

클린룸용 HEPA/ULPA 필터 기술

김 용 빈 | 한국캠브리지필터(주) 생산부
 공장장
 E-mail : ybkim61@hotmail.com

1. 머리말

최근 전자산업과 같은 최첨단 산업의 증가 및 초정밀가공이 필요한 공정의 확산에 따라 눈에 보이지 않는 Airborne Particle 및 먼지 등에 대한 제어가 필요한 클린룸의 필요성이 지속적으로 증가함에 따라 클린룸에 사용되는 HEPA/ULPA 필터에 대한 집진원리, 구조, 종류, 성능특성에 대하여 기술하고 초정정 클린룸을 위한 Out-Gas 대책 에어필터의 종류를 소개한다.

클린룸에서는 Air Filter로부터 Out-Gas의 감소 및 제어의 중요성이 강조되고 있으며 이에 따른 Out-Gas에 대한 대책 및 필터에 대한 성능과 기술을 설명한다.

2. HEPA/ULPA 필터에 대한 기술

2.1 HEPA/ULPA 필터에 대하여

현재 접는 방식의 HEPA 필터 (High Efficiency Particulate Air Filter)의 원형은 제2차 세계대전 중의 1942년, 미국으로부터 완성되었다. 여재로 셀룰로스 아스베스트 여재가 사용되었으며 1954년, 미국캠브리지필터사에 의해 앵설루트 필터 (Absolute Filter)라는 명칭으로 시판되었다. 그 후 1960년대에 고집적 효율화가 가능한 극세섬유인 유리섬유여

재가 개발되어 거의 현재상태의 모습이다.

그 이후, 반도체공업의 집적도 향상으로 부터의 요구 등 레이저식 파티클 카운터(particle counter)의 보급 등에 의해, 0.1 μ m 입자에 대하여 포집효율 99.999% 이상을 보증하는 필터가 1980년대에 개발되었다. 당초에 이 필터는 0.1 μ m HEPA 필터라고 불리었지만 그 후 ULPA 필터 (Ultra Low Penetration Air Filter)라고 불리게 되었다.

기술의 진보에 따라 HEPA, ULPA 필터의 종류도 다양화되고 다 풍량형, 저압력손실형, 고폐집효율형, 박형등의 제품이 시리즈화 되어있다.

또한, 여재 자체도 유리섬유 여재만이 아니고 폴리프로필렌계 여재, PTFE막 사용 여재가 제품화 되어 있다.

2.2 규격

HEPA/ULPA 필터의 대표적 규격으로 아래와 같다. IES 규격에서는 표 1과 같이 HEPA, ULPA 가 분류되어 있다.

MIL-F-51068F-1988 (HEPA 방사성 에어로졸, 등 특수용)

IES-RP-CC-001.3(HEPA, ULPA)

UL-586-1996(HEPA)

JIS-Z-4812-1995(HEPA 방사성 에어로졸형)

HEPA 필터의 정의는, 정격유량에 대해 0.3 μ m

표 1. IES 규격에 의한 HEPA/ULPA 필터의 분류

TYPE	포집효율	측정입자경	LEAK Test의 유,무	특 기 사 항
A	99.97%	0.3 μ m	무	정격의 20% 유량에 대해서도 99.97% 이상의 포집효율
B	99.97%		무	
C	99.99%		유	
D	99.999%		유	
E	99.97%		유 또는 무	
F	99.999%	0.1~0.2 μ m	유	ULPA FILTER

의 DOP입자를 99.97% 이상 포집하고, 압력손실이 249Pa (25.4mmH₂O) 이하의 에어필터로 되어 있다.

2.3 필터에 의한 입자포집의 원리

에어필터의 여재는 일반적으로 섬유층 여재라고

표 2. 입자포집 메카니즘

<p>관성효과 : 공기의 흐름을 타고 섬유에 접근한 입자는 자신의 관성에 의해 기류로부터 벗어나 필터섬유에 충돌되어 포집된다. 입경, 통과속도가 클때 효과가 크다.</p>	<p>확산효과: 작은 입자는 공기의 흐름과 관계없이 브라운 운동을 하며 따라서 기류를 타고 여재 사이를 통과하는 큰 입자까지도 여재사이의 이동거리가 길고 방향성이 없기 때문에 섬유에 걸려 포집된다. 입경, 통과속도가 작을 때 효과가 크다.</p>
<p>차단효과: 입자가 공기의 흐름을 타고 운동하고 입자에는 크기가 있기 때문에 필터의 섬유에 부딪쳐 포집된다. 입경 대 섬유경의 비가 클 때 효과가 크다.</p>	<p>중력효과: 공기의 흐름을 타고 섬유에 접근한 입자가 중력 때문에 기류로부터 벗어나 필터의 섬유상에 침하되어 포집된다. 입경이 크고 통과 속도가 작을 때 효과가 크다.</p>

