 수 있다.

클라스 500 정도까지 청정도의 확보가 가능하며 일반적인 환기회수는 20~80회/h 정도이다.

[그림-6](b)는 Clean Tunnel Module 방식으로 생산제조가 이루어지는 필요최소한의 공간만을 고정 정도로 유지하기 때문에 에너지 및 공간의 절감에 유리하다. 이 방식은 256KDRAM이 개발된 1980년도 중반경에 소개된 방식으로 장비교체에 따른 대응성은 타방식에 비해 불리하다.

최근 대규모 VLSI공장에 적용되고 있는 OPEN BAY 방식은 에너지 절약 및 Flexibility를 동시에 해결할 수 있는 방식이다.

<표-1> 반도체 기술수준과 제어대상입경

	LSI ←		→ VLSI					
허용 입자 크기(μm)	8	6	3	2	1.5	1.0	0.8	
반도체	4K 16K		64K	256K		1M		
입자 갯수 측정	일반입자측정기				레이저입자측정기			
WAFER에 영향을 주는 입자크기(μm)	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.06	
생산추세	1970			1975		1980		1990
공기청정도 (P/cf, 0.5 μm)	CLASSIOK		1,000		100	10	1	0.1 μm ×Class 10
HEPA filter	일반 FILTER			0.1 μm HEPA				→?
CLEAN RM 형태	Turbulent Floco Type			Horizontal Air Flow				Vertical Air Flow
								Tunnel Clean Type
								Spot Clean Type

1970년대 후반에 초창기 클린룸에 적용된 A·H·U 방식은 일반공조의 취출구에 HEPA Filter Unit를 부착한 형태로 64KDRAM 반도체공장에 이 공조방식이 대부분이 이용되고 있다.

이 방식은 청정도 1,000~300,000 정도에 적용이 가능하지만 크린부스 및 크린벤치를 병행할 경우에는

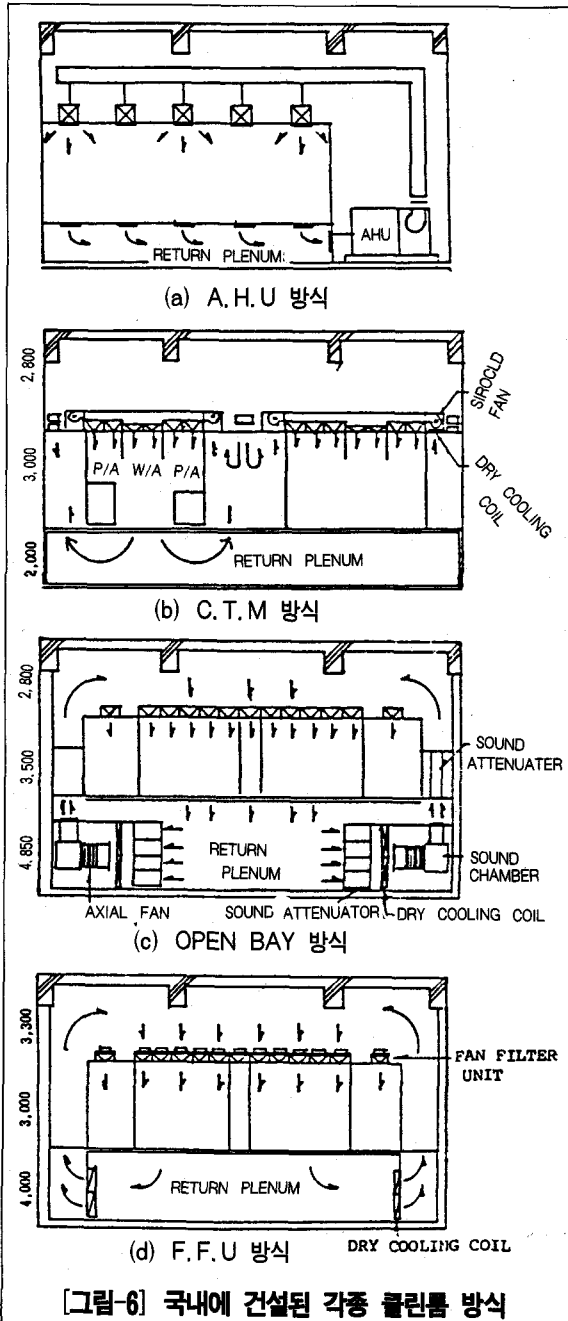
FAB Area와 Service Area를 Partition 등으로 구획하여 필요에 따라 청정도를 변화시킬 수 있는 방식으로 1M 및 4M DRAM의 반도체 공장에 많이 적용되고 있다. (그림-6(c) 참조)

