

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6617833号
(P6617833)

(45) 発行日 令和1年12月11日(2019.12.11)

(24) 登録日 令和1年11月22日(2019.11.22)

(51) Int. Cl.	F 1	
B03C 3/02 (2006.01)	B03C 3/02	B
B03C 3/40 (2006.01)	B03C 3/40	A
B03C 3/41 (2006.01)	B03C 3/41	C
B03C 3/45 (2006.01)	B03C 3/45	Z
B03C 3/74 (2006.01)	B03C 3/74	Z

請求項の数 20 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-523104 (P2018-523104)	(73) 特許権者	000005234
(86) (22) 出願日	平成28年6月15日 (2016.6.15)		富士電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/067782		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(87) 国際公開番号	W02017/216904	(74) 代理人	110000877
(87) 国際公開日	平成29年12月21日 (2017.12.21)		龍華国際特許業務法人
審査請求日	平成30年6月22日 (2018.6.22)	(72) 発明者	山城 啓輔
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		(72) 発明者	高野 哲美
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		審査官	田中 雅之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子状物質燃焼装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

粒子状物質含有ガス中の粒子状物質を第1の放電機構により帯電させて捕集する集塵部と、

前記第1の放電機構とは異なる第2の放電機構により生成した活性酸素と、捕集された前記粒子状物質とを反応させる燃焼部と

を備え、

前記第2の放電機構は沿面コロナ放電であり、

前記燃焼部は、

第1誘電体と、

前記第1誘電体の下面側に配置され、交流電圧が印加される第1沿面コロナ放電用電極と、

前記第1誘電体の上面側に配置され、接地電位を有する第1被接地電極と

を有し、

前記第1の放電機構はコロナ放電であり、

前記集塵部は、

前記第1被接地電極と、

前記第1被接地電極の上方に離間して設けられる第1コロナ放電用電極とを有し、

第1コロナ放電用電極は、平面形状であり、平面形状の端部の一辺において突出する複

数の突出部を有する

粒子状物質燃焼装置。

【請求項 2】

前記第 1 誘電体を上面視した場合において、前記第 1 誘電体の第 1 辺は、前記第 1 辺に最も近接する前記第 1 沿面コロナ放電用電極の第 2 辺よりも外側に突出しており、

前記第 1 沿面コロナ放電用電極は、

平面領域と、

前記平面領域に電氣的に接続し、前記上面視において前記第 1 辺と前記第 2 辺とを最短距離で結ぶ第 1 方向とは異なる方向において、前記第 2 辺から外側に延伸する延伸領域と

、
前記延伸領域に電氣的に接続し、前記上面視において前記第 1 辺よりも外側に突出する引出領域と

を有する

請求項 1 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 3】

前記延伸領域が延伸する方向と前記第 2 辺とは鋭角を成す

請求項 2 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 4】

前記第 1 被接地電極はメッシュ形状を有し、

前記第 1 被接地電極を前記第 1 誘電体に対して部分的に固定する固定部をさらに備える
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 5】

前記第 1 誘電体の上面側に配置され、前記第 1 誘電体に対向する上面に複数の開口を有する第 1 捕集箱をさらに備える

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 6】

前記第 1 被接地電極は、互いに離間されて設けられ、かつ、ワイヤにより互いに電氣的に接続された複数の個別電極を有する

請求項 1 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 7】

前記複数の個別電極の各々は、同じ大きさの正三角形の頂点の位置に配置される

請求項 6 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 8】

前記第 1 誘電体の上面側に配置され、前記第 1 誘電体に対向する上面に複数の開口を有する第 1 捕集箱をさらに備える

請求項 6 または 7 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 9】

前記複数の個別電極の各々は、前記第 1 捕集箱の前記上面にまで達して設けられる

請求項 8 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 10】

前記第 1 捕集箱に振動を与える振動発生機構をさらに備える

請求項 8 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 11】

前記複数の個別電極は、前記粒子状物質燃焼装置に導入される粒子状物質含有ガスの流れと平行な方向に延伸する直線形状の複数の平行電極、および、前記粒子状物質含有ガスの流れと直交する方向に延伸する直線形状の複数の直交電極のいずれかを含む

請求項 6 に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 12】

前記複数の個別電極は、前記複数の平行電極と前記複数の直交電極とを含む

請求項 11 に記載の粒子状物質燃焼装置。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記第1コロナ放電用電極は複数の突出部を有し、

前記複数の突出部の直下に位置するコロナ放電領域における前記複数の個別電極の密度は、前記コロナ放電領域以外における前記複数の個別電極の密度よりも高い

請求項6から12のいずれか一項に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 14】

前記第1沿面コロナ放電用電極に前記交流電圧が印加された場合における前記第1誘電体の温度は、300以下である

請求項1から13のいずれか一項に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 15】

前記第1沿面コロナ放電用電極の下面側に配置される第2誘電体と、

前記第2誘電体の下面側に配置され、接地電位を有する第2被接地電極と、

前記第2被接地電極の下方に離間して設けられる第2コロナ放電用電極と

をさらに備える

請求項1から14のいずれか一項に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 16】

前記第1コロナ放電用電極の上方に離間して配置される第3誘電体と、

前記第3誘電体の上面側に配置され、交流電圧が印加される第2沿面コロナ放電用電極と、

前記第3誘電体の下面側に配置され、接地電位を有する第3被接地電極と、

をさらに備え、

前記第1コロナ放電用電極と、前記第1被接地電極および前記第3被接地電極との間でコロナ放電が形成される

請求項1から15のいずれか一項に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 17】

前記第1コロナ放電用電極の上方に離間して配置される第3誘電体と、

前記第3誘電体の上面側に配置され、交流電圧が印加される第2沿面コロナ放電用電極と、

前記第3誘電体の下面側に配置され、接地電位を有する第3被接地電極と、

前記第2コロナ放電用電極の下方に離間して配置される第4誘電体と、

前記第4誘電体の下面側に配置され、交流電圧が印加される第3沿面コロナ放電用電極と、

前記第4誘電体の上面側に配置され、接地電位を有する第4被接地電極と、

をさらに備え、

前記第1コロナ放電用電極と、前記第1被接地電極および前記第3被接地電極との間でコロナ放電が形成され、

前記第2コロナ放電用電極と、前記第2被接地電極および前記第4被接地電極との間でコロナ放電が形成され、

前記第1沿面コロナ放電用電極と、前記第1被接地電極および前記第2被接地電極との間で沿面コロナ放電が形成され、

前記第2沿面コロナ放電用電極と、前記第3被接地電極との間で沿面コロナ放電が形成され、

前記第3沿面コロナ放電用電極と、前記第4被接地電極との間で沿面コロナ放電が形成される

請求項15に記載の粒子状物質燃焼装置。

【請求項 18】

粒子状物質含有ガス中の粒子状物質を第1の放電機構により帯電させて捕集する集塵部と、

前記第1の放電機構とは異なる第2の放電機構により生成した活性酸素と、捕集された前記粒子状物質とを反応させる燃焼部と

10

20

30

40

50

を備え、

前記第 2 の放電機構は沿面コロナ放電であり、

前記燃焼部は、

第 1 誘電体と、

前記第 1 誘電体の下面側に配置され、交流電圧が印加される第 1 沿面コロナ放電用電極と、

前記第 1 誘電体の上面側に配置され、接地電位を有する第 1 被接地電極とを有し、

前記第 1 の放電機構はコロナ放電であり、

前記集塵部は、

前記第 1 被接地電極と、

前記第 1 被接地電極の上方に離間して設けられる第 1 コロナ放電用電極とを有し、

前記第 1 誘電体を上面視した場合において、前記第 1 誘電体の第 1 辺は、前記第 1 辺に最も近接する前記第 1 沿面コロナ放電用電極の第 2 辺よりも外側に突出しており、

前記第 1 沿面コロナ放電用電極は、

平面領域と、

前記平面領域に電氣的に接続し、前記上面視において前記第 1 辺と前記第 2 辺とを最短距離で結ぶ第 1 方向とは異なる方向において、前記第 2 辺から外側に延伸する延伸領域と

、
前記延伸領域に電氣的に接続し、前記上面視において前記第 1 辺よりも外側に突出する引出領域と

を有する

粒子状物質燃焼装置。

【請求項 19】

粒子状物質含有ガス中の粒子状物質を第 1 の放電機構により帯電させて捕集する集塵部と、

前記第 1 の放電機構とは異なる第 2 の放電機構により生成した活性酸素と、捕集された前記粒子状物質とを反応させる燃焼部と

を備え、

前記第 2 の放電機構は沿面コロナ放電であり、

前記燃焼部は、

第 1 誘電体と、

前記第 1 誘電体の下面側に配置され、交流電圧が印加される第 1 沿面コロナ放電用電極と、

前記第 1 誘電体の上面側に配置され、接地電位を有する第 1 被接地電極とを有し、

前記第 1 の放電機構はコロナ放電であり、

前記集塵部は、

前記第 1 被接地電極と、

前記第 1 被接地電極の上方に離間して設けられる第 1 コロナ放電用電極とを有し、

前記第 1 誘電体の上面側に配置され、前記第 1 誘電体に対向する上面に複数の開口を有する第 1 捕集箱をさらに備える

粒子状物質燃焼装置。

【請求項 20】

粒子状物質含有ガス中の粒子状物質を第 1 の放電機構により帯電させて捕集する集塵部と、

前記第 1 の放電機構とは異なる第 2 の放電機構により生成した活性酸素と、捕集された前記粒子状物質とを反応させる燃焼部と

10

20

30

40

50

を備え、

前記第2の放電機構は沿面コロナ放電であり、

前記燃焼部は、

第1誘電体と、

前記第1誘電体の下面側に配置され、交流電圧が印加される第1沿面コロナ放電用電極と、

前記第1誘電体の上面側に配置され、接地電位を有する第1被接地電極とを有し、

前記第1の放電機構はコロナ放電であり、

前記集塵部は、

前記第1被接地電極と、

前記第1被接地電極の上方に離間して設けられる第1コロナ放電用電極とを有し、

前記第1被接地電極は、互いに離間されて設けられ、かつ、ワイヤにより互いに電氣的に接続された複数の個別電極を有する

粒子状物質燃焼装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粒子状物質燃焼装置に関する。

【0002】

従来、コロナ放電を利用して、排気ガス中の粒子状物質（Particulate Matter、以下PMと略記）を捕集していた（例えば、特許文献1および2参照）。また、PMを凝集させるべく、高周波バリア放電方式を利用することが知られている（例えば、特許文献3参照）。平板状の放電電極および誘電体を用いてプラズマを生成し、当該プラズマによりPMを浄化することも知られている（例えば、特許文献4参照）。