블리우는 물질을 사용하여 여재의 섬유 틈새 구멍보다 큰 입자가 걸려 제거되는 원리가 아니고 여재를 구성하는 섬유 하나 하나에 입자가 접촉함으로써 포집하는 원리로 입자를 제거한다. 표 2에 표시한 내용과 같은 메카니즘이 있지만, HEPA, ULPA 필터는 확산, 차단이 주 메카니즘이 된다.

확산, 차단 메카니즘은 입자경에 대하여 그림 1에 표시한 내용의 경향을 나타내고 전체적으로 하여 보면 확산과 차단이 만나는 입자경에서 포집효율이 최저가 되는 선도가 된다. 이 입자경을 최대 투과율경이라 부른다.

그림 2에 표시한 것처럼 유리섬유여재를 사용한 중성능 필터부터 ULPA 필터까지 어느 것이나 정격유량에서 사용한 경우는 최대투과율경은 $0.1\mu\text{m} \sim 0.2\mu\text{m}$ 에 존재한다. 이것이 ULPA 필터에 대하여 포집효율을 $0.1\mu\text{m} \sim 0.2\mu\text{m}$ 에서 측정하는 근거가 되고 있다.

섬유에 부착한 입자는 각각의 힘에 의해 견고하게 부착되어 있고, 또한, 입자에 비해 여재는 상당히 두껍기 때문에 여재 하류측으로 입자가 재비산하는 현상은 일어나지 않는다.

