

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5067084号  
(P5067084)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月24日(2012.8.24)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>BO3C</b>	<b>3/155</b>	<b>(2006.01)</b>	BO3C	3/14	C
<b>BO1D</b>	<b>39/14</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	39/14	B
<b>BO1D</b>	<b>39/16</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	39/16	A
<b>BO1D</b>	<b>39/20</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	39/20	B
<b>BO1D</b>	<b>46/52</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	46/52	Z

請求項の数 22 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-234947 (P2007-234947)  
 (22) 出願日 平成19年9月11日(2007.9.11)  
 (65) 公開番号 特開2009-66027 (P2009-66027A)  
 (43) 公開日 平成21年4月2日(2009.4.2)  
 審査請求日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(73) 特許権者 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100109667  
 弁理士 内藤 浩樹  
 (74) 代理人 100109151  
 弁理士 永野 大介  
 (74) 代理人 100120156  
 弁理士 藤井 兼太郎  
 (72) 発明者 加藤 亮  
 愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番  
 松下エコシステムズ株式会社内  
 (72) 発明者 稲垣 文人  
 愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番  
 松下エコシステムズ株式会社内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気清浄フィルタおよび空気清浄装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

通気性を有し、通過する空気中に含まれる粉塵を捕集する濾材シートの上流側および下流側の両面を半導電性にして両面半導電性濾材シートとし、両面半導電性濾材シートの両面の間に電位差を与えてオゾンが発生させ、発生させたオゾンによって捕集した粉塵や粉塵から発生する有害ガスをオゾン酸化し無害なガスに浄化することを特徴とする空気清浄フィルタ。

【請求項2】

濾材シートの上流側に半導電性皮膜を形成する半導電性塗料を塗布して乾燥させて両面半導電性濾材シートとすることを特徴とする請求項1記載の空気清浄フィルタ。

【請求項3】

通気性と半導電性を有する半導電性通気シートを濾材シートの上流側の両面の上に設けて両面半導電性濾材シートとすることを特徴とする請求項1記載の空気清浄フィルタ。

【請求項4】

イオン導電性ポリマーを含む溶液を半導電性塗料として用いることを特徴とする請求項2または3記載の空気清浄フィルタ。

【請求項5】

両面半導電性濾材シートの上流側および下流側の面の表面抵抗がともに10の8乗 / 以上12乗 / 以下であることを特徴とする請求項1乃至4いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 6】

濾材シートがガラス繊維をバインダで結合してシート状にしたガラス繊維濾材シートであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 7】

濾材シートが溶融した樹脂を高速のガス流体で吹き飛ばして繊維状としたものを交絡させてシート状にしたメルトブローン濾材シートであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 8】

投影的に重ならないように両面半導電性濾材シートの両面それぞれに導電性の端子を設けることを特徴とする請求項 1 乃至 7 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

10

## 【請求項 9】

また、両面半導電性濾材シートをブリーツ状にすることを特徴とする請求項 1 乃至 8 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 10】

導電性を有する 2 次元網状構造物を上流側および下流側のブリーツ山の頂点に接触させて設け、上流側および下流側の 2 次元網状構造物にそれぞれ異なる電圧を印加することを特徴とする請求項 9 記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 11】

導電性を有する棒状部材を上流側および下流側のブリーツ山の頂点に接触させて設け、上流側および下流側の棒状部材にそれぞれ異なる電圧を印加することを特徴とする請求項 9 記載の空気清浄フィルタ。

20

## 【請求項 12】

濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートが撥水性を有することを特徴とする請求項 1 乃至 11 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 13】

濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にオルガノポリシロキサン、フッ素樹脂、ワックスのうち少なくとも 1 種類以上を含む撥水性の膜を設けることを特徴とする請求項 12 記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 14】

濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にオルガノポリシロキサンを含む撥水性の膜を設ける方法として、オルガノポリシロキサンおよび水溶性基を有するポリマーを溶かした水溶液を濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することを特徴とする請求項 13 記載の空気清浄フィルタ。

30

## 【請求項 15】

濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にフッ素樹脂を含む撥水性の膜を設ける方法として、フルオロアルキル基および水溶性基を有するポリマーを溶かした水溶液に濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することを特徴とする請求項 13 または 14 記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 16】

濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にワックスを含む撥水性の膜を設ける方法として、溶融したワックスに乳化剤と温水を混合して作成したエマルジョンに濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートを浸透させた後に乾燥することを特徴とする請求項 13 乃至 15 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

40

## 【請求項 17】

両面半導電性濾材シートの両面間に交流成分を含む電圧を印加することを特徴とする請求項 1 乃至 16 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 18】

両面半導電性濾材シートに吸着剤を担持することを特徴とする請求項 1 乃至 17 いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

## 【請求項 19】

50

導電性を有する２次元網状構造物として活性炭を担持したハニカム体を用いることを特徴とする請求項１０乃至１８いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

【請求項２０】

二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物の少なくともいずれか一つを担持することを特徴とする請求項１乃至１９いずれかに記載の空気清浄フィルタ。

【請求項２１】

二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物を担持する方法として、マンガン塩水溶液、コバルト塩水溶液、もしくはマンガン塩とコバルト塩の混合水溶液を添着して酸化物が得られるように加熱することを特徴とする請求項２０記載の空気清浄フィルタ。

10

【請求項２２】

請求項１乃至２１いずれかに記載の空気清浄フィルタの上流にイオン化手段を設けることを特徴とする空気清浄装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、例えば、空気清浄の分野において、空気中の粒子状浮遊物質およびガス状不純物成分を除去することができる空気清浄フィルタおよび空気清浄装置に関する。

【背景技術】

20

【０００２】

空気中に存在する粒子状浮遊物質、すなわち粉塵は喘息などの疾病の原因として知られており従来から除去の対象となる物質であったが、近年の研究において粒子径２．５マイクロメートル以下の粉塵（いわゆるPM<sub>2.5</sub>）が気管支炎、花粉症、更には肺ガンなどの疾病を誘起する可能性があるとの報告があり、捕集技術の更なる向上が求められている。その中で濾材を用いて作られる集塵フィルタは確実に空気中に含まれる粉塵を捕集することが可能であることから空気中の粉塵を捕集して空気を清浄にすることが必要なあらゆるケースで幅広く使用されている。

【０００３】

集塵フィルタを形成する濾材は繊維からなるシート状のもの、多孔質のメンブレンシート状のもの、スポンジ状のものなどが存在するが、ここでは代表として繊維からなる厚さ１mm以下の濾材（以下濾材シートとする）で作られた集塵フィルタを用いて原理を説明する。濾材シートは無数の繊維を敷き詰めてシート化したものであり、繊維と繊維の間には空気が通過することができる隙間、いわゆる濾過孔が存在する。繊維の繊維径は大きいもので数十μm、小さいものでおよそ０．２μm程度となり、繊維径が小さければ小さいほど濾過孔は小さくなりやすく、また同じ重量で考えた場合に繊維径が小さければ小さいほど繊維の合計した表面積が大きくなる。

30

【０００４】

粒子径１μm以下の小さな粉塵を捕集できる濾材シートの代表的なものとしてガラス繊維濾材シートとメルトブローン濾材シートが挙げられる。ガラス繊維濾材シートは繊維径が０．５～数μmの微細なガラス繊維を漉きこんでシートにし、ほぐれないように樹脂製バインダなどでガラス繊維どうしを結合したものである。ガラス繊維濾材シートはガラス繊維の有する繊維径の小ささを生かして非常に高い捕集性能を得ることができる。また、メルトブローン濾材シートは熔融したポリプロピレンなどの樹脂を高温の高速ガス流体の力で吹き飛ばすことで樹脂を細化させて繊維状にし、半分熔融した状態でスクリーン上に吹き付けることでバインダを用いることなく繊維どうしを熔融接着してシートにしたものである。ポリプロピレンなどの樹脂は分極しやすく、また起こした分極を逃がしにくいという特徴を有する。

40

【０００５】

繊維の機械的濾過作用で粉塵を捕集する場合、粉塵は大きく分けて慣性衝突、さえぎり

50

、拡散の3つの作用によって繊維上に捕集される。慣性衝突とは繊維の近傍で急に变化する空気の流線に粉塵がついていけず、そのまま粉塵が空気の流線を横切るように繊維に衝突して捕集される作用のことをいう。したがって粉塵の粒径や速度が大きいほど粉塵に働く慣性力が大きくなって慣性衝突の作用が大きくなる。さえぎりとは粉塵が空気の流線に沿って運動する際に粉塵の粒子半径以内の距離で粉塵が繊維に近づいた時に粉塵が繊維に衝突して繊維上に捕集される作用のことをいう。したがって粉塵の粒子径が大きいほど、そして繊維の繊維径が小さいほどさえぎりの作用が大きくなる。拡散とは熱運動する空気分子によって粉塵が不規則な軌道を描くブラウン運動を起こし、その軌道上にある繊維と衝突して捕集される作用のことをいう。したがってブラウン運動を起こすだけの小さい粒径を有する粉塵にのみ動作し、また繊維の合計の表面積が大きい、すなわち繊維径が小さいほど拡散の作用は大きく働く。理論および実験によって構築された計算から、慣性衝突およびさえぎりは粒径約1 μm以上の粉塵に大きく作用し、また、拡散は粒径約0.05 μm以下の粉塵に大きく作用することが明らかになっている。したがって粒径1 μm以上、もしくは0.05 μm以下の粉塵は慣性衝突やさえぎり、そして拡散の作用を受けるため捕集されやすいが粒径が0.05 μm以上かつ1 μm以下の粉塵は慣性衝突やさえぎりの作用を大きく得るには粒径が小さく、そして拡散の作用を大きく得るには粒径が大きいことのため捕集されにくいことが明らかになっている。粒径が0.05 μm以上かつ1 μm以下の粉塵をよく捕集するにはこの範囲の粒径の粉塵に作用する拡散およびさえぎりを大きくすることが有効であり、すなわち繊維径の小さい繊維を密に充填することでこの範囲の粒径の粉塵をよく捕集することができる。主にクリーンルーム用の高性能集塵フィルタとして、日本工業規格によって「定格風量で粒径が0.3 μmの粒子に対して99.97%以上の粒子捕集率を持ち、かつ初期圧力損失が245 Pa以下の性能を持つエアフィルタ」と規定されているHEPAフィルタが存在するが、ガラス繊維による濾材シートで作成されたHEPAフィルタは繊維径が0.5 μm前後と非常に小さい。このように非常に繊維径の小さい繊維を用いることで粉塵の捕集性能を高めることができる。

#### 【0006】

しかしながら繊維の繊維径をより小さく、より密に充填するほど濾過孔が小さくなって空気を通過させる際の通気抵抗、すなわち圧力損失が大きくなる。ここで比較的大きな繊維径を有する繊維からなる濾材シートを用いて圧力損失を低くしながら小さな粉塵をよく捕集できるようにするために電場を利用した集塵フィルタとして、恒常的な電場を設けて繊維と粉塵との間で作用する力(ファンデルワールス力)を高めた集塵フィルタの特許文献1に記載されている。特許文献1に記載された集塵フィルタを図10に示す。特許文献1に記載された集塵フィルタは、濾材シート101の上流側および下流側に設けた導電性を有する一対の電極102および103のうち少なくとも一方の電極と濾材シートとの間に空気層104によるギャップを設け(図10では上流側に空気層104を設けている)、更に必要であれば少なくとも一方の電極を絶縁材料で被覆して絶縁することで一対の電極間で短絡を起こさない構造となっている。そして一対の電極の間に6~9 kVの電位差を与えるように電極に電圧を印加する。こうすることで強力な電場を濾材シート101の中に設け、濾材シート101の有する繊維と粉塵との間で働くファンデルワールス力