[先行技術文献]

[特許文献]

[特許文献1] 特許第4931602号公報

[特許文献2] 特許第4823027号公報

[特許文献3] 特許第3702230号公報

[特許文献4] 特許第4564546号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

PMを帯電させる帯電部を有するがPMを処理する処理部を設けない場合には、ブロア（blower）等のPM回収機構が必要となる。PM回収機構は集塵部の2倍程度の体積を要するので、装置が大型化する問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第1の態様においては、集塵部と、燃焼部とを備える粒子状物質燃焼装置を提供する。集塵部は、粒子状物質含有ガス中の粒子状物質を第1の放電機構により帯電させて捕集してよい。燃焼部は、第1の放電機構とは異なる第2の放電機構により活性酸素を生成してよい。燃焼部は、活性酸素と捕集された粒子状物質とを反応させてよい。

【0005】

第2の放電機構は、沿面コロナ放電であってよい。燃焼部は、第1誘電体と、第1沿面コロナ放電用電極と、第1被接地電極とを有してよい。第1沿面コロナ放電用電極は、第1誘電体の下面側に配置されてよい。第1沿面コロナ放電用電極には、交流電圧が印加されてよい。第1被接地電極は、第1誘電体の上面側に配置されてよい。第1被接地電極は、接地電位を有してよい。第1の放電機構は、コロナ放電であってよい。集塵部は、第1

10

20

30

40

50

被接地電極と、第1コロナ放電用電極とを有してよい。第1コロナ放電用電極は、第1被接地電極の上方に離間して設けられてよい。

【0006】

第1誘電体を上面視した場合において、第1誘電体の第1辺は、第1辺に最も近接する第1沿面コロナ放電用電極の第2辺よりも外側に突出してよい。第1沿面コロナ放電用電極は、平面領域と、延伸領域と、引出領域とを有してよい。延伸領域は、平面領域に電氣的に接続してよい。延伸領域は、上面視において第1辺と第2辺とを最短距離で結ぶ第1方向とは異なる方向において、第2辺から外側に延伸してよい。引出領域は、延伸領域に電氣的に接続してよい。引出領域は、上面視において第1辺よりも外側に突出してよい。

【0007】

延伸領域が延伸する方向と第2辺とは鋭角を成してよい。

【0008】

第1被接地電極は、メッシュ形状を有してよい。粒子状物質燃焼装置は、固定部をさらに備えてよい。固定部は、第1被接地電極を第1誘電体に対して部分的に固定してよい。

【0009】

粒子状物質燃焼装置は、捕集箱をさらに備えてよい。捕集箱は、第1誘電体の上面側に配置されてよい。捕集箱は、第1誘電体に対向する上面に複数の開口を有してよい。

【0010】

本発明の第2の態様において、第1被接地電極は複数の個別電極を有してよい。複数の個別電極は、互いに離間されて設けられ、かつ、ワイヤにより互いに電氣的に接続されてよい。

【0011】

複数の個別電極の各々は、同じ大きさの正三角形の頂点の位置に配置されてよい。

【0012】

複数の個別電極の各々は、捕集箱の上面にまで達して設けられてよい。

【0013】

粒子状物質燃焼装置は、振動発生機構をさらに備えてよい。振動発生機構は、捕集箱に振動を与えてよい。

【0014】

本発明の第3の態様において、複数の個別電極は、直線形状の複数の平行電極および直線形状の複数の直交電極のいずれかを含んでよい。直線形状の複数の平行電極は、粒子状物質燃焼装置に導入される粒子状物質含有ガスの流れと平行な方向に延伸してよい。直線形状の複数の直交電極は、粒子状物質含有ガスの流れと直交する方向に延伸してよい。

【0015】

複数の個別電極は、複数の平行電極と複数の直交電極とを含んでよい。

【0016】

第1コロナ放電用電極は複数の突出部を有してよい。コロナ放電領域は、複数の突出部の直下に位置してよい。コロナ放電領域における複数の個別電極の密度は、コロナ放電領域以外における複数の個別電極の密度よりも高くしてよい。

【0017】

第1沿面コロナ放電用電極に交流電圧が印加された場合における第1誘電体の温度は、300以下であってよい。

【0018】

本発明の第4の態様において、粒子状物質燃焼装置は、第2誘電体と、第2被接地電極と、第2コロナ放電用電極とをさらに備えてよい。第2誘電体は、第1沿面コロナ放電用電極の下面側に配置されてよい。第2被接地電極は、第2誘電体の下面側に配置されてよい。第2被接地電極は、接地電位を有してよい。第2コロナ放電用電極は、第2被接地電極の下方に離間して設けられてよい。

【0019】

本発明の第5の態様において、粒子状物質燃焼装置は、第3誘電体と、第2沿面コロナ

10

20

30

40

50

放電用電極と、第3被接地電極とをさらに備えてよい。第3誘電体は、第1コロナ放電用電極の上方に離間して配置されてよい。第2沿面コロナ放電用電極は、第3誘電体の上面側に配置されてよい。第2沿面コロナ放電用電極には、交流電圧が印加されてよい。第3被接地電極は、第3誘電体の下面側に配置されてよい。第3被接地電極は、接地電位を有してよい。第1コロナ放電用電極と、第1被接地電極および第3被接地電極との間でコロナ放電が形成されてよい。

【0020】

本発明の第6の態様において、粒子状物質燃焼装置は、第3誘電体と、第2沿面コロナ放電用電極と、第3被接地電極と、第4誘電体と、第3沿面コロナ放電用電極と、第4被接地電極とをさらに備えてよい。第3誘電体は、第1コロナ放電用電極の上方に離間して配置されてよい。第2沿面コロナ放電用電極は、第3誘電体の上面側に配置されてよい。第2沿面コロナ放電用電極には、交流電圧が印加されてよい。第3被接地電極は、第3誘電体の下面側に配置されてよい。第3被接地電極は、接地電位を有してよい。第4誘電体は、第2コロナ放電用電極の下方に離間して配置されてよい。第3沿面コロナ放電用電極は、第4誘電体の下面側に配置されてよい。第3沿面コロナ放電用電極には、交流電圧が印加されてよい。第4被接地電極は、第4誘電体の上面側に配置されてよい。第4被接地電極は、接地電位を有してよい。第1コロナ放電用電極と、第1被接地電極および第3被接地電極との間でコロナ放電が形成されてよい。第2コロナ放電用電極と、第2被接地電極および第4被接地電極との間でコロナ放電が形成されてよい。第1沿面コロナ放電用電極と、第1被接地電極および第2被接地電極との間で沿面コロナ放電が形成されてよい。第2沿面コロナ放電用電極と、第3被接地電極との間で沿面コロナ放電が形成されてよい。第3沿面コロナ放電用電極と、第4被接地電極との間で沿面コロナ放電が形成されてよい。

【0021】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】第1実施形態におけるPM燃焼装置100の斜視図である。

【図2】図1のA-A'断面を示す図である。

【図3】(a)~(c)は、第1コロナ放電用電極50、第1誘電体20、第1被接地電極30および第1沿面コロナ放電用電極10の位置関係を示す図である。

【図4】(a)~(c)は、沿面フラッシュオーバーを説明する図である。

【図5】第1実施形態の第1変形例を示す図である。

【図6】第1実施形態の第2変形例を示す図である。

【図7】第2実施形態におけるPM燃焼装置100のA-A'断面を示す図である。

【図8】第2実施形態における複数の個別電極32の配置を示す図である。

【図9】第2実施形態の第1変形例示す図である。

【図10】(a)~(b)は、ハンマー80により第1捕集箱70に振動を与える様子を示す図である。

【図11】(a)~(c)は、第2実施形態の第2変形例を示す図である。

【図12】第2実施形態の第3変形例を示す図である。

【図13】第3実施形態における第1被接地電極30の配置を示す図である。

【図14】第3実施形態の第1変形例を示す図である。

【図15】第3実施形態の第2変形例を示す図である。

【図16】第3実施形態の第3変形例を示す図である。

【図17】第3実施形態の第4変形例を示す図である。

【図18】第4実施形態におけるPM燃焼装置200のA-A'断面を示す図である。

【図19】第5実施形態におけるPM燃焼装置200のA-A'断面を示す図である。

【図20】第6実施形態におけるPM燃焼装置300のA-A'断面を示す図である。

【図21】第7実施形態におけるPM燃焼装置400のA-A'断面を示す図である。

【図22】第8実施形態におけるPM燃焼装置500のA-A'断面を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0024】

図1は、第1実施形態におけるPM燃焼装置100の斜視図である。PM燃焼装置は、粒子状物質燃焼装置と読み替えてもよい。X軸とY軸とは互いに直交する軸であり、Z軸はX-Y軸平面に垂直である。X、YおよびZ軸は、いわゆる右手系を成す。X、YおよびZ軸は、構成要素の相対位置を特定するに過ぎず、特定の方向を限定するものではない。本例のZ軸は、地面に垂直な方向と平行でなくてもよい。X軸に平行な方向をX方向とする。また、X軸の矢印方向を特に+X方向とし、当該矢印方向と逆方向を-X方向とする。Y軸についてのY方向、および、Z軸についてのZ方向においても、同様の方針で記載する。

10

【0025】

本例のPM燃焼装置100は、第1集塵部60を有する。第1集塵部60は、PM含有ガス90中のPMを第1の放電機構により帯電させて捕集する機能を有する。第1の放電機構は、気体に数kVの電位差を設けることにより気体を絶縁破壊させる。なお、kは10の3乗を意味するSI接頭辞である。これにより、第1の放電機構は、放電プラズマ（つまり、荷電粒子）を生成する。

20

【0026】

第1の放電機構は、PMに対して荷電粒子を衝突させることによりPMを帯電させてよい。荷電粒子は、正イオンおよび電子等の負イオンを有してよい。第1の放電機構は、グロー放電またはコロナ放電であってよい。本例において、第1の放電機構はコロナ放電である。

