

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-179328  
(P2020-179328A)

(43) 公開日 令和2年11月5日(2020.11.5)

(51) Int. Cl.	F 1			テーマコード (参考)	
<b>B03C 3/40 (2006.01)</b>	B03C	3/40	A	4D054	
<b>B03C 3/41 (2006.01)</b>	B03C	3/41	B		
<b>B03C 3/68 (2006.01)</b>	B03C	3/68	Z		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2019-82948 (P2019-82948)  
(22) 出願日 平成31年4月24日 (2019. 4. 24)

(71) 出願人 315016723  
三菱パワー環境ソリューション株式会社  
神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番8号  
(74) 代理人 100112737  
弁理士 藤田 考晴  
(74) 代理人 100140914  
弁理士 三苫 貴織  
(74) 代理人 100136168  
弁理士 川上 美紀  
(74) 代理人 100172524  
弁理士 長田 大輔  
(72) 発明者 富松 一隆  
神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番8号  
三菱日立パワーシステムズ環境ソリューション株式会社内

最終頁に続く

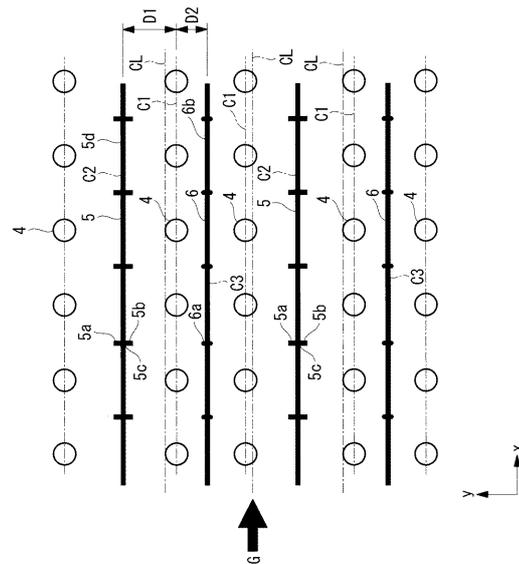
(54) 【発明の名称】 電気集塵装置

(57) 【要約】

【課題】 コロナ放電部を有さない放電極に対向する集塵極であっても有効に集塵することができる電気集塵装置を提供する。

【解決手段】 本体部5cと、該本体部5cから突出するコロナ放電用の第1コロナ放電部5aを有する第1放電極5と、突起部が形成されない面を有する第2放電極6と、第1放電極5及び第2放電極6の間に位置し、第1放電極5側は第1コロナ放電部5aに対向している集塵極4とを備え、集塵極4は、第1放電極5と第2放電極6との間の中央位置CLよりも第1放電極5から遠ざかる方向に位置されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

本体部と、該本体部から突出するコロナ放電用の第 1 コロナ放電部を有する第 1 放電極と、

突起部が形成されない面を有する第 2 放電極と、

前記第 1 放電極及び前記第 2 放電極の間に位置し、前記第 1 放電極側は前記第 1 コロナ放電部に対向している集塵極と、

を備え、

前記集塵極は、前記第 1 放電極と前記第 2 放電極との間の中央位置よりも前記第 1 放電極から遠ざかる方向に位置されている電気集塵装置。

10

## 【請求項 2】

前記第 1 放電極と前記集塵極との間の距離を  $D_1$ 、前記第 2 放電極と前記集塵極との間の距離を  $D_2$  とした場合、

$$1.1 \quad D_1 / D_2 \quad 2.0$$

とされている請求項 1 に記載の電気集塵装置。

## 【請求項 3】

前記集塵極は、一方向に沿って配列され、

前記  $D_1$  は、前記第 1 放電極と前記集塵極の配列位置との間の距離であり、

前記  $D_2$  は、前記第 2 放電極と前記集塵極の配列位置との間の距離である請求項 2 に記載の電気集塵装置。

20

## 【請求項 4】

前記第 1 放電極と前記集塵極との間の電界強度と、前記第 2 放電極と前記集塵極との間の電界強度とが同等とされている請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電気集塵装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 放電極は、前記本体部を間に挟んで前記第 1 コロナ放電部とは反対側に前記本体部から突出するコロナ放電用の第 2 コロナ放電部を有し、前記第 2 コロナ放電部に対向するように前記集塵極とは別の集塵極が位置する請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電気集塵装置。

## 【発明の詳細な説明】

30

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電気集塵装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の電気集塵装置として、ガス流れに沿って平行に配列された平板状の集塵極と、その中央に配列されたコロナ放電部を有する放電極とを備えたものが知られている。放電極のコロナ放電部の形状には、突起形状を持たせて電界の集中を生じさせることでコロナ放電を確保する方式と、放電極本体を一様な電界集中を生じさせる構造、例えば角線や細いピアノ線などがあるが、一般産業用の電気集塵装置では、電極が汚れても安定したコロナ放電を確保するため、突起状のコロナ放電部を有した構造が主流であり、以降この構造を前提とする。