【特許文献1】特許第3388740号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

特許文献1に記載される集塵フィルタでは短絡を防ぐために上流側もしくは下流側に設けられた電極のうち少なくとも一方の電極と濾材シートとの間に空気層によるギャップを設けており、濾材シートに電場を直接設けることができないため粉塵の捕集性能が低いという課題あり、粉塵の捕集性能をより高めることが要求されている。

#### 【0008】

10

20

30

40

50

また、捕集性能を高めるために6～9kVと比較的高い電圧が必要であり、空気層を設けるために設けた絶縁スペーサーの表面が絶縁破壊を起こして短絡する、または空気層が絶縁破壊を起こして短絡することで所定の電圧が得られず濾材シートに電場を設けられなくなることが起こりうるため、より低い電圧とすることが要求されている。

【0009】

また、特許文献1とは異なる構成だが濾材シートと電極の間に空気層を設けない場合は濾材シートに電場を直接設けることが可能となる。しかし濾材シートの厚さは一般的に2mm以下と非常に薄い構造であるため、上流側および下流側の電極に電位差を設けるように電圧を印加すると濾材シートを解して短絡を起こしやすくなり所定の電圧が得られないという課題があり、電極に電圧を印加しても短絡しない構造とすることが要求されている。

10

【0010】

また、濾材シートを蛇腹のプリーツ状とした場合には濾材シートおよび電極のプリーツ方向の寸法は集塵フィルタの開口寸法に対して数倍から数十倍の長さとなり、この寸法の長い電極をプリーツ状に加工し、更にプリーツ状に加工された濾材シートとの間に一定の厚さを有する空気層を設けることは非常に困難であり事実上不可能であるため、より作りやすく実現可能な構造とすることが要求されている。

【0011】

また、空気中には0.1～50μmといった粒子径を有する粉塵の一種として菌やカビの孢子、ウイルス、またはダニの糞や死骸、花粉といったアレルギーなど疾病の原因となる物質も存在しており、捕集した菌、カビ、ウイルス、アレルギーを無害化することが可能な空気清浄フィルタが望まれている。

20

【0012】

また、従来の集塵フィルタでは捕集できなかったガス状不純物成分も捕集することが望まれており、さらには捕集したガス状不純物成分を分解して無害化することで長期間ガス状不純物成分を捕集して清浄な空気を供給することが可能な集塵フィルタが望まれている。

【0013】

本発明はこのような従来の課題を解決するものであり、濾材シートの上流側および下流側の両面を半導電性にして両面に電位差を与えることで濾材シートに電場を直接設けることが可能となり、そのため比較的低い電圧を用いても高い捕集性能が得られ、また、捕集した菌、カビ、ウイルス、アレルギーを不活性化し、また、従来の集塵フィルタでは捕集できなかったガス状不純物成分を捕集しさらには分解して無害化することが可能な空気清浄フィルタおよび空気清浄装置を提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の請求項1記載の空気清浄フィルタは上記目的を達成するために、通気性を有し、通過する空気中に含まれる粉塵を捕集する濾材シートの上流側および下流側の両面を半導電性にして両面半導電性濾材シートとし、両面半導電性濾材シートの両面の間に与える電位差を制御してオゾンが発生させ、発生させたオゾンによって捕集した粉塵や粉塵から発生する有害ガスをオゾン酸化し無害なガスに浄化することを特徴とするものである。

40

【0015】

また、請求項2記載の空気清浄フィルタは、請求項1記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シートの両面に半導電性皮膜を形成する半導電性塗料を塗布して乾燥させて両面半導電性濾材シートとすることを特徴とするものである。

【0016】

また、請求項3記載の空気清浄フィルタは、請求項1記載の空気清浄フィルタにおいて、通気性と半導電性を有する半導電性通気シートを濾材シートの上流側の両面に設けて両面半導電性濾材シートとすることを特徴とするものである。

【0017】

50

また、請求項 4 記載の空気清浄フィルタは、請求項 2 または 3 記載の空気清浄フィルタにおいて、イオン導電性ポリマーを含む溶液を半導電性塗料として用いることを特徴とする。

【0018】

また、請求項 5 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 4 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、両面半導電性濾材シートの上流側および下流側の面の表面抵抗がともに 10 の 8 乗 / 以上 12 乗 / 以下であることを特徴とするものである。

【0019】

また、請求項 6 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シートがガラス繊維をバインダで結合してシート状にしたガラス繊維濾材シートであることを特徴とするものである。

10

【0020】

また、請求項 7 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シートが溶融した樹脂を高速のガス流体で吹き飛ばして繊維状としたものを交絡させてシート状にしたメルトブローン濾材シートであることを特徴とするものである。

【0021】

また、請求項 8 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 7 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、投影的に重ならないように両面半導電性濾材シートの両面それぞれに導電性の端子を設けることを特徴とするものである。

20

【0022】

また、請求項 9 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 8 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、両面半導電性濾材シートをプリーツ状にすることを特徴とするものである。

【0023】

また、請求項 10 記載の空気清浄フィルタは、請求項 9 記載の空気清浄フィルタにおいて、導電性を有する 2 次元網状構造物を上流側および下流側のプリーツ山の頂点に接触させて設け、上流側および下流側の 2 次元網状構造物にそれぞれ異なる電圧を印加することを特徴とするものである。

【0024】

30

また、請求項 11 記載の空気清浄フィルタは、請求項 9 記載の空気清浄フィルタにおいて、導電性を有する棒状部材を上流側および下流側のプリーツ山の頂点に接触させて設け、上流側および下流側の棒状部材にそれぞれ異なる電圧を印加することを特徴とするものである。

【0025】

また、請求項 12 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 11 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートが撥水性を有することを特徴とするものである。

【0026】

また、請求項 13 記載の空気清浄フィルタは、請求項 12 記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にオルガノポリシロキサン、フッ素樹脂、ワックスのうち少なくとも 1 種類以上を含む撥水性の膜を設けることを特徴とするものである。

40

【0027】

また、請求項 14 記載の空気清浄フィルタは、請求項 13 記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にオルガノポリシロキサンを含む撥水性の膜を設ける方法として、オルガノポリシロキサンおよび水溶性基を有するポリマーを溶かした水溶液を濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することを特徴とするものである。

【0028】

50

また、請求項 1 5 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 3 または 1 4 記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にフッ素樹脂を含む撥水性の膜を設ける方法として、フルオロアルキル基および水溶性基を有するポリマーを溶かした水溶液に濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することを特徴とするものである。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 1 6 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 3 乃至 1 5 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にワックスを含む撥水性の膜を設ける方法として、溶解したワックスに乳化剤と温水を混合して作成したエマルジョンに濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートを浸透させた後に乾燥することを特徴とするものである。

10

【 0 0 3 0 】

また、請求項 1 7 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 1 6 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて両面半導電性濾材シートの両面の間に交流成分を含む電圧を印加することを特徴とするものである。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 1 8 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 1 7 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、両面半導電性濾材シートに吸着剤を担持することを特徴とするものである。

【 0 0 3 2 】

20

また、請求項 1 9 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 0 乃至 1 8 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、導電性を有する 2 次元網状構造物として活性炭を担持したハニカム体を用いることを特徴とするものである。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 2 0 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 1 9 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物の少なくともいずれか一つを担持することを特徴とするものである。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 2 1 記載の空気清浄フィルタは、請求項 2 0 記載の空気清浄フィルタにおいて、二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物を担持する方法として、マンガン塩水溶液、コバルト塩水溶液、もしくはマンガン塩とコバルト塩の混合水溶液を添着して酸化物が得られるように加熱することを特徴とするものである。

30

【 0 0 3 5 】

また、本発明の空気清浄装置は請求項 2 2 に記載したとおり、請求項 1 乃至 2 1 いずれかに記載の空気清浄フィルタの上流にイオン化手段を設けることを特徴とするものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 6 】

本発明によれば、濾材シートの上流側および下流側の両面を半導電性にして両面に電位差を与えることで濾材シートに電場を直接設けることが可能となり、そのため比較的低い電圧を用いても高い捕集性能を得ることができると同時に、半導電面が緩衝帯となることで電荷の急激な移動が起こらず短絡を防止することができ、また、ホルムアルデヒドなどの有害ガス、カプタン類などの臭気性ガスを含む人体などに有害なガス状不純物成分をオゾン酸化し、分解し、例えば、二酸化炭素や水蒸気といった無害なガスに変換し、浄化し、脱臭浄化し、また、捕集した菌、カビ、ウイルス、アレルゲンを無害化し、また、従来の集塵フィルタでは捕集できなかったガス状不純物成分を捕集しさらには分解して無害化することが可能な空気清浄フィルタを提供することができる。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 7 】

50

本発明の請求項1記載の空気清浄フィルタは上記目的を達成するために、通気性を有し、通過する空気中に含まれる粉塵を捕集する濾材シートの上流側および下流側の両面を半導電性にして両面半導電性濾材シートとし、両面半導電性濾材シートの両面の間に与える電位差を制御してオゾンが発生させ、発生させたオゾンによって捕集した粉塵や粉塵から発生する有害ガスをオゾン酸化し無害なガスに浄化することを特徴とするものである。半導電性とは導電性と絶縁性の中間程度の電気伝導性を有し電荷を僅かに通す性質のことで、表面抵抗として表した場合おおよそ $10^8$ 乗 / 以上 $10^{12}$ 乗 / 以下の範囲となる。濾材シートの上流側および下流側の面をそれぞれ半導電性にして両面半導電性濾材シートとすることにより上流側および下流側の面それぞれに電荷を僅かに通す性質、すなわち半導電性を与えることができる。そして半導電性が付与された上流側および下流側の面にそれぞれ異なる電圧を印加することで印加する電圧に相当する量の電荷が上流側および下流側の面それぞれの全体に一様に設けられる。こうすることで両面半導電性濾材シートの上流側の面と下流側の面との間に一様な電位差を与えることができる。

10

## 【0038】

例えば上流側の面に高圧電源によって0 kV、下流側の面に2 kVを印加した場合、上流側の面には0 kV相当の、そして下流側の面には2 kV相当の量の電荷を設けることができる。この時導電性を有する端子を濾材シートの上流側および下流側の面にそれぞれ設けると高圧電源から供給される電荷をそれぞれの面に受け渡すことができるため好ましい。両面半導電性濾材シートの内部は絶縁性を有するため上流側および下流側の面それぞれに設けられた電荷は両面半導電性濾材シートの内部を通じて移動することがない。このように上流側および下流側の面それぞれに留まるように一様に設けられた電荷によって両面半導電性濾材シートの内部に一様な電場が形成される。両面半導電性濾材シートが例えば微細な繊維の集合体によって形成されている場合、両面半導電性濾材シートの内部に存在する繊維が電場の作用を受けて分極を起し、繊維の表面にプラスとマイナスの電荷が偏るように現れる。

20

## 【0039】

このプラスとマイナスの電荷の偏りによって繊維と繊維の間に強い電場が作られ、繊維と繊維の間を通り抜けようとする粉塵はこの電場の作用を受けて分極した状態となり、さらに分極した粉塵が繊維に近づいた時に繊維表面に存在する電荷によって吸引力を受け、繊維表面に付着し捕集される(以下、この捕集作用を繊維の分極捕集作用と呼ぶ)。ここで両面半導電性濾材シートの上流側の面と下流側の面との距離は両面半導電性濾材シートの厚みそのものであり空気層などを挟まないため非常に小さい。すなわち両面半導電性濾材シートの上流側および下流側の面にそれぞれ設けられた電荷の距離が非常に小さいことから両面半導電性濾材シートの内部に非常に強い電場を作ることができる。