[그림-6](d)는 각 시스템의 장점만을 합하여 개발된 Fan Filter Unit 방식으로 Fan이 각 Filter 상부에 설치되기 때문에 Fan Room 및 기타 부대시설의 공간이 절약되며, Flexibility면에서도 우수한 시스템이라 할 수 있다. 이 방식은 1990년도 초반에 국내에 소개된 시스템으로 다른 방식에 비해 특이한 점은 Filter 상부층의 압력이 FAB내부보다 낮기 때문에 천장면의 Filter를 제외한 부분에서 Air Leak의 염려를 줄일 수 있다.

국내 반도체 공장의 건축면적, 공조방식, 청정도 등에 관한 연도별 건설현황의 예를 <표-2>에 나타낸다. 이 표에 나타난 반도체 공

장의 경우 1980년대 초에 본격적인 투자가 시작되어 1980년대 중반부터는 매년 클린룸의 건설이 이루어지고 있다. 반도체도 64K DRAM, 256K DRAM에서 현재 1M-DRAM, 4M-DRAM의 양산체제에 들어가 있으며 16M-DRAM, 64M-DRAM의 양산체제도 갖추어져 가고 있다. 이와 같은 반도체의 고집적화에 따

라 고청정공간을 얻기위한 공조방식도 발달을 거듭하여 공조용 덕트를 이용한 AHU 방식에서 CTM (Clean Tunnel Module) 방식, OPEN BAY 방식으로 발전하였으며 1990년에는 FFU (Fan Filter Unit) 방식도 등장하고 있다.



3) 반도체 클린룸의 성능평가 예

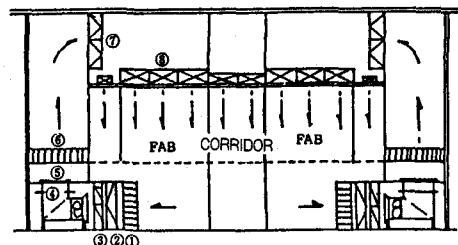
여기서 소개하는 클린룸의 성능평가는 차세대의 반도체를 연구·개발하기 위하여 최근에 건설된 A사의 반도체공장을 대상으로 하였다. 반도체공장내에서는 여러 생산공정이 포함되어 있으나 이중에서도 가장 엄격한 환경조건을 요구하는 PHOTO 공정을 대상으로 청정도, 기류속도 및 온도에 대하여 살펴보기로 한다. PHOTO 공정의 설계조건은 <표-3>과 같다.

<표-3> PHOTO공정의 설계조건

환경요인	청정도 [개/ft ³]	기류속도 [m/s]	온·습도 [C], [%]
PROCESS AISLE	클라스 1 (0.1 μ m)	0.45	23±0.2C
WORKING AISLE	클라스 10 (0.1 μ m)	0.25	40±3%

이 반도체 공장의 공조방식은 최근에 많이 채택하고 있는 전면수직층류방식의 OPEN BAY 시스템으로 그 구성은 (그림-7)과 같다. 이 공조방식의 특징은 장래의 변경에도 대응할 수 있도록 자유롭게 순환풍량을 조절할 수 있으며 또한 FAB내부에서 Wafer전속도 각 BAY간 자동반송시스템으로 이루어지고 있다.

통상 슈퍼클린룸에서 청정도에 대한 실 전체의 평가는 클라스 수준이 매우 높기 때문에 그 오차를 줄이기 위해 통계처리를 행하게 되는데 여기서는 청정도에 대한 평가기준을 Fed·Std에서 규정하고 있는 90% 신뢰구간의 상한치 산정 방법인 t-검정을 이용하여 평가를 하였다.



