

HEPAフィルター

HEPAの歴史

HEPA (High Efficiency Particulate Air) フィルターの起源は、軍需用毒ガスフィルターです。現在使用されているペーパー状フィルターは原子爆弾開発時に放射性粒子による人的害を防止するため、第一次大戦末に米国で開発されました。

当時は濾材としてセルローズファイバーが使用されていましたが、耐火性、吸湿性に問題があり、ロックウールに変更されました。その後ロックウールに発癌性がある事が分かり、現在ではグラスウールが主に使用されています。

HEPAフィルターの構造

HEPAフィルターの構造はセパレータ形とノンセパレータ形があります。前者は主に米国で、後者は主にヨーロッパで使用されています。前者は堅牢であり風速分布が良いのが特長です。後者は薄型となるが強度が若干弱く風速分布が悪い。近年では薄型が優先されて後者が多用される傾向にあります。HEPAフィルターは、IES規格により表に分類される。

IESによるHEPA
フィルターの
規格の要旨

項目	内容
性能による分類	A形 総合効率が $0.3\mu\text{m}$ で99.97%以上
	B形 定格風量及びその20%風量時に効率が $0.3\mu\text{m}$ で99.97%以上(ピンホール検査)
	C形 表面全体に対しスキニングテストを行う
	D形 リークテスト後の効率が $0.3\mu\text{m}$ で99.999%以上(VEPA、ULPAフィルター)
	E形 MIL規格合格品(有毒物質、発癌物質、放射性同位元素、有害菌、化学物質等に使用される特殊品)
素材による分類	1級 耐火性 2級 准耐火性
強度	差圧10インチ水柱に15分耐えること
補修	スポット補修は1箇所につき 13m^2 以下とし表面の1%以下とする。
振動	ブリーツ方向に振幅 19.1mm の振動を200cycles/minで15分与え異常ないこと。
表示	規格、形(A-E)、素材(1~2)、風量、形式、透過率、圧力抵抗、製造番号、気流方向
保存	セパレート垂直方向に保存し2m以上に積み上げてはならない。

粒子の捕集原理

この種のフィルターは図1に示すとおり、慣性、衝突、拡散の三原理により粒子を捕集します。 $1\mu\text{m}$ 以下の小粒子に対しては拡散原理が主となり捕集します。粒子径により効率は変わります。衝突による集塵効率は一定、慣性によるものは粒子径が大きくなればなるほど効率は高くなります。一方拡散による効率は逆に粒子径が大きくなるほど効率は低下します。この三つの曲線中破線で書いた点が最低効率となる点です。図2は実際に測定したものを示す。古くは $0.3\mu\text{m}$ 粒子が最も捕集しづらい粒子とされていましたが、今日では $0.05\sim 0.2\mu\text{m}$ に最下点があると訂正されました。

図1 粒子捕集原理

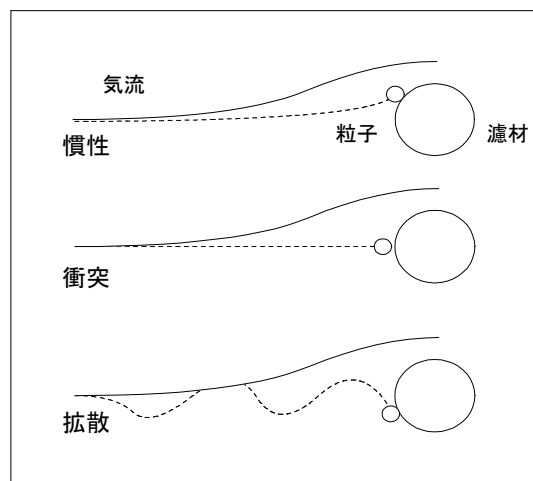
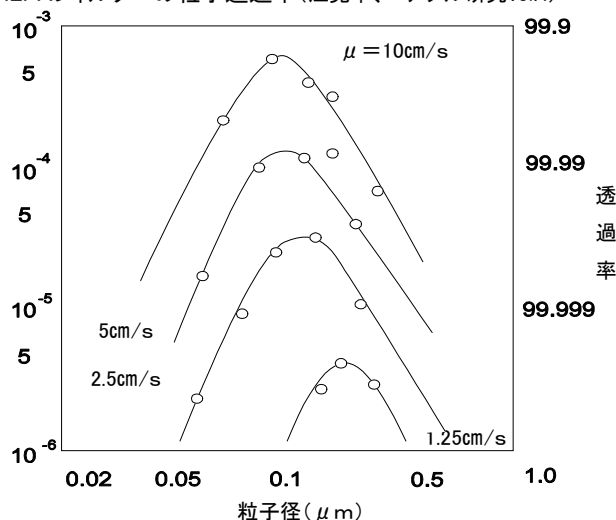


図2 HEPAフィルターの粒子透過率(江見準、エアゾル研究vol.4)



フィルターの寿命

ICRIに使用されるHEPA、ULPAフィルターの寿命は非常に長く、十分に検討された空調システムでは半永久的です。HEPAフィルターの寿命が長い理由を図3により説明します。

濾材面の風速は0.01m/secと非常に低速となっている。よって塵埃が濾材に付着してもその粒子間を通して空気が流れ空気抵抗が上がりにません。しかし油滴等が流入した場合には表面が液膜に覆われ、寿命は極端に短くなる。ICRで使用するHEPAフィルターに対する最大の塵埃負荷は外気になります。外気系統では図4のごとくプレフィルター、中性能フィルター、HEPAフィルターの組み合わせとして十分の保守が必要になります。また、表にHEPAフィルターの実験値を示めされるとおり、クラスM5.5(クラス10,000)で循環した場合の寿命は28年であるので、半永久的と考えられる。

