

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3711145号  
(P3711145)

(45) 発行日 平成17年10月26日(2005.10.26)

(24) 登録日 平成17年8月19日(2005.8.19)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

B03C 3/155

B03C 3/14

C

B03C 3/60

B03C 3/60

請求項の数 5 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-501296                  (86) (22) 出願日 平成7年6月8日(1995.6.8)                  (65) 公表番号 特表平10-501175                  (43) 公表日 平成10年2月3日(1998.2.3)                  (86) 国際出願番号 PCT/US1995/007250                  (87) 国際公開番号 W01995/033570                  (87) 国際公開日 平成7年12月14日(1995.12.14)                  審査請求日 平成14年6月6日(2002.6.6)                  (31) 優先権主張番号 08/257,729                  (32) 優先日 平成6年6月9日(1994.6.9)                  (33) 優先権主張国 米国(US)</p>	<p>(73) 特許権者                  コップム、レックス                  アメリカ合衆国 80501 コロラド州                  ロングモント バッファロウ コート                  939                  (74) 復代理人                  弁理士 金田 暢之                  (74) 復代理人                  弁理士 石橋 政幸                  (72) 発明者 コップム、レックス                  アメリカ合衆国 80501 コロラド州                  ロングモント バッファロウ コート                  939                  審査官 豊永 茂弘</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電空気フィルター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気体から粒子を除去するための静電空気フィルターにおいて、  
 上流側及び下流側を有するフィルター媒体と；  
 絶縁被覆された電極と絶縁被覆されていない電極からなる1対の電極であって、1対の電極の一方が前記フィルター媒体の上流側に近接して配置され、同他方の電極が前記フィルターの下流側に近接して配置され、絶縁被覆された電極と絶縁被覆されていない電極との間の電位差が、フィルター媒体を分極させるようなフィルター媒体を横切る電界をもたらし、この分極したフィルター媒体上に集められた粒子の荷電が絶縁被覆されていない電極に移動可能であり、  
 前記絶縁被覆された電極が、前記1対の電極間の電気アーク放電及び前記1対の電極間の導回路形成が防止されるように構成されている、1対の電極と；  
 1対の電極間に電位差を与える電位差付与手段であって、荷電粒子及び非荷電分極粒子の双方を引き寄せて集めるのに十分なだけフィルター媒体を分極させると共に、絶縁被覆された電極に正または負の極性を付与する電位差付与手段と；  
 フィルター媒体を通して流れる空気中の粒子を荷電させる手段であって、前記絶縁被覆された電極上に集まった逆の極性の荷電を中和するために、前記絶縁被覆された電極と同じ極性で前記粒子を荷電させる手段と；を含んでなる静電空気フィルター。

【請求項2】

気体から粒子を除去するための静電空気フィルターにおいて、

上流側及び下流側を有するフィルター媒体と；

絶縁被覆された電極と絶縁被覆されていない電極からなる1対の電極であって、1対の電極の一方が前記フィルター媒体の上流側に近接して配置され、同他方の電極が前記フィルターの下流側に近接して配置され、絶縁被覆された電極と絶縁被覆されていない電極との間の電位差が、フィルター媒体を分極させるようなフィルター媒体を横切る電界をもたらす、

前記1対の電極が、前記1対の電極間の電気アーク放電及び前記1対の電極間の導電路形成が防止されるように構成されている、1対の電極と；

荷電粒子及び非荷電分極粒子の双方を引き寄せて集めるのに十分なだけフィルター媒体を分極させる電位差を1対の電極間に与える電位差付与手段であって、該電位差付与手段が 10  
(i)前記絶縁被覆された電極に正の極性、負の極性または接地を付与し、(ii)前記絶縁被覆されていない電極に、接地または前記絶縁被覆された電極と逆の極性を付与する、電位差付与手段と；

フィルター媒体を通して流れる空気中の粒子を荷電させる手段であって、前記絶縁被覆された電極の極性が正極性または負極性である場合に、前記絶縁被覆された電極と同じ極性に；また前記絶縁被覆された電極が接地されているときに、前記絶縁被覆されていない電極と逆の極性に、空気中の粒子を荷電させる手段と；を含んでなる静電空気フィルター。

#### 【請求項3】

気体から粒子を除去するための静電空気フィルターにおいて、

上流側及び下流側を有するフィルター媒体と；

絶縁被覆された電極と絶縁被覆されていない電極からなる1対の電極であって、1対の電極の一方が前記フィルター媒体の上流側に近接して配置され、同他方の電極が前記フィルターの下流側に近接して配置され、絶縁被覆された電極と絶縁被覆されていない電極との間の電位差が、フィルター媒体を分極させるようなフィルター媒体を横切る電界をもたらす、

前記1対の電極が、前記1対の電極間の電気アーク放電及び前記1対の電極間の導電路形成が防止されるように構成されている、1対の電極と；

荷電粒子及び非荷電分極粒子の双方を引き寄せて集めるのに十分なだけフィルター媒体を分極させる電位差を1対の電極間に与える電位差付与手段であって、該電位差付与手段が 30  
前記絶縁被覆された電極に正または負の極性を付与する、電位差付与手段と；

フィルター媒体を通して流れる空気中の粒子を荷電させる手段であって、前記絶縁被覆された電極と同じ極性に空気中の粒子を荷電させる手段と；を含んでなる静電空気フィルター。

#### 【請求項4】

前記絶縁されていない電極が接地されている請求項3に記載のフィルター。

#### 【請求項5】

前記絶縁された電極が前記フィルター媒体の上流側に位置する請求項3に記載のフィルター。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 発明の背景

##### 1. 発明の属する技術分野

本発明は、アーク放電を回避し、逆の電荷を持った汚染物の蓄積によるフィルターの静電気力の中和を防止しながら効率を上昇させるような形で従来の繊維フィルターを帯電させることによって空気を浄化する技術に関する。

##### 2. 関連技術の説明

1992年には、米国のみで110万台を超える空気清浄機が販売された。質の悪い屋内の空気または屋外からの汚染物によって汚染された屋内空気を呼吸することで次第に多くの人々が経験するようになってきている有害な健康上の影響のために、その市場は生じたものである。実際、米国における健康上の問題の上位10種類のうちの4種類が呼吸器系関連のものであり、1位が副鼻腔炎、5位がアレルギー、7位が気管支炎、8位が喘息で