40

## 【0003】

電気集塵装置では、集塵極と放電極との間に直流高電圧を印加し、放電極のコロナ放電部で安定したコロナ放電を行うことで、ガス流れ中のダストを帯電させる。帯電したダストは放電極と集塵極との間の電界下でダストに作用するクーロン力の働きにより集塵極に捕集されると、従来の集じん理論では説明されている。

## 【0004】

ところで、特許文献 1、2 の電気集塵装置は、ダストを通過させるための複数の貫通孔を備え、内部にダストを捕集するための閉空間を有した集塵極を備えている。特許文献 1

50

、2では、該貫通孔を介して閉空間にダストを閉じ込めることで捕集ダストが再飛散しにくくさせている。

【0005】

特許文献3の電気集塵装置は、65%から85%の開口率を有するアース電極と、ガスを捕集する集塵フィルタ層と、を含む集塵極を備えている。このような集塵極を備えることにより、特許文献3では、ガス流れと直交する断面内においてイオン風を発生させ、放電極と集塵極との間を循環するらせん状のガス流れを生成させ、ダストを効率よく捕集するようにしている。特許文献3では、イオン風を積極的に利用するが、本ケースはダストを、主として集じんフィルタ層に捕集させることを目的としている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第5761461号公報

【特許文献2】特許第5705461号公報

【特許文献3】特許第4823691号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

電気集塵装置における集塵効率  $\eta$  は、よく知られた下記のドイチェの数式(式(1))により算出することができる。 $w$  は、集塵性指数(粒子状物質の移動速度)、 $f$  は、単位ガス量当たりの集塵面積である。

20

$$\eta = 1 - \exp(-w \times f) \cdots (1)$$

【0008】

上記式(1)において、ダスト(粒子状物質)の移動速度  $w$  は、クーロン力による力と、気体の粘性抵抗の関係で決まるとされている。ドイチェの数式(上記式(1))では、ダストが放電極から電界中を移動するとされており、イオン風は性能への影響においては直接考慮されていない。しかしながら、その性能設計の前提であるダスト濃度の分布は、常に電気集塵装置のガス流れに直交した放電極と集塵極との間の集じん空間の断面内では一様であるという前提条件があり、イオン風はガスの乱れを生じさせて、ダスト濃度を一様とさせる要因の一つとして考えられている。

30

【0009】

イオン風は、電極間に負の電圧を印加した際に、放電極でコロナ放電によりマイナスイオンが発生し、その結果、生じるものであり、正の電圧の場合にはプラスのイオンにより生じる。以下、本明細書では、産業用の電気集塵装置をベースに考えるため、負の電圧を印加するケースについて記載するが、正であっても同様である。

【0010】

ガス流れに沿って電極群が配置されている電気集塵装置では、放電極で生じたイオン風は、集塵極に向けて、ガス流れを横切るよう流れる。集塵極に達したイオン風は、集塵極で反転して流れ方向を変える。これにより、電極間にらせん状の乱流が生じる。

【0011】

40

乱流のうち、放電極から集塵極へと向かう流れは、ダストを集塵極近傍まで運ぶ作用がある。集塵極近傍まで運ばれたダストは、最終的にはクーロン力により捕集される。

【0012】

しかしながら、集塵極で反転したイオン風は、収集体である集塵極から離れる方向へとダストを移動させるため、集塵を阻害するような作用もある。そのため、集塵極に開口部を設け、イオン風の反転を防ぐ手段が有効である。

【0013】

特許文献3には、イオン風の効果も考慮した電気集塵装置が記載されている。しかしながら、このケースでは、開口部を有する集塵極の背後にあるフィルタ層にイオン風を送り込む構造であり、主ガスの影響を受けない箇所での集じんをすることを目的としていて、

50

構造も複雑であること、及び、乾式では付着ダストの剥離回収が困難であった。

【0014】

また、放電極において放電極の本体部から突出するコロナ放電部が設けられている場合、コロナ放電部から発生するコロナ放電によってコロナ電流とともにイオン風が集塵極側に向かって流れる。これに対し、放電極においてコロナ放電部が設けられていない場合、放電極と集塵極との間ではコロナ放電が発生しないため、イオン風を利用することができない。また、コロナ放電部が設けられていない放電極では、コロナ電流や帯電ダストによる集塵空間での電荷量がコロナ放電部に比べて少ないため、集塵極近傍での電界強度の持ち上がり方がコロナ放電部側に比べて小さく、クーロン力による集塵作用も弱くなる。このため、本発明者等は、コロナ放電部を有さない放電極に対向する集塵極の積極的な利用に着目した。