- ① SOUND ATTENUATOR
- ② PRE-FILTER
- ③ DRY COIL
- ④ AXIAL FAN
- ⑤ CHECK DAMPER
- ⑦ MEDIUM FILTER
- ⑧ ULPA FILTER

[그림-7] OPEN BAY 방식의 구성

〈표-2〉 국내 반도체공장 건설현황의 예

완공년도		1980	1982	1984	1985		1987	1988	1989		1990		
A	구 분	-	A1	-	A2	A3	-	A4	A5	A6	A7	A8	
	공조방식	-	A.H.U 방 식 (난류형)	-	C.T.M+ A.H.U 방 식	A.H.U 방 식 (난류형)	-	OPEN BAY 방 식 (수직충류)	OPEN BAY 방 식 (수직충류)	OPEN BAY 방 식 (수직충류)	F.F.U 방 식 (수직충류)	C.T.M 방 식 (수직충류)	
	면적(㎡)	-	12,486	-	4,790	28,085	-	16,744	14,756	6,665	2,410	4,957	
	청정도	제어입경	-	0.3	-	0.1	0.1	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
		CLASS	-	100	-	10	10	-	1	1	1	10	100
	용 도	-	64K양산	-	256K양산	1M연구용	-	1M양산	4M양산	16M·64M연구	16M양산	TPH양산	
B	구 분	-	B2	B3		B4	B5	-		B6			
	공조방식	-	A.H.U 방 식 (난류형)	CLEAN TUNNEL (수직충류)	CLEAN TUNNEL (수직충류)		C.T.M 방 식 (수직충류)	OPEN BAY 방 식 (수직충류)	-		OPEN BAY 방식 (수직충류)		
	면적(㎡)	2,400	-	1,472	1,505		1,019	1,861	-		8,286		
	청정도	제어입경	0.5	-	0.3	0.3		0.3	0.1	-		0.1	
		CLASS	1,000 -10,000	-	100 -10,000	100-10,000		100 -10,000	10 -10,000	-		10-10,000	
	용 도	Bipolar	-	64K양산	64K양산		Bipolar	1M·4M연구용	-		1M·4M양산용		

〈표-4〉는 PHOTO 공정의 청정도 평가 예를 나타낸 것으로 총 12 점을 대상으로 1점당 1분간 4회씩 측정하였다. Process 및 Working Aisle의 클래스 정도는 각각 0.35, 1.52로 설계조건인 1, 10을 잘 충족시키고 있다.

기류에 대한 성능평가 기준은 측정점의 99.7% (3)가 설계조건 ±20%범위내에 있을 경우를 합격으로 판정하며 평가기준은 Process 및 Working Aisle 각각 0.35 ~ 0.54 m/s, 0.2~0.3m/s이다.

〈표-5〉는 ZONE별 기류속도의 측정결과를 나타낸 것으로 Working Aisle의 결과치는 기준치를 다소 벗어나고 있으나, 반도체의 생산 과정이 직접 이루어지는 Process의 경우에는 전 BAY에 걸쳐 설계조건 ±20%의 범위를 잘 만족시키고 있다.

〔그림-8〕은 BAY내에 설치된 온·습도센서에 의해 24시간 동안 자동측정된 결과치이다. 온도의 경우, 설계조건인 23±0.2℃를 잘 만족할 뿐만 아니라 그 평균치가