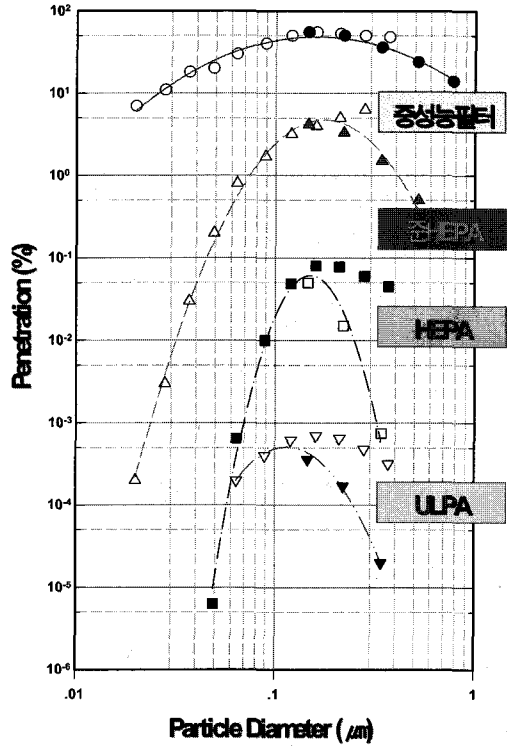


그림 2. 각종 필터의 입경 별 포집효율

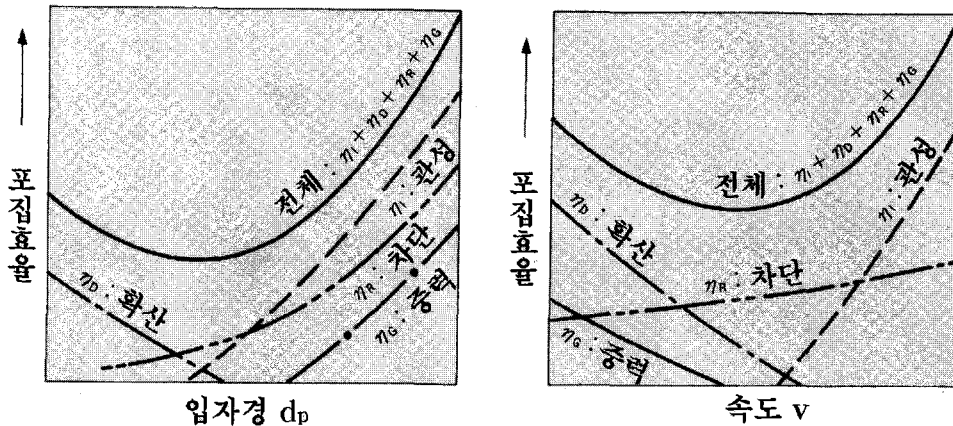


그림 1. 입자경과 포집효율의 관계

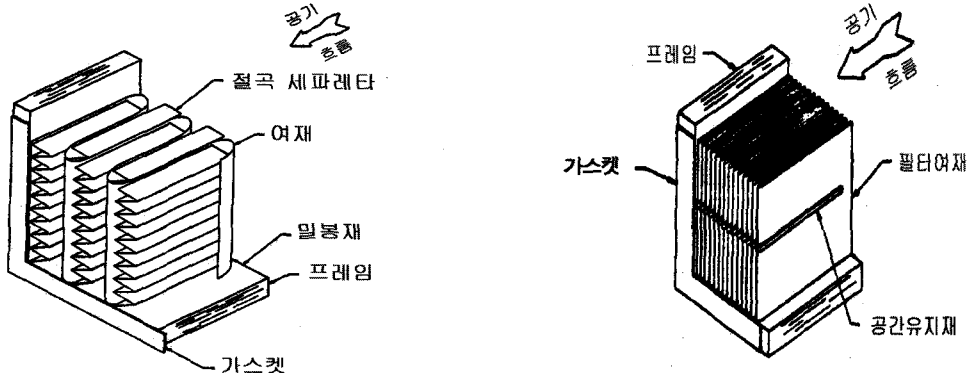


그림 3. HEPA, ULPA 필터의 구조

2.4 HEPA, ULPA 구조 및 재질

일반적으로 HEPA, ULPA 필터 구조에 대하여 IES 규격에 기재되어 있는 대표적인 2종류의 구조를 그림 3에 표시하였다.

세퍼레이터방식(separator) 필터는 일정한 접는 폭으로 연속적으로 접은 여재에, 공기의 흐름을 확보하기 위하여 파형으로 성형된 세퍼레이터를 투입한 제품이다. 여재가 세퍼레이터에 의해 견고하게 지지되고 있어 강도면에 우수하며 세퍼레이터의 정류작용에 의해 풍속분포의 균일성도 우수하다고 말할 수 있는 특징이 있다.

MINI-Pleat 방식 필터는 세퍼레이터를 투입하는 대신에 여재에 가는 실 또는 리본 모양의 스페이서 부착하여 접은 모양의 제품이다. 스페이서를 가늘게 하는 일로 접는 간격을 적게 할 수 있기 때문에

일정의 필터의 외형규격 기준시 세퍼레이터 방식의 필터의 2~3배의 여재를 접어 넣을 수 있을 수 있다.

따라서 세퍼레이터 방식과 동등의 압력손실, 포집효율을 얻으면서 1/2 ~ 1/3의 두께로 설계가 가능하며 경량으로 콤팩트한 특징이 있다. 최근 반도체 및 액정공장의 클린룸 필터는 MINI-pleat 방식의 제품이 주로 사용되고 있으며 대형화 되는 추세다.

2.5 용도

HEPA, ULPA 필터는 정밀전자, 기계관련, 제약, 의약, 병원관련, 원자력 산업관련, 빌딩 공조기, 가정용 공기청정기등 각각의 분야에서 청정공기, 청정 공간(clean room)을 만들기 위해 사용된다. 표 3의 구성 부재는 각각의 환경에서 사용되는 재질을 일례로 표기 하였다.

표 3. 클린룸용 필터 구성 부재의 재질

부재	프레임	여재	세퍼레이터	밀폐재 (접착제)	GASKET
재질	압출 알루미늄 스테인레스 판재 프라스틱	유리섬유 (Glass Fiber) PTFE Membrane	Separator Type: 알루미늄, 크라프트 종이	우레탄 수지 실리콘	EPDM 고무
			Mini-Pleat Type: Hot-Melt		