10

20

30

40

50

ある。それにも関わらず、現在空気清浄機を所有している家庭はほぼ9400万世帯中の2%にも満たない。

現在までに販売された空気清浄機は多くの欠点を有していた。その装置は必要な質を持つ空気を作り出さないか、あるいは騒音が大きくしかも運転コストが高い(フィルター交換、エネルギーなど)。このように生成する空気の質が低いことから、屋内の空気の質とその重大な健康への影響の問題を解決する優れた空気清浄機を妥当なコストで市場に導入することに対して、明瞭な市場ニーズが生じた。

近年では、既存の空気清浄機の技術と設計のいずれにおいても、ほとんど改良が見られていない。現在市販されている装置は、本質的に2つの空気清浄法のうちの一方を利用している。一つの方法は支持フレーム内に入った平坦もしくはブリーツ式の繊維マットから成るメカニカルフィルターを組み込んだものである。第2のカテゴリの空気清浄機は電子技術または静電技術を使用するものである。そのいずれの方法にも欠点がある。例えば、メカニカルフィルターは細菌その他の菌の繁殖の素地となる。さらに、メカニカルフィルターの効率を高くするとかなりのコスト上昇となる。他方、電子式空気清浄機は、オゾンを発生させ得るとともに、空気から全ての種類の不純物を取り除くには能力的に限界がある。

粒子汚染物や気体汚染物の健康上の有害性を決定する重要な因子としては次のものがある。

1. その汚染物の毒性の程度
2. 吸入される汚染物の重さ(曝露量)
3. 粒子の大きさ(粒径が小さいほど、呼吸管中にそれが堆積することで害を与える可能性が大きくなる)
4. 呼吸管の「健康状態」(すなわち、吸入した粒子状汚染物を追い出す呼吸管自体の能力)
5. 「粒子状物」特に微生物の性質(菌、ウイルス、細菌、カビなど)

基本的に、粒子状汚染物や気体汚染物の毒性を変えることはできない。

従って、屋内空気の健康上の害を低減するためには、

- (a) 粒子状物、特に、健康上非常に有害な粒径の非常に小さい(ミクロン以下)粒子をできるだけ多く除去し、
- (b) 気体汚染物を低減し、
- (c) 空気媒介性の微生物(菌、ウイルスなど)を除去し、
- (d) 屋内環境での陰イオン濃度(呼吸管の自然浄化を刺激するイオン)をより自然なものに戻す

必要がある。

従って、全ての空気清浄機の性能は、ミクロン以下の粒径の粒子を含めた粒子状物を除去する効率;気体汚染物除去の効率;ユーザーに提供できる清浄空気の量;および殺菌効果がその尺度となる。

一般的に言えば、空気浄化システムを作製する場合、基本的性能基準は、非常に低い空気流抵抗で、99%を超える粒子除去効率を達成するものでなければならない。

しかしながら、ほとんどの空気清浄機は汚染物を集塵するに連れて、その空気流速および/または効率は次第に低下する。次に、それによって全体的性能が極度に低下することになる。

通常ファンや送風機は抵抗に抗して多量の空気を送るのはかなり困難であることから、空気流抵抗は低いことが重要である。一般に、抵抗が上昇するに連れて、移動する空気量はそれに比例して低下する。高抵抗に抗して多量の空気を送ることができるファンは(1)かなりのコスト上昇となり、(2)騒音がかなり大きくなり、(3)運転により多くのエネルギーを必要とする。

各種の既存の空気清浄機は、メカニカルフィルター(媒体型)式空気清浄機と電子式空気清浄機という2つのカテゴリに入る。

媒体型フィルターの場合には、空気流にジレンマがあり、効率を高めるには、その媒体の

10

20

30

40

50

繊維数を増やさなければならぬが、繊維数を増やすに連れて抵抗も上昇する。

これが、電子式空気清浄機が設計されることになった主要な要因であった。その装置の空気流は、「電子セル」を形成する一連のプレートの前縁のみと接触することから、空気流に対する抵抗はほとんどない。残念ながら、この方法の他の面で、全体的に見て空気流抵抗の低さという利点を相殺する欠点がある。

ある種の電気的力によって繊維媒体の粒子除去効率を大幅に高めることができることが見いだされた時、「ハイブリッド」フィルターが製造された。ローレンス・リバーモア国立研究所 (Lawrence Livermore National Laboratories) は、この考え方に対する科学的裏付けを提供していると考えられている。現在「静電」フィルターと称されているものはいくつか市場に出されているが、やはり、それらはある程度進歩したものであっても、その全体的成績はやはり所望のものにはほど遠い。

メカニカルフィルターは通常、支持フレームに入った平坦またはブリーツ式の繊維マット（「フィルター媒体」）から成る。この種のフィルターは、粒子が個々の繊維に衝突するかあるいは大きすぎて繊維間を通過できないことから、それらの粒子を集塵することで、そのフィルターを通過する空気から粒子を除去する。捕捉される粒子状物のパーセントが、そのフィルターの全体的効率（例：4%、20%、50%または85%など）を決定する。代表的な「冷暖房機フィルター」は抵抗が低く（繊維数が非常に少ない）、非常に効率の低いものであって、4～9%の効率である。「ハイテクフィルター」、すなわちHEPA (High Efficiency Particle Arrestor: 高効率粒子捕捉) フィルターは、高抵抗で（多くの繊維が高密度で充填されている）、高い粒子除去効率（99%を超える）のものである。

明らかに、個々の繊維間の空間が小さいほど、捕捉できる粒子の径は小さくなる。残念ながら、開口が小さくなるに連れて、空気流に対する抵抗も上昇する。そこで、空気を強制的にフィルター通過させるのにより多くのエネルギーを必要とする。家庭用冷暖房機で非常に開口が大きく効率の悪いフィルターが使用されるのは、冷暖房機の送風機が、より密度の高い（より効率のよい）フィルターの抵抗に抗して、適切な暖房または冷房を行うのに必要な量の空気を移動させることができないと考えられるからである。