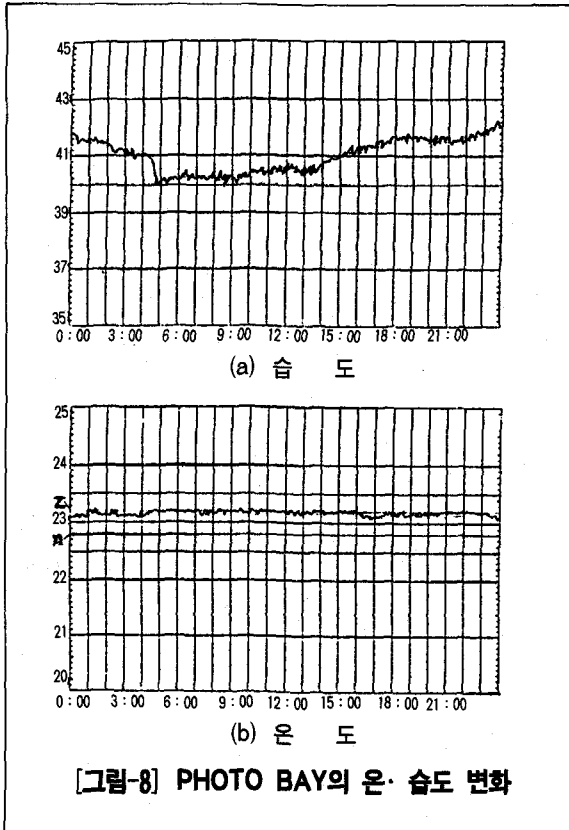
〈표-4〉 PHOTO 공정의 청정도 평가

ZONE 구 분	AREA	CRITERIA	POINT	측정 DATA				평균	POINT의 평가		AREA의 평가
				1회	2회	3회	4회		양호	재측정	
PHOTO I	PROCESS AISLE	≤1 (0.1μm)	1	3	0	0	0	0.75	○		$\bar{X} = 0.16$ $\sqrt{V/N} = 0.10$ $U = \bar{X} + TX\sqrt{V/N}$ $= 0.35$ $U < 1$ · 설계조건 만족
			2	0	0	0	0	0	○		
			3	0	0	0	0	0	○		
			4	0	0	0	0	0	○		
			5	2	0	0	0	0.5	○		
			6	0	0	0	0	0	○		
			7	0	0	0	0	0	○		
			8	0	0	0	0	0	○		
	WORKING AISLE	≤10 (0.1μm)	9	0	2	2	0	1	○		$\bar{X} = 0.63$ $\sqrt{V/N} = 0.38$ $U = \bar{X} + TX\sqrt{V/N}$ $= 1.52$ $U < 10$ · 설계조건 만족
			10	0	0	0	0	0	○		
			11	6	0	0	0	1.5	○		
			12	0	0	0	0	0	○		

〈표-5〉 ZONE별 평균기류 속도

ZONE 구 분	AREA	CRITERIA (m/s)	FILTER NO.	AREA 평 균	3σ	평균±3σ	AREA의 평가
INPLANTER	PROCESS	0.45	30	0.44	0.09	0.35~0.53	
	WORKING	0.25	30	0.18	0.04	0.14~0.22	
THIN FILM	PROCESS	0.45	56	0.43	0.08	0.35~0.51	
	WORKING	0.25	30	0.17	0.04	0.13~0.21	
PHOTO I	PROCESS	0.45	50	0.45	0.07	0.38~0.52	
	WORKING	0.25	27	0.19	0.03	0.16~0.22	
PHOTO II	PROCESS	0.45	58	0.43	0.06	0.37~0.49	
	WORKING	0.25	30	0.18	0.04	0.14~0.22	
DRY ETCHING	PROCESS	0.45	29	0.47	0.07	0.40~0.54	
	WORKING	0.25	30	0.20	0.05	0.15~0.25	
WET ETCHING	PROCESS	0.45	58	0.46	0.08	0.38~0.54	
	WORKING	0.25	30	0.19	0.04	0.15~0.23	
DIFFUSION	PROCESS	0.45	194	0.43	0.07	0.36~0.50	
	WORKING	0.25	62	0.17	0.05	0.12~0.22	

23, 14°C 정도로 24시간동안 거의 일정한 변화양상을 보이고 있다. 습도의 경우도 설계조건인 $40 \pm 3\%$ 를 잘 만족시키고 있다.



4. GMP공장의 클린룸 현황

1) KGMP의 제정경위

GMP (Good Manufacturing Practice)란 품질이

보증된 우수의약품을 제조하기 위한 기준으로서 제조소의 구조, 설비뿐만 아니라 원료의 구입 및 제조, 포장, 출하의 전 공정에 걸쳐 제조와 품질의 관리에 관한 조적적이고 체계적인 규정을 말한다. GMP의 내용은 <표-6>과 같이 인위적인 실수 방지, 의약품에 대한 오염 및 품질변화 방지, 품질보증 시스템으로 분류된다. 의약품공장은 GMP에 의해 관리적인 측면(Soft)과 구조·설비

과 구조·설비적인 측면에서 규제되어 바이오클린룸의 적용분야가 되고 있다.

많은 국가들이 자국의 GMP를 제정하거나 WHO 또는 유럽자유무역연합(EFTA; European Free Trade Association)의 GMP를 채택하여 실시하고 있기 때문에 GMP의 명칭은 국가마다 다르다. 또한 그 내용도 약간의 차이는 있으나 우수의약품을 생산하려는 기본정신은 동일하며 우리나라에서는 “우수 의약품 제조관리 기준, KGMP (The Good Pharmaceutical Manufacturing Practice in Korea)”으로 제정되어 있다.