30

## 【0040】

このため繊維の分極、繊維どうしの形成する電場、粉塵の分極および電荷を帯びた繊維表面が粉塵を引き付ける力といった全ての作用が大きくなり、高い捕集性能を得ることができるという作用を有する。また、仮に導電性の粉塵が付着するなどして両面半導電性濾材シート内部の一部分が導電性になったとしても両面半導電性濾材シートの両面が半導電性であるためその部分およびその近傍の領域のみが電位の降下を起しその他の部分は電位を維持することができる。そのため捕集性能が低下しにくい。また、導電性になった部分から端子までの導電路は半導電性であるため電流はほとんど流れない。そのため両面半導電性濾材シートの両面に電位差を与えても短絡を起すことがないという作用を有する。

40

## 【0041】

ここで、両面半導電性濾材シートの両面に与える電位差をある一定以上の値に制御することにより、両面半導電性濾材シートのどちらか一方の面から電子を放出させ、加速することができる。加速された電子は空気中の酸素分子と衝突して酸素分子を酸素原子に分裂させる。分裂して得た酸素原子と別の酸素分子とが結合することでオゾンが得られる。オゾンは強い酸化力を有するため、ホルムアルデヒドなどの有害ガス、カブタン類などの臭気性ガスを含むガス状不純物成分と接触して、ホルムアルデヒドなどの有害ガス、カブタン類

50



などの臭気性ガスを含むガス状不純物成分をオゾン酸化、分解し、例えば、二酸化炭素や水蒸気といった無害なガスに変換し浄化し、臭気性ガスもオゾン酸化、脱臭浄化することとなる。

#### 【0042】

また、捕集した粒子も長時間オゾンと接触させることによって酸化分解し、捕集した粒子から発生するホルムアルデヒド、カプタン類などの有害ガス、あるいは臭気性ガスなどのガス状不純物成分を無害なガスに変換、浄化、脱臭浄化することが可能であるという作用を有する。

#### 【0043】

また、請求項2記載の空気清浄フィルタは、請求項1記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シートの両面に半導電性皮膜を形成する半導電性塗料を塗布して乾燥させて両面半導電性濾材シートとすることを特徴とするものである。半導電性塗料とは塗布して乾燥することによって塗布面に得られた皮膜が半導電性を有する塗料のことである。半導電性塗料を濾材シートの内部に浸透しないように表面のみに塗布することで濾材シートの両面を簡単かつ低コストで半導電性とすることができる。具体的にはコーティングロールの表面に半導電性塗料をつけてそのまま濾材シートの表面に転写する、または半導電性塗料をスプレーで濾材シートの表面に吹き付けるといった方法が挙げられる。そして要すれば加熱しながら乾燥する。これを濾材シートの両面で行うことで両面半導電性濾材シートとすることができる。また、大型の設備が必要であるが、コーティングロールで転写し、そのままベルト移動型乾燥炉に濾材シートを入れれば作業が全自動となるため大量の両面半導電性濾材シートを簡単に作ることができる。

#### 【0044】

また、請求項3記載の空気清浄フィルタは、請求項1記載の空気清浄フィルタにおいて、通気性と半導電性を有する半導電性通気シートを濾材シートの両面の上に設けて両面半導電性濾材シートとすることを特徴とするものである。具体的には通気性の高い不織布を半導電性塗料に浸漬する、もしくは不織布に半導電性塗料を塗布した後に乾燥することで半導電性通気シートを得て、この半導電性通気シートを濾材シートの両面に貼り付けて両面半導電性濾材シートとする方法が挙げられる。半導電性通気シートを濾材シートに貼り付ける方法としては熱で溶けるホットメルト樹脂粉末を半導電性通気シートもしくは濾材シートにまぶし、濾材シートと半導電性通気シートとを貼り合わせながら加熱式加圧ローラーに通す方法が挙げられる。また別の方法としては半導電性塗料を塗布した不織布を乾かさずに濾材シートに貼り付けて乾燥することで不織布と濾材シートを貼り付ける方法が挙げられる。このような方法で半導電性濾材シートを得ることによって確実に両面半導電性濾材シートの両面を半導電性とすることができる。

#### 【0045】

また、請求項4記載の空気清浄フィルタは、請求項2または3記載の空気清浄フィルタにおいて、イオン導電性ポリマーを含む溶液を半導電性塗料として用いることを特徴とする。イオン導電性ポリマーの例として4級アンモニウム塩を分子構造中に有するポリマーが挙げられる。4級アンモニウム塩は中心のアンモニア原子に4つのアルキル基が結合しており、全体としてプラスの電荷を有している。そこに塩素イオンなどの陰イオンがイオン結合した構造となっているためイオン導電性を有することから僅かに電荷を通ず性質を有する。また、イオン導電性を有する4級アンモニウム塩をあらかじめその分子中に有しているために湿度依存性が小さく、低湿度の時でも電荷を僅かに通ず特性を確保することができるという特徴を有する。イオン導電性ポリマーを形成するには分子構造中に4級アンモニウム塩と不飽和炭素結合を有する単量体を重合する方法があるが、分子構造中に4級アンモニウム塩と不飽和炭素結合とを有する単量体としてジメチルアミノメタアクリレートのクロライド塩などが挙げられる。ジメチルアミノメタアクリレートのクロライド塩の水溶液をアルコールに溶かし、成膜性を確保するために低分子量であるメチルメタアクリレートを加えた後にアゾビスイソブチロニトリルなどの重合開始剤を加えて重合反応させることで4級アンモニウム塩を含むポリマー溶液を得ることができる。また、アクリル

10

20

30

40

50

酸のようなカルボキシル基と不飽和炭素結合とを分子中に有する単量体を重合して得たポリマーの溶液を加えることで塗布面への接着性を確保することが可能となる。また、塗布面に形成される塗布膜は分子量が大きいポリマーからなるため非水溶性を示す。このようにして作成した半導電性塗料による塗布膜は低湿度時でも電荷を僅かに通し、また、塗布面からはがれることがなく耐水性をも有するという特徴を有する。

【0046】

また、請求項5記載の空気清浄フィルタは、請求項1乃至4いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、両面半導電性濾材シートの上流側および下流側の面の表面抵抗がともに10の8乗 / 以上12乗 / 以下であることを特徴とするものである。両面半導電性濾材シートの上流側及び下流側の面それぞれがどれほどの導電性を有するかは表面抵抗率でもって評価することができる。上流側および下流側の面それぞれの表面抵抗が10の8乗 / 未満の場合は導電性が高く電荷を通しやすくなる。そのため半導電性濾材シート内部を介して上流側の面と下流側の面との間で短絡を起こしやすくなる。また、上流側および下流側の面それぞれの表面抵抗が10の13乗 / より高い場合は導電性が低くて電荷を通しにくくなる。そのため上流側および下流側の面にそれぞれ一様な電荷を設けることが難しくなり、両面半導電性濾材シートの内部に強い電場を得られにくい。そこで上流側および下流側の面の表面抵抗をともに10の8乗 / 以上12乗 / 以下にすることで電荷を程よく通す半導電性を与えることができ、短絡を防止しながら高い捕集性能を得ることができる。

10

【0047】

また、請求項6記載の空気清浄フィルタは、請求項1乃至5いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シートがガラス繊維をバインダで結合してシート状にしたガラス繊維濾材シートであることを特徴とするものである。ガラス繊維濾材シートは二酸化珪素を主成分とするガラス繊維を漉き込んでシート化したものにアクリル系ラテックスなどの合成樹脂バインダをつけて乾燥させることでガラス繊維を結着したものである。ガラス繊維は加熱して溶けたガラスを遠心力または高温高速の炎で吹き飛ばして綿状にしたものであり、繊維径としてコンマ数 $\mu$  ~ 数十 $\mu$ mの範囲のものがよく用いられる。ガラス繊維は絶縁性が高く、また、電場の強さに応じて大きく分極しやすいため、ガラス繊維濾材シートの上流側および下流側の面それぞれに半導電性を与え、上流側の面と下流側の面との間に電位差を与えることで両面半導電性濾材シートの内部に強い電場を設けることができ、そして高い捕集性能を得ることが可能となる。

20

30

【0048】

また、請求項7記載の空気清浄フィルタは、請求項1乃至5いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シートが溶融した樹脂を高速のガス流体で吹き飛ばして繊維状としたものを交絡させてシート状にしたメルトブローン濾材シートであることを特徴とするものである。溶融した樹脂を高速流体と一緒にノズルから吹き出すことで樹脂は細かく繊維状になる。そしてそのまま樹脂の繊維をスクリーン上に吹き付けることで半溶融状態となっている繊維同士を交絡させ、そのまま常温にすることで繊維どうしを結着させることでメルトブローン濾材シートは作成される。原料としてはポリプロピレンがよく用いられる。ポリプロピレンを用いたメルトブローン濾材シートの繊維は分極しやすいと同時に分極した状態を維持する性質を有するため帯電粉塵をよく引き付ける。メルトブローン濾材シートの上流側および下流側の面それぞれに半導電性を与え、上流側の面と下流側の面との間に電位差を与えることで両面半導電性濾材シートの内部に強い電場を設けることができ、そして高い捕集性能が得られると同時にイオン化手段を上流側に設けた場合に更に高い集塵性能を得ることが可能となる。

40

【0049】

また、請求項8記載の空気清浄フィルタは、請求項1乃至7いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、投影的に重ならないように両面半導電性濾材シートの両面それぞれに導電性の端子を設けることを特徴とするものである。均一で強い電場を両面半導電性濾材シートの内部に設けるためには上流側および下流側の面それぞれに均一に電荷を設ける必

50

要がある。そのため上流側および下流側の面それぞれに導電性を有し、ある一定の分布を持って設けた端子に電圧を印加することで、端子を通じて上流側および下流側の面それぞれに電荷を供給することが可能となる。端子から近いほど電荷が供給されやすくなるため、端子がない場合に比べて半導電性を有する両面それぞれにより一様な電荷を設けやすくなる。ここで上流側および下流側の面それぞれに設けられた端子が両面半導電性濾材シートを挟んで同じ位置、すなわち投影的に重なる位置に設けられた場合、両面半導電性濾材シートの内部が絶縁破壊を起こして短絡を起こす可能性が高い。そのため両面半導電性濾材シートを挟んで異なる位置、すなわち投影的に重ならない位置に端子を上流側および下流側の面それぞれに設けることによって短絡を防止することが可能となる。

【 0 0 5 0 】

また、請求項 9 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 8 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、両面半導電性濾材シートをブリーツ状にすることを特徴とするものである。ブリーツ状にすることによって空気および粉塵が両面半導電性濾材シートを通過する際の速度、すなわち濾材通過速度を低減することが可能となる。濾材通過速度が小さいほど分極した繊維による捕集作用を粉塵が受ける時間は長くなるため粉塵は捕集されやすくなる。また濾材通過速度が小さいほど空気の濾材を通過する速度が小さくなるため両面半導電性濾材シートの通気抵抗すなわち圧力損失を小さくすることが可能となる。

【 0 0 5 1 】

また、請求項 1 0 記載の空気清浄フィルタは、請求項 9 記載の空気清浄フィルタにおいて、導電性を有する 2 次元網状構造物を上流側および下流側のブリーツ山の頂点に接触させて設け、上流側および下流側の 2 次元網状構造物にそれぞれ異なる電圧を印加することを特徴とするものである。両面半導電性濾材シートのブリーツ山の頂点と 2 次元網状構造物とは接触点を有することになり、この接触点から上流側および下流側に設けられたそれぞれの網状構造物に印加された電圧に相当する量の電荷が両面半導電性濾材シートの半導電性を有する上流側および下流側の両面にそれぞれ供給され、両面半導電性濾材シートの内部に強い電場を設ける。ここで両面半導電性濾材シートのブリーツ山の頂点と 2 次元網状構造物とは複数の箇所では接触することからブリーツ山の頂点全体が端子と同等の役割を果たすようになるため両面半導電性濾材シートの上流側および下流側の面それぞれに一様な電荷を設けることが可能となる。また、両面半導電性濾材シートのブリーツ山の山高さ寸法が上流側および下流側にそれぞれ設けられた 2 次元網状構造物どうしの絶縁距離となるため、両面半導電性濾材シートをブリーツ状にすることでこの絶縁距離は自然と大きくなる。すなわち両面半導電性濾材シートの上流側および下流側の面それぞれに一様な電荷を設けながら上流側および下流側に設けられた 2 次元網状構造物の絶縁距離を大きくすることができるため短絡がなく、かつ高い捕集性能を有する構造を簡単に得ることが可能となる。