10

【0015】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、コロナ放電部を有さない放電極に対向する集塵極であっても有効に集塵することができる電気集塵装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の一態様に係る電気集塵装置は、本体部と、該本体部から突出するコロナ放電部の第1コロナ放電部を有する第1放電極と、突起部が形成されない面を有する第2放電極と、前記第1放電極及び前記第2放電極の間に位置し、前記第1放電極側は前記第1コロナ放電部に対向している集塵極とを備え、前記集塵極は、前記第1放電極と前記第2放電極との間の中央位置よりも前記第1放電極から遠ざかる方向に位置されている。

20

【0017】

第1放電極は、集塵極に対向して突出する第1コロナ放電部を有し、第2放電極は突起部が形成されない面を有している。これにより、第1コロナ放電部から集塵極に向かってコロナ放電させてイオン風を流すことができる。

集塵極を挟んで第1放電極の反対側、すなわち第1コロナ放電部の反対側に位置する第2放電極は、第1コロナ放電部のような突起部が形成されていないため、コロナ放電はほとんど生じない。しかし、集塵極は、第1放電極と第2放電極との間の中央位置よりも第1放電極から遠ざかる方向に位置されているので、第2放電極と集塵極とが近づくことになる。

30

これにより、第2放電極と集塵極との間の電界強度を増加させることができ、第2放電極においてもクーロン力の向上による集塵効率を高めることができる。また、この方式は、両側にコロナ放電部を有する放電極のみが設置される従来の方式に比べて、突起部がない第2放電極も設置されることにより、集塵極を挟んで隣り合う放電極同士によるイオン風の干渉をなくすことができるメリットがある。

集塵極としては、例えば、複数の剛性を有する部材を所定間隔で並べた離散形集塵極が挙げられる。剛性を有する部材としては、例えば本体部がパイプ形状とされた部材が挙げられる。また、他の形式の集塵極としては、例えば、複数の貫通孔を有する板状体とされた平板集塵極が挙げられる。平板集塵極としては、例えばパンチングメタルや金網が用いられる。

40

【0018】

さらに、本発明の一態様に係る電気集塵装置では、前記第1放電極と前記集塵極との間の距離をD1、前記第2放電極と前記集塵極との間の距離をD2とした場合、 $1.1 < D1 / D2 < 2.0$ とされている。

【0019】

$1.1 < D1 / D2 < 2.0$ とすることにより、第2放電極と集塵極との間の電界強度を増加させつつ、当該電界強度を第1コロナ放電部と集塵極との間の電界強度に近づけることができる。 $1.1 > D1 / D2$ とする場合と比べて、集塵性能が向上し、 $D1 / D2 > 2.0$ とする場合と異なり、火花放電の発生を防止できる。

50

## 【0020】

さらに、本発明の一態様に係る電気集塵装置では、前記集塵極は、一方向に沿って配列され、前記D1は、前記第1放電極と前記集塵極の配列位置との間の距離であり、前記D2は、前記第2放電極と前記集塵極の配列位置との間の距離である。

## 【0021】

集塵極が一方向に沿って配列されており、D1は、集塵極の配列方向に対して垂直方向において第1放電極と集塵極の配列位置との間の距離であり、D2は、集塵極の配列方向に対して垂直方向において第2放電極と集塵極の配列位置との間の距離である。

## 【0022】

さらに、本発明の一態様に係る電気集塵装置では、前記第1放電極と前記集塵極との間の電界強度と、前記第2放電極と前記集塵極との間の電界強度とが同等とされている。

10

## 【0023】

第1放電極と集塵極との間の電界強度と、第2放電極と集塵極との間の電界強度とを同等とすることで、集塵極を第1放電極と第2放電極間の中央に位置させる場合に比べて、第2放電極と集塵極との間の電界強度を増加させることができる。

## 【0024】

さらに、本発明の一態様に係る電気集塵装置では、前記第1放電極は、前記本体部に間に挟んで前記第1コロナ放電部とは反対側に前記本体部から突出するコロナ放電用の第2コロナ放電部を有し、前記第2コロナ放電部に対向するように前記集塵極とは別の集塵極が位置する。

20

## 【0025】

放電極の本体部に対して第1コロナ放電部及び第2コロナ放電部を両側に有することで、両サイドに位置する集塵極それぞれに向かってコロナ放電させてイオン風を流すことができる。

## 【発明の効果】

## 【0026】

コロナ放電部を有さない放電極と集塵極との間の電界強度を増加させることで、コロナ放電部を有さない放電極に対向する集塵極においてもクーロン力の向上により集塵効率を高めて、さらに有効に集塵することができる。