미국의 경우 1961년에 제약공업협회(PMA; Pharmaceutical Manufacturers Association)에서 자주적인 GMP를 제정하였으며, 1963년 미국정부의 FDA-GMP를 제정·공포하여 1978년에 개정·보완하였다.

세계보건기구(WHO; World Health Organization)는 1963년 총회에서 GMP제도의 실시를 결의하고, 1969년 제22회 총회에서는 가맹국에 대해서 GMP제도의 채택 및 국제무역에 있어서 GMP규정을 근거로 한 증명제도의 실시를 권고하였으며, 그 후 1975년 총회에서 GMP규정을 개정하여 회원국에 제차 권고를 하였다.

우리나라에서도 GMP 제도 도입의 필요성이 요구됨에 따라 1974년 KGMP 연구위원회를 구성하여 이 제도의 검토에 착수하였으며 중앙약사심의 위원회에 KGMP 소위원회를 설치하였다. 1977년 3월에 우수 의약품 제조관리기준(KGMP)을 제정 보건사회부 예규 373호로 공포하였으며 1978년 7월에는 동 시행지

<표-6> GMP의 주요 내용

구분	내용	인위적 착오의 방지	오염 품질변화의 방지	품질보증시스템의 설계
구조 설비	1. 작업실의 구조, 크기 2. 보관실의 구조, 크기 3. 이종(異種) 작업실간의 구획	1. 원료보관, 검체채취 장소 2. 온도, 습도의 조절 3. 작업실, 기계의 밀폐화 4. 무균실	1. 제조공정에 따른 배치 2. 통로(작업자, 물품, 일반인) 3. 용량과 제조단위 관리 4. 시험시설	1. 품질관리 부문의 독립권한 2. 제제연구 체제
관리 조직	1. 품질관리 부문의 독립 2. 책임자의 명확화	2. 위생관리의 규정	1. 청소, 세척 2. 작업원의 건강관리 3. 작업장 출입 4. 위생교육	1. 시설의 정기점검 2. 표준화 3. 제조공정관리 4. 시험기록의 보존
작업 관리	1. 표준작업공정의 설정 2. 이중점검 3. 작업기록의 정비, 보존 4. 작업자의 교육, 훈련			

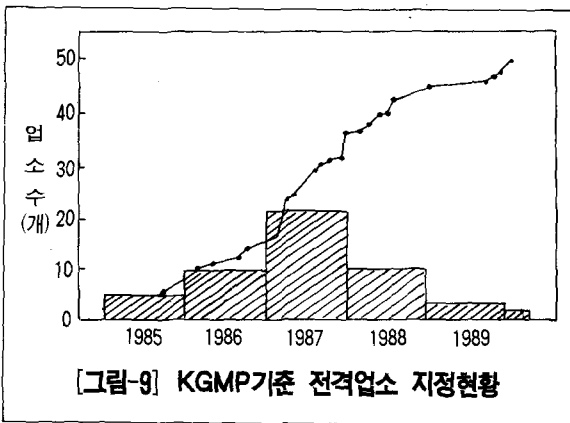
침을 발표하고 제조업소 자율로 실시토록 권장하여 왔다.

1984년 7월에는 동 기준에 KGMP 실시적격업소 평가절차 등을 추가하여 개정·공포(보건사회부 예규 제482호)하고 같은 해 11월 KGMP 평가위원회를 구성하여 동제도의 조기 정착을 적극 추진하기에 이르렀다.

2) 국내 GMP공장의 발달과정

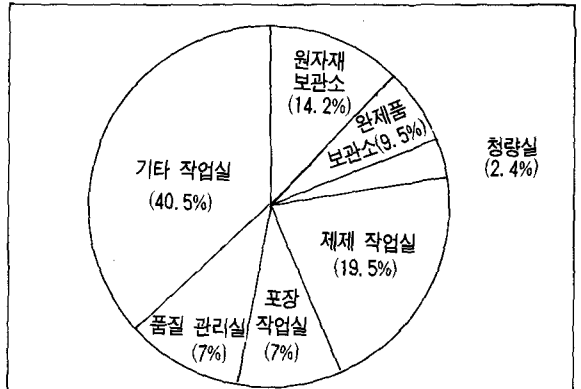
제약회사의 GMP공장이 가장 처음 시도된 미국의 경우 1962년에 시도되는데 비하여 우리나라에서는 1977년에 우수약품 제조관리기준인 KGMP를 제정하였으며 이에앞서 이러한 시설의 필요에 따라 1975년도에 D제약이 최초로 GMP공장을 건설하였다.