【 0 0 5 2 】

また、請求項 1 1 記載の空気清浄フィルタは、請求項 9 記載の空気清浄フィルタにおいて、導電性を有する棒状部材を上流側および下流側のブリーツ山の頂点に接触させて設け、上流側および下流側の 2 次元網状構造物にそれぞれ異なる電圧を印加することを特徴とするものである。棒状部材は棒状の形状を有するため変形しにくいいためブリーツ山との接触を確保しやすい。また、形状が棒状で通気抵抗が小さいため圧力損失を小さくすることが可能となる。

【 0 0 5 3 】

また、請求項 1 2 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 1 1 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートが撥水性を有することを特徴とするものである。空気中の水分が両面半導電性濾材シートの内部を構成する繊維の表面に付着すると繊維の表面の絶縁性は低下して十分な分極作用が得られなくなり、また、両面半導電性濾材シートの半導電性を有する両面の間の漏れ電流も大きくなって所定の電位差が得られなくなることから粉塵の捕集性能が低下する。濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートが撥水性を有することによって空気中の水分が繊維に連続的に

10

20

30

40

50

付着することを防止し、電場の低減を抑制して捕集性能の低下を防ぐことが可能となる。

【0054】

また、請求項13記載の空気清浄フィルタは、請求項12記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にオルガノポリシロキサン、フッ素樹脂、ワックスのうち少なくとも1種類以上を含む撥水性の膜を設けることを特徴とするものである。濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに撥水性を付与するには撥水性を有する成分を繊維の表面に添着する方法が有効である。具体的にはオルガノポリシロキサン、フッ素樹脂、ワックスが挙げられる。オルガノポリシロキサンはシロキサン結合を主鎖としてその側鎖にアルキル基を有する構造となっている。分子の外側がアルキル基のような水との結合力の弱い疎水基で占められていることから膜の表面は付着した水滴を引っ張らない。そして水滴は自身の表面張力によって凝集するため膜の表面と水滴とは大きな接触角を示す。オルガノポリシロキサンによる膜はそのような理由で高い撥水性を有する。フッ素樹脂、ワックスも分子構造が違えども撥水性の原理は同様であり、表面が疎水基で占められていることから撥水性を示す。これらの成分のうち少なくとも1種類以上を含む撥水性の膜を繊維の表面に設けることによって繊維の表面に撥水性を与え、空気中の水分が繊維に連続的に付着することを防止することで繊維表面の絶縁性の低下を抑制し捕集性能の低下を防ぐことができる。

10

【0055】

また、請求項14記載の空気清浄フィルタは、請求項13記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にオルガノポリシロキサンを含む撥水性の膜を設ける方法として、オルガノポリシロキサンおよび水溶性基を有するポリマーを溶かした水溶液を濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することを特徴とするものである。具体的には片末端ビニル基含有ポリオルガノシロキサン化合物や片末端アクリロキシ基含有ポリオルガノシロキサン化合物などの一分子中に不飽和炭素結合とオルガノポリシロキサンとを有する単量体と、2-カルボキシエチルアクリレートや1-ヒドロキシエチルアクリレートなどの一分子中に不飽和炭素結合とカルボシキシル基や水酸基といった水溶性基とを有する単量体とを有機溶剤中に適量溶解し、アゾビスイソブチロニトリルなどの重合開始剤を混合して重合反応を起こす。反応終了後に有機溶剤を減圧加熱によって除去してアンモニア水溶液および精製水を加えることでオルガノポリシロキサンおよび水溶性基を有するポリマーの水溶液を得ることができる。得たポリマー水溶液は水で希釈することで粘度を調整することができる。適当な粘度に調整したポリマー水溶液を浸漬などの方法で濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することによって濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面にオルガノポリシロキサンを含む撥水性の膜を設けることが可能となる。このポリマー水溶液は水溶性で水を希釈剤に使えるため低コストであり、また、乾燥時にも有機ガスを発生しないため取扱いがしやすく、有機溶剤を用いないことから環境にもやさしいという利点を有する。

20

30

【0056】

また、請求項15記載の空気清浄フィルタは、請求項13または14記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にフッ素樹脂を含む撥水性の膜を設ける方法として、フルオロアルキル基および水溶性基を有するポリマーを溶かした水溶液に濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することを特徴とするものである。具体的には2-パーフルオロイソノニルエチルアクリレートなどの一分子中に不飽和炭素結合とフルオロアルキル基とを有する単量体と、2-カルボキシエチルアクリレートや1-ヒドロキシエチルアクリレートなどの一分子中に不飽和炭素結合とカルボシキシル基や水酸基といった水溶性基とを有する単量体とを有機溶剤中に適量溶解し、アゾビスイソブチロニトリルといった重合開始剤を混合して重合反応を起こす。反応終了後に有機溶剤を減圧加熱によって除去しアンモニア水溶液および精製水を加えることでフルオロアルキル基および水溶性基を有するポリマーの水溶液を得ることができる。更に水で希釈して適当な粘度にしたポリマー水溶液を浸漬な

40

50

どの方法で濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することによって濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面にフルオロアルキル基を含む撥水性の膜を設けることが可能となる。このポリマー水溶液は水溶性で水を希釈剤に使えるため低コストであり、また、乾燥時にも有機ガスを発生しないため取扱いがしやすく、有機溶剤を用いないことから環境にもやさしいという利点を有する。

【 0 0 5 7 】

また、請求項 1 6 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 3 乃至 1 5 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面上にワックスを含む撥水性の膜を設ける方法として、溶融したワックスに乳化剤と温水を混合して作成したエマルジョンに濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートを浸透させた後に乾燥することを特徴とするものである。ワックスとは融点がおよそ 4 0 以上の固体で溶融時に粘度が低くかつ分解しない特徴を有する有機化合物の総称であり、基本的な分子構造が炭素と水素からなる炭化水素であるため撥水性を有する。また、動植物や石油、石炭といった天然材料から得られる天然ワックス、天然材料を合成に用いて得られる半合成ワックス、エチレンやプロピレンなどの化合物を合成に用いて得られる合成ワックスに大別され、その中で合成ワックスであるポリエチレンワックスがよく使われている。ポリエチレンワックスはエチレン単量体の重合やポリエチレンの熱分解などで所定の分子量に制御されたポリエチレンを得ることで作られる。融点はおよそ 1 0 0 前後となる。そして溶融したポリエチレンワックスを温水および乳化剤と混合して加圧することでエマルジョンを得ることができる。この時カルボキシル基や水酸基を分子構造中に付加した高酸化型の変性ポリエチレンワックスを用いると乳化を行いやすくなる。このようにして得られたエマルジョンを浸漬などによって濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートに浸透させた後に乾燥することによって濾材シート、もしくは両面半導電性濾材シートの有する繊維の表面にワックスを含む撥水性の膜を設けることが可能となる。このワックスを含んだエマルジョンは水溶性で水を希釈剤に使えるため低コストであり、また、乾燥時にも有機ガスを発生しないため取扱いがしやすく、有機溶剤を用いないため環境にもやさしいという利点を有する。

【 0 0 5 8 】

また、請求項 1 7 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 1 6 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて両面半導電性濾材シートの両面の間に交流成分を含む電圧を印加することを特徴とするものである。直流成分のみの電圧を印加する場合は電子の加速方向がどちらか一方のみとなり、両面半導電性濾材シートのどちらか一方の面から放出された電子のみが加速して酸素分子を酸素原子に分裂させる。それと比較して両面半導電性濾材シートの両面の間に交流成分を含む電圧を印加した場合、両面半導電性濾材シートの内部に存在する電子の全てが両面半導電性濾材シートの内部を振幅するように加速するため酸素と衝突する機会が多くなる。そのためより効率的にオゾンが発生させることが可能となる。また、交流成分のみの電圧でも両面半導電性濾材シートの内部に電場を設けることが可能であるため粒子の捕集性能を高めることが可能であるが、直流成分と交流成分を混合した直流交流重畳電圧を両面半導電性濾材シートの両面の間に印加すると両面半導電性濾材シートの内部に常に強い電場を設けることが可能となり、交流成分のみの電圧を印加した場合に比べて粉塵の捕集性能をより高めることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

また、請求項 1 8 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 1 7 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、両面半導電性濾材シートに吸着剤を担持することを特徴とするものである。ガス状不純物成分は粒子と異なって気体であり、その大きさは分子レベルである。そのため内部に分子サイズの細孔を有する吸着剤を両面半導電性濾材シートに担持することによってガス状不純物成分を効率よく捕集することが可能となる。吸着剤の種類としてはゼオライトなどの絶縁性の材料が好ましい。吸着剤によって捕集されたガス状不純物成分は両面半導電性濾材シートの内部で発生したオゾンと接触して酸化し、効率よく無害なガスに変換され、臭気性ガスを含む有害ガスが浄化、脱臭されることとなる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 0 】

また、請求項 1 9 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 0 乃至 1 8 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、導電性を有する 2 次元網状構造物として活性炭を担持したハニカム体を用いることを特徴とするものである。活性炭は吸着剤の一種であり、その内部に孔径がマイクロメートルサイズのマクロ孔、それよりも小さいメソ孔、細孔径が数オングストロームのミクロ孔を有する。細孔の表面は基本的に疎水性であり、そのため無極性の有機ガスを特に効率的に捕集することが可能である。そして炭素を活性化したものであるため導電性を有するという特徴を有する。したがって導電性を有する 2 次元網状構造物の代替として活性炭を担持したハニカム体を用いることが可能である。活性炭を担持したハニカム体を高圧電源の出力を接続し、ブリーツ状にした両面半導電性濾材シートのブリーツの頂点と接触させることにより、活性炭を担持したハニカム体を通じて両面半導電性濾材シートの両面に電荷を供給することが可能となる。活性炭にはオゾン酸素分子に還元する作用を有している。そのため両面半導電性濾材シートの内部で発生させたオゾンを用いて活性炭の捕集したガス状不純物成分を効率よく酸化分解する。また同時に還元しきれずに残ったオゾンを還元することで空気清浄フィルタの下流側にオゾンを流さないようにすることが可能となる。

10

## 【 0 0 6 1 】

また、請求項 2 0 記載の空気清浄フィルタは、請求項 1 乃至 1 9 いずれかに記載の空気清浄フィルタにおいて、二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物の少なくともいずれか一つを担持することを特徴とするものである。二酸化マンガン、酸化コバルト、またはマンガンをコバルトの複合酸化物は金属元素のマンガンをコバルトの価数が変化するため酸化作用を有する。そのためガス状不純物成分の酸化触媒としてよく用いられている。そしてオゾンと接触することによってオゾンを還元すると同時にマンガンをコバルト原子自身の価数が増加する。したがって二酸化マンガン、酸化コバルト、またはマンガンをコバルトの複合酸化物はオゾンと接触することによって酸化力を得ることが可能となる。空気清浄フィルタの様々な箇所、例えば両面半導電性濾材シートや活性炭を担持したハニカム体、さらには活性炭の内部などに二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物の少なくともいずれか一つを担持して発生させたオゾンと接触させることにより二酸化マンガン、酸化コバルト、またはマンガンをコバルトの複合酸化物に酸化力を与え、ガス状不純物成分のみならず捕集した粒子をも酸化分解して無害なガスに変換することが可能となる。