高効率 (HEPA) メカニカルフィルターには粒子が堆積することから、抵抗はさらに上昇し、しかもフィルターを通る空気量は大幅に低下する。それにより、全体的な空気浄化性能/効果は大幅に低下することになる。

低効率メカニカルフィルター

長所

1. 初期コストおよび交換コストが低い。
2. 空気流に対する抵抗が低い。
3. 取り付けが容易である。
4. 使い捨てである。
5. 交換が容易である。

短所

1. 全体的な粒子除去効率が低い。
2. 効率が非常に低い（実質的に効果なし）。
3. 菌を除去しないか少ない。
4. 気体汚染物を除去しない。

高効率メカニカルフィルター

長所

1. 粒子除去効率が高い。

短所

1. 初期コストおよび交換コストが高い。
2. 空気流に対する抵抗が高い（=騒音の大きい送風機）
3. 煙草の煙によって容易に閉塞する。
4. 一部の菌しか除去されない。

10

20

30

40

50

5. 気体汚染物は除去されない。
6. 負荷量に伴って空気流速が低下する。
7. 殺菌効果はない。

空気清浄機の第2のカテゴリは、電子式または静電式空気清浄機である。それは2つの異なる操作方法、すなわち電力式（電子式）および非電力式（静電式）に細分される。

電力式装置は、帯電している正面部分に空気を引き込み、交互に陽極と接地になっている一連のプレートに有している。正に帯電した粒子は反発によって陽極プレートから離れて接地プレートの方に向かい、そこで集塵される。この種の装置は広く開口した構造となっていることから、当然のことながら、空気流に対する抵抗は非常に低い。非電力式装置は、

10

フィルター媒体を有し、そのフィルターのプラスチック繊維は電場（エレクトレット媒体）中で加熱および冷却することによって永久的に帯電しているか、あるいはそれを通過する空気の摩擦によって静電的に「帯電」状態となる性質を有する。別の種類の静電空気清浄機は、陰イオン発生装置である。その装置は、大量の陰イオンを室内空気中に発生させて、それが空気中の粒子に付着して、それを沈降させるかあるいは近くの接地表面（壁など）に付着させる。陰イオン発生装置は、その浄化プロセスの一部として空気流に依存する必要はないことから、運転時に全く騒音が出ない。残念ながら、帯電粒子の多くが壁やイオン発生装置近くの表面に付着し、そのためにそれらの表面の「流れ」が生じて、その汚れは容易には清掃できない場合があり、非常に多くの場合、その表面の塗り替えが必要となる。

電力式電子式空気清浄機

20

長所

1. 空気流に対する抵抗が小さい。
2. 廃棄すべきフィルター媒体がない。

短所

1. 初期コストが高い。
2. 保守が面倒である。
3. オゾンを発生し得る。
4. 高出力設定では騒音がある。
5. 装置が汚れるに連れて、効率が急速に低下する。
6. 菌除去量が少ない。
7. 気体汚染物は除去されない。
8. 殺菌効果はない。

30

非電力式電子式（静電式/エレクトレット式）空気清浄機

長所

1. 空気抵抗が中等度である。
2. 初期コストが中等度である。
3. 交換が容易である。
4. 効率が比較的高い。

短所

1. 帯電汚染物によって繊維の電荷が中和されることで、効率が低下する。
2. フィルター交換に平均以上の費用を要する。
3. 菌の除去が中等度でしかない。
4. 気体汚染物は除去しない。
5. 殺菌効果はない。

40

陰イオン発生装置

長所

1. 全く静かである。
2. 効率が低い。
3. 陰イオン豊富な空気を提供する。
4. 交換すべきフィルターがない。

50

- 5. 保守が簡単である。
- 6. 運転コストが低い。

## 短所

- 1. 室内表面（壁など）に汚染物がメッキ状付着する。
- 2. カバーする面積が限られている。
- 3. 菌除去に限界がある。
- 4. 一部の気体汚染物を中等度に除去するのみである。
- 5. 除去速度が遅い。
- 6. 殺菌効果がない。

## 陰イオン発生装置と陽極集塵機の組み合わせ

10

## 長所

（上述の通り）

## 短所

（上述の通り）

陽極集塵機は、一部の帯電汚染物を引きつけることで、メッキ状付着をある程度緩和する。

最も関連のある先行技術について、以下にまとめてある。

ホワイト（White）に対する米国特許 2 3 7 7 3 9 1 号（1 9 4 5）には、静電式空気清浄機に関する最も初期の発明の一つが開示されている。空気中の懸濁粒子を帯電させる方法および装置について記載されている。帯電すると、粒子は分離沈降装置によって除去される。広く言えば、その発明は、非放電電極に隣接する電場部分で、放電電極と非放電電極の間の電場を強くするものである。それは、放電電極と非放電電極の間にある透過性で非放電性の補助電極部材またはグリッド電極部材を提供し、補助電極 - 非放電電極間の空間の単位当たりの電位差を、放電電極 - 補助電極間の場合よりかなり大きく維持することによって有利に実行することができる。補助電極の電位は、放電電極の電位と非放電電極の電位の中間に維持されることで、放電電極 - 補助電極間の電場の極性は、補助電極 - 非放電電極間の電場の極性と同一となっている。

20

ペニー（Penney）に対する米国特許 3 9 1 5 6 7 2 号（1 9 7 5）には、平行の接地プレート電極集塵装置を有する静電式沈降機が開示されている。高電圧コロナ線がプレート電極間に設けられている。それによって塵埃粒子が帯電され、次にコロナ放電が起こる。その方法を取らなければ、コロナ放電は、プレート電極上に塵埃が堆積することで生じる高抵抗によって生じるものである。

30

ヘンケ（Hencke）に対する米国特許 4 1 9 3 7 7 9 号（1 9 8 0）には、工業的な塵埃粒子を除去するための、渦流室を有するメカニカルフィルターが開示されている。

ゴルシュタイン（Golstein）に対する米国特許 4 2 1 0 4 2 9 号（1 9 8 0）には、活性炭フィルターと紫外線殺菌灯を有する室内空気清浄機が開示されている。