【0027】

第1集塵部60は、第1被接地電極30と第1コロナ放電用電極50とを有する。第1被接地電極30は、X-Y平面に略平行な平面形状であり、接地電位（GND）を有する電極である。

30

【0028】

第1被接地電極30は、複数の開口を有してよい。本例の第1被接地電極30は、メッシュ（mesh）形状を有する電極である。メッシュ形状を有する電極とは、ワイヤを編んだ電極、エキスパンドメタル、パンチングにより金属の平板が部分的に除去されたパンチングメタル、編組線（braided metal）、または、網組線（woven metal）であってよい。メッシュ形状としては、縦：横 = 1：2のピッチを有するメッシュ形状が広く普及している。本例の第1被接地電極30も、縦：横 = 3mm：6mm ~ 15mm：30mmのメッシュ形状であってよい。

【0029】

40

第1被接地電極30は、第1誘電体20の上面22側に配置される。本例の第1被接地電極30は、第1誘電体20に接する。第1被接地電極30は、固定部62により第1誘電体20に対して部分的に固定されてよい。本例の固定部62は、第1被接地電極30の四隅を第1誘電体20に対して固定する。本例の固定部62はL字金具であるが、固定部62は雄ねじであってよい。固定部62は、第1被接地電極30の縁部近傍のメッシュ開口を貫通してよい。

【0030】

第1コロナ放電用電極50は、第1被接地電極30の上方に離間して設けられる。なお、本明細書において上方または上とは、Z軸の+Z方向を意味する。また、下方または下とはZ軸の-Z方向を意味する。第1コロナ放電用電極50は、第1誘電体20の上面2

50

2側に配置される第1捕集箱70よりも上方に設けられる。第1コロナ放電用電極50と第1捕集箱70の上面72との間隙は、PM含有ガス90が通過するガス通過部95となる。

【0031】

第1コロナ放電用電極50は、X-Y平面に略平行な平面形状である。第1コロナ放電用電極50は、端部の一辺において±X方向に突出する複数の突出部52を有する。突出部52は、Y方向に沿って複数個設けられてよい。本例の突出部52は、三角形の頂点部分である。突出部52は、一般にトゲ部とも呼ばれる。

【0032】

本例の第1コロナ放電用電極50は、Y軸に平行な直線に対して線対称に配置された2つの第1コロナ放電用電極50₁および50₂を有する。本例の2つの第1コロナ放電用電極50₁および50₂は、1つのX-Y平面に配置される。2つの第1コロナ放電用電極50₁および50₂は、互いに離間し、互いの突出部52が対向するように配置される。

10

【0033】

本例のコロナ放電は、直流コロナ放電である。つまり、本例の第1コロナ放電用電極50には、直流電源58から数kVの高電圧が印加される。これにより、突出部52の周りに不均一な電界が形成されて、突出部52と第1被接地電極30との間に位置するガス通過部95においてコロナ放電が生成される。

【0034】

本例において、PMは、コロナ放電により生成された電子(e⁻) (即ち、負イオン)を得る。これにより、PMは負に帯電する。負に帯電したPMは、第1捕集箱70第1被接地電極30に引き寄せられる。

20

【0035】

本例のPM燃焼装置100は、第1捕集箱70を備える。第1捕集箱70は、第1誘電体20に対向する上面72に複数の開口74を有する。本例の第1捕集箱70は、接地電位を有する。帯電したPMは、開口74を通過して第1被接地電極30に向かう。なお、第1捕集箱70自身は接地電位を有するが、帯電したPMの大部分はイオン風に乗れ、開口74を通過して第1被接地電極30へ向かう。これにより、第1集塵部60は、第1被接地電極30近傍にPMを集塵することができる。

30

【0036】

本例の第1捕集箱70は、1つの上面72と4つの側面76を有する。第1捕集箱70は金属の箱であってよい。なお、図1においては、第1捕集箱70の内部の様子が分かるように、上面72および4つの側面76を簡略的に線で示す。第1捕集箱70は、その内部においてPM含有ガス90の風速よりも低速な風速を有する空間を提供する。例えば、PM含有ガス90の風速が20m/sである場合に、第1捕集箱70の内部の風速は1m/sとすることができる。第1捕集箱70を設けることによって、帯電したPMがPM含有ガス90の流れに乗って飛散することを防ぐことができる。これにより、安定的にPMを集塵することができる。

【0037】

本例のPM燃焼装置100は第1捕集箱70を有するが、PM含有ガス90の風速が数m/s程度の低速である場合には、PM燃焼装置100は第1捕集箱70を有さなくてもよい。これにより、第1捕集箱70を有する場合と比較してPM燃焼装置100のサイズをさらに小さくすることができる。

40

【0038】

PM含有ガス90は、空気よりも低い酸素濃度および空気よりも高い二酸化炭素濃度を有する。また、PM含有ガス90は、常温よりも高温である。PM含有ガス90は、例えばエンジンからの排気ガスであり、270℃程度の温度を有する。

【0039】

低酸素濃度、高二酸化炭素濃度および高温のPM含有ガス90に対して、コロナ放電を

50

安定して生成することができる稼働領域（電流電圧特性領域）は、正電圧よりも負電圧の方が広い。それゆえ、第1コロナ放電用電極50に負電圧を印加する方が、安定してコロナ放電を生成することができる。

【0040】

本例のPM含有ガス90は、第1コロナ放電用電極50と第1捕集箱70との間において、+Y方向に導入される。本例においては、第1コロナ放電用電極50における複数の突出部52を+Y方向に沿って配置する。これにより、複数の突出部52をX方向に沿って配置する場合と比較して、PM含有ガス90とコロナ放電との接触領域を増やすことができる。

【0041】

本例のPM燃焼装置100は、第1燃焼部40を有する。本例の第1燃焼部40は、第1の放電機構とは異なる第2の放電機構により生成した活性酸素と、第1集塵部60により捕集されたPMとを反応させる機能を有する。本例において、第2の放電機構は沿面コロナ放電である。

【0042】

なお、本明細書において、「燃焼」とは、沿面コロナ放電で生じたプラズマにより活性酸素とPM中の炭素とが反応して炭素が酸化されることを意味する。活性酸素は、固体の炭素を酸化して、気体の一酸化炭素または二酸化炭素にする。これにより、固体のPMは気体となる。気体となったPMは、最終的にはPM燃焼装置100の外に排出される。なお、本明細書の「燃焼」は、必ずしも光および熱の発生を伴うことを意味しない。

【0043】

また、本明細書において、「活性酸素」とは、炭素を酸化する酸素を意味する。本例の活性酸素は、沿面コロナ放電により生成されたオゾン(O₃)、酸素原子(O)である。ただし、活性酸素は、フリーラジカルであってもよい。また、活性酸素は、一重項酸素(¹O₂)および酸素イオン(O₂⁻)のうち一種以上を含んでもよい。

【0044】

第1燃焼部40は、第1誘電体20と、第1沿面コロナ放電用電極10と、第1被接地電極30とを有する。なお、第1燃焼部40および第1集塵部60は、第1被接地電極30を共有する。本例では、第1燃焼部40および第1集塵部60をZ方向に重ねて一体的に形成するので、第1燃焼部40および第1集塵部60をZ方向に重ねない場合よりもPM燃焼装置100のサイズを小さくすることができる。なお、第1燃焼部40および第1集塵部60をX方向に重ねて一体的に形成してよく、Y方向に重ねて一体的に形成してよい。

【0045】

勿論、本例においては、フロア等のPM回収機構を設ける場合よりもPM燃焼装置100のサイズを小さくすることができる。一例において、フロアがPM燃焼装置100の2倍程度の体積である場合には、フロアを省略することにより、PM燃焼装置100のサイズをフロアがある場合と比べて1/3にすることができる。なお、フロアを用いる場合は、回収したPMを取り出すべく定期的にメンテナンスする必要がある。しかしながら、本例においてはPMを燃焼して外部に放出するので、フロアのメンテナンスそのものが不要である点も有利である。

【0046】

第1沿面コロナ放電用電極10は、第1誘電体20の下面28側に配置される。本例の第1沿面コロナ放電用電極10は、第1誘電体20と接触させて第1誘電体20の下に位置する。第1沿面コロナ放電用電極10は、交流電源18から交流電圧が印加される。これにより、第1被接地電極30近傍に沿面コロナ放電が形成される。

【0047】

第1沿面コロナ放電用電極10は、銅 タングステン合金および銀 タングステン合金等の金属により形成されてよい。ただし、第1沿面コロナ放電用電極10の材料は、これらに限定されるものではない。第1沿面コロナ放電用電極10は、加工性の容易さを考慮

10

20

30

40

50

して1mm以下の厚みを有してよい。

【0048】

第1誘電体20は、アルミナ、窒化アルミおよび窒化珪素等の無機系の誘電体であってよい。第1誘電体20は、セラミックスであってよく、より具体的にはマイカレックス(micalex)であってよい。なお、マイカレックスとは、マイカ系マシナブルセラミックス(Mica-based Machinable Ceramics)とも呼ばれる。第1誘電体20は、後述の絶縁破壊が生じるのを回避するべく、0.3mm以上10mm未満の厚みを有してよい。

【0049】

本例の交流電源18は、数kHzから数十kHzの高周波電源である。それゆえ、第1誘電体20は、高周波誘導加熱されて温度が上昇する。第1沿面コロナ放電用電極10および第1誘電体20は、材料が異なるので熱膨張係数が異なる。ただし、本例の第1沿面コロナ放電用電極10は、第1誘電体20の内部に埋め込まれない。それゆえ、第1沿面コロナ放電用電極10および第1誘電体20が熱膨張しても、両者の熱膨張係数の差に起因して第1誘電体20が変形または破壊されることがない。本例は、係る点において、第1沿面コロナ放電用電極10を第1誘電体20中に埋め込んだ場合よりも有利である。