## 【図面の簡単な説明】

30

## 【0027】

【図1】本発明の一実施形態に係る電気集塵装置を示した斜視図である。

【図2】図1の電気集塵装置を上方から見た平面図である。

【図3】図1の電気集塵装置をガス流れ方向から見た正面図である。

【図4】集塵極と放電極との位置関係を示した平面図である。

【図5】放電極の突起部に相当する高さ位置の横断面図である。

【図6A】オフセット無し場合の第1放電極と集塵極間の電界強度を示した図である。

【図6B】オフセット無し場合の第2放電極と集塵極間の電界強度を示した図である。

【図7A】オフセット有り場合の第1放電極と集塵極間の電界強度を示した図である。

【図7B】オフセット有り場合の第2放電極と集塵極間の電界強度を示した図である。

40

【図8】集塵性能指数比とオフセット比の関係を示すグラフである。

【図9】集塵極近傍の電界強度とオフセット比の関係を示すグラフである。

【図10】本発明の一実施形態に係る電気集塵装置の変形例を示した平面図である。

【図11】図10の電気集塵装置をガス流れ方向から見た正面図である。

【図12】集塵極と放電極との位置関係を示した平面図である。

【図13】集塵極の変形例を示した平面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0028】

以下に、本発明に係る電気集塵装置の一実施形態について、図面を参照して説明する。

## 【0029】

50

電気集塵装置 1 は、例えば石炭等を燃料とする火力発電プラントに用いられ、ボイラから導かれた燃焼排ガス中のダスト（粒子状物質）を回収する。また、電気集塵装置 1 は、火力発電プラント用とは各構成要素のサイズが異なるが、建築物や地下空間等に設置され、微小粒子状物質（例えば PM<sub>2.5</sub> など）を回収し、空間内の空気を浄化する。

#### 【0030】

電気集塵装置 1 は、例えば金属製等の導電性とされた複数の集塵極 4 を備えている。集塵極 4 は、円形の横断面を有する中空の柱状とされた円形パイプとされており、長手方向である z 方向に直交する x 方向（ガス流れ G 方向）に所定の間隔をあけて配列されている。x 方向に配列された集塵極 4 の列は、z 方向及び x 方向に直交する y 方向に所定間隔をあけて平行に複数列設けられている。集塵極 4 の各列の間に、x - z 面内に第 1 放電極 5 又は第 2 放電極 6 が配置されている。第 1 放電極 5 と第 2 放電極 6 は、y 方向に交互に配置される。

10

#### 【0031】

図 1 では、第 1 放電極 5 の取付枠 5 d 又は第 2 放電極 6 の取付枠 6 b の位置が示されている。集塵極 4 は、図 2 から分かるように、ガス流れ G 方向に直交する y 方向に並ぶ第 1 放電極 5 と第 2 放電極 6 間の中央位置 CL から第 2 放電極 6 側にオフセットされている。すなわち、集塵極 4 と第 1 放電極 5 間のピッチは、集塵極 4 と第 2 放電極 6 間のピッチより大きい。

#### 【0032】

集塵極 4 は接地されている。第 1 放電極 5 及び第 2 放電極 6 は、図示しない負の極性を有する電源に接続されている。なお、第 1 放電極 5 及び第 2 放電極 6 に接続する電源は正の極性を有していても良い。

20

#### 【0033】

図 2 に示すように、第 1 放電極 5 は、取付枠 5 d に固定された本体部 5 c と、本体部 5 c から突出するトゲ状とされた複数の突起部（第 1 コロナ放電部）5 a と、本体部 5 c を間に挟んで突起部 5 a とは反対側に本体部 5 c から突出するトゲ状とされた複数の突起部（第 2 コロナ放電部）5 b とを備えている。本体部 5 c は、例えば、断面が円形状を有する丸棒、又は、断面が四角形状を有する角棒などである。また、突起部 5 a、5 b と本体部 5 c は別部材で溶接等によって接続されたものでも良いし、平板を打ち抜いて形成されて一体的に構成されているものであっても良い。

30

#### 【0034】

突起部 5 a は、一方の集塵極 4 側に先端を向けて突出するように設けられ、突起部 5 b は、他方の集塵極 4 側に先端を向けて突出するように設けられている。突起部 5 a、5 b は、ガス流れ G 方向である x 方向において、集塵極 4 の間に位置するように配置されている。突起部 5 a、5 b においてコロナ放電が発生し、突起部 5 a、5 b の先端からそれぞれに対向する集塵極 4 側に向けてイオン風が発生する。

#### 【0035】

第 2 放電極 6 は、取付枠 6 b に固定された本体部 6 a を備える。第 2 放電極 6 の外周面は、第 1 放電極 5 と異なり、突起部 5 a、5 b のような本体部 6 a から突出した突起部が形成されない。第 2 放電極 6 は、例えば、断面が円形状を有する丸棒、又は、断面が四角形状を有する角棒などである。第 2 放電極 6 は、軸方向が z 方向に対して平行に配置される。