チャン（Chang）に対する米国特許 4 2 5 1 2 3 4 号（1 9 8 1）には、冷暖房機用放電空気清浄機が開示されている。静電沈降は、乱流によって改善されている。

ナタラジャン（Natarajan）に対する米国特許 4 2 6 5 6 4 1 号（1 9 8 1）には、プレート式塵埃イオン化装置に対する針が開示されている。清掃が必要な集塵装置プレートが使用されている。

40

ダウソン（Dawson）に対する米国特許 4 2 6 5 6 4 3 号（1 9 8 1）には、静電式室内空気清浄機が開示されている。最新式のイオン化プレートは、塵埃を正に帯電させる。次に、空気流の下流で、使い捨ての波形アルミニウム製接地集塵機プレートが使用される。

ピットマン（Pittman）らに対する米国特許 4 2 9 0 7 8 8 号（1 9 8 1）には、家庭用冷暖房機用のダクト内静電空気清浄機が開示されている。これは取り付けが容易である。それは、当業界で公知のような、一連の平行な陽極集塵機プレートと陰極集塵機プレートであった。塵埃粒子はイオン化され、次に陰極集塵機プレート上に集塵される。その陰極集塵機プレートは定期的に清掃しなければならず、それを怠ると、集塵能力を失う。

ベリティ（Verity）に対する米国特許 4 3 7 6 6 4 2 号（1 9 8 3）には、繊維フィルタ

50

ーと静電沈降機の併用が開示されている。露出した陰イオン源が室内空気と塵埃粒子を全てイオン化させる。空気流がそのイオン化した粒子を、逆の電荷を有するプラスチック細片膜フィルターに運搬する。各フィルター繊維は長方形の形状を持ち、その端部には高い電圧勾配がある。各塵埃粒子は1つの繊維によって正または負のいずれかに帯電し、次にその帯電塵埃粒子は、反対の電荷を有する端部の下流側繊維に引きつけられる。

ナゴシ(Nagoshi)らに対する米国特許5055118号(1991)には、静電集塵機が開示されている。第1の陽極イオン化電極が塵埃を正にイオン化させる。次に、それは絶縁層によって分離される。クローン則により塵埃は接地電極に集まり、それによって塵埃粒子の電荷は中和される。薄層における空間間隙のために、塵埃は接地電極のみに集まり、それによって他の部品への塵埃堆積が防止される。その理論は、接地電極のみへの塵埃堆積により、塵埃粒子による中和が原因となる帯電の低下がほとんど起こらないというものである。しかしながら、空気流を維持するには陰電極の清掃が必要であることは明らかである。

ハネウェル(Honeywell;登録商標)のF50電子式空気清浄機も、公知の陽極・陰極集塵機プレート法を利用するものである。浄化効率95%が謳われている。しかしながら、そのプレートは、食器洗浄機やそれに相当する化学浴に入れて定期的に清掃しなければならない。

ロックス(Rolox Ltd.)は汎用静電フィルターを製造している。以下に、その種のフィルターの背景となる操作理論を説明する。そのフィルターは、異なった静電的性質を有する一連の開放型の織布プラスチック材料から構成されている。第1層の表面上を通過する空気の摩擦によってプラスチックは正に帯電し、さらにその過程で、そのプラスチック織布を通過する空気によって運ばれる粒子も帯電すると考えられる。そこで、空気とその粒子は連続的に次のプラスチック材料層に行き、その上を通過する。その材料層は、その性質により、反対すなわち負に帯電している。その層の負電荷が空気から正に帯電した粒子を引きつける。しかしながら、それらのプラスチック表面上を通過する空気の摩擦が発生させる静電荷は非常に弱いものでしかない。静電集塵効果は、異なる電荷によって生じる電場の強さに比例する(このフィルターを調べると、効率は14%に過ぎないことがわかる)。

最も関連の深い先行技術が、1983年9月にローレンス・リバーモア国立研究所から、「Electric Air Filtration:Theory,Laboratory Studies,Hardware Development,and Field Evaluations」と題する原稿で発表された。米国エネルギー省(DOE)は、電氣的に強化された繊維のフィルターを利用することによってHEPA型フィルターに対する代替技術を提供することに関する研究に助成を行った。その報告には、空気中の粒子についての記載がある。従来の繊維フィルターと比較して、帯電フィルターはかなり高い効率を有し、同レベルの粒子負荷での圧力低下がかなり低く、フィルター寿命を大幅に延長するものである。

リバーモアによって作製された好ましい型のフィルターは、繊維フィルター正面に設置された未絶縁電極を有するものであった。次に、繊維フィルターに接地した未絶縁電極を設けた。個々の繊維はその長手方向に分極するようになった。それにより、繊維はいずれも両側の長手方向全体で、正または負の塵埃粒子を集塵した。濾過効率と繊維フィルターの寿命延長は優れたものであった。フィルターの効率は、電極間にかかる電場の強度によって決まる。その電場の強度は、電極電圧が高くなるに連れて上昇する。

しかしながら、最大効率を得るのに必要な高電圧により、電極間にアーク放電が生じ、それによって電場強度の低下が起こる(リバーモアの報告の101ページ)。リバーモアのモデルでは12kVでスパークした。絶縁電極を利用する試みは、その表面に集まるかあるいはその表面に移動してくる逆の電荷を有する粒子によってその電荷が中和されるために、不首尾であった。そうして、絶縁電極によってアーク放電は起こらなくなったが、反対電荷の蓄積によってその性能は大幅に低下し、電場は中和された(リバーモアの報告の103ページ)。

しかしながら、電極間のアーク放電が続くことから、このモデルは市販可能なものとはな

10

20

30

40

50

らなかった。電極を絶縁する努力は、絶縁電極表面に堆積する逆の電荷の塵埃の中和効果のために不首尾に終わった。そうして、絶縁電極によってアーク放電は起こらなくなったが、集まった電荷によってその電荷が中和されることから効率が低下した。