環境条件	寿命時間
1,000,000 個/ft ³ (0.5 μm ≤)	103日
100,000	2.8年
10,000	28年
1,000 -100	半永久

HEPAフィルターの寿命

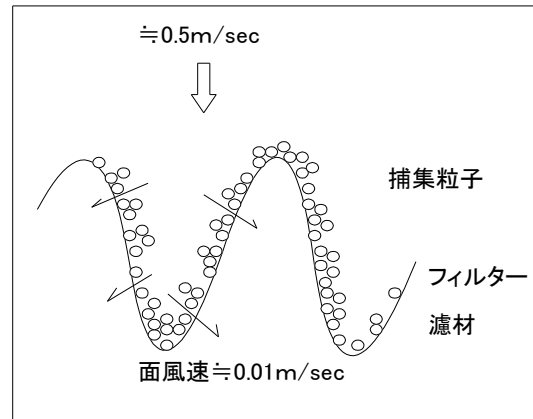


図3 HEPAフィルターの説明図

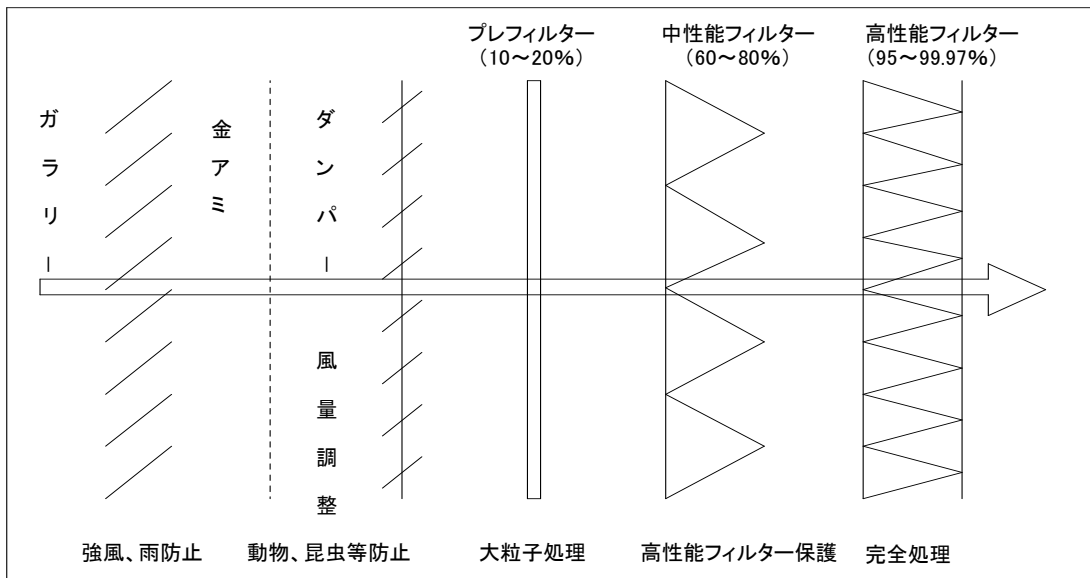
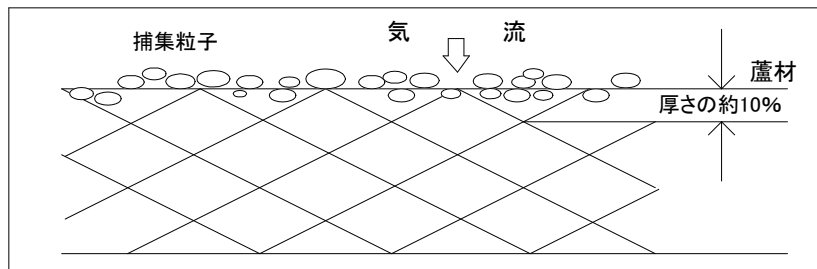


図4 外気系統空気処理



HEPAフィルター断面図

ULPAの登場

半導体工業用ICR(工業用クリーンルーム)では、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の微小粒子まで除去する必要があり、HEPA(High Efficiency Particulate Air)フィルターに対し、ULPA(Ultra Low Penetration Air)フィルターが開発されました。ULPAフィルターは効率を高くするために濾材密度をより密とし、空気抵抗を低下させるために濾材をより薄く開発されており、HEPAフィルターより強度が弱い欠点を有します。清浄度の高いM2.5(クラス1)等のICRを計算する時に、空気循環量が多い場合にはHEPAフィルターの使用も可能である。しかし内部発塵量が多い場合には信頼性に欠ける。M3.5以上のICRには全てULPAフィルターを使用し設計する事が望ましいと思います。

PTFEフィルターについて

PTFEフィルターは、高機能のフッ素樹脂ろ材を用いた超高性能エアフィルターです。

PTFAフィルター(ポリテトラフルオロエチレン)の特徴

- 1、高捕集効率 0.1ミクロンの微粒子もシャットアウト、清浄度クラス1以下のクリーンルームにも対応できる。
- 2、低圧力損失 従来のガラスULPAと比較して、圧力損失が2/3と低く、省エネ・省スペース化が図れる。
- 3、耐フッ酸性 化学的に安定なため、ウエットステーションに使われているフッ酸にも腐食されない。
- 4、主な用途 半導体製造装置・半導体クリーンルーム・液晶クリーンルーム・その他、超クリーン・耐酸を必要とする製造装置