40

#### 【0036】

図 2 及び図 3 に示されているように、集塵極 4 の中心 C<sub>1</sub> は、第 1 放電極 5 の中心 C<sub>2</sub> と第 2 放電極 6 の中心 C<sub>3</sub> 間の中央位置 CL から第 2 放電極 6 側にオフセットされている。具体的には、集塵極 4 は、突起部 5 a、5 b を有する第 1 放電極 5 から遠ざかる方向に、かつ、突起部が形成されない第 2 放電極 6 に近づくように中央位置 CL から位置がずらされている。したがって、図 3 及び図 4 に示すように、第 1 放電極 5 の本体部 5 c の中心 C<sub>2</sub> と集塵極 4 の中心 C<sub>1</sub> を通る配列位置との間の y 方向に見た距離 D<sub>1</sub> は、第 2 放電極 6 の本体部 6 a の中心 C<sub>3</sub> と集塵極 4 の中心 C<sub>1</sub> を通る配列位置との間の y 方向に見た距

50

離  $D_2$  よりも大きい ( $D_1 > D_2$ )。

【0037】

距離  $D_1$  は、第1放電極5の本体部5cの中心  $C_2$  と集塵極4の中心  $C_1$  を通る配列位置との間の距離である。すなわち、 $D_1$  は、集塵極4の配列方向に対して垂直方向 ( $y$  方向) において第1放電極5の本体部5cの中心  $C_2$  と集塵極4の配列位置 (中心軸線) との間の距離である。

【0038】

距離  $D_2$  は、第2放電極6の本体部6aの中心  $C_3$  と集塵極4の中心  $C_1$  を通る配列位置との間の距離である。すなわち、 $D_2$  は、集塵極4の配列方向に対して垂直方向 ( $y$  方向) において第2放電極6の本体部6aの中心  $C_3$  と集塵極4の配列位置 (中心軸線) との間の距離である。

10

【0039】

図3には、図1をガス流れ  $G$  方向から見た正面図が示されている。同図に示されているように、突起部5a, 5bは、いずれも高さ方向において、所定間隔を空けて設けられている。また、突起部5aと突起部5bは、位相が異なるように、すなわち、本体部5cの  $z$  方向に沿って異なる位置に交互に設けられる。

【0040】

図4には、集塵極4と第1放電極5と第2放電極6を平面視したときの位置関係が示されている。

ガス流れ  $G$  方向である  $x$  方向に並ぶ集塵極4の間隔は  $P_c$ 、 $x$  方向に並ぶ第1放電極5又は第2放電極6の間隔は  $P_d$  とされる。また、ガス流れ  $G$  方向に対して垂直方向である  $y$  方向に並ぶ集塵極4の間隔は、中間に第1放電極5が位置する場合の距離が  $2D_1$  とされ、中間に第2放電極6が位置する場合の距離が  $2D_2$  とされる。集塵極4の直径は  $D_c$  とされる。

20

【0041】

本実施形態において、集塵極4のオフセット位置、すなわち、集塵極4の中心  $C_1$  が中央位置  $C_L$  から  $y$  方向にずれる位置は、距離  $D_1$  及び距離  $D_2$  の比が、 $1.1 \leq D_1 / D_2 \leq 2.0$  の範囲に設定されることが望ましい。 $D_1 / D_2$  の下限は、 $1.2$  とされると更によい。

【0042】

図5には、第1放電極5の突起部5aに相当する高さ位置における横断面が拡大して示されている。図4又は図5に示すように、第1放電極5の本体部5cは円形断面を有しており、その直径は  $D_{d1}$  とされる。突起部5aが本体部5cから突出する突起長さは  $L_b$  とされる。図4に示すように、第2放電極6の本体部6aは円形断面を有しており、その直径は  $D_{d2}$  とされる。

30

【0043】

図4及び図5に示した諸元を用いると、 $L_1$  及び  $L_2$  は下式のように表すことができる。

$$L_1 = \left( (D_1 - D_{d1} / 2 - L_b)^2 + (P_d / 2)^2 \right)^{0.5} - D_c / 2$$

$$L_2 = \left( D_2^2 + (P_d / 2)^2 \right)^{0.5} - D_c / 2 - D_{d2} / 2$$

40

そして、集塵極4の中心が中央位置  $C_L$  から  $y$  方向にずれるオフセット量  $L_e$  は、下式によって表される。

$$L_e = (D_1 - D_2) / 2$$

なお、図4及び図5では、トゲ状の突起部5a又は突起部5bの位置での断面での例を示したが、実際には突起部5a, 5bが占める部分は放電極5の一部であり、隣り合う二つの突起部5a, 5b間の部分が放電極5の大部分を占める。そのため、突起部5a, 5bの長さ  $L_b$  は無視して  $L_1$ 、 $L_2$  を評価しても構わない。

【0044】

$y$  方向に並ぶ集塵極4間の距離である  $2D_1$  や  $2D_2$  は、たとえば一般産業用では  $300 \text{ mm}$  以上  $500 \text{ mm}$  以下とされている。ただし他の用途では、それ以外の寸法とするこ