本発明は、アーク放電および絶縁電極の電荷と電場の中和の両方の問題を解決するものである。リバーモアの技術に対する主要な改善点は、1つの電極のみに絶縁を施すというものである。それによって、12～50kVの範囲の電圧が可能となる。そのような高電圧によって、より高い濾過効率を得ることができる。通常、第1の電極を絶縁する。そのシステムは次のように動作する。第1の電極は、予備帯電装置と同符号に帯電している。そこで、互いに反発する同符号電荷のために、第1の電極にはほとんど塵埃は集まらない。絶縁電極の極性とは反対の極性の電荷が電極表面に集まるが、それは予備帯電装置からの逆符号電荷のイオンによって速やかに中和されることから、電極の電荷/電場を妨害することはない。次に、空気は帯電した繊維を通り抜け、塵埃はその繊維で集塵される。次に空気は未絶縁の第2の電極を通り、大気中に排出される。予備帯電装置からの電荷は、フィルターに残留する塵埃から除かれる。その電荷は繊維表面に沿って未絶縁電極まで移動し、そこで中和される。

10

#### 発明の概要

本発明の主たる目的は、非常に高効率で、保守の必要性の少ない、アーク放電やその帯電力中和による性能低下を起こさない繊維空気フィルターを提供することにある。その目的は、繊維を帯電させ、1個の絶縁電極と未絶縁電極を使用してアーク放電を防止することで達成される。

20

本発明の別の目的は、繊維に帯電させる第1の絶縁電極と同じ電荷に流入空気を予備帯電させることにある。そうして、イオン化された粒子のほとんどは、第1の電極で反発されて、繊維に集塵される。

本発明のさらに別の目的は、より開放された表面の繊維全体にそのイオン化塵埃を早期に集塵して、フィルターの閉塞や交換サイクルの短縮を低減することにある。

本発明のさらに別の目的は、イオン化塵埃を繊維の全体に緊密かつ均等に引きつけることによって、繊維フィルター上での樹脂状物形成をなくすことにある。

本発明のさらに別の目的は、菌が繊維に集まるに連れて電場によって滅菌することにある。

本発明の上記以外の目的は、以下の説明と参照符号のように、いくつかの図面で相当する部分を指定する本明細書の内容から明らかになるであろう。

30

本発明の目的は、導電性電極を使用する電力式静電フィルターの欠点を克服することにある。さらなる目標は、従来の繊維フィルターのフィルター寿命を延長しつつ、粒子集塵効率を上昇させることにある。それには以下のような点がある。

(1) アーク放電を起こさずに、電極電圧を高めて効率を上げる方法。

(2) 高湿度による電極アーク放電を防止する方法。

(3) 静電場を中和することになる電荷移動による電極への反対電荷蓄積を起こすことなく、非導電性電極を使用して上記の(1)および(2)を達成する方法。そして、高空気流によるフィルター媒体の加圧がある場合であってもその電荷蓄積を防止する方法。

(4)

40

(a) 粒子が電極に集まることなく、

(b) 粒子が、電極への電荷蓄積に寄与することなく、

(c) 粒子がフィルターを通るイオン化通路を形成して、それが電極の短絡を起こす可能性がなく、

粒子を予備帯電させる方法。

解決法：

(1) 第1(または正面)電極としての絶縁電極と、

(2) 繊維フィルターを挟み込む第2の(または後部)電極としての導電性電極、および

(3) 絶縁電極と同じ極性(+または-)のイオンによる帯電流入粒子

とを併用することにある。

50

2つの必要な電極の一つとして絶縁電極を利用することによって、2つの電極間のアーク放電や電極間に導電路を形成するイオン化の可能性をなくしながら絶縁電極または両方の電極に非常に高電位を印加することができる。このような高電圧により、静電場強度が上昇し、それによってフィルター繊維と流入粒子に対する分極効果が高くなる。従って、ミクロン以下の粒径範囲の粒子であっても、粒子集塵効率が非常に上昇する。

そうすると、絶縁電極を第1の電極（正面電極）として使用することで、電極と同極性のイオンによる粒子の予備帯電によって粒子は電極から反発を受け、従って粒子堆積がフィルター内部への他の粒子の移動を遮断するのを防止することから、粒子の予備帯電を有効に利用することができる。

絶縁電極の極性（および予備帯電イオンの極性）とは反対の極性の電荷もやはり、絶縁電極正面（または電極上）の領域に移動するが、予備帯電部分からの反対電荷の流入イオンによって中和される。それによって、電場強度および流入集塵効率の低下の原因となる絶縁電極正面での電荷蓄積がなくなる。

媒体を電極と接触させて反対電荷の蓄積を中和させる必要がなくなることから、フィルターを通る空気流が媒体を加圧して、絶縁電極表面から離れて接触しなくなる場合であってもそのような効果がある。

電極間の強力な静電場による力により、フィルターの繊維上に集塵される予備帯電部分からのイオンは、その表面に沿って導電性電極（接地電極あるいは反対極性の電極）の方に移動し、そこで中和される。やはり、電極間の電場強度を低下させる可能性のある電荷蓄積は防止される。

#### 【図面の簡単な説明】

図1は、本発明の屋内用空気清浄機の好ましい実施態様の上面斜視分解図である。

図2は、本発明の操作構成要素の上面斜視図である。

図3は、本発明の別の実施態様の操作構成要素の上面斜視図である。

図4は、2個の帯電繊維の正面図である。

図5は、追加の活性炭繊維層を用いるブリーツ式フィルターの上面斜視図である。

図6は、円筒状の実施態様の上面斜視図である。

図7は、未帯電繊維フィルターを用いるフィルター効率試験のチャートである。

図8は、図1、2および4による帯電繊維フィルターを用いるフィルター効率試験のチャートである。

図9は、図1、2および4のフィルターの経時濾過試験のチャートである。

本発明の開示の実施態様について詳細に説明する前に、本発明は他の実施態様を有し得ることから、本発明はその利用分野を本明細書で示す特定の配置の詳細に限定されるものではないことは理解しておくべき点である。さらに、本明細書で使用される用語は、説明のためのものであって、本発明はそれに限定されるものではない。