10

【0050】

なお、PMの燃焼は、第1沿面コロナ放電用電極10の熱によりなされるのではなく、沿面コロナ放電で生じたプラズマにより活性酸素とPM中の炭素とが反応することによりなされる。それゆえ、第1誘電体20の温度は、PM含有ガス90の温度と同じ程度であってよい。例えば、第1沿面コロナ放電用電極10に交流電圧が印加された場合における第1誘電体20の温度は、300以下である。PM含有ガス90の温度が270である場合に、第1誘電体20の温度も270であってよい。この点、本例は、第1沿面コロナ放電用電極10をニクロム(Nichrome)線により形成し、第1沿面コロナ放電用電極10自身を加熱する技術とは異なる。第1沿面コロナ放電用電極10自身を加熱する場合と比較して低温であるので、本例の第1沿面コロナ放電用電極10は加熱する場合よりも耐久性が高い。

20

【0051】

本例は、第1沿面コロナ放電用電極10上ではなく、第1被接地電極30上にPMを集塵するので、装置サイズ小型化の点で有利である。仮に、第1被接地電極30を第1誘電体20の下に配置する場合には、第1沿面コロナ放電用電極10が第1誘電体20上に位置することとなる。この場合、絶縁耐圧を確保するべく第1沿面コロナ放電用電極10と接地電位を有する第1捕集箱70との距離を十分にとる必要があるので、PM燃焼装置100のサイズが大きくなる。これに対して、本例においては、高電圧が印加される第1沿面コロナ放電用電極10を、第1誘電体20の下に配置する。したがって、第1被接地電極30を第1誘電体20の下に配置する場合よりもPM燃焼装置100のサイズを小さくすることができる。

30

【0052】

さらに、本例においては、第1沿面コロナ放電用電極10上にPMが集塵されないので、第1沿面コロナ放電用電極10をPMの汚染から防ぐ汚染対策機構が不要である。仮に、第1沿面コロナ放電用電極10上にPMが集塵される場合には、第1沿面コロナ放電用電極10への高電圧を導入する端子部(ブッシング(bushing))をエアパージする必要がある。本例においては、汚染対策機構が不要であるので、PM燃焼装置100の小型化およびコスト低下の点で有利である。

40

【0053】

図1においては、第1燃焼部40、第1集塵部60および第1捕集箱70を各々有するPM燃焼装置100を示す。ただし、PM燃焼装置100は、燃焼部、集塵部および捕集箱を複数有してもよい。燃焼部、集塵部および捕集箱を複数有する場合に、A-A'断面は、X-Z平面に平行にPM燃焼装置を切断した断面図を意味する。

【0054】

50

図2は、図1のA-A'断面を示す図である。第1被接地電極30上に形成される沿面コロナ放電領域42を点線により示す。なお、沿面コロナ放電領域42は、図面の見易さを考慮して図1においては省略されている。なお、沿面コロナ放電領域42には、上述の活性酸素が存在する。ガス通過部95から開口74を通り第1被接地電極30に向かうPMを実線の丸で示し、燃焼後のPMを点線の丸で示す。

【0055】

図3における(a)~(c)は、第1コロナ放電用電極50、第1誘電体20、第1被接地電極30および第1沿面コロナ放電用電極10の位置関係を示す図である。図3の(a)は、第1コロナ放電用電極50の上面視図を示す。図3の(b)は、第1誘電体20および第1被接地電極30の上面視図を示す。図3の(c)は、第1沿面コロナ放電用電極10の上面視図を示す。上面視とは、-Z方向において対象物を見た場合を意味する(図2参照)。

10

【0056】

図3における(a)および(b)に示す様に、第1コロナ放電用電極50-1および50-2と第1誘電体20とは、X方向およびY方向の端部が一致する。また、図3の(b)に示す様に、第1被接地電極30の端部は、第1誘電体20の端部よりも内側に位置する。本例においては、第1誘電体20を上面視した場合において、第1誘電体20の+X方向の端部を第1辺23とする。

【0057】

図3の(c)に示す様に、第1沿面コロナ放電用電極10は、平面領域12と、延伸領域14と、引出領域16とを有する。本例において、第1誘電体20を挟んで互いに対向する平面領域12の面と第1被接地電極30面とは、ほぼ同じ面積を有し、Z方向において互いにほぼ完全に重なる。

20

【0058】

本例において、平面領域12の端部のうち、第1誘電体20の第1辺23に最も近接する端部を第2辺13とする。第1誘電体20の第1辺23は、平面領域12の第2辺13よりも外側に突出する。図3の(c)において、上面視した場合に第1誘電体20の第1辺23が対応する位置を示す。本例において、上面視における第1誘電体20の第1辺23とは、第1沿面コロナ放電用電極10と同じX-Y平面に射影した第1辺23を意味する。

30

【0059】

延伸領域14は、平面領域12に電氣的に接続する。延伸領域14は、平面領域12と同じX-Y平面に位置する。延伸領域14は、上面視において、平面領域12の第1辺23と第1誘電体20の第2辺13とを最短距離で結ぶ第1方向25とは異なる方向において、平面領域12の第2辺13から外側に延伸する。本例において、第1方向25は+X方向と一致する。本例の延伸領域14は、第2辺13の+Y方向の端部から、第1辺23の-Y方向の端部(図3の(c)の点線位置)まで斜めに延伸する。これにより、延伸領域14が延伸する方向と第2辺13とは鋭角を成す。

【0060】

本例の平面領域12は長方形であるので、第2辺13はY方向と平行な直線である。ただし、他の例においては、第2辺13はY方向と平行でなくてもよい。例えば、平面領域12が台形であってよく、この場合に第2辺13はY方向と平行でない。それゆえ、第1辺23と第2辺13とを最短距離で結ぶ第1方向25は、+X方向とは異なる方向であってよい。ただし、この場合においても、延伸領域14が延伸する方向と第2辺13とは鋭角を成す。

40

【0061】

さらに、他の例においては、第2辺13は曲線を有していてもよい。この場合において、第1辺23と第2辺13とを最短距離で結ぶ第1方向25は、+X方向とは異なる方向であってよい。延伸領域14は、平面領域12との接続点における接線と垂直な方向とは異なる方向に延伸してよい。ただし、この場合においても、延伸領域14が延伸する方向

50

と第2辺13とは鋭角を成す。

【0062】

本例の引出領域16は、延伸領域14に電氣的に接続する。引出領域16は、上面視において第1誘電体20の第1辺23よりも外側に突出する。第1辺23よりも外側に突出する引出領域16は、交流電源18に電氣的に接続する。

【0063】

図4における(a)~(c)は、沿面フラッシュオーバーを説明する図である。図4の(a)は、第1被接地電極30から引出領域16までの沿面距離が最短の場合を示す図である。延伸領域14は、第1誘電体20の下に位置するので、第1誘電体20の上面22に対して背後電極となる。引出領域16には交流電源18から高電圧が印加されるので、延伸領域14の上方に位置する上面22の領域は、背後電極がない上面22の領域に比べて電界強度が強くなる。それゆえ、第1誘電体20において沿面フラッシュオーバー(creeeping flashover)が生じやすくなる。これにより、延伸領域14の上の上面22に沿って第1誘電体20の絶縁破壊が生じ得る。

10

【0064】

図4の(b)は、第1被接地電極30の一部を除去することにより、図4の(a)よりも沿面距離を長くした場合を示す図である。しかしながら、図4の(b)の例では、第1被接地電極30の設置面積が図4の(a)の例よりも小さくなるので、沿面コロナ放電領域42が減少する問題がある。

【0065】

20

図4の(c)は、本例の引出領域16を示す図である。本例は、図3の(c)と同じであり、延伸領域14が延伸する方向と第2辺13とは鋭角を成す。それゆえ、第1被接地電極30から引出領域16までの沿面距離を、図4における(a)および(b)の例よりも長くすることができる。これにより、背後電極に起因する第1誘電体20の絶縁破壊を防ぐことができる。また、図4の(b)の例のように沿面コロナ放電領域42が減少する問題もない。

【0066】

本例では、第1被接地電極30の延伸領域14側の端部(X-Y平面において、第2辺13に等しい)から、延伸領域14の第1辺23側の端部までの長さを距離Lとする。本例では、延伸領域14が引出領域16に近づくに従い、距離Lは徐々に大きくなる。図4の(c)において、距離Lは、距離L1<距離L2<距離L3の関係を満たす。

30

【0067】

図5は、第1実施形態の第1変形例を示す図である。本例は、直流電源58が第1コロナ放電用電極50に正電圧を印加する。本例は、係る点において第1実施形態と異なるが、他の点においては第1実施形態と同じである。上述の様に、第1コロナ放電用電極50に負電圧を印加する方が、電流電圧特性領域が広いので有利である。しかしながら、第1コロナ放電用電極50に正電圧を印加しても、所定の電流電圧特性領域においてはコロナ放電を安定して生成することができる場合がある。

【0068】

図6は、第1実施形態の第2変形例を示す図である。図6においては、PM燃焼装置100のY-Z平面における断面を示す。本例では、PM含有ガス90の上流側に第1コロナ放電用電極50を設けて、PM含有ガス90の下流側に第1捕集箱70および第1燃焼部40を設ける。本例は、係る点において第1実施形態と異なるが、他の点においては第1実施形態と同じである。本例においても、コロナ放電により帯電したPMは、第1捕集箱70の開口74を通過して、沿面コロナ放電領域42に達する。

40

【0069】

本例においては、第1燃焼部40と第1集塵部60とが分離して設けられるので、第1実施形態よりもPM燃焼装置100のサイズが大きくなる。ただし、ブロー等のPM回収機構を設けるよりもPM燃焼装置100のサイズを小さくすることができる。なお、第2変形例と第1変形例とを組み合わせてもよいのは勿論である。

50

【 0 0 7 0 】

第1実施形態の第3変形例として、第1燃焼部40を連続的ではなく間欠的に稼働させてもよい。本例においては、PMの堆積量に応じて沿面コロナ放電領域42の形成開始タイミングを制御する。つまり、本例では、第1集塵部60を常に稼働させることによりPMが所定形状になるまで堆積した後に、第1燃焼部40を稼働させる。これにより、常に第1燃焼部40を稼働させる場合に比べて、PM燃焼装置の消費電力を低減することができる。PM燃焼装置100は制御部を有してよく、当該制御部が第1燃焼部40および第1集塵部60の動作を制御してよい。