50

ともできる。

【 0 0 4 5 】

次に、図 6 A 乃至図 7 B を用いて、第 1 放電極 5 と第 2 放電極 6 の間で集塵極 4 をオフセットさせた場合の作用効果について説明する。

【 0 0 4 6 】

図 6 A 及び図 6 B には、オフセット量 = 0 とされたオフセット無しの場合、すなわち集塵極 4 の中心 C 1 が中央位置 C L 上に設けられている場合の電界強度分布が示されている。図 6 A に示すように、第 1 放電極 5 の突起部 5 a , 5 b と集塵極 4 との間は、コロナ電流が流れるにしたがい、集塵極 4 近傍の電界強度  $E1_{max}$  は空間中に存在するマイナスイオンと帯電ダストが有する電荷による空間電荷効果で、電界強度が比較的大きく上昇する。この集塵極 4 付近での火花放電限界の電界強度 ( $E_{cr}$ ) が最大の印加可能な最大電界強度の条件となる ( $E1_{max} = E_{cr}$ )。 10

【 0 0 4 7 】

一方、図 6 B に示すように、突起部を有さない第 2 放電極 6 と集塵極 4 との間では、図 6 A のような空間電荷効果がなく電界強度の上昇が少ないため、集塵極 4 近傍の電界強度  $E2_{max}$  は、 $E1_{max}$  よりも小さい。

なお、電界強度を距離  $L_1$  ,  $L_2$  で積分した面積  $A_1$  ,  $A_2$  はそれぞれが印加電圧  $V_0$  に相当するため、等しい値となる。

【 0 0 4 8 】

図 7 A 及び図 7 B には、本実施形態に相当し、集塵極 4 が中央位置 C L からオフセットされた場合の第 1 放電極 5 と集塵極 4 との間の電界強度分布、及び、第 2 放電極 6 と集塵極 4 との間の電界強度分布が示されている。図 7 A が図 6 A に対応し、図 7 B が図 6 B に対応する。 20

【 0 0 4 9 】

図 7 A 及び図 7 B に示されているように、突起部 5 a , 5 b と集塵極 4 との間の電界強度は、オフセットにより  $D_1 > D_2$ 、つまり  $L_1 > L_2$  とされているため、集塵極 4 近傍の電界強度  $E1_{max}$  は、オフセット無しの場合と同じ電圧  $V_0$  であれば、図 6 A よりは低下し、 $E1_{ave.} (= V_0/L_1)$  も小さくなる。一方、オフセットによって図 6 B の場合よりも  $L_2$  が小さくなり、平均電界強度  $E2_{ave.}$  が大きくなることで、集塵極 4 近傍の電界強度  $E2_{max}$  は増加させることができる。 30

【 0 0 5 0 】

一般に、 $E1_{max}$  が火花放電限界電界強度  $E_{cr}$  以下での運転となるが、オフセットすることで突起部 5 a , 5 b 側の距離  $L_1$  が長くなるため、オフセット無しの場合に比べて当初の  $E1_{max}$  と同じ電界強度にするためには、印加線圧  $V_n$  そのものを高くすることができ ( $V_n > V_0$ )、このため突起部 5 a , 5 b と反対側の最大電界強度  $E2_{max}$  もさらに高くすることができる。このように、オフセットするとともに、印加電圧を高くすることで、電界強度  $E1_{max}$  をオフセット前と同等に維持しつつ、 $E2_{max}$  を  $E1_{max}$  と同じレベルまで高くすることで、集塵極 4 近傍の最も集塵に効果のある場の電界強度を高め、クーロン力による捕集効率を高めることが可能となる。なお、オフセットすることでコロナ放電が生じる突起部 5 a , 5 b 側の距離  $L_1$  は大きくなり、この間を移動するダストの移動距離は大きくなるが、この部分でのダストの移動はイオン風が主体となるため、若干の到達距離の増加や途中の平均電界強度の低下は性能にはマイナスとならず、集塵極 4 の第 2 放電極 6 側に回り込んだダストの集塵極 4 近傍の電界強度  $E2_{max}$  の増大で性能を高くすることが可能となる。 40

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態では、両側に突起部 ( コロナ放電部 ) を有する放電極のみが設置される従来の方式に比べて、突起部がない第 2 放電極 6 も設置されることにより、集塵極 4 を挟んで隣り合う放電極同士によるイオン風の干渉をなくすることができるメリットがある。すなわち、集塵極 4 において第 2 放電極 6 側から流れてくるイオン風がない又は少ないため、帯電ダストが第 1 放電極 5 側へ巻き戻されることがなく、帯電ダストを集塵極 4 近傍へ近づけることができる。さらに、突起部 5 a と突起部 5 b が位相をずらして設けられる 50