표 4. 클린룸 청정도별 사용되는 ULPA제품 종류

Filter	Grade	풍속 (m/sec)	포집효율 (%)	압력손실 (mmH ₂ O)	특징
초고성능 ULPA	GIGA SUPER ULPA	0.5	0.1 μ m 99.999999 ~ 99.9999999% (DB+CNC)	15 ~ 20	1GIGA·D이상 CLASS 1 이하 (SCAN)
	NEW SUPER ULPA	0.5	0.1 μ m 99.99999 ~ 99.999999% (DB+CNC)(DOP)	15 ~ 20	64~256MD이상 CLASS 1 이하 (SCAN)
	SUPER ULPA	0.5	0.1 μ m 99.9999 ~ 99.99999% (DB+CNC) (DOP, 대기진)	12 ~ 15	16MD 이상 CLASS 1~10 (SCAN)
	ULPA	0.5	0.1 μ m 99.999 ~ 99.9999% (DOP, 대기진)	9 ~ 12	1-4MD 이상 CLASS 1~100 (SCAN)

표 5. 클린룸 청정도별 사용되는 HEPA제품 종류

Filter	Grade	풍속 (m/sec)	포집효율 (%)	압력손실 (mmH ₂ O)	특징
고성능 HEPA	SILVER SEAL	0.84	0.3 μ m 99.99 ~ 99.999% (DOP, 대기진)	25.4 이하	CLASS 100 이하 (SCAN)
	STD	0.84	0.3 μ m 99.97 ~ 99.99% (DOP, 대기진)	25.4 이하	CLASS 100 이하 (NON SCAN)
	L-SERIES	2.25	0.3 μ m 99.97 ~ 99.99% (DOP, 대기진)	25.4 이하	CLASS 100 ~1000 (NON SCAN)
	내산용	0.84	0.3 μ m 99.97 ~ 99.99% (DOP, 대기진)	25.4 이하	CLASS 100 ~1000 (NON SCAN)
	마이크로탄	1.45	0.3 μ m 95 이상 (DOP, 대기진) (DOP, 대기진)	10 ~ 25.4	준HEPA CLASS100 ~1000 (SCAN)

또한 표 4 및 표 5에 클린룸의 청정도별 사용되는 필터의 종류를 HEPA, ULPA 제품별 표기 하였다.

2.6 HEPA, ULPA 필터의 성능

HEPA, ULPA 필터에 요구되는 성능으로는 아래와 같은 사항이 있다.

- ① 압력손실, ② 포집효율, ③ Leak Test

여기에서 성능을 기술하기 전에 그 성능을 측정할 때의 정격유량에 대하여 설명한다.

세퍼레이터 방식의 HEPA필터의 정격유량에 대하

여는 특수 용도용으로 있는 MIL-F-51068F 에 기재되어 있고 ULPA 필터에 관한 규격은 없으나 대체로 그것을 기준해서 처리하고 있다.

그러나, 현실적으로는 정격유량은 필터업체가 용도에 맞추어 결정하고 있는 상황이며 동일한 촌법의 필터라도 접어 넣은 여재의 면적, 사용하는 여재의 종류의 변경에 의해 여러 가지 정격유량의 필터가 있다.

표 6에 대표적인 촌법인 610 x 610mm의 HEPA, ULPA필터의 다양성의 예를 표시하였다.

표 6. ULPA, HEPA 필터의 종류

필터 종류	구 조	시리즈	포집효율 [%]	압력손실		정격유량 [m ³ /min]	폭 [mm]	IES규격 Type							
				[Pa]	[mmH ₂ O]										
ULPA	Separator Type	표준	99.999이상	249	25.4	9	80	F							
						17	150								
						28	292								
	Mini-Pleat Type	표준	99.999이상	147	15	7	50								
						10	65								
						10	65								
HEPA	Separator Type	표준	99.97이상	249	25.4	9.2	80	A							
						18	150								
						32	292								
	Separator Type	저압력손실 (다풍량)	99.97이상	249	25.4	15	80	A							
						28	150								
						50	292								
	Mini-Pleat Type	표준	99.99이상	--	--	--	--	C							
									표준	99.97이상	147	15	10	50	A
											98	10	10	65	
표준									99.97이상	249	25.4	25	65	A	
	SCAN사양	99.99이상	--	--	--	C									

* ULPA 필터는 전품 LEAK TEST (SCAN TEST)를 실시.

* 포집효율치는 ULPA: 0.1 ~ 0.2μm, HEPA: 0.3μm HOT DOP Test 실시.

* ULPA 포집효율에 기재된 6N은 99.9999%, 9N은 99.9999999%를 의미한다.