【 0 0 7 1 】

制御部は、沿面コロナ放電領域42の形成開始タイミングに加えて、沿面コロナ放電領域42が形成される時間長さを制御してもよい。つまり、制御部は、沿面コロナ放電領域42の有無に対応するデューティ比を制御してよい。制御部は、PMの堆積速度に応じて当該デューティ比を制御してよい。例えば、制御部は、PMの堆積速度が所定値よりも高い場合に沿面コロナ放電領域42が形成される時間をより長くし、所定値よりも低い場合に沿面コロナ放電領域42が形成される時間をより短くする。これにより、PM燃焼装置をさらに効率的に動作させることができる。

10

【 0 0 7 2 】

図7は、第2実施形態におけるPM燃焼装置100のA-A'断面を示す図である。本例の第1被接地電極30は、複数の個別電極32を有する。複数の個別電極32は、第1誘電体20の上面22上にろう付けされてよい。なお、複数の個別電極32は、ワイヤ34により互いに電氣的に接続される。本例のワイヤ34は、複数の個別電極32上に位置する。ワイヤ34は、主成分がアルミニウム等であってよい。ワイヤ34の電氣的は無視することができる。

20

【 0 0 7 3 】

ワイヤ34を介して、複数の個別電極32は接地電位となる。係る点において、第1実施形態と異なるが、他の点においては第1実施形態と同じである。それゆえ、本例と第1実施形態のおよびその変形例と組み合わせてもよい。

【 0 0 7 4 】

図8は、第2実施形態における複数の個別電極32の配置を示す図である。なお、図の見易さを考慮して、図8においてはワイヤ34を省略する。本例において複数の個別電極32の各々は、円柱形状を有する。複数の個別電極32は、互いに離間されて設けられる。つまり、複数の個別電極32自身は、互いに連結した個別電極32のみにより閉じた領域を形成しない。なお、複数の個別電極32は、ワイヤ34により接続されることにより接地電位を有する。

30

【 0 0 7 5 】

第1実施形態のように第1被接地電極30がメッシュ形状の電極である場合には、メッシュ形状の開口の中央部に、燃焼せずに残留するPMが生じる場合がある。つまり、PMの燃焼にむらが生じる場合がある。これは、メッシュ形状の開口の中央部が開口を構成する矩形の四辺から最も遠くなるので、メッシュを構成する線部分の電界と比べて中央部の電界が弱くなり、沿面コロナ放電が生成されにくいことが原因であると考えられる。

40

【 0 0 7 6 】

そこで、本例においては、隣接する任意の2つの個別電極32の距離を等しくする。本例においては、複数の個別電極32の各々を同じ大きさの正三角形36の頂点の位置に配置する。正三角形36の一辺の長さは、3mm以上15mm以下であってよい。電界は、個別電極32から放射状に広がる。それゆえ、メッシュ形状の四角形の1辺と正三角形36の1辺とが同じ長さである場合において、正三角形36の中央部の電界は、四角形の中央部の電界よりも強くすることができる。よって、本例の個別電極32の配置により、第1実施形態と比べてPMの燃焼のむらを低減することができる。

【 0 0 7 7 】

図9は、第2実施形態の第1変形例示す図である。本例において、複数の個別電極32

50

の各々は、第1誘電体20の上面22から第1捕集箱70の上面72にまで達して設けられる。本例の個別電極32は、第2実施形態よりもZ方向に長い円柱形状を有する。本例の個別電極32は、第1誘電体20にろう付けしなくてよい。複数の個別電極32の各々は、上面72に対して固定部64により物理的に固定される。固定部64は、雄ねじであってよい。本例の個別電極32は、第1捕集箱70と物理的に接触することにより、接地電位を有する。それゆえ、本例では第1捕集箱70を第1誘電体20上に配置することにより、複数の個別電極32を第1誘電体20上に配置することができる。本例は、係る点において第2実施形態と異なるが、他の点においては第2実施形態と同じである。

【0078】

本例においては、第1捕集箱70の上面72近傍にもPMが堆積する。沿面コロナ放電領域42は第1誘電体20の上面22近傍に形成されるので、第1捕集箱70の上面72近傍に堆積したPMは燃焼しにくい。本例のPM燃焼装置100は、第1捕集箱70に振動を与える振動発生機構としてのハンマー80をさらに備えてよい。振動発生機構は、第1捕集箱70に振動を与えることにより、第1捕集箱70に付着しているPMを第1誘電体20の上面22へ移動させる機能を有する。第1捕集箱70に付着しているPMとは、第1捕集箱70の側面76の内側および外側、上面72、ならびに個別電極32に付着しているPMを意味してよい。当該機能を発揮することができる範囲において、振動発生機構はハンマー80に限定されず、他の代替的な手段を用いてもよい。

【0079】

図10における(a)~(b)は、ハンマー80により第1捕集箱70に振動を与える様子を示す図である。図10の(a)は、第1捕集箱70に振動を与えることにより、第1捕集箱70の上面72近傍に堆積したPMを第1誘電体20の上面22に移動させる様子を示す図である。図10の(b)は、第1誘電体20の上面22に移動したPMが燃焼した様子を示す図である。なお、本例の振動発生機構は、上述の全ての実施形態および後述の全ての実施形態ならびにそれらの変形例に適用してもよいのは勿論である。

【0080】

図11における(a)~(c)は、第2実施形態の第2変形例を示す図である。なお、図面の見易さを考慮して、交流電源18、直流電源58および第1沿面コロナ放電用電極10を省略して示す。本例においては、第1実施形態の第3変形例と同様に、第1燃焼部40を連続的に稼働させず、間欠的に稼働させる。本例においては、第1集塵部60を常に稼働させて、PMが所定形状になるまで堆積した後に第1燃焼部40を稼働させる。つまり、本例では、沿面コロナ放電領域42の形成タイミングおよびデューティ比のいずれかまたは両方を制御する。

【0081】

図11の(a)は、第1捕集箱70の上面72近傍および第1誘電体20の上面22近傍にPMが堆積する初期の様子を示す図である。図11の(b)は、図11の(a)よりも後の時間の様子を示す図である。図11の(b)においては、PMの堆積が進行して、第1捕集箱70の上面72近傍に堆積したPMと、第1誘電体20の上面22近傍に堆積したPMとが接続して一体となる。

【0082】

図11の(c)は、図11の(b)よりも後の時間の様子を示す図である。図11の(c)においては、交流電源18の電圧を第1沿面コロナ放電用電極10に印加することにより、第1誘電体20の上面22近傍に第1沿面コロナ放電領域42を形成する。これにより、第1誘電体20の上面22近傍におけるPMの燃焼が徐々に上方に拡散し、第1捕集箱70の上面72近傍のPMも燃焼する。図11の(c)において、燃焼したPMを点線により示す。本例では、第1捕集箱70の上面72に堆積したPMも確実に燃焼させることができる。

【0083】

本例のPM燃焼装置100は、第1コロナ放電用電極50への電圧およびPM含有ガス90の単位時間当たりの流量(m^3/sec)に応じて、第1捕集箱70の上面72近傍

10

20

30

40

50

に堆積したPMと、第1誘電体20の上面22近傍に堆積したPMとが接続して一体となる時間を示すタイムテーブルを有してもよい。PM燃焼装置100は、上述の電圧および流量に対応する所定時刻に、沿面コロナ放電領域42を形成してよい。図11における(a)、(b)および(c)の一連の工程は、繰り返し行われてもよい。PM燃焼装置100は、制御部を有してよく、当該制御部が間欠的に沿面コロナ放電領域42を形成するタイミングを制御してよい。

【0084】

図12は、第2実施形態の第3変形例を示す図である。なお、図面の見易さを考慮して、図12においてはワイヤ34を省略するが、各個別電極32はワイヤ34を介して電気的に接続される。本例においては、コロナ放電領域54における複数の個別電極32の密度は、コロナ放電領域54以外における複数の個別電極32の密度よりも高い。本例において、コロナ放電領域54とは、第1コロナ放電用電極50における複数の突出部52の直下に位置する第1被接地電極30の領域を意味する。

10

【0085】

コロナ放電領域54における複数の個別電極32が構成する最小の正三角形37の大きさは、コロナ放電領域54以外の領域における複数の個別電極32が構成する最小の正三角形36の大きさよりも小さい。コロナ放電領域54においては、他の領域よりもPMが堆積しやすい。そこで、コロナ放電領域54において複数の個別電極32を密に配置することによりPMの燃焼を促進することができる。本例は、係る点において第2実施形態と異なるが、他の点においては第2実施形態と同じである。

20

【0086】

なお、本例の更なる変形例として、PM含有ガス90の下流における複数の個別電極32の密度を、PM含有ガス90の上流における複数の個別電極32の密度よりも高くしてもよい。ガス通過部95を通るにつれて、コロナ放電により帯電するPMの数は増加する。それゆえ、下流における複数の個別電極32の密度を高くすることにより、より効率的にPMを燃焼することができる。

【0087】

図13は、第3実施形態における第1被接地電極30の配置を示す図である。本例の第1被接地電極30も、複数の個別電極32を有する。本例における複数の個別電極32は、複数の平行電極38を含む。複数の平行電極38は、PM燃焼装置100に導入されるPM含有ガス90の流れと平行な方向に延伸する直線形状を有する。本例においては、平行電極38の延伸方向とPM含有ガス90の流れとが平行であるので、ガス通過部95における圧力損失を低減することができる。本例は、係る点において第2実施形態と異なるが、他の点においては第2実施形態と同じである。例えば、ワイヤ34により複数の平行電極38に接地電位が印加される点は同じである。それゆえ、本例と第1実施形態、第2実施形態およびそれらの変形例と組み合わせてもよい。

30

【0088】

図14は、第3実施形態の第1変形例を示す図である。本例の複数の個別電極32は、複数の直交電極39を含む。複数の直交電極39は、PM含有ガス90の流れと直交する方向に延伸する直線形状を有する。本例の直交電極39は、PM含有ガス90の流れと直交する。本例は、PM含有ガス90中のPM濃度が図13の例よりも高く、かつ、ガス通過部95における圧力損失が問題にならない場合において、特に有効である。

40

【0089】

なお、本例の更なる変形例として、PM含有ガス90の下流における複数の直交電極39の密度を、PM含有ガス90の上流における複数の直交電極39の密度よりも高くしてもよい。ガス通過部95を通るにつれて、コロナ放電により帯電するPMの数は増加する。それゆえ、下流における複数の直交電極39の密度を高くすることにより、より効率的にPMを燃焼することができる。