ことによって、第2放電極6側からのイオン風による影響を更に減らすことができる。

【0052】

オフセット量 ( $D1/D2$  比) は、第1放電極5側の電界強度  $E1_{max}$  と第2放電極6側の電界強度  $E2_{max}$  とが同等となるように調整されることが好ましい。図6A乃至図7Bで示す電界強度の例は、パイプ状の集塵極4を間隔をあけて配置した事例であり、 $L1$ 、 $L2$ での最短距離をベースに記載している。集塵極4の電極例としては、メッシュ状の電極等もあるため、以下はオフセット量を定義するため、集塵極4の中心  $C1$  を通過する配列位置と第1放電極5の中心  $C2$  間の距離  $D1$  と、集塵極4の中心  $C1$  を通過する配列位置と第2放電極6の中心  $C3$  間の距離  $D2$  でまとめて表記する。この場合、パイプ状の電極であっても、 $L1$ 、 $L2$  でなく、 $D1$ 、 $D2$  で評価しても実用上の範囲ではほぼ同等とみなせるため、支障はない。

10

【0053】

両者の電界強度が等しくなる範囲は、例えば、 $1.5 \leq D1/D2 \leq 1.8$  である。但し、電気集塵装置1の運転条件や集塵極4、第1放電極5又は第2放電極6の条件によって最適な  $D1/D2$  の範囲は変動する。

【0054】

距離  $D1$  及び距離  $D2$  の比  $D1/D2$  の下限は、例えば  $1.1$  であり、より望ましくは  $1.2$  である。図8に示すように、ガス流れ  $G$  の流速によって、オフセット量と集塵性能の関係が変化するという知見が得られている。ガス流れ  $G$  が比較的速いときは、 $D1/D2$  が  $1.1$  以上になると、集塵性能が向上する。ガス流れ  $G$  が比較的遅いときは、 $D1/D2$  が  $1.2$  以上になると、集塵性能が向上し、この範囲では、ガス流れ  $G$  が比較的速いときは、集塵性能が確実に向上する。

20

【0055】

ガス流れ  $G$  の流速が速い条件では、よりクーロン力の影響が大きいいため、電界強度の増大に影響を受けて、比較的小さいオフセット量 (例えば  $1.1 \leq D1/D2$ ) でも集塵性能が向上する。これに対し、流速が遅い条件では、イオン風の影響が大きいことから、電界強度の増大によって集塵性能が向上するには、より大きなオフセット量 (例えば  $1.2 \leq D1/D2$ ) が必要になる。 $1.2 \leq D1/D2$  であれば、ガス流れ  $G$  の流速に関わらず、集塵性能を向上させることができる。

【0056】

オフセット量を過大にして、集塵極4と第2放電極6間のピッチを極端に小さくすると、集塵極4近傍の電界強度  $E2_{max} > E1_{max}$  となり、突起部を有さない第2放電極6側での火花放電限界電界強度が運転上の制約条件となり、突起部  $5a$ 、 $5b$  を有する第1放電極5側での性能が発揮できなくなるため、好ましくない。よって、最大のオフセット量は  $E2_{max}$  が  $E1_{max}$  を大きく超えない範囲に設定されることが望ましい。

30

【0057】

図9には、一般産業用の電気集塵装置1において、 $D1/D2$  を変化させた時のコロナ放電側 (第1放電極5の本体部  $5c$  に突起部  $5a$ 、 $5b$  を有する側、すなわち、放電線にトゲのある側) の集塵極4近傍の電界強度と、電界側 (第2放電極6側、すなわち、トゲのない側) の集塵極4近傍の電界強度を解析して比較した例を示す。電気集塵装置1の運転条件としての電流電圧をともに上昇させていった。図9において、左のグラフから右のグラフに行くに従い、電流電圧が高くなっている。

40

【0058】

いずれの場合も、 $D1/D2 = 1$  の場合には、トゲのある側の集塵極4のほうがトゲの長さ分距離が近いことに加え、コロナ電流による空間電荷で電界が持ち上がる効果が加算されるため、トゲのある側の集塵極4のほうが電界強度が高い。そして、電流が増えていくに従い、その持ち上がりの効果が大きくなり、電界強度の値が高くなっていく。

【0059】

一方、図9のいずれのグラフの場合も  $D1/D2$  が増えていくに従いトゲのない側の集塵極4の電界強度は一義的に増加していく傾向を示す。理想的にはトゲのある側とトゲの

50

ない側の電界強度が一致するポイントが、最もバランスの取れた電界強度配分と考えられる。しかし、実際の運転では、いろいろな条件が複合しているため、最適な条件は変動する。このため、図8のD1/D2を変化させた時の集塵性の向上に関するテスト結果でも、集塵性能の最適ポイントもある程度のばらつきを有している。

【0060】

また、図9の右側のほうのグラフ、すなわち電流電圧を上昇させた運転では、特にオフセット量の大きなD1/D2が大きな領域では、一般産業用の電気集塵装置1での火花放電電界強度（これは、ガスの組成や運転温度条件によっても大きく異なるが、通常8kV/cm~12kV/cmとされている。）をトゲのない側の集塵極4のほうが先に超えてしまうため、好ましくない。