#### 好ましい実施態様の説明

最初に図1について説明すると、屋内用空気清浄機1は、主筐体13を有し、その筐体は後部筐体10、送風機11および送風機取付板12を収納している。流入空気Aを精製する第1の段階は、その空気を予備帯電グリッド14に送り、それによって10kV～50kVの直流電圧を用いる公知の方法で塵埃粒子を負にイオン化させる。次に、空気を絶縁高電圧グリッド15に通し、同じ10kV～50kVの直流電圧によってさらに負に帯電させる。次に、空気を従来の繊維フィルター17に通し、それによってイオン化および分極した塵埃粒子および微生物の両方を捕捉する。次に、接地した活性炭電極16に空気を通す。そして、浄化された空気は出口格子18から排出される。

図2について説明すると、図1のものと電氣的に等価な配置を示してある。流入空気Bは最初に、予備帯電装置20によって負に帯電する。第1の帯電電極23は絶縁され、負に帯電している。正に帯電した未絶縁電極22により、繊維フィルター21は帯電される。やはり、正に予備帯電させ、電極22および23の極性を逆転させることによって、等価な結果を得ることができる。いずれの構成においても、電極22は接地されることになる。

10

20

30

40

50

図4は、塵埃粒子34が図1および2の負の予備帯電装置によって予備帯電して負にイオン化した状況を示したものである。繊維31は、負側から上流が正側になった形で長手方向に帯電している。クローン則によって粒子34は矢印Uの繊維31の正の上流側に集まる。分極した粒子32および33は、表面EおよびDで、繊維30および31の反対に帯電した側に引きつけられる。正イオン粒子35は、表面Fの反対電場に引きつけられる。このような自然発生の正イオン粒子35は稀であると考えられる。このように、このシステムでは、無数の繊維の長軸方向全体に帯電状態か未帯電状態かとは無関係に、全ての塵埃粒子が集塵される。

好ましい実施態様である図1および2についてまとめると、塵埃粒子はイオン化されて負の状態となっている。次にその粒子は同符号電荷の第1の電極によって反発を受ける。稀に存在する陽イオンは第1の電極に引きつけられると考えられる。実際、全ての塵埃は帯電繊維に沿って集塵される。最終フィルターを閉塞するような塵埃はほとんど残らない。塵埃は、繊維フィルターの正面の層にはなく、繊維全体にわたって緊密かつ均等に集まることから、繊維フィルターの寿命はかなり長くなる。さらに、樹脂状物の形成は防止される。さらに、フィルターの静電気力によって滅菌が行われる。

図3について説明すると、これは不十分な実施態様である。接地され絶縁された第1の電極310の作用により、実質的に全ての極性の(+、-、+/-)の塵埃粒子が集塵される。予備帯電装置300は負または正のいずれかとする事ができる。第2の電極330は負または正のいずれかとする事ができる。繊維フィルター320は、接地電極310が捕捉しないもののみを集塵する。洗浄、集塵および接地電極310からの塵埃サンプル分析上の望ましさなどの各種理由によって、この構成を選択できる利用場面もあり得る。次に図5について説明すると、空気流Qはブリーツ式フィルター70の予備帯電装置71を通過する。第1の絶縁電極72は、予備帯電装置と同じ符号の電荷を有する。繊維フィルター媒体73は、電極72または接地接続および第1の電極とは反対の電荷を有する未絶縁活性炭電極74によって帯電されている。

最後に図6について説明すると、円筒状フィルター60は空気Mを取り込み、その空気は、予備帯電装置61、絶縁された第1の電極62、次に繊維フィルター63、そして次に第2の電極64を通過する。予備帯電装置61および絶縁された第1の電極62は同一電荷を有する。第2の電極64は接地されているか、または電極62とは反対の極性を有する。排出空気はNで示してある。

最後の実施態様(不図示)は、全ての予備帯電装置を使用しないものである。それによって効率は約20%低下する。しかしながら、電極への塵埃堆積によって電場は直ちに中和される。

絶縁電極を絶縁する方法は、当業界において各種知られている。それらの方法には、ワイヤーまたは打ち抜き金属燃糸の浸漬もしくは吹き付け；ワイヤーと同時の絶縁体の押出成形または射出成形；ならびに1本のワイヤー周囲に射出成形絶縁体の半分ずつを継ぎ合わせる方法などがある。

#### 実施例

##### フィルター効率試験

DOP粒子と100立方フィート/分(cfm)の空気流速を用いて、HEPA用フィルターの試験に関するASHRAE基準に応じて作製した試験室で以下に記載の試験を行った。

その系内の空気は、最初にHEPAフィルターで濾過し、次にそのような空気にDOP粒子を発生させた。粒子除去効率を求めるため、クリメット(Climet)CL-6300レーザー粒子カウンターによって粒子濃度と粒径を測定してから、空気を被験フィルターに入れ、被験フィルターを出た後にも測定した。測定は、0.19~0.3 $\mu$ m、0.3~0.5 $\mu$ m、0.5~1 $\mu$ m、1~3 $\mu$ m、3~5 $\mu$ mおよび5 $\mu$ mより大きい粒子に群分けして行った。それによって、全粒子の合計も得る。

各試験は、「前・後」フィルター粒子カウントの4つの独立の集合からなるものとした。データは、「粒径」、「上流粒子カウント」(フィルター前)、「下流粒子カウント」(

10

20

30

40

50

フィルター後)および「効率」(除去された粒子のパーセント)として示してある。さらに、「上流」および「下流」の粒子総数と全体の粒子除去効率も示してある。

その試験の目的は、低コスト、低抵抗、開放型フィルター媒体(それは、粒子除去効率が低いのが普通である)が、粒子がフィルターに入る前にそれを予備イオン化させ、フィルター媒体を横切る静電場をかけて繊維を帯電・分極させることによって高効率のフィルターとすることができるか否かを明らかにすることになった。

イオン化を行わないかまたは電場をかけずにフィルター媒体について行っただいくつかの試験により、フィルター媒体自体の通常の全体的効率は12~23%であることが明らかになった。

「未帯電」フィルター媒体の除去は、粒径が1 $\mu$ mを超える粒子で最高であり、ミクロン以下の径の粒子で最低であった。 10

イオン化および静電場を用いると、フィルターの全体効率は99.65%まで上昇した。比較的大きい粒子の除去効率とミクロン以下の径の粒子についての除去効率の間の差は1%しかない。レーザー粒子カウンターは粒径0.19 $\mu$ m未満の粒子を測定することはできなかったが、粒径0.01 $\mu$ mまでの粒子で高い除去効率が維持されるものと予想される。