【0090】

図15は、第3実施形態の第2変形例を示す図である。本例における複数の個別電極3

50

2は、複数の平行電極38と複数の直交電極39とを含む。本例においては、第1被接地電極30のうちX方向の半分は複数の平行電極38を有し、他の半分は複数の直交電極39を有する。

【0091】

図16は、第3実施形態の第3変形例を示す図である。本例において、コロナ放電領域54における複数の平行電極38の密度は、コロナ放電領域54以外における複数の平行電極38の密度よりも高い。本例においても上述の様に、コロナ放電領域54において複数の平行電極38を密に配置することによりPMの燃焼を促進することができる。

【0092】

図17は、第3実施形態の第4変形例を示す図である。なお、図面の見易さを考慮して、図17においてはワイヤ34を省略するが、各個別電極32はワイヤ34により接続されて接地電位を有する。本例において、コロナ放電領域54における複数の直交電極39の密度は、コロナ放電領域54以外における複数の直交電極39の密度よりも高い。本例においても上述の様に、コロナ放電領域54において複数の直交電極39を密に配置することによりPMの燃焼を促進することができる。

10

【0093】

図18は、第4実施形態におけるPM燃焼装置200のA-A'断面を示す図である。第1実施形態およびその全ての変形例は、本例に適用されてよい。本例のPM燃焼装置200は、第2誘電体120と、第2被接地電極130と、第2コロナ放電用電極150と、直流電源158と、第2捕集箱170とをさらに備える。PM燃焼装置200は、第2

20

【0094】

第2捕集箱170の機能は、第1捕集箱70と同じである。第2捕集箱170は、第1捕集箱70を上下逆にして第2誘電体120下に配置される。第2捕集箱170は、下面172と第1捕集箱70と同様の4つの側面176とを有する。第2捕集箱170の下面172は、複数の開口174を有する。

【0095】

第1沿面コロナ放電用電極10と、第2誘電体120と、第2被接地電極130とは、第2燃焼部140を構成する。第2誘電体120は、第1沿面コロナ放電用電極10の下面側に配置される。本例の第2誘電体120は、第1沿面コロナ放電用電極10と接触して第1沿面コロナ放電用電極10の下に位置する。第2被接地電極130は、第2誘電体120の下面側に配置される。第2被接地電極130は、接地電位を有する。第2燃焼部140の機能は、第1燃焼部40と同じである。沿面コロナ放電領域142は、第2誘電体120の下面近傍に形成される。第2燃焼部140と第1燃焼部40とにおいて、第1沿面コロナ放電用電極10は共通である。これにより、第1沿面コロナ放電用電極10と、第1被接地電極30および第2被接地電極130との間で沿面コロナ放電が形成される。本例においては、第2燃焼部140を第1燃焼部40の下に重ねることにより、PM含有ガス90の燃焼空間を第1実施例よりも拡大することができる。

30

【0096】

なお、仮に、第1被接地電極30を第1誘電体20および第2誘電体120で挟む場合には、第1沿面コロナ放電用電極10が第1誘電体20および第2誘電体120の外に露出する。この場合、絶縁耐圧を確保するべく第1沿面コロナ放電用電極10と接地電位の第1捕集箱70との距離を十分にとる必要があるため、PM燃焼装置200のサイズが大きくなる。これに対して、本例においては、高電圧が印加される第1沿面コロナ放電用電極10を、第1誘電体20および第2誘電体120で挟む。したがって、第1被接地電極30を第1誘電体20および第2誘電体120で挟む場合よりもPM燃焼装置200のサイズを小さくすることができる。

40

【0097】

第2コロナ放電用電極150と、第2被接地電極130とは、第2集塵部160を構成

50

する。第2コロナ放電用電極150は、複数の突出部152を有する。第2集塵部160の機能は、第1集塵部60と同じである。第2集塵部160と第2燃焼部140とにおいて、第2被接地電極130は共通である。本例においては、第1集塵部60に加えて第2集塵部160をZ方向に重ねることにより、PM含有ガス90の集塵空間を第1実施例よりも拡大することができる。なお、本例は、第1燃焼部40および第2燃焼部140ならびに第1集塵部60および第2集塵部160をZ方向に重ねた2段構成の例であるが、3段以上の構成としてもよい。なお、第1燃焼部40および第2燃焼部140ならびに第1集塵部60および第2集塵部160は、X方向に2段以上重ねてよく、Y方向に2段以上重ねてもよい。

【0098】

図19は、第5実施形態におけるPM燃焼装置200のA-A'断面を示す図である。第2実施形態、第3実施形態、第4実施形態およびそれらの全ての変形例は、本例に適用されてよい。第4実施形態と同様に、PM含有ガス90の燃焼空間および集塵空間を第2実施形態および第3実施形態よりも拡大することができる。本例において、第2被接地電極130は、複数の個別電極132を有する。

【0099】

図20は、第6実施形態におけるPM燃焼装置300のA-A'断面を示す図である。本例は、第2燃焼部140および第2集塵部160に代えて、第3燃焼部240および第3集塵部260を有する点で、第5実施形態と異なる。なお、第1被接地電極30および第3被接地電極230が個別電極32および個別電極232を有するのではなく、第1実施形態に記載のメッシュ形状としてもよい。それゆえ、第1実施形態、第2実施形態、第3実施形態およびこれらの変形例を本例に適用してもよい。

【0100】

本例の第3燃焼部240は、第2沿面コロナ放電用電極210と、第3誘電体220と、第3被接地電極230とを有する。本例の第3誘電体220は、第1コロナ放電用電極50の上方に離間して配置される。本例の第2沿面コロナ放電用電極210は第3誘電体220の上面側に配置され、第3被接地電極230は第3誘電体220の下面側に配置される。第2沿面コロナ放電用電極210と、第3被接地電極230との間で沿面コロナ放電が形成される。本例では、沿面コロナ放電領域242が、第3誘電体220の下面近傍に形成される。交流電源218は、第2沿面コロナ放電用電極210に交流電圧を印加する。なお、交流電源18と交流電源218とは、まとめて1つの交流電源としてもよい。第3被接地電極230は、接地電位を有する。

【0101】

本例の第3集塵部260は、第1コロナ放電用電極50と第3被接地電極230とを有する。本例においては、第1集塵部60および第3集塵部260が、第1コロナ放電用電極50を共有する。本例において、第1コロナ放電用電極50と、第1被接地電極30および第3被接地電極230との間でコロナ放電が形成される。本例においては、PM燃焼装置300の最上面には第2沿面コロナ放電用電極210が位置し、PM燃焼装置300の最下面には第1沿面コロナ放電用電極10が位置する。

【0102】

また、PM燃焼装置300は、第1コロナ放電用電極50と第3誘電体220との間に第3捕集箱270を有する。第3捕集箱270の機能は、第1捕集箱70および第2捕集箱170と同じである。第3捕集箱270は、下面272、下面272に設けられた開口274、および、側面276を有する。PM燃焼装置300は、第1コロナ放電用電極50と第3捕集箱270の下面272との間にガス通過部295を有する。

【0103】

図21は、第7実施形態におけるPM燃焼装置400のA-A'断面を示す図である。本例は、第6実施形態に第2燃焼部140および第2集塵部160を追加した例である。なお、第1被接地電極30、第2被接地電極130および第3被接地電極230を、第2実施形態に記載の複数の個別電極ではなく、第1実施形態に記載のメッシュ形状としても

10

20

30

40

50

よい。それゆえ、第1実施形態、第2実施形態、第3実施形態およびこれらの変形例を本例に適用してもよい。

【0104】

本例において、第1集塵部60および第3集塵部260は、第1コロナ放電用電極50を共有する。また、第1燃焼部40および第2燃焼部140は、第1沿面コロナ放電用電極10を共有する。本例において、燃焼部および集塵部のセットをZ方向において互いに逆向きに3セット隣接して配置する。これにより、互いに隣接する1セットは、沿面コロナ放電用電極またはコロナ放電用電極を共有することができる。それゆえ、PM燃焼装置400に用いる部品点数を低減することができ、かつ、燃焼部および集塵部の1セットを限られた空間により多く配置することができる。なお、燃焼部および集塵部のセットをX

10

【0105】

図22は、第8実施形態におけるPM燃焼装置500のA-A'断面を示す図である。本例は、第4燃焼部340および第4集塵部360をさらに有する点で、第7実施形態と異なる。なお、第1被接地電極30、第2被接地電極130、第3被接地電極230および第4被接地電極330が個別電極32、個別電極132、個別電極232および個別電極332を有するのではなく、第1実施形態に記載のメッシュ形状としてもよい。それゆえ、第1実施形態、第2実施形態、第3実施形態およびこれらの変形例を本例に適用してもよい。

20

【0106】

本例の第4燃焼部340は、第3沿面コロナ放電用電極310と、第4誘電体320と、第4被接地電極330とを有する。本例の第4誘電体320は、第2コロナ放電用電極150の下方に離間して配置される。本例の第3沿面コロナ放電用電極310は第4誘電体320の下面側に配置され、第4被接地電極330は第4誘電体320の上面側に配置される。第3沿面コロナ放電用電極310と、第4被接地電極330との間で沿面コロナ放電が形成される。本例では、沿面コロナ放電領域342が、第4誘電体320の上面近傍に形成される。交流電源318は、第3沿面コロナ放電用電極310に交流電圧を印加する。なお、交流電源18と交流電源218と交流電源318とは、まとめて1つの交流電源としてもよい。第4被接地電極330は、接地電位を有する。

30

【0107】

本例の第4集塵部360は、第2コロナ放電用電極150と第4被接地電極330とを有する。本例において、第2集塵部160および第4集塵部360が、第2コロナ放電用電極150を共有する。本例において、第2コロナ放電用電極150と、第2被接地電極130および第4被接地電極330との間でコロナ放電が形成される。本例においては、PM燃焼装置500の最上面には第2沿面コロナ放電用電極210が位置し、PM燃焼装置500の最下面には第3沿面コロナ放電用電極310が位置する。