20

30

## 【 0 0 6 2 】

また、請求項 2 1 記載の空気清浄フィルタは、請求項 2 0 記載の空気清浄フィルタにおいて、二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物を担持する方法として、マンガン塩水溶液、コバルト塩水溶液、もしくはマンガン塩とコバルト塩の混合水溶液を添着して酸化物が得られるように加熱することを特徴とするものである。二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物は両面半導電性濾材シートや活性炭を担持したハニカムおよび活性炭の表面および内部に均一に分散して担持されることでガス状不純物成分や粒子との接触機会が大きくなり、ガス状不純物成分や粒子を最も効率よく酸化分解することが可能となる。マンガン塩やコバルト塩の水溶液に両面半導電性濾材シートや活性炭を担持したハニカムを浸漬するなどして添着し、加熱して二酸化マンガン、酸化コバルト、もしくはマンガンをコバルトの複合酸化物が得られる温度にして酸化させることによって半導電性濾材シートや活性炭を担持したハニカムおよび活性炭の表面および内部に均一に分散して担持することが可能となる。

40

## 【 0 0 6 3 】

また、本発明の空気清浄装置は請求項 2 2 に記載したとおり、請求項 1 乃至 2 1 いずれかに記載の空気清浄フィルタの上流にイオン化手段を設けることを特徴とするものである。請求項 1 乃至 2 1 いずれかに記載の空気清浄フィルタを構成する両面半導電性濾材シートの内部には強い電場が設けられており、帯電していない粉塵も繊維の分極捕集作用を受けるため捕集されやすくなっているが、帯電した粉塵であれば繊維の分極捕集作用をより

50

強く受けることになり更に捕集されやすい。帯電した粉塵は電荷を持っているため、分極した繊維と繊維との間の隙間に設けられた電場からクーロン力を受けて繊維に引き寄せられる。帯電した粉塵には繊維の表面から離れた位置にいてもクーロン力が働くため、帯電した粉塵は無帯電でかつ分極した粉塵よりも大きな捕集作用を受ける。空気清浄フィルタの上流にイオン化手段を設けることで帯電した粉塵を空気清浄フィルタに通過させるようになり、空気清浄フィルタ単体の時と比べて更に高い捕集性能を得ることが可能となる。イオン化手段の代表的なものとして線状や棘状の放電電極と対向電極とで構成されるものが挙げられる。放電電極と対向電極との間に高い電位差を設けることでコロナ放電を起こし、放電電極近傍の空気分子をイオン化することで作られた空気イオンが粉塵に付着するという原理を用いて粉塵を帯電させることができる。

10

**【0064】**

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。ちなみにこれら実施の形態は一例を示すものであり、本発明はこれら実施の形態に限定されるものではない。

**【0065】**

(実施の形態1)

コンマ数 $\mu$ ~数十 $\mu$ mの繊維径を有する絶縁性の繊維1によって構成された濾材シートの上流面(以下シート上流面2とする)および下流面(以下シート下流面3とする)を半導電性にして両面半導電性濾材シート4とし、空気清浄フィルタ用高圧電源5を用いてシート上流面2とシート下流面3に設けた端子7にそれぞれ異なる電圧を印加した空気清浄フィルタ12の正面図を図1に、側面図を図2に、また、両面半導電性濾材シート内部(以下シート内部6とする)に存在する繊維1の分極の様子を示すために図1のA-B線における側面断面図を図3に示す。図3の繊維1は模式的な断面形状として円形状を示しているが実際には細長い繊維形状を有する。ちなみに図1にはシート下流面3が隠れているため図示していないが実際には存在する。

20

**【0066】**

シート上流面2およびシート下流面3は4級アンモニウム塩を分子の構造中に有するイオン導電性樹脂のポリマーを含む半導電性塗料を濾材シートの両面に塗布し乾燥する、もしくは通気性の高い不織布を半導電性塗料に浸漬して乾燥させたものを濾材シートの両面に貼り付けることによって半導電性が付与されている。この時乾燥温度は濾材シート、半導電性塗料による半導電性皮膜を保護するために100以下であることが好ましい。シート内部6には半導電性が与えられていないため絶縁体のままであり、電荷を通しにくい性質を有する。絶縁性の繊維1としては前述したようなガラス繊維やポリプロピレン繊維が好適である。そして空気清浄フィルタ用高圧電源5を用いて例えばシート上流面2に設けた端子7に0kV、シート下流面3に設けた端子7に2kVの電圧を印加することでシート上流面2に0kV、シート下流面3に2kVの電圧を印加する。こうすることによってシート上流面2の全体に0kVに相当する電荷を、そしてシート下流面3の全体に2kVに相当する電荷を一樣に与え、シート上流面2とシート下流面3の間、すなわちシート内部6に一樣な電場を設ける。

30

**【0067】**

シート内部6を構成する繊維1は電場の作用を受けて図3に示すように分極し、繊維1どうしの隙間に電場が形成される。通気方向8の示す空気の流れによって空気清浄フィルタ12に導入された粉塵は繊維1どうしの隙間を通過する際に電場の作用を受けて分極し、繊維1に近づいた際に繊維1表面の電荷に引き付けられて繊維1に付着するという繊維1の分極捕集作用を受けて捕集される。シート内部6に形成される電場を強いものにするために両面半導電性濾材シート4の厚さは2mm以下とすることが好ましい。ここでシート上流面2およびシート下流面3が半導電性ではなく高い導電性を有すると両面半導電性濾材シート4の厚さは2mm以下と薄いためシート上流面2とシート下流面3との間で短絡が起こり、所定の電圧を印加できなくなって電場の形成が不可能となる。

40

**【0068】**

また、シート上流面2およびシート下流面3が半導電性ではなく高い絶縁性を有すると

50

電荷が広がりにくくなるためシート上流面 2 およびシート下流面 3 の全体に一樣な電荷を設けることができない。すなわちシート上流面 2 およびシート下流面 3 を半導電性とする  
 ことで、短絡を防ぎながらシート上流面 2 およびシート下流面 3 の全体にそれぞれ一樣に  
 電荷を設ける構造となっている。シート上流面 2 およびシート下流面 3 の表面抵抗を  $10^8$   
 $\Omega$  /  $\text{cm}^2$  以上  $10^{12}$   $\Omega$  /  $\text{cm}^2$  以下とすることで適切な半導電性を持たせることが  
 できる。

【0069】

そしてシート内部 6 に電子を供給し、電子を加速して酸素分子を酸素原子に分裂させオ  
 ズンを発生させることが可能な電位差をシート上流面 2 とシート下流面 3 との間に設ける  
 。具体的にはシート上流面 2 もしくはシート下流面 3 のどちらか一方に 0 kV、残りのも  
 う一方に 3 kV 以上の電圧を印加することでシート内部 6 にオゾンを発生させることが可能  
 な電子の加速を得ることができる。また、交流成分を含む電圧を印加すると電子を一方  
 向のみでなくシート上流面 2 とシート下流面 3 の間で振幅させるように加速させることが  
 可能となるため、電子が酸素分子と衝突する機会が増え、より多くのオゾンを効率的に発  
 生させることが可能となる。具体的にはシート上流面 2 もしくはシート下流面 3 のどちら  
 か一方に 0 kV の電圧を、残りのもう一方に 3 ~ 6 kV p - p、周波数 50 ~ 1000 Hz  
 の交流電圧を印加することで効率よくオゾンを発生させることができる。

10

【0070】

また、直流成分と交流成分の両方を含んだ直交流重畳電圧を印加することによってオゾ  
 ンを効率よく発生させると同時に粉塵の捕集性能を向上させることができる。具体的には  
 シート上流面 2 もしくはシート下流面 3 のどちらか一方に 0 kV の電圧を、残りのもう一  
 方に 2 kV の直流電圧と 3 ~ 6 kV p - p、周波数 50 ~ 1000 Hz の交流電圧とを合  
 わせた直交流重畳電圧を印加する方法が挙げられる。

20

【0071】

そして、発生させたオゾンによって捕集した粉塵を酸化し、水や二酸化炭素などの無害  
 なガスに変換することが可能である。捕集した粉塵から発生する有害ガスをオゾン酸化し  
 無害なガスに浄化することが可能となる。また、発生したオゾンによって捕集した菌やカ  
 ビの細胞壁、ウイルスのスパイクやエンベロープ、アレルゲンの抗原部位を酸化して死滅  
 、無機能化することで菌、カビ、ウイルス、アレルゲンを無害化することが可能となる。  
 また、付着したガス状不純物成分をオゾンによって酸化分解することで最終的には水や二  
 酸化炭素といった無害なガスに変換することが可能となる。

30

【0072】

ガス状不純物成分は気体であるため、分子サイズの細孔を持たない両面半導電性濾材シ  
 ートではより多くのガス状不純物成分を捕集することが難しい。そこで直径が小さいもの  
 で 1 ナノメートル、大きいもので 50 ナノメートル以下といった分子サイズの細孔を有し  
 、 $300 \text{ m}^2 / \text{g}$  以上と大きな比表面積を有する吸着剤を図には示していないが両面半導  
 電性濾材シート 4 に添着することで空気中に含まれるガス状不純物成分をより多く捕集す  
 ることが可能となる。この時吸着剤はゼオライトなどの導電性を持たないものが好ましい  
 。吸着剤の有する細孔は有限であるため一定量捕集した後はガス状不純物成分を捕集す  
 ることができなくなるが、本発明の空気清浄フィルタ 12 においては、吸着剤に捕集され  
 たホルムアルデヒド、カプタン類などの有害ガス、あるいは臭気性ガスなどのガス状不純物  
 成分は発生させたオゾンと接触して酸化され、最終的には、例えば、水や二酸化炭素とい  
 った無害なガスに変換される。そのため長期間にわたってガス状不純物成分を捕集する  
 ことができる。

40

【0073】

また、通常はシート上流面 2 およびシート下流面 3 の間に 2 kV 程度の電位差を与えて  
 粉塵やガス状不純物成分を捕集し、必要に応じて定期的に 3 kV 以上の電位差を与えてオ  
 ズンを発生させ、捕集した粉塵や付着したガスを酸化分解して無害化することも可能であ  
 る。オゾンは作業環境基準値が 0.1 ppm と指定されているように一定濃度以上になると  
 人体にとって有害となるため、普段はオゾンを発生させず、必要時のみにオゾンを発生

50



させることで人体に対する有害性の低い空気清浄フィルタ 1 2 を得ることができる。また、オゾンが発生させる時に送風機などを制御して通過させる空気の量を小さくすることで空気清浄フィルタ 1 2 内のオゾン濃度を高めることができ、捕集した粉塵やガス状不純物成分の酸化分解をより効率的に行うことができ、ホルムアルデヒド、カプタン類などの有害ガス、あるいは臭気性ガスなどをオゾン酸化、浄化、脱臭浄化することとなる。

#### 【 0 0 7 4 】

(実施の形態 2)

線形状の端子 7 をシート上流面 2 およびシート下流面 3 のそれぞれに正面から見て投影的に重ならない位置に設けた空気清浄フィルタ 1 2 の正面図を図 4 に、側面図を図 5 に示す。空気清浄フィルタ用高圧電源 5 に接続された端子 7 から半導電性を有するシート上流面 2 およびシート下流面 3 に電荷が伝わるが、端子 7 から近い位置ほど電荷が伝わる速度が大きい。そのため図 4 に示すように線形状の端子 7 をシート上流面 2 およびシート下流面 3 におよそ等間隔で一様に設けることで、シート上流面 2 およびシート下流面 3 に素早くかつより一様に電荷を設けることが可能となり、より均一で強い電場をシート内部 6 に設けることができることから捕集性能をより高めることができるようになる。

#### 【 0 0 7 5 】

(実施の形態 3)