これらの試験から、空気流に対する抵抗が低い(開放構造と繊維含有率が低いことによる)低コストフィルター媒体を、粒子イオン化と媒体を横切る静電場印加を行うことによって、高効率フィルターとすることができることが明らかである。

被験フィルター媒体のその後の試験により、粒子がフィルター媒体に堆積しないことも明らかである。帯電媒体上や媒体内への粒子堆積のパターンは、帯電媒体が未帯電のものと比較して粒子汚染物を数倍集塵するにもかかわらず、その「寿命」(塵埃堆積による抵抗が大きくなり過ぎて空気が通らなくなるまでの時間)が未帯電媒体の約3倍であることを意味していると考えられる。 20

<p>試験 1</p> <p>Manville Technical Center 補強剤&amp;濾過材</p> <p>フィルター効率試験</p> <p>クリメットCL-6300レーザー粒子カウンタ使用</p> <p>1991年7月23日 14:43</p>		
試験パラメータ		
試験番号	2953	フィルター-媒体 COP-GP-3/4
粒子		フィルター-裏材
フィルター-空気流速	100cfm	機械
圧降下	.095in Wg	作業番号
温度	83.6F	ロール
相対湿度	45.6%	列
対抗空気流速	.099cfm	製造年 91
サンプル時間	00:30分:秒	製造日

10

20

フィルター時間	10 awx	製造ソフト	
その他データ	帯電なし		
カウントモード	示差式	サイクル数	4
試験結果			
粒径	粒子カウント	(サイクル合計)	効率
$\mu\text{m}$	上流	下流	%
.19-.3	26972	23050	14
.3-.5	27452	23130	15
.5-1	32225	26048	19
1-3	4490	3513	21
3-5	94	50	46
>5.00	10	14	-39
計	91243	75805	16

10

20

以上の表の結果は図7に示してある。要約すると、電場をかけずに従来の繊維フィルターを使用した。

30

試験2	
Manville Technical Center 補強剤&濾過材 フィルター効率試験	
クリメットCL-6300レーザー粒子カウンタ使用	
1991年7月23日	15:18
試験パラメータ	
試験番号	2957
フィルター媒体	COP-GP-3/4

40

粒子	フィルター-裏材		
フィルター-空気流速 100cfm	機械		
圧降下 .090in Wg	作業番号		
相対湿度 45.2%	列		
対抗空気流速 .099cfm	製造年	91	
サンプル時間 00:30分:秒	製造日		
デイル-時間 10 秒	製造サイト		
その他データ 帯電+イオン化			
カウントモード 示差式	サイクル数	4	
試験結果			
粒径	粒子カウント	(サイクル合計)	効率
$\mu\text{m}$	上流	下流	%
.19-.3	26118	160	99
.3-.5	27519	64	99
.5-1	33369	88	99
1-3	5145	9	99
3-5	94	0	100
>5.00	10	0	100
計	92255	321	99.65

以上の表の結果は図8に示してある。図1、2および4に示した静電場を印加した。  
 以上、好ましい実施態様を参照しながら本発明を説明したが、多くの修正および変更を加えることは可能であり、その結果もやはり本発明の範囲に含まれる。本発明は、本明細書に開示の特定の実施態様に限定されるものではなく、そのように推測すべきものでもない。