【0108】

本例においても、沿面コロナ放電用電極またはコロナ放電用電極を共有することができるので、PM燃焼装置500に用いる部品点数を低減することができ、かつ、燃焼部および集塵部の1セットを限られた空間により多く配置することができる。なお、本例において、第3燃焼部240および第3集塵部260を省略して、燃焼部および集塵部のセットを3セット有してもよい。また、他の例においては、燃焼部および集塵部のセットを5セット以上有してもよい。例えば、 $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ ($= 1\text{ m}^3$)の空間にPM燃焼装置500を設ける場合、燃焼部および集塵部のセットをZ方向に10セット積層させる。なお、燃焼部および集塵部のセットをX方向に10セット積層してよく、Y方向に10セット積層してもよい。

40

【0109】

また、PM燃焼装置500は、第2コロナ放電用電極150と第4誘電体320との間に第4捕集箱370を有する。第4捕集箱370の機能は、第1捕集箱70、第2捕集箱

50

170および第3捕集箱270と同じである。第4捕集箱370は、上面372、上面372に設けられた開口374、および、側面376を有する。PM燃焼装置500は、第2コロナ放電用電極150と第4捕集箱370の上面372との間にガス通過部395を有する。

【0110】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

【0111】

請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順序で実施することが必須であることを意味するものではない。

【符号の説明】

【0112】

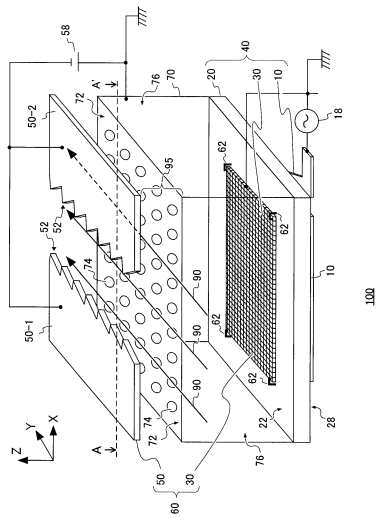
10・・・第1沿面コロナ放電用電極、12・・・平面領域、13・・・第2辺、14・・・延伸領域、16・・・引出領域、18・・・交流電源、20・・・第1誘電体、22・・・上面、23・・・第1辺、25・・・第1方向、28・・・下面、30・・・第1被接地電極、32・・・個別電極、34・・・ワイヤ、36・・・正三角形、37・・・正三角形、38・・・平行電極、39・・・直交電極、40・・・第1燃焼部、42・・・沿面コロナ放電領域、50・・・第1コロナ放電用電極、52・・・突出部、54・・・コロナ放電領域、58・・・直流電源、60・・・第1集塵部、62・・・固定部、64・・・固定部、70・・・第1捕集箱、72・・・上面、74・・・開口、76・・・側面、80・・・ハンマー、90・・・PM含有ガス、95・・・ガス通過部、100・・・PM燃焼装置、120・・・第2誘電体、130・・・第2被接地電極、132・・・個別電極、140・・・第2燃焼部、142・・・沿面コロナ放電領域、150・・・第2コロナ放電用電極、152・・・突出部、158・・・直流電源、160・・・第2集塵部、170・・・第2捕集箱、172・・・下面、174・・・開口、176・・・側面、195・・・ガス通過部、200・・・PM燃焼装置、210・・・第2沿面コロナ放電用電極、218・・・交流電源、220・・・第3誘電体、230・・・第3被接地電極、232・・・個別電極、240・・・第3燃焼部、242・・・沿面コロナ放電領域、260・・・第3集塵部、270・・・第3捕集箱、272・・・下面、274・・・開口、276・・・側面、295・・・ガス通過部、300・・・PM燃焼装置、310・・・第3沿面コロナ放電用電極、318・・・交流電源、320・・・第4誘電体、330・・・第4被接地電極、332・・・個別電極、340・・・第4燃焼部、342・・・沿面コロナ放電領域、360・・・第4集塵部、370・・・第4捕集箱、372・・・上面、374・・・開口、376・・・側面、395・・・ガス通過部、400・・・PM燃焼装置、500・・・PM燃焼装置