両面半導電性濾材シート 4 をブリーツ状にし、上流側に設けられたブリーツ山の頂点 9 に接触するように導電性を有する 2 次元網状構造物 1 0 を、また、下流側に設けられたブリーツ山の頂点 9 と接触するように導電性を有する別の 2 次元網状構造物 1 0 をそれぞれ設け、空気清浄フィルタ用高圧電源 5 を接続して上流側および下流側の 2 次元網状構造物 1 0 それぞれに異なる電圧を印加した空気清浄フィルタ 1 2 の斜視図を図 6 に、側面図を図 7 に示す。また、2 次元網状構造物の代わりに活性炭を担持した八ニカム体を用いた空気清浄フィルタの斜視図を図 8 に示す。ちなみに図を分かりやすくするために図 6 に示した 2 次元網状構造物 1 0 は上流側のブリーツ山の頂点 9 および下流側のブリーツ山の頂点 9 から離して描写しているが、実際には接触している。ブリーツ状にすることによって両面半導電性シート 4 の面積が増え、空気および空気中に含まれる粉塵が両面半導電性シート 4 を通過する速度、すなわち濾材通過速度を小さくすることができる。濾材通過速度が小さいほど繊維 1 の分極捕集作用が粉塵に働く時間が長くなるため粉塵は捕集されやすくなる。また、濾材通過速度が小さいほど空気の通過速度は小さくなり、フィルタの通気抵抗すなわち圧力損失を小さくすることができる。また、上流側のブリーツ山の頂点 9 は上流側に設けられた 2 次元網状構造物 1 0 と複数箇所にわたって接触し、また、下流側のブリーツ山の頂点 9 は下流側に設けられた 2 次元網状構造物 1 0 と複数箇所にわたって接触する。2 次元網状構造物とブリーツ山の頂点 9 とが接触している箇所は端子 7 と同様のものとして働くため、上流側および下流側に設けられた 2 次元網状構造物 1 0 それぞれに印加される電圧に相当する電荷がこの接触している箇所を通じてシート上流面 2 およびシート下流面 3 それぞれに供給される。そしてブリーツ山の頂点 9 は 2 次元網状構造物 1 0 と複数箇所にわたって接触していることからブリーツ山の頂点 9 のほぼ全部が端子 7 と同じ役割を果たすようになるため、ブリーツ山の頂点 9 が線状の端子 7 となってシート上流面 2 およびシート下流面 3 それぞれに一定の間隔を空けて複数設けられているのと同じ状態になっている。そのためシート上流面 2 およびシート下流面 3 により速くかつより一様に電荷を供給することが可能となっており、安定して高い捕集性能が得られるようになっている。

#### 【 0 0 7 6 】

また、図 6 および図 7 に示すように両面半導電性濾材シート 4 に電場を設けるために上流側および下流側の 2 次元網状構造物 1 0 には異なる電圧を印加して電位差を設けているため、上流側および下流側の 2 次元網状構造物 1 0 どうしが短絡しないようにする必要がある。上流側および下流側の 2 次元網状構造物 1 0 どうしの絶縁距離は両面半導電性濾材シート 4 によって形成されたブリーツ山の高さ寸法と同じであるため大きく、それにより短絡を防ぐことができる。上流側および下流側それぞれの 2 次元網状構造物に印加される

10

20

30

40

50

電圧の差、すなわち電位差によって必要な絶縁距離、すなわちブリーツ山の高さ寸法を調整する必要があるが、電位差が2 kVであればブリーツ山の高さ寸法を15 mm以上とすることが好ましい。このように両面半導電性シート4をブリーツ状にして2次元網状構造物10をブリーツ山の頂点9と接触するように設ける構造とすることによって短絡を防ぐと同時に粉塵の捕集性能を高め、圧力損失を小さくした空気清浄フィルタ12を得ることができる。ここで2次元網状構造物10は通気性を有し、かつ表面が十分な導電性を有していればその形状や材質を限定するものではない。例としては金属板に穴を設けたパンチングメタルやラス網、格子を設けるように金属線を編んだ金属メッシュ、網状に成型した導電性樹脂の成型体などが挙げられる。

【0077】

また、図8は導電性を有する2次元網状構造物10の代わりに活性炭を担持した八ニカム体17を用いた空気清浄フィルタを示している。ちなみに図を分かりやすくするために図8では八ニカム体17を上流側のブリーツ山の頂点9および下流側のブリーツ山の頂点9から離して描写しているが、実際には接触している。八ニカム体17には粉末状の活性炭が均一に担持されているため導電性を有する。そのため導電性を有する2次元網状構造物10と同様に電圧を印加することでシート上流面2とシート下流面3にも電圧を印加し、シート内部6に電場を設けることが可能である。活性炭は導電性を有すると同時に分子サイズの細孔を有するため、活性炭を担持した八ニカム体17はより多くのガス状不純物成分を捕集することが可能となる。そして発生させたオゾンが活性炭に捕集されたガス状不純物成分と接触することによってガス状不純物成分を酸化分解して無害化することが可能となる。なお、図8には八ニカム体17を両面半導電性濾材シート4の上流側および下流側の両方にそれぞれ設けているが、導電性を有する2次元網状構造物10の代わりとして八ニカム体17を両面半導電性濾材シート4の上流側のみ、もしくは下流側のみに設けても同様の効果を得ることができる。

【0078】

また、図には記載していないが、二酸化マンガ、酸化コバルト、もしくはマンガとコバルトの複合酸化物の少なくともいずれか一つを例えば両面半導電性濾材シート、2次元網状構造物、または八ニカム体に担持することによって発生させたオゾンと接触させ、二酸化マンガ、酸化コバルト、もしくはマンガとコバルトの複合酸化物に酸化力を与えることが可能となる。具体的には二酸化マンガ、酸化コバルト、もしくはマンガとコバルトの複合酸化物の粒子を両面半導電性濾材シート、2次元網状構造物、または八ニカム体に担持させる、もしくはマンガ塩水溶液、コバルト塩水溶液、もしくはマンガ塩とコバルト塩の混合水溶液を両面半導電性濾材シート、2次元網状構造物、または八ニカム体に添着した後に、酸化物が得られる温度にまで加熱する方法が挙げられる。マンガ塩、コバルト塩としては酢酸マンガ、酢酸コバルト、もしくは硝酸マンガ、硝酸コバルトなどが挙げられる。熱重量分析の結果、酢酸マンガ、酢酸コバルト、硝酸マンガ、硝酸コバルト、酢酸マンガ：酢酸コバルト=1：2（モル比）、硝酸マンガ：硝酸コバルト=1：2（モル比）の全てにおいて300以下で酸化物になることがわかった。したがってそれぞれの塩の水溶液を添着した後に300以下に加熱することによって、両面半導電性濾材シート4、2次元網状構造物10、または八ニカム体17に二酸化マンガ、酸化コバルト、もしくはマンガとコバルトの複合酸化物を均一に担持することが可能となる。担持した二酸化マンガ、酸化コバルト、もしくはマンガとコバルトの複合酸化物はオゾンと接触することによって強い酸化力を得、捕集した粉塵やガス状不純物成分を酸化分解することが可能となる。また、オゾンは活性炭や二酸化マンガ、酸化コバルト、もしくはマンガとコバルトの複合酸化物と接触することによって酸素分子に還元されるため、ある一定濃度以上では有害であるオゾンを空気清浄フィルタ12の下流側に漏らさないようにすることが可能となる。

【0079】

（実施の形態4）

両面半導電性濾材シート4をブリーツ状にし、上流側に設けられたブリーツ山の頂点9

10

20

30

40

50

に接触するように導電性を有する棒状部材 11 を 3 個、また、下流側に設けられたブリーツ山の頂点 9 と接触するように導電性を有する棒状部材 11 を上流側および下流側ともに 3 個ずつ設け、空気清浄フィルタ用高圧電源 5 を接続して上流側に設けられた棒状部材 11 および下流側に設けられた棒状部材 11 にそれぞれ異なる電圧を印加した空気清浄フィルタ 12 の斜視図を図 6 に示す。図 6 に示すように上流側および下流側に設けられた棒状部材 11 には空気清浄フィルタ用高圧電源 5 によってそれぞれ異なる電圧が印加されている。また、棒状部材 11 は上流側および下流側のブリーツ山の頂点 9 と接触しており、この接触している箇所が端子 7 と同様の役割を果たす。そのため上流側および下流側に設けられた棒状部材 11 のそれぞれに印加される電圧に相当する電荷がこの接触している箇所を通じてシート上流面 2 およびシート下流面 3 それぞれに供給される。

10

**【 0 0 8 0 】**

捕集性能を確保しながら空気清浄フィルタ 12 の圧力損失を最小限にするためには棒状部材 11 は細いものであることが好ましく、図 6 に示した空気清浄フィルタ 12 の横の開口寸法が 100 mm とした場合、例えば棒状部材の太さが 4 mm 以下であれば棒状部材 11 が上流側と下流側のどちらか片側の横の開口寸法に占める割合は 100 分の 12 以下と十分小さくすることができ、空気清浄フィルタ 12 の圧力損失を十分に小さくすることができる。また、棒状部材 11 は曲げ強度が高いため、押し付けるように設けるだけでブリーツ山の頂点 9 と確実に接触させることができ、確実に両面半導電性濾材シート 4 のシート内部 6 に電場を設けることが可能となる。ここで棒状部材 11 は強度と表面の導電性を十分に有していればその材質や形状を限定するものではない。例えば材質としては金属や、またカーボンを含有する導電性樹脂の成型物、または樹脂成型物の表面に金属めっきやカーボンなどの導電性塗料などによる導電層を設けたものなどが適用できる。また形状としては強度が確保できるのであれば円筒状、角柱状など様々な形状のものを用いることが可能である。

20

**【 0 0 8 1 】**

(実施の形態 5)

本発明の実施の形態 3 に記載された空気清浄フィルタ 12 の上流側に線状放電電極 13 および板状対向電極 14 からなるイオン化手段 15 を設けた空気清浄装置の斜視図を図 9 に示す。空気清浄フィルタ 12 の構造は実施の形態 3 に記載されたものと全く同じものである。イオン化手段 15 は線状放電電極 13 および線状放電電極 13 を挟むように設けられた板状対向電極 14 からなる。線状放電電極 13 および板状対向電極 14 はともに導電性を有し、イオン化手段用高圧電源 16 によってそれぞれ異なる電圧が印加されている。一般的には板状対向電極 14 には 0 kV が、また、線状放電電極 13 にはコロナ放電を起こして空気をイオン化できる電圧が印加される。線状放電電極 13 に印加する電圧は板状対向電極 14 との間の距離および線状放電電極 13 の径の値によって変化するが、一般的には距離が 8 mm で径が 100  $\mu$ m であれば約 3.5 ~ 5 kV 程度が好ましい。線状放電電極 13 と板状対向電極 14 との間には線状放電電極 13 に近くなるにつれて大きくなるという電場が設けられるため線状放電電極 13 の近傍には非常に大きな電場が設けられる。空気を構成する窒素や酸素などのガス分子は紫外線や放射線などによって電子とプラスの電荷を有するプラスイオンとに僅かに電離しており、空気中には電子やそれに近い質量を持った電荷を有する成分が僅かな量だけ存在している。線状放電電極近傍の強い電場によって空気中に僅かに存在する電子が加速され、他の電離していないガス分子と衝突し、ガス分子を電離させる。電離したガス分子は電子を外に出してプラスイオンとなり、外に出された電子は最初に加速された電子と同様に加速されて他のガス分子を電離させる。

30

40

**【 0 0 8 2 】**

この繰り返しによって多くのプラスイオンもしくはガス分子が電子と結合したマイナスイオンが作られ、線状放電電極 13 に印加される電圧と同じ極性のイオンは反発して周囲にある程度の速度を持って拡散し、線状放電電極 13 と異なる極性のイオンは引力を受けて線状放電電極 13 に付着してその電荷を吸い取られ、元のガス分子に戻る。このようにして線状放電電極 13 近傍からプラスイオンもしくはマイナスイオンが作られ、イオン化