10

20

30

40

【 図 1 】

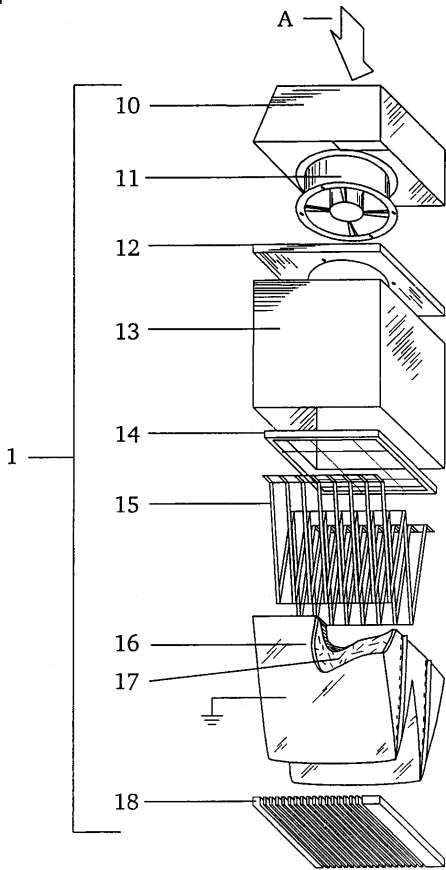


FIG. 1

【 図 2 】

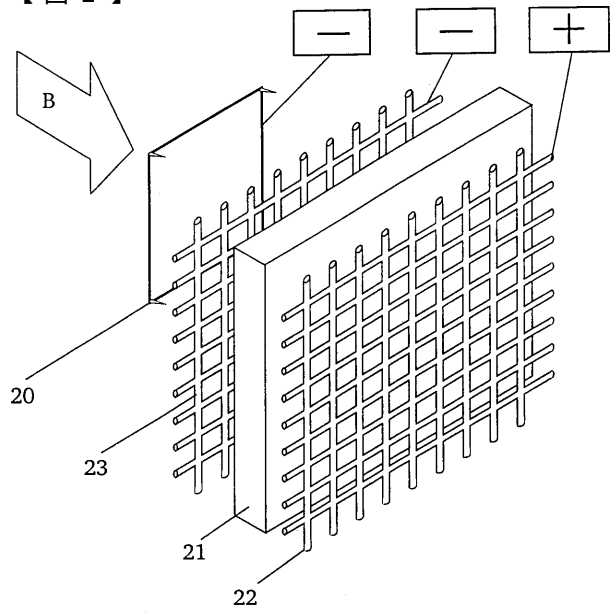


FIG. 2

【 図 3 】

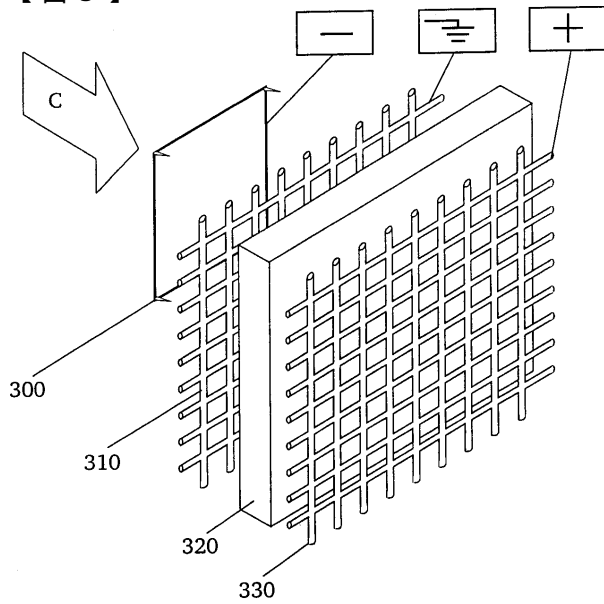


FIG. 3

【 図 4 】

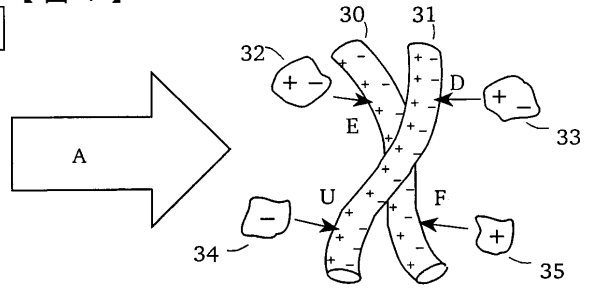


FIG. 4

【 図 5 】

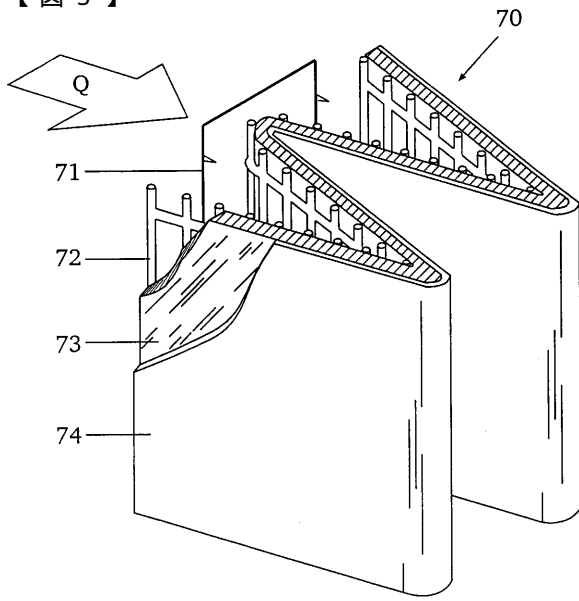


FIG. 5

【 図 6 】

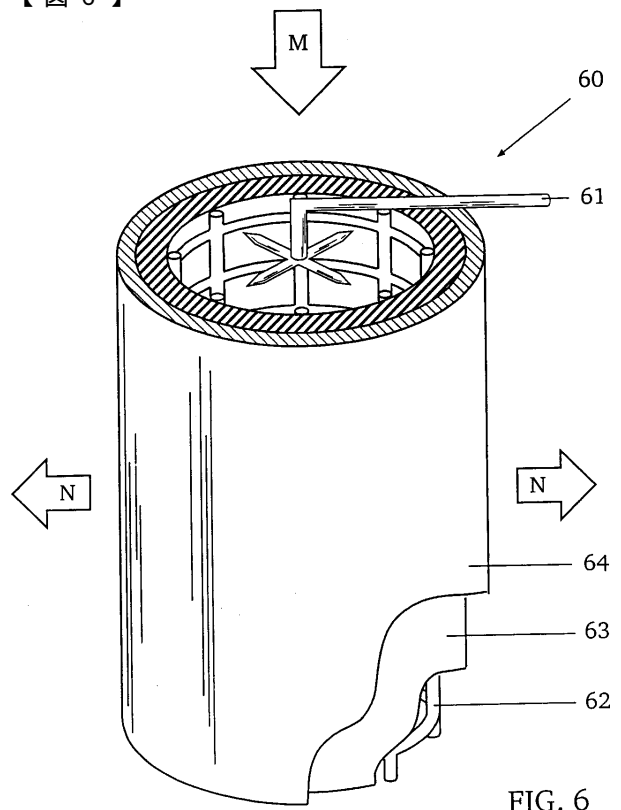


FIG. 6

【 図 7 】

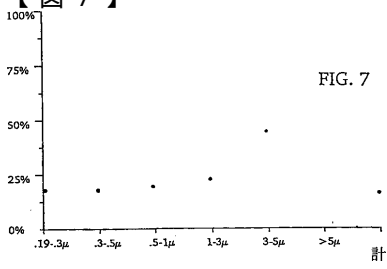


FIG. 7

【 図 8 】

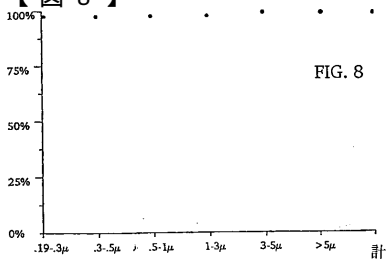


FIG. 8

【 図 9 】

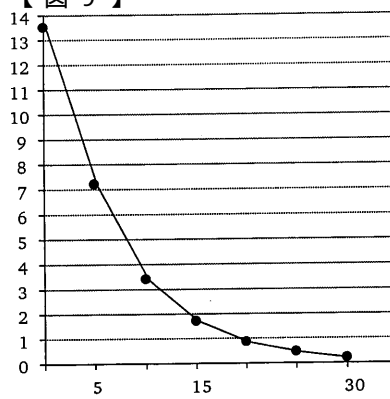


FIG. 9

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実公昭36-022700(JP,Y1)  
特開平07-213944(JP,A)  
実公昭47-26039(JP,Y2)  
特開平4-363157(JP,A)  
特開平4-363158(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>,DB名)  
B03C 3/00 - 3/88