10

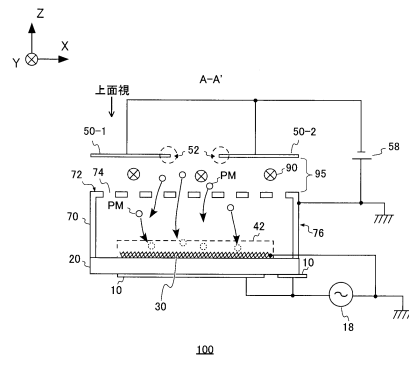
20

30

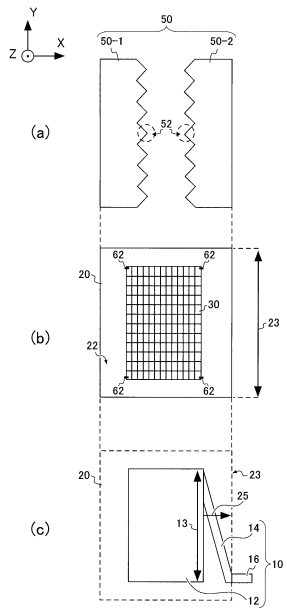
【 図 1 】



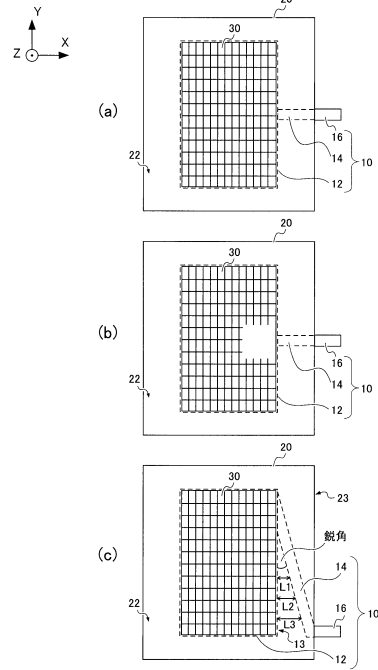
【 図 2 】



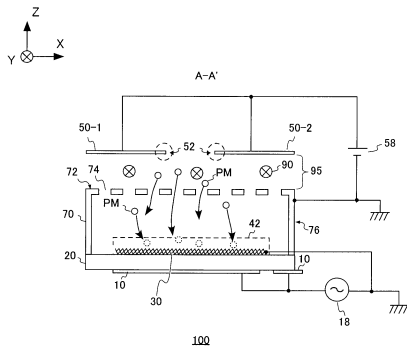
【 図 3 】



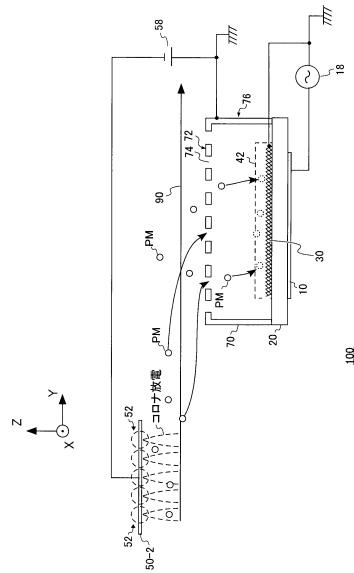
【 図 4 】



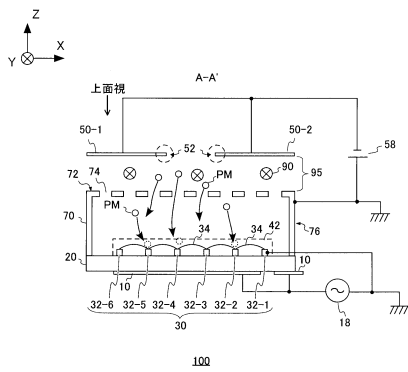
【図5】



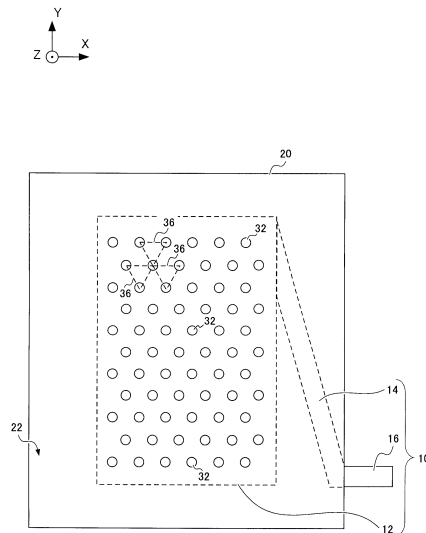
【図6】



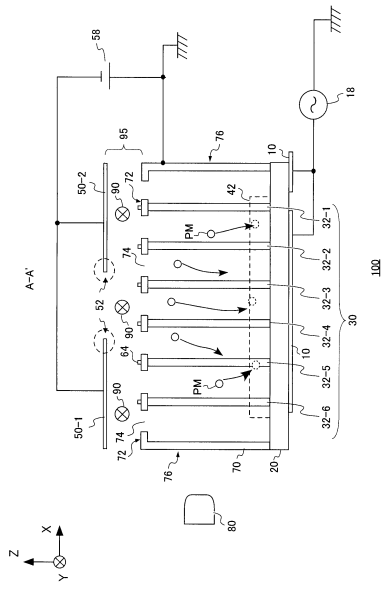
【図7】



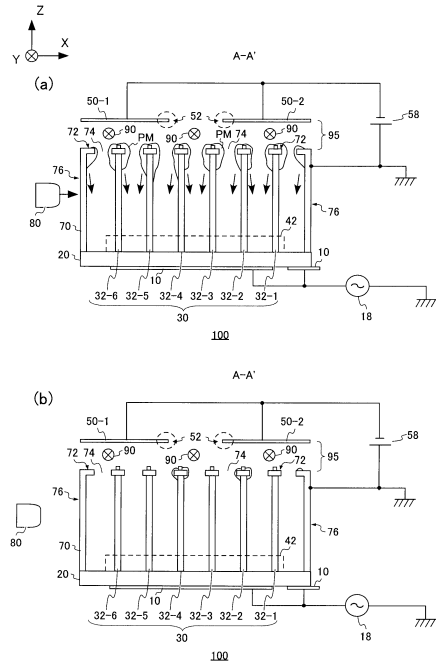
【図8】



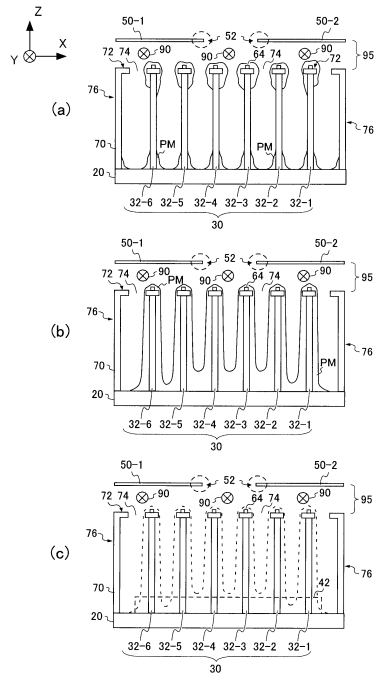
【 図 9 】



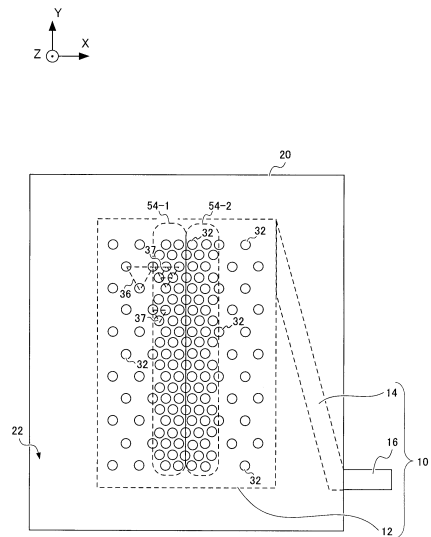
【 図 10 】



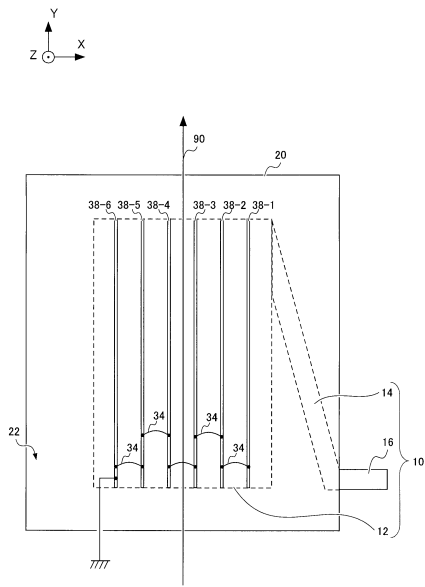
【 図 11 】



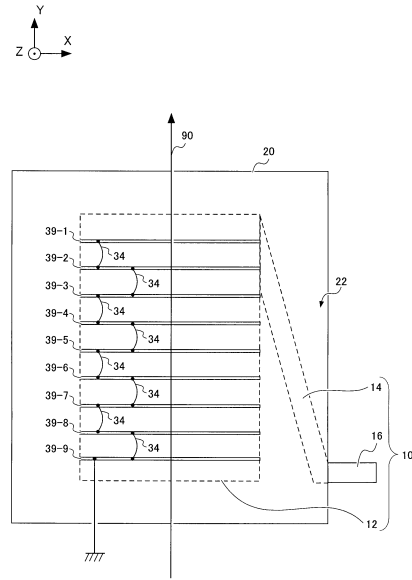
【 図 12 】



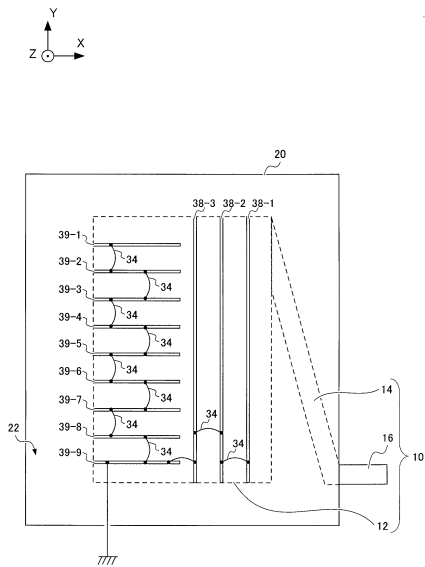
【図 13】



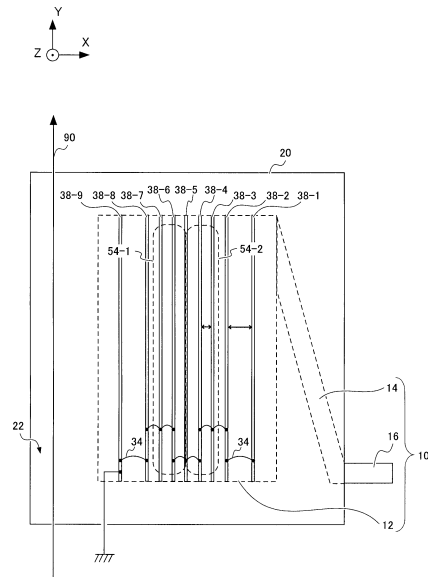
【図 14】



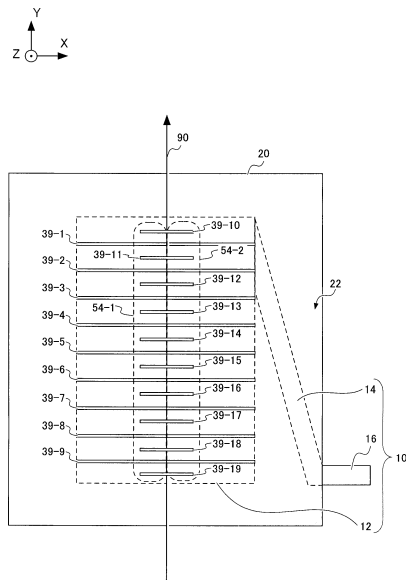
【図 15】



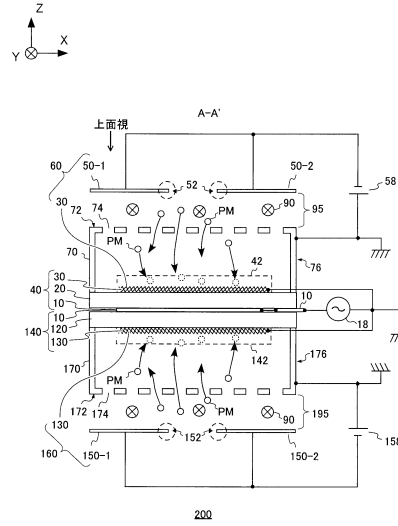
【図 16】



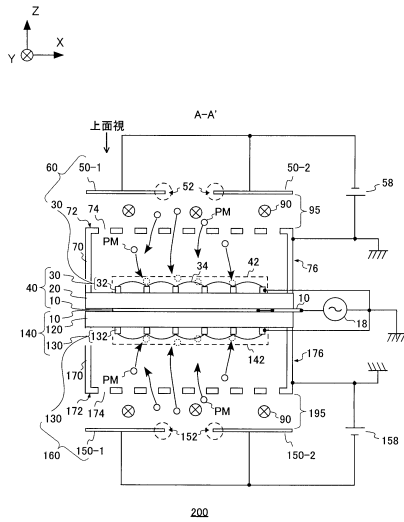
【図 17】



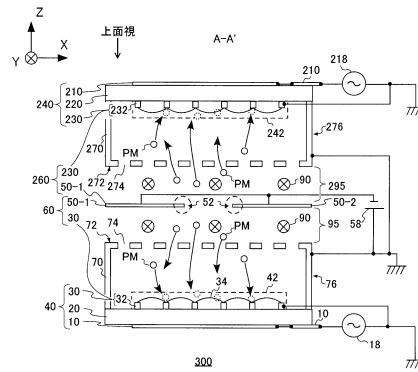
【図 18】



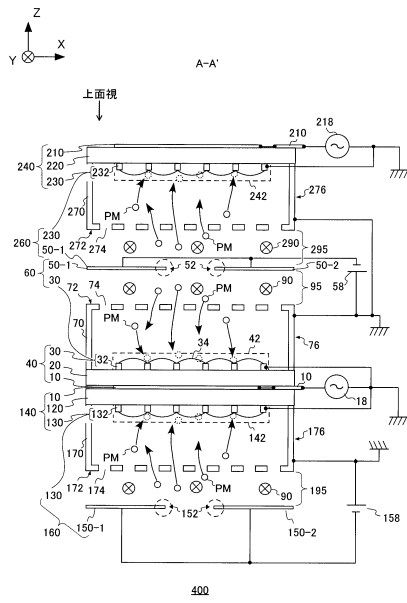
【図 19】



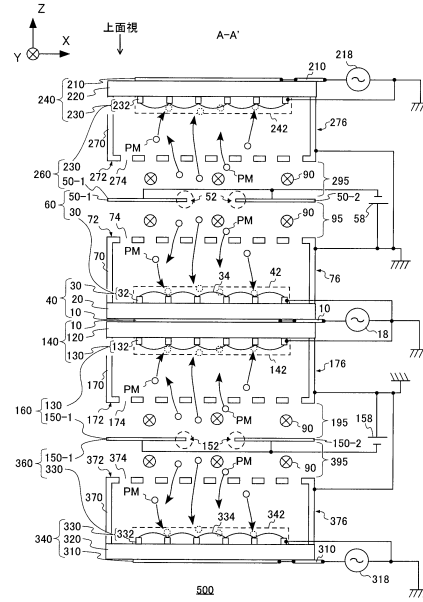
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
B 0 3 C	3/76	(2006.01)	B 0 3 C	3/76	
F 0 1 N	3/023	(2006.01)	F 0 1 N	3/023	E
F 0 1 N	3/01	(2006.01)	F 0 1 N	3/01	
F 0 1 N	3/08	(2006.01)	F 0 1 N	3/08	C

(56) 参考文献 国際公開第 2 0 0 8 / 0 6 2 5 5 4 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 2 - 1 7 0 8 6 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 2 6 1 7 1 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 3 2 0 8 9 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 1 6 7 1 9 0 (J P , A)
 中国実用新案第 2 0 4 0 8 2 2 6 7 (C N , U)
 特開 2 0 0 4 - 2 9 3 4 1 6 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 3 2 7 9 4 1 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 0 3 C 3 / 0 0 - 1 1 / 0 0
 F 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 3 8
 F 0 1 N 9 / 0 0 - 1 1 / 0 0