2.6.1 압력손실

정격유량 249Pa (25.4mmH₂O) 가 기준이 된다. 그러나, 표 6에 표시한 것처럼 여러 가지의 종류가 있다.

HEPA, ULPA 필터의 압력손실은 정격유량과 처리유량과 거의 비례 관계에 있다고 생각해도 지장은 없다. (엄밀하게는 처리유량의 1.02~1.05 정도 차이)

따라서, 예를들면 정격유량으로 200Pa의 필터를 1/2유량으로 사용하면 100Pa 로 사용된다고 생각해도 된다.

2.6.2 포집효율

HEPA 필터의 포집효율은 정격유량에서 0.3 μ m의 입자에 대하여 99.97% 이상으로 되어 있으나, 처리유량이 변하면 포집효율도 변하게 된다. 어느 경우에 있어서도 처리유량을 적게 하면 포집효율은 높게 변한다. 또한 입자경이 적어지면 유량 의존성이 크게 된다. 이것은 HEPA 필터를 통과하는 극소 입자에서는 브라운 확산운동에 의한 포집이 지배적으로 있기 때문이다.

HEPA 필터에 한한 일반적인 에어필터는 (여재가 통전하고 있는 여재 타입은 제외) 분진이 필터에 쌓임에 따라 포집효율은 상승한다.

이러한 근거로 HEPA 필터는 초기포집효율 측정을 처리한 제품의 보증을 행하고 있다.

ULPA 필터는 0.1~0.2 μ m 입자에 대하여 99.999% ~ 99.9999999%까지의 시리즈가 있다. 특성은 앞에서 기술한 HEPA 필터와 다르지 않다. 유량 의존성은 포집효율이 높은 필터만큼 크게 된다.

2.6.3 LEAK TEST (누설검사)

HEPA, ULPA 필터는 Unit 전체에의 포집효율에서 더 나아가 국소 부분에서의 건전성이 중요하

다. 그것을 보증하는 것이 Scanning Test이다. 이 시험은 여재표면 또는 여재와 외형틀의 접합부에 Pin Hole에 의한 Leak(샘)이 없음을 확인하기 위하여 시험한다.

Pin Hole 로부터 극소의 Leak는 필터의 포집효율에는 거의 영향을 주지 않기 위해 총량규제 (배출규제) 의 목적으로 사용되는 경우는 포집 효율의 측정만으로 충분하나 한 방향 공기흐름의 클린룸이나 클린에어 장치에 사용되는 경우에는 국소적인 청정도의 저하를 방지하는 것이 필요하기 때문에 이 시험은 빠뜨리지 않는다.

아래 사진은 자동방식의 Scanning Test 장치이다.



2.6.4 기타

(1) 수명

일반 중성능 이하급 필터는 수명으로 분진 보지량 (粉塵 保持量) 측정 (초기압력손실에서 최종압력손실에 달할 때 까지의 보지된 시험 분진량) 을 행하여 이 분진 보지량을 사용 환경에서의 분진 농도로 나누는 일로 개략 수명의 계산된다.

그러나, HEPA, ULPA 필터에서는 수명측정이 규정되어 있지 않다. 수명에 대한 질문은 많이 있지만 다음의 이유에 의하여 정확한 수치를 내는 일

이 곤란하다. 필터가 설치되어 부하가 걸린 분진의 입경분포가 변하면 분진보지량은 크게 변화한다.

표 7에 외기를 HEPA필터 단독으로 처리한 때와 중성능필터를 프리필터로 하여 처리 한 때의 압력 손실 상승 비교를 표시하였다. 운전기간(수명)은 2.7배가 되지만 그때의 포집된 분진량은 0.64배가 되었다. 수명측정을 행하는 것은 설치된 프리필터에 대하여 분진보지량이 필요하게 되며 전체의 조건으로 정확하게 설계하는것은 대단히 어렵다. 또한, 사용유량이 변하면, 동일한 필터도 커다란 수명의 차이가 발생한다.

예로서 정격유량의 1/2의 유량으로 같은 최종압력손실까지 사용하였다고 가정하면 정격유량 때의 3 ~ 4배의 수명을 기대할 수 있다. 1/3에서는 9배 가까운 수명을 기대할 수 있다. (압력 손실 상승이 사용시간에 대해 직선적 상승이 있다면 계산상 유량비의 2승이 되지만 곡선 상승으로 있기에 약간 짧게 된다.)