KGMP는 1984년 7월부터 실시적격업소에 대한 평가공인기준을 추가하여 적격업소를 평가·지정하고 있으며, 이것에 의하면 GMP 공장은 완공후 2개월간의 생산실적을 쌓은 후에 KGMP 적격업소의 지정을 신청할 수 있다.

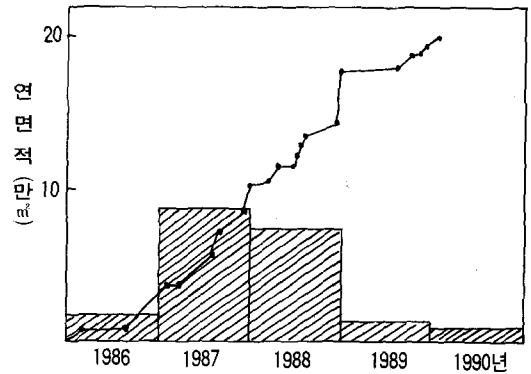


[그림-9]에 국내의 KGMP기준 적격업소의 지정현황을 연도별로 나타낸다. 1990년 현재까지 보사부로부터 지정된 KGMP기준 적격업소는 1985년에 5개, 1986년에 9개, 1987년에 21개, 1988년에 9개, 1989년에 3개, 1990년 2개업체로 모두 49개 업체에 달하고 있다.

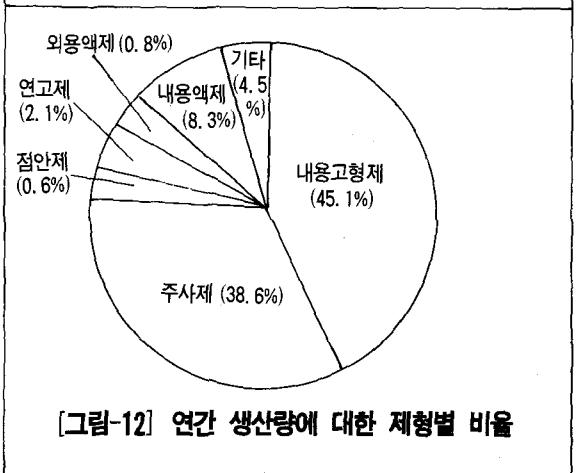
현재 국내 의약품 제조회사는 300여개 업체에 달하고 있으며, 약 100개 업체가 KGMP기준 적격업소 지정을 신청중에 있다.



[그림-10] 작업소내 각실 면적 비율



[그림-11] 연도별 GMP 공장 면적



[그림-12] 연간 생산량에 대한 제형별 비율

국내 제약회사의 36개 KGMP기준 적격업소를 대상으로 한 작업소의 용도에 따른 총면적비는 [그림-10]과 같다. 작업소의 용도별 면적비는 제제 작업실,

원자재보관소, 완제품보관소, 포장 작업실, 품질관리실, 칭량실의 크기 순으로 나타나고 있다. 또한 이들 업체에 대한 GMP공장의 건축 연면적의 분포는 (그림-11)에서 알 수 있듯이 최소 541.9㎡로부터 최대 20,203㎡ (6,122평) 까지 넓게 나타나고 있으며 총 건축 연면적은 200,356㎡에 이르고 있다.

이들 업체에서 연간 생산하는 의약품의 제형별 비율은 (그림-12)와 같으며 내용고형제 및 주사제가 가장 많은 것으로 나타났다.

정부에서는 의약품의 수출 및 고품질의 신뢰성 등에 따른 국제 경쟁력의 강화 등의 필요에 따라 1992년말 까지 국내 제약회사를 대상으로 KGMP기준 적격업소 지정신청을 하도록 권장하는 등 KGMP의 조기 정착에 노력하고 있다.