10

より具体的には、D1/D2 2.0とされることが望ましい。

【0061】

D1/D2が2.0を超えると、第2放電極6側の電界強度が、電気集塵装置1の通常運転条件下において、火花放電が発生する領域に到達する、又は、到達する値に近くなる。そのため、電気集塵装置1の運転条件の制約を受けて、安定運転は困難になる。したがって、D1/D2の上限は2.0とされることが望ましい。

【0062】

次に、本実施形態の電気集塵装置1の動作を説明する。

電気集塵装置1では、第1放電極5及び第2放電極6に電源から負電圧を印加することで、突起部5a, 5bの先端でコロナ放電が発生する。ガス流れGに含まれるダストは、コロナ放電により帯電される。従来の電気集塵装置の捕集原理では、帯電されたダストは、クーロン力により接地された集塵極4に引き寄せられ、集塵極4上に捕集されるとされてきたが、実際にはイオン風の影響が大きく作用している。

20

【0063】

コロナ放電が発生すると、突起部5a, 5b近くでマイナスイオンが発生し、そのマイナスイオンが電界によって集塵極4に向けて移動し、イオン風が生じる。そのためクーロン力がダストに作用すると同時に、集塵極4に向かって流れるイオン風が、ガス流れGに含まれるダストを集塵極4の近傍まで移動させるように作用する。そして、集塵極4の近傍の領域で、電界強度の持ち上がりによってクーロン力を高め、効果的にダストを集塵する。また、円形パイプとされた集塵極4を所定のガス流れG方向であるx方向に間隔をあけて配置することで、突起部5a, 5bから集塵極4へ向けて流れるイオン風の一部が集塵極4の裏側へ抜けることを許容する。これにより、イオン風が集塵極4で反転されて離反する流れを抑制できるため、捕集効率が向上する。

30

【0064】

ダストを含んで集塵極4に向かって流れるイオン風の一部は、集塵極4の間を通り抜ける。

【0065】

一方、突起部を有さない第2放電極6と集塵極4との間では、図7Bを用いて説明したように、集塵極4を中央位置CLから第2放電極6側へオフセットし、集塵極4と第2放電極6間のピッチを狭めることによって、第2放電極6側の集塵極4近傍の電界強度E2maxをオフセット無しに比べて増加することができる。これにより、第2放電極6側の集塵極4でもクーロン力によって効果的に集塵が行われる。すなわち、第1放電極5側からのイオン風によって集塵極4の背面である第2放電極6側に回り込んだ未捕集ダストを効率的に捕集することができる。

40

【0066】

集塵極4に捕集されたダストは、槌打によって剥離回収される。あるいは、集塵極4を移動させてブラシでダストを掻き落とす方式や、湿式洗浄を採用しても良い。

【0067】

本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

集塵極4の中心C1が第1放電極5の中心C2と第2放電極6の中心C3との間の中央

50

位置C Lよりも第1放電極5から遠ざかる方向に位置されているので、集塵極4と第2放電極6とが近づくことになる。これにより、集塵極4と第2放電極6との間の電界強度を増加させることができ、第2放電極6側の集塵極4においてもクーロン力による集塵効率を高めることができる。

【0068】

上述した実施形態では、集塵極4が円形パイプである例について説明したが、本発明はこの例に限定されない。例えば、集塵極4は、平板に多数の孔を形成したパンチングメタルのような平板状集塵極としても良い。

または、集塵極4は、金属製線材を縦方向と横方向などに交差させた織金網（例えばロックリンプ織金網など）でもよい。この集塵極4、第1放電極5及び第2放電極6は、  
図10乃至図12に示すように配置される。織金網は、一定の開口率を有しつつ、表面にエッジがないため、集塵極4近傍の電界強度を一様に上昇させることができる。なお、金網は、織金網に限定されず、溶接金網のように断面円形状の線材を縦方向と横方向に並べて接続したものでよい。

10

【0069】

電気集塵装置1が、空気浄化用に空気清浄機として用いられる場合、粒子が装置内に滞留する時間が短く、粒子濃度も低い。一方、火力発電プラントに用いられる電気集塵装置1は、空気浄化用に用いられる場合と異なり規模が大きく、粒子が滞留する時間が長く、粒子濃度も高い。空気浄化用の電気集塵装置1において、低濃度の粒子を短い滞留時間で通過させると、第1放電極5からのイオン風によって生じるガス循環による効果で、粒子を集塵極4に捕集できない。

20

【0070】

そこで、集塵極4と第2放電極6間のガス流れGの上流側において、ガス遮断板7が設置されるとよい。ガス遮断板7によってガス流れGが妨げられることにより、集塵極4と第2放電極6間に流れるガス流れの流量が低減し、粒子の滞在時間を長くして、集塵極4を通り抜けた捕集性能を高めることができる。

【0071】

集塵極4が平板状集塵極である場合、図13に示すように、パンチングメタルや金網等の平板材をガス流れG方向に交互に規則的に折り返した折れ板状集塵極としても良い。この場合、第1放電極5及び第2放電極6は、対向する折れ板の凹凸に応じてオフセットされる。

30