더욱이 외기를 처리할 때의 압력손실상승속도에는 패턴화된 계절 변동이 보인다. 4~5월이 늦고, 10~12월이 정점이 된다.

폐사의 측정에서는 이 기간의 수명비는 4배정도, 분진보지량비는 8배 정도가 되어 있다.

(2) 필터의 다단 사용에 의한 수명연장의 효과
프리필터 및 중성능 필터는 그 후단에 있는 필터에의 부하를 경감하는 목적으로 사용되는 경우가 있으나 연명효과에 대하여는 그다지 명확하게 되어 있지 않다.

중량법 포집효율 90%의 프리필터를 사용하면 후단의 필터에의 부하 분진량은 1/10로 되지만 후단의 필터가 10배 길게 되는 가를 말하면 그렇게 되지 않는다.

이것은 오로지 중량법 포집효율의 측정에 사용하

고 있는 분진과 실제 대기진의 입경의 분포가 다르기 때문이다.

프리필터의 연명효과에 관하여 검토한 결과의 일례를 들면 비색법 포집효율이 90% 이상의 중성능 필터의 전단에 중량법 포집효율이 90~92%의 프리필터를 설치한 경우와, 프리필터가 없는 경우에 대하여 JIS 15종을 시험분진으로 한 경우와 대기진을 시험분진으로 한 경우에 대하여 중성능필터가 최종압력에 달하기 까지 부하한 분진량 (대기진의 경우는 운전일수)을 아래표는 표시하고 있다.

표 7. 필터의 연명효과

시험 분진	중성능필터가 최종압력손실에 달 하기까지의 부하 한 분진량 [일수]		
	프리필터 없음	프리필터 있음	연명효과
JIS 15종	144g	307g	2.13배
대기진	198일	240일	1.21배

JIS 15종을 사용한 평가에서는 2배 정도의 연명효과가 확인되었으나 실제의 대기진에서는 2배정도 효과가 나타나지 않았다.

(3) 사용 환경에의 적응성

에어필터는 일반외기만이 아니라, 여러 가지의 입자, 가스가 혼합된 공기량, 고온공기를 처리하는 일이 있다 (내약품성, 내열성, 내압성, 내수성, 고온도 사이클, 내진동성 등이 고려된다.)

이러할 경우는 내성이 있는 부재를 표 3에서 선정하는 일이 된다.

그러나, 처리공기에 포함된 물질이 단일약품이 아닐 경우 또는 공기온도의 문제, 등 여러 가지 조건이

중요하게 만나는 일이 많으며 선정도 곤란하다.

단, 고온공기를 처리하는 경우, 유리섬유 여재 중의 발수제가 80~130℃, 바인더가 260~280℃에서 입자상 물질로서 발생하기 때문에 일반사용 온도보다 높은 온도에서 열풍처리를 행하여 제어한다. 그러나 250℃를 초과하는 온도에서의 열풍처리를 행하면, 바인더열화에 의해 여재 강도저하가 발생하고, 통풍온도의 변화(상승시, 하강시)에 함께 필터하류에 유리섬유가 검출되는 상황이 있기에 주의를 요한다. 이에 온도의 조정이 필요시 급격한 온도의 변화를 주지 않고 2~3℃/5min 정도의 조정이 필요하다.

2.7 유리섬유 이외의 필터

1990년에 유리섬유여재를 사용한 필터가 HF증기에 의해 유리섬유로부터 반도체 제조시에 유해한 보론가스(BF₃)를 발생시키는 일이 보고 되었고 내불소산 필터의 필요성이 대두되었다. 이 대책으로 하여 정전섬유재 여재가 개발되었다. 그러나 이 필터는 정전기력에 의해 입자포집을 행하기 때문에 사용 중에 정전기력 손실에 의한 포집효율 저하가 문제화 되었다. 그 후, PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene) 막을 사용한 여재에 의해 필터가 개발되었다. 이것은 정전여재와 같은 포집효율 저하는 없으나 현재는 고가이다. 동일설계에서 ULPA필터를 제조했을 때의 성능을 표 8에 설명하였다.