50

手段 15 を通過する空気中の粉塵はイオンと結合してイオンと同極性に帯電する。帯電した粉塵はイオン化手段 15 の下流に設けられた空気清浄フィルタ 12 に導入され、両面半導電性濾材シート 4 のシート内部 6 の繊維 1 と繊維 1 の隙間を通過する際に繊維 1 の分極によってその隙間に設けられた電場からクーロン力を受けて繊維 1 の表面に移動し、捕集される。プラスに分極した繊維 1 の表面、マイナスに分極した繊維 1 の表面のどちら側に移動するかは帯電した粉塵の極性による。また、この電場によるクーロン力は繊維 1 の表面から離れた位置に帯電した粉塵が存在しても電場の方向に沿って作用するため、繊維 1 の隙間のどの位置にいてもいずれかの繊維 1 の表面に向かって引き寄せられる。そのため本発明の空気清浄フィルタ 12 の前にイオン化手段 15 を設けた空気清浄装置は粉塵の捕集性能が非常に高い。ここではイオン化手段 15 として線状放電電極 13 と板状対向電極 14 からなるものを用いたがこの形式のものに限定するものではなく、粉塵をイオン化できるものであればどのような形式のものでも好適に用いることができる。イオン化手段 15 の他の形式としては針状電極と対向電極で構成されるものが挙げられる。

#### 【実施例】

##### 【0083】

ここで、前述の本発明の実施の形態 3 および 5 に記載された空気清浄フィルタ 12 および空気清浄装置を実際に作成し、捕集性能と圧力損失の測定を行った。実施の形態 3 に記載した空気清浄フィルタ 12 として以下のものを作成した。4 級アンモニウム塩を構造中に有するイオン導電性ポリマーからなる半導電性塗料に通気性の高い不織布を浸漬して 80 の温度で乾燥させた半導電性通気シートを適度な通気性を有するガラス濾材シートの両面に貼り付けて両面半導電性濾材シート 4 とした。両面半導電性濾材シート 4 を 110 mm x 183 mm に切り出し、183 mm の寸法方向において 30 mm 強ごとに前後に交互に折り曲げた。これを 90 mm x 50 mm の開口寸法を有するプリーツ固定枠に固定して幅 90 mm、高さ 50 mm、プリーツ山どうしの間隔 16.7 mm、プリーツ山の高さ 30 mm、上流側および下流側ともにプリーツ山が 3 個分となるプリーツを得て、上流側および下流側それぞれにプリーツ山 9 の頂点に接触するように一つの格子の寸法が約 2 mm 角である金属製の 2 次元網状構造物を設けて空気清浄フィルタ 12 とした。これを実施例 1 の空気清浄フィルタ 12 とした。この時両面半導電性濾材シート 4 の表面抵抗は湿度が 25 ~ 60 % の条件で 3.0 x 10 の 9 乗 / であつた。

##### 【0084】

また、実施例 1 の空気清浄フィルタ 12 と同様だがガラス濾材シートの代わりにポリプロピレン製のメルトブローン濾材シートを用いた空気清浄フィルタ 12 を作成し、実施例 2 の空気清浄フィルタ 12 とした。比較例として、実施例 1 の空気清浄フィルタ 12 と全く同じだが、上流側および下流側に設けた 2 次元網状構造物 10 に電圧を印加せず、電位差を設けない場合の測定を行い、この結果を比較例 1 の空気清浄フィルタ 12 の結果とした。また、実施例 2 の空気清浄フィルタ 12 と全く同じだが、上流側および下流側に設けた 2 次元網状構造物 10 に電圧を印加せず、電位差を設けない場合の測定を行い、この結果を比較例 2 の空気清浄フィルタ 12 の結果とした。また、実施例 1 の空気清浄フィルタ 12 と同様だが両面に半導電性通気シートを貼り付けずにガラス濾材シートのみとした空気清浄フィルタ 12 を作成し、これを比較例 3 の空気清浄フィルタ 12 とした。また、実施例 1 の空気清浄フィルタ 12 とほぼ同様だがカーボンからなる導電性塗料に浸漬して乾燥させた導電性通気シートを半導電性通気シートの代わりにガラス濾材シートの両面に貼り付けた空気清浄フィルタ 12 を作成し、これを比較例 4 の空気清浄フィルタ 12 とした。また、実施例 1 の空気清浄フィルタ 12 の形を変え、下流側の面のみに導電性通気シートを貼り付けて上流側の面には何も貼り付けないガラス濾材シートを用い、上流側の 2 次元網状構造物をガラス濾材シートと同様のプリーツ形状にし、絶縁性の粘土状物質を用いてガラス濾材シートとおよそ一様に 2 mm 離して設けることで図 11 に示す空気清浄フィルタ 12 と同様に空気層 104 を有するものを作成し、これを比較例 5 の空気清浄フィルタ 12 とした。なお、図 11 には下流側に 2 次元網状構造物 10 が設けられておらず、また、下流側に設けた導電性シートの電圧が変化することはないため設ける必要はないが、

10

20

30

40

50

比較例 5 の空気清浄フィルタ 1 2 には測定 の条件を同一にするために実施例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 と同様の 2 次元網状構造物 1 0 が空気清浄フィルタ 1 2 の下流側に設けられている。

【 0 0 8 5 】

また、図 1 0 に示すイオン化手段 1 5 と同様であり、線径 1 0 0 μ m のタングステン線からなる長さ 9 0 m m の線状放電電極 1 3 を 5 0 m m 中に等間隔に 3 本配置し、線状放電電極 1 3 どうしの中心に位置するように幅 9 0 m m 、通気方向の寸法 1 5 m m 、高さ 1 m m の亜鉛鋼板製の板状対向電極 1 4 を通気方向に対して水平に 4 個設けたイオン化手段 1 5 を実施例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 の上流側に設けた空気清浄装置を作成し、これを実施例 1 の空気清浄装置とした。また、実施例 1 の空気清浄装置と同じイオン化手段 1 5 を実施例 2 の空気清浄フィルタ 1 2 の上流側に設けた空気清浄装置を作成し、これを実施例 2 の空気清浄装置とした。

10

【 0 0 8 6 】

これら空気清浄フィルタ 1 2 および空気清浄装置において、空気清浄フィルタ 1 2 の上流側に設けた 2 次元網状構造物に 0 k V 、下流側に設けた 2 次元網状構造物に 2 k V の電圧を印加した。ちなみに理由は後述するが、比較例 5 の空気清浄フィルタ 1 2 に関しては下流側に設けた 2 次元網状構造物に 1 . 5 k V の電圧を印加した結果を後の表 1 に示す。また、実施例 1 および実施例 2 の空気清浄装置のイオン化手段 1 5 には放電電流が約 1 . 2 μ A となるように線状放電電極 1 3 に約 3 . 8 k V を、板状対向電極 1 4 に 0 k V をそれぞれ印加して測定を行った。それぞれの空気清浄フィルタ 1 2 および空気清浄装置に流した空気流量は全て 0 . 0 8 1 m 3 / m i n ( 5 0 m m × 9 0 m m の寸法を有する空気清浄フィルタ 1 2 の開口に対して 0 . 3 m / s の通過風速となり、濾材通過速度は 8 . 3 3 c m となる) に、また、測定時の温度および湿度の条件は測定室の温湿度を制御して 2 5 6 0 % に統一した。この条件で空気清浄フィルタ 1 2 の上流側および下流側に設けた 2 次元網状構造物の間を流れる電流、すなわち漏れ電流を測定した。そしてパーティクルカウンターを用いて上流側および下流側における粒径 0 . 3 μ m 以上の粉塵個数濃度を測定することで集塵効率を算出し、同時に差圧計を用いてこの条件における圧力損失を測定した。結果を表 1 に示す。表 1 は、実施例と比較例との漏れ電流、集塵効率および圧力損失の性能比較を示す表である。

20

【 0 0 8 7 】

【表 1】

30

漏れ電流、集塵効率および圧力損失およびオゾン濃度

集塵フィルタもしくは集塵装置	名前	下流側2次元網状構造物の電圧(kV)	漏れ電流(μA)	集塵効率(%)	圧力損失(Pa)	下流側オゾン濃度(ppb)
集塵フィルタ	実施例1	2	0.3	96	30	0
集塵フィルタ	実施例1	3	18	97	30	23
集塵フィルタ	実施例1	4	32	98	30	76
集塵フィルタ	実施例2	2	0.2	84	33	—
集塵フィルタ	比較例1	0	0	44	30	—
集塵フィルタ	比較例2	0	0	46	33	—
集塵フィルタ	比較例3	2	0	46	27	—
集塵フィルタ	比較例4	短絡	短絡	短絡	29	—
集塵フィルタ	比較例5	1.5	0.1	84	30	—
集塵装置	実施例1	2	0.3	98.9	30	—
集塵装置	実施例2	2	0.2	99.9	33	—

40

【 0 0 8 8 】

比較例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 は実施例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 を測定する前の電圧を印加しない時の結果だが、実施例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 は比較例 1 の空気清浄フ

50

フィルタ 1 2 に比べて圧力損失の増大なしで集塵効率が 4 4 % から 9 6 % へと大幅に向上している。また、比較例 2 の空気清浄フィルタ 1 2 は実施例 2 の空気清浄フィルタ 1 2 を測定する前の電圧を印加しない時の結果だが、実施例 2 の空気清浄フィルタ 1 2 は比較例 2 の空気清浄フィルタ 1 2 に比べて圧力損失の増大なしで集塵効率が 4 6 % から 8 4 % へと実施例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 ほどではないが向上している。漏れ電流は実施例 1 および実施例 2 の空気清浄フィルタ 1 2 でそれぞれ 0 . 3  $\mu$  A、0 . 2  $\mu$  A となり、2 k V の電圧を印加しても十分に小さい。それに対して比較例 3 の空気清浄フィルタ 1 2 の集塵効率は 4 6 % と低く、比較例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 と比較してほとんど同じ結果となった。これは濾材シートの両面が半導電性となっていないため、濾材シートの内部に強い電場を形成することができないためと考えられる。濾材シートの両面に導電性通気シートを貼り付けた比較例 4 の空気清浄フィルタ 1 2 は電圧を印加したところ約 1 k V で短絡を起こし、濾材シートの両面に 2 k V の電位差を得ることができなかった。比較例 5 の空気清浄フィルタ 1 2 には 1 . 5 k V の電圧を印加することができたが 2 k V の電圧を印加すると短絡を起こした。1 . 5 k V の電圧を印加した時の集塵効率は 8 4 % となり比較的高い集塵性能が得られたが、短絡を起こす 2 k V よりも少し低い電圧である 1 . 5 k V ではいつ短絡が起こってもおかしくない状態といえるため、安定して高い集塵性能を得ることができない。

#### 【 0 0 8 9 】

また、実施例 1 の空気清浄装置の集塵効率は 9 8 . 9 % となり、実施例 1 の空気清浄フィルタ 1 2 に比べて更に高い集塵効率を得ることができた。また、実施例 2 の空気清浄装置の集塵効率は 9 9 . 9 % となり、実施例 2 の空気清浄フィルタ 1 2 に比べて大幅に集塵効率が向上した。これはメルトブローン濾材シートがポリプロピレン製の繊維 1 からなることが理由であると考えられる。ポリプロピレンからなる繊維 1 は一度起こった分極をなくしにくい、すなわち電荷を逃がしにくい性質を有することから、帯電した粉塵に対してより強いクーロン力を与えることが可能であるためと推測できる。これらの実際の評価により本発明の空気清浄フィルタ 1 2 および空気清浄装置は圧力損失を増大させることなく、また短絡を起こすことなく集塵性能を大幅に高めることが可能であることがわかった。