〈표-7〉 산업용 클린룸과 바이오 클린룸과의 비교

용도 구분	산업용 클린룸	바이오 클린룸
제어대상	분진	미생물
청소방식	건식	습식
제어방법	분진의 측정정도	미생물의 측정정도
규제기준	청정도 규제기준 관련법 없음	의약품은 제약관계법과 GMP
기타	-	소독·살균

3) 건축 설계시공상의 특징

일반적으로 GMP공장에 요구되는 바이오클린룸은 반도체 공장으로 대표되는 클린룸과는 〈표-7〉과 같은 차이가 있다. 바이오클린룸은 주요 대상입자를 미생물로 하고 있기 때문에 클린룸내의 청정도도 달라지게 된다. 반도체공장의 청정도 기준은 원료 및 조립시험 공정을 제외하고는 클래스 1~100의 경우가 대부분인데 반하여 GMP공장은 포장작업공장을 제외하고 클래스 100~1,000 또는 10,000의 경우가 많다. 특히 산업용 클린룸의 청소방식이 건식인데 비하여 바이오클린룸은 습식이기 때문에 벽·천장·바닥이 인접되는 실내 마감면의 처리와 실내배관 및 조명기기 등에도 특별한 주의를 요하게 된다.

5. 우리나라 클린룸 건설기준의 수준

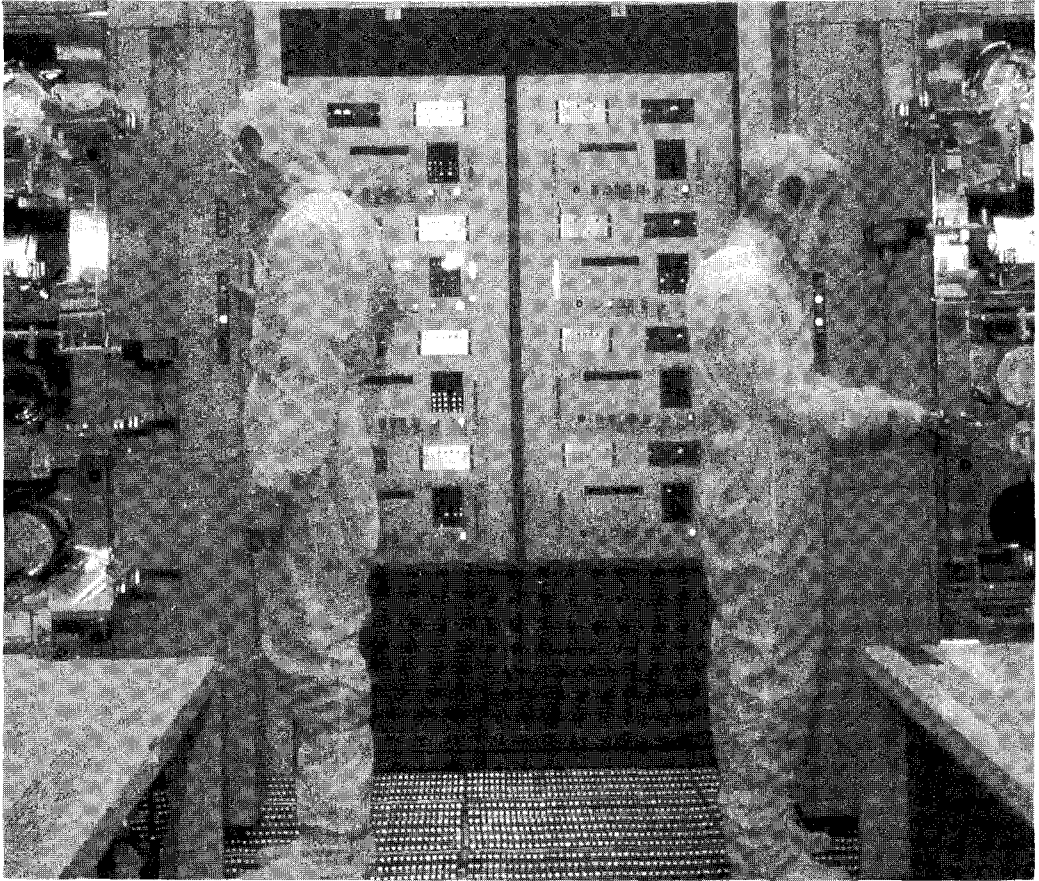
1980년대에 국내 기업들이 반도체 산업에 본격적인

진출을 함으로써 초기에는 전적으로 외국기술에 의존하여 왔던 클린룸 관련기술도 많은 발전을 하여왔다. 클린룸의 설계·시공도 발전을 거듭하여 현재에는 상당부분을 국내 기술력으로 해결하고 있다. 시공공정의 거의 모든 과정은 국내의 기술로 수행되고 있으며, 극히 일부의 미세한 부분에 대한 공정과 일부 구성소재의 생산은 아직 외국의 기술에 의존하고 있는 실정이다. 청정도가 비교적 낮고 생산공정이 그다지 복잡하지 않은 클린룸에 대해서는 국내에서 전 설계과정을 수행할 수 있으나, 청정도가 높고 생산공정이 복잡한 클린룸·설계의 기본계획 또는 설계과정은 아직 외국에 의존하고 있으며, 실시설계만을 국내에서 담당하고 있다. 이러한 공정이 복잡한 클린룸의 경우는 건축적·건축설비적인 기술의 미비로 인한 것이 아니라, 관련공정에 대한 이해부족, 공정과 건설기술과의 접점기술의 미숙적 등으로 인한 것이다.