표 8. 동일설계로 했을 경우 각종여재 ULPA 필터의 비교

	유리섬유여재	정전여재	PTFE여재
압력손실	249Pa	147Pa	169Pa
포집효율	99.999%	99.999%	99.9999%

필터사이즈: 610 x 610 x 150mm
 정격유량: 17m³/min
 대상입경: 0.1 ~ 0.2μm

3. OUT-GAS 대책 에어필터

3.1 에어필터로 부터의 OUT-GAS

에어필터를 구성하는 주요 자재와 사용량, 사용시의 공기와의 접촉면적의 표 9에 정리하였다. 또한, 각각의 구성자재로부터 Out-Gas로 발생하는 물질의 개요를 그림 4에 정리하였다.

에어필터 구성자재로부터 여재는 유리섬유에 포함된 보론가스가 발생하고, 바인더로 사용되고 있는 수지로부터 유기 Out-Gas가 발생한다.

더군다나 스페이서 와 접착제도 수지계의 재료가 사용되기 때문에 수지 자신의 단위체에 의한 저분자량의 분자, 또한 수지특성의 개량을 위해 첨가한 가소제, 접착성 부여제, 경화촉진제, 난연제, 산화방지제 등에서 상당히 많은 종류의 유기 Out-Gas 가 발생한다.

표 9. 필터 주요 구성자재의 구성표

구성비의 기준 자재	단위	중량		접촉면적	
		[g]	[%]	[m ²]	[%]
여재(유리섬유)		1,900	34	24(≒3,250)	79(99.8)
스페이서(폴리아미드)		950	17	5.7	19(0.2)
접착제(우레탄수지)		400	7	0.16	0.54
프레임(알루미늄)		2,300	41	0.34	1.1
GASKET(EPDM)		70	1.2	0.02	0.07

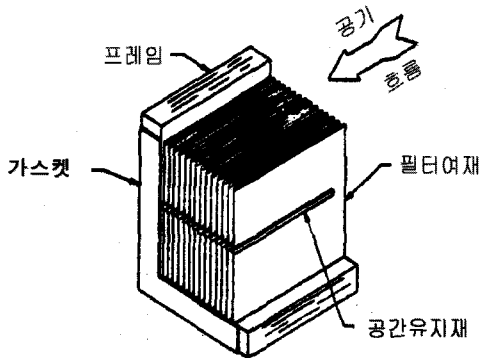


그림 4. 종래 필터 구성자재로부터 발생하는 AMC(Airborne Molecular Contaminants)

- ※ 필터여재: 탄화수소, 불소계 화합물, 산화방지제, 수지산류, 보론
- ※ 사이드 실링재: 톨루엔, 산화방지제
- ※ 엔드 실링재: 탄화수소, 인산에스테르, DOP, 수지산류
- ※ 스페이서: 탄화수소, 산화방지제
- ※ GASKET: 탄화수소, 산화방지제

3.2 OUT-GAS 저감방법: 재료의 개량

Out-Gas를 제어하기 위한 최고로 유효한 방법은, Out-Gas로 되어 발생하는 물질을 포함하지 않은 소재를 사용하는 것이다. 이것을 실현하기 위하여는

- ① 구성자재에 대해 각각의 분석을 행하고 Out-Gas 원인이 되는 물질을 엄밀하게 정한다.
- ② Out-Gas의 원인이 되는 재료의 기능을 확인한다.
- ③ Out-Gas의 원인이 되어 에어필터로 하여 기능에 직접 영향을 주지않는 물질은 제거하고 (작업성 개선, 미관 등의 목적으로 첨가된 물질 등이 많음)
- ④ 에어필터로 하여금 기능적으로 어떻게 하든 제거 할 수 없는 재료에 대하여는 되도록 불필요한 첨가제가 없는 것 또는 동등의 기능을

가진 경우에 고비점(높은 온도에서 끓는 물질)의 대체품으로 변경한다.

이러한 방법으로 에어필터로 하여금 기능에 영향을 주지 않는 재료를 개발하여 사용하여야 한다.

3.3 OUT-GAS 저감방법: 제조환경의 컨트롤 (Control)

유리섬유는 성분의 대부분이 실리콘웨이퍼의 산화막과 같은 SiO_2 로 되어 있고 산화막이 붙은 웨이퍼에 흡착하기 쉬운 물질을 갖고 있는 반면 제9표에 표시한 것처럼 대단히 많은 표면적을 갖고 있으므로 환경으로부터의 오염을 많이 받을 수 있다.