#### 【 0 0 9 0 】

また、紫外線吸光式オゾン濃度計で空気清浄フィルタ 1 2 の下流側に流れる空気中のオゾン濃度を測定したところ、表 1 に示すように実施例 1 の空気清浄フィルタの下流側に設けた 2 次元網状構造物に 2 k V の電圧を印加したときにはオゾンは全く発生していなかった。しかし 3 k V の電圧を印加したところオゾン濃度は 2 3 p p b、4 k V の電圧を印加したところ 7 6 p p b となった。このようにシート上流面 2 およびシート下流面 3 の間に 3 k V 以上の電位差を与えることで粉塵やガス状不純物成分を酸化分解することが可能なオゾンを発生させることができることがわかった。

#### 【 産業上の利用可能性 】

#### 【 0 0 9 1 】

本発明の空気清浄フィルタおよび空気清浄装置は、圧力損失の増大や電気的な短絡を生じることなく集塵性能を大幅に高めると同時に捕集した粉塵やガス状不純物成分を酸化分解するという効果を有するため、長期間にわたって低い圧力損失で高い捕集性能が求められる装置、例えば空気清浄機や給気型換気扇などに搭載する空気清浄デバイスなどにも適用できる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 9 2 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 に記載の空気清浄フィルタの正面を示す構成図

【 図 2 】 同空気清浄フィルタの側面を示す構成図

【 図 3 】 同空気清浄フィルタにおけるシート内部の分極の様子を示す図

【 図 4 】 同実施の形態 2 に記載の空気清浄フィルタの正面を示す構成図

【 図 5 】 同空気清浄フィルタの側面を示す構成図

【 図 6 】 同実施の形態 3 に記載の空気清浄フィルタを示す構成図

【図7】同空気清浄フィルタの側面を示す構成図

【図8】同実施の形態3に記載のハニカム体を有する空気清浄フィルタを示す構成図

【図9】同実施の形態4に記載の空気清浄フィルタを示す構成図

【図10】同実施の形態5に記載の空気清浄装置を示す構成図

【図11】従来技術の集塵フィルタを示す構成図

【符号の説明】

【0093】

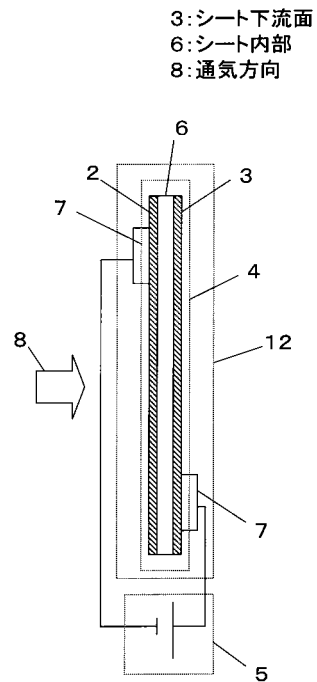
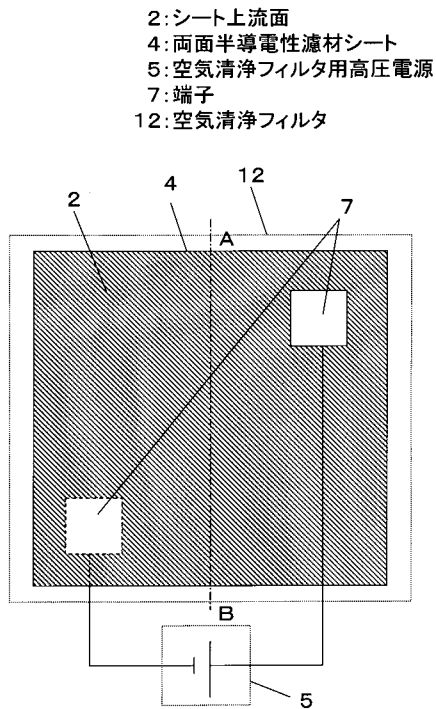
- 1 繊維
- 2 シート上流面
- 3 シート下流面
- 4 両面半導電性濾材シート
- 5 空気清浄フィルタ用高压電源
- 6 シート内部
- 7 端子
- 8 通気方向
- 9 プリーツ山の頂点
- 10 2次元網状構造物
- 11 棒状部材
- 12 空気清浄フィルタ
- 13 線状放電電極
- 14 板状対向電極
- 15 イオン化手段
- 16 イオン化手段用高压電源
- 17 ハニカム体

10

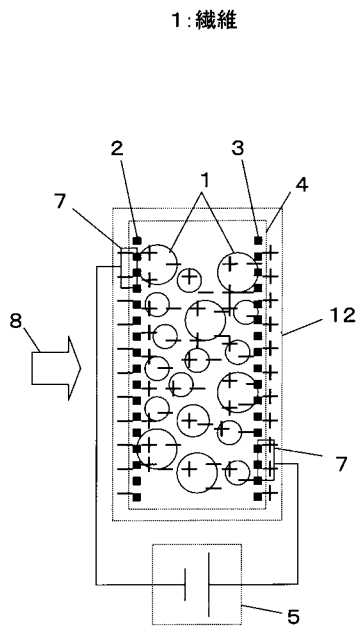
20

【図1】

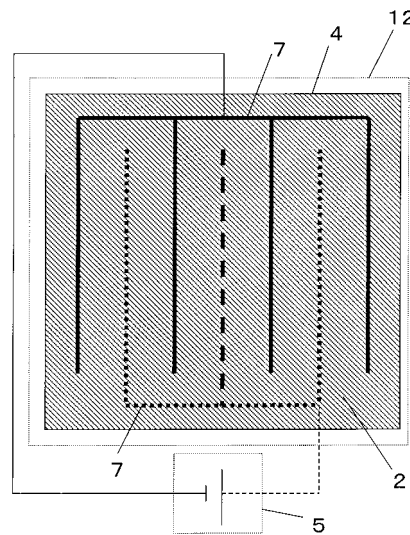
【図2】



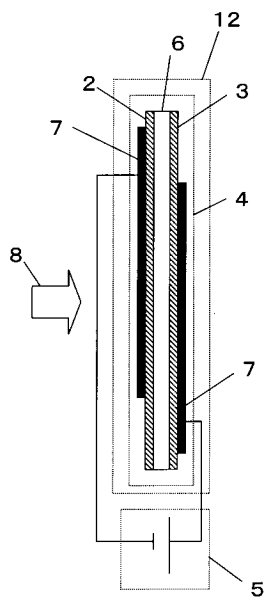
【図3】



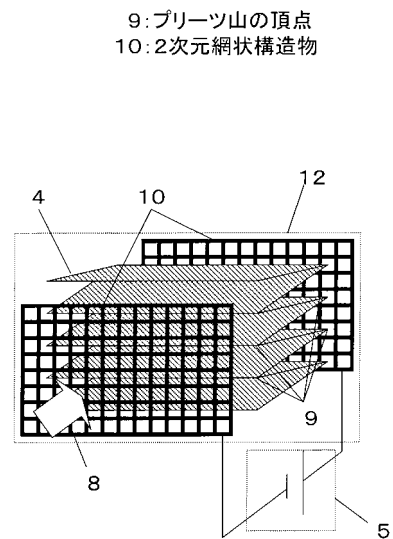
【図4】



【図5】

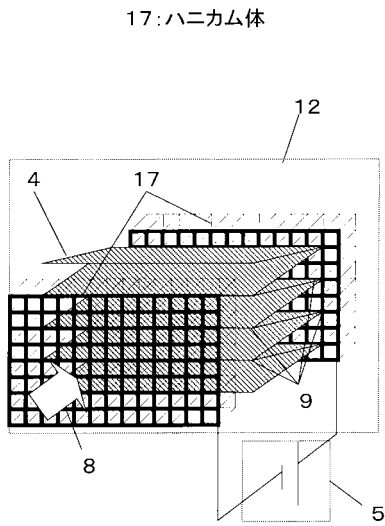


【図6】

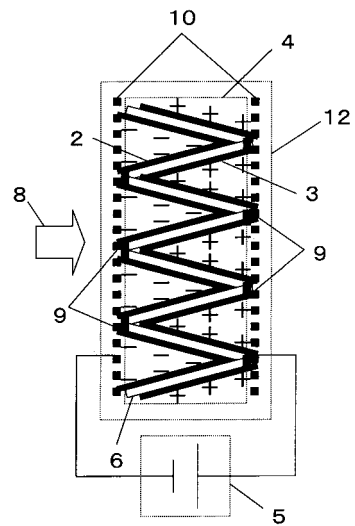




【図7】

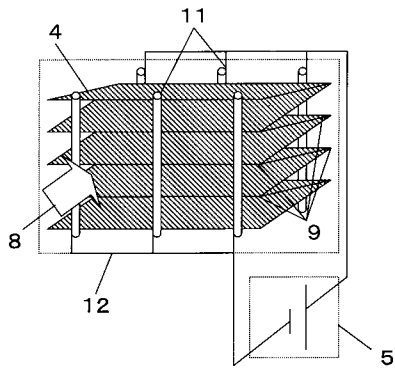


【図8】



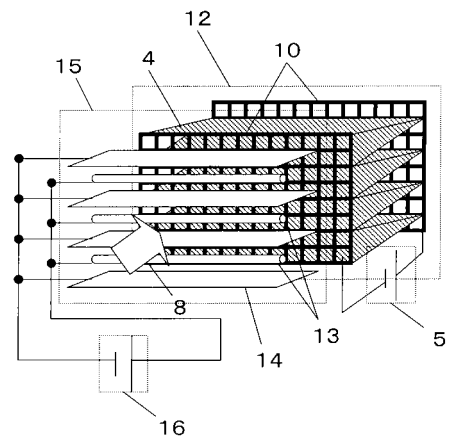
【図9】

11:棒状部材



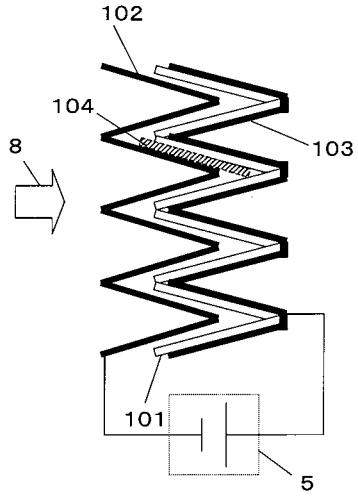
【図10】

- 13:線状放電電極
- 14:板状対向電極
- 15:イオン化手段
- 16:イオン化手段用高圧電源



【図 11】

101:濾材シート  
102:上流側電極  
103:下流側電極  
104:空気層



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
A 6 1 L	9/015	(2006.01)	A 6 1 L 9/015 Z A B
A 6 1 L	9/16	(2006.01)	A 6 1 L 9/16 D
A 6 1 L	9/01	(2006.01)	A 6 1 L 9/01 B
C 0 1 B	13/10	(2006.01)	C 0 1 B 13/10 D
C 0 1 B	13/11	(2006.01)	C 0 1 B 13/11 A
B 0 1 D	53/86	(2006.01)	B 0 1 D 53/36 B
F 2 4 F	13/28	(2006.01)	F 2 4 F 1/00 3 7 1 A

- (72)発明者 島戸 孝明  
愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番 松下エコシステムズ株式会社内
- (72)発明者 須賀 亮介  
愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番 松下エコシステムズ株式会社内
- (72)発明者 前田 将吾  
愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番 松下エコシステムズ株式会社内
- (72)発明者 岩橋 弘  
愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番 松下エコシステムズ株式会社内

審査官 三崎 仁

- (56)参考文献 特開平06-206004(JP,A)  
国際公開第01/064349(WO,A1)  
国際公開第2004/006969(WO,A1)  
特表2002-524168(JP,A)  
特開2006-187739(JP,A)  
特開平06-090995(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 3 C 3 / 0 0 - 1 1 / 0 0  
B 0 1 D 3 9 / 0 0 - 4 1 / 0 4  
B 0 1 D 4 6 / 0 0 - 4 6 / 5 4  
A 6 1 L 9 / 0 0 - 9 / 2 2  
C 0 1 B 1 3 / 1 0 - 1 3 / 1 1  
F 2 4 F 1 3 / 2 8