또한 클린룸 건설에 관련된 요소기술인 고성능필터, 각종 유틸리티설비, 내장재 및 도료, 폐수처리시설 등에 관한 기술은 국내 30여개 중소기업의 노력에 의하여 계속적인 발전을 하고 있으나, 이 또한 외국기술에 의존도가 높아 핵심기술 및 기반기술의 축적이 매우 빈약한 상태이다. 특히 최근에 요구되고 있는 슈퍼클린룸에서는 직경 0.3μm이하의 미립자를 제어 대상으로 하고 있으며, 생산과정에서 사용하게 되는 각종 화학약품, 순수, 가스 등의 생산관련공정 및 취급 과정에도 이와 동등한 청정도의 공간을 필요로 하고 있다. 따라서 클린룸은 오염체제의 종합시스템으로 발전하고 있으나, 국내에서는 이러한 유틸리티에 관련된 제조장치 및 제어시스템에 관하여 연구 및 기술 축적이 이루어지지 않고 전적으로 외국기술에 의존하고 있어 이 분야에 대한 종합적 기술개발이 절실히 요구되고 있다.

6. 금후의 전망

1980년대에 접어들면서 반도체 및 컴퓨터, 통신 등의 정보산업과 신소재, 유전자, 생명공학 등 첨단산업 분야에 국내 업체들이 경쟁적으로 참가하면서 클린룸 시장이 급속히 활성화되었다. 대표적인 예로서 국내 대기업들이 반도체 산업에 본격적인 진출을 함으로써 현재 4M 반도체의 연구개발이 거의 완료된 상태에 있



으며 0.1 μ m 클래스 1의 16M & 64M 반도체 연구소를 완공한 단계에 이르고 있다. 반면 외국의 경우 Ultra 클린룸 실험실, 바이오클린룸 실험실 등을 이용하여 미차압 제어시스템, 자동감균시스템, 차세대 공업용 클린룸 등에 대해 연구개발 중이며 클래스 0.1의 슈퍼클린룸 설계 및 시공을 연구과제로 하여 초미세 가공기술의 개발을 서두르고 있다.

이러한 첨단산업의 발전에는 모험투자가 따르며 막대한 연구개발의 지원이 요구된다. 이러한 투자는 증가일로에 있고 하이테크 분야의 연구시설이나 생산공정에는 고도의 클린룸시설이 수반되어야 하므로 클린룸의 기술발전이 필수적으로 요구된다.

클린룸 성능의 신뢰성을 확보하기 위해서는 클린룸의 4원칙하에 요소기술의 종합화·복합화를 통하여 엄격한 품질관리, 공정관리, 안전관리 계획을 수립해야 한다. 이를 위해서는 기존 및 신축 클린룸에 대한 설계과정이 재검토 및 시공상의 문제점 도출과 합리적인 대책방안을 강구해야 한다. 클린룸의 설계 및 시공에 있어서는 클린룸 내에 설치된 공장의 제조 프로세스, 기기, 장치 등을 청정도의 요구조건과 함께 파악하는 것이 중요하며 설계자는 이러한 성능을 만족시키는 전제하에 과잉설계를 피하고 러닝코스트의 절감, 에너지절약 등에도 노력하여야 할 것이다.