이러한 환경으로부터의 오염을 방지하기 위하여 폐사에서는 제조환경의 각 공정에 에어필터 만이 아니라 케미컬필터를 설치하는 반면 제조환경 중의 가스성분의 감시를 행하면서 필터의 제조를 행한다.

3.4 OUT-GAS 대책 에어필터 : GIGA FILTER SERIES

폐사는 Out-Gas 대책 에어필터로 하여 표 10에 표시한 것처럼 4종류의 제품을 준비하고 있다.

3.4.1 GIGA MASTER

GIGA Master는 에어필터의 Out-Gas 대책 제품의 집대성 하였다고 말할 수 있는 제품이다. 저보론 유리섬유에 독자의 바인더를 첨가한 여재를 사용하여 저 Out-Gas성을 실현 하였다.

케미컬 처리한 공기를 재 오염 시키는 일도 없으며 완벽한 Particle 대책이 가능하다.

3.4.2 PTFE GIGA

PTFE GIGA는 여재에 PTFE의 연신막을 사용하고 저압력 손실에서 고효율, 동일한 처리 공기량

이러면 콤팩트하게 만들 수 있는 제품이다.

FFU의 설치공간에 제한이 있는 제조 장치에 적용할 수 있는 제품이다.

또한, PTFE여재의 내약품성이 높음을 응용한 내약품용 제품으로도 쓰인다.

유리섬유 기준의 필터와 비교하면 입자의 눈 막힘이 발생하기 쉬운 면도 있으나 외기처리 등에 사용하지 않으면 특별히 문제가 발생하지 않으며 저압력 손실과 콤팩트한 설계의 특성은 클린 부스 등 각종 장치에 사용될 때 최적의 특성이 있다고 생각한다.

4. 맺음말(결론)

에어필터에 관하여 기초적인 부분에 대하여 기술하였으나 맺음말로써 에어필터의 최근 동향에 대하여 말하고자 한다.

첫째, 최근의 환경문제에의 관심의 고조에서 중성능필터를 세정하여 재사용하는 일이 서서히 시작되고 있다. 프리필터는 이전부터 물세정하여 재사용하는 일도 일부에서는 있었으나 중성능필터에 관하여는 초음파 세정을 하여 재사용하는 일이 시작

되고 있다.

HEPA, ULPA 필터에 대하여는 필터의 설치면적이 필요공정 대비 점점 감소되어 가고 있는 추세인 반면 국소부위의 청정장치를 장치 및 장비에 별도로 사용하는 사례를 볼 수 있다. 또한, 세퍼레이터 타입의 제품보다 콤팩트한 MINI-Pleat 타입의 제품이 클린룸에서 사용에 주종을 이루며 청정장치의 비용 절감을 위하여 점차 대형화 되어가고 있는 모습을 볼 수 있다.

마지막으로 에어필터 고객에게는 말씀 드리면 에어필터로 부터의 Out-Gas는 케미컬필터를 설치하는 일에 의해 처리가 가능하지만 그러한 생각으로 에어필터를 선정하면 가동비용의 증가가 초래하므로 충분히 Out-Gas 대책이 검토된 제품을 선정 사용을 권한다.

또한, 요즘 클린룸 건설에 관하여는 준공에서 가동까지의 기간이 대단히 짧게 계획되는 상황을 볼 때 건설자재의 적절한 선정은 말 할 것도 없이 에어필터가 대단히 오염을 받기 쉬운 물건이라는 인식 아래 건설공정을 작성할 때 에어필터를 취부하는 타이밍을 신중하게 설정하여야 한다고 생각한다.

표 10. GIGA Filter Series의 개요

제품명	여재	여재 바인더, 씨포트제	보론 발생량	웨이퍼흡착 유기물량 [ng/cm ² /24h]	특징
GIGA MASTER	저 보론 유리섬유	극저유기 Out-Gas Type	<1ng/m ³	0.05	세계최고의 저Out-Gas성능을 실현 불연여재
GLASS GIGA Xtra		저유기 Out-Gas Type		1	저보론, 저유기Out-Gas
GLASS GIGA		저유기 Out-Gas Type		7.4	보론 발생량의 저감 불연여재
PTFE GIGA	PTFE 멤브레인	PE + PET부직포		0.3	저Out-Gas, 내약품제, 저압력손실, 콤팩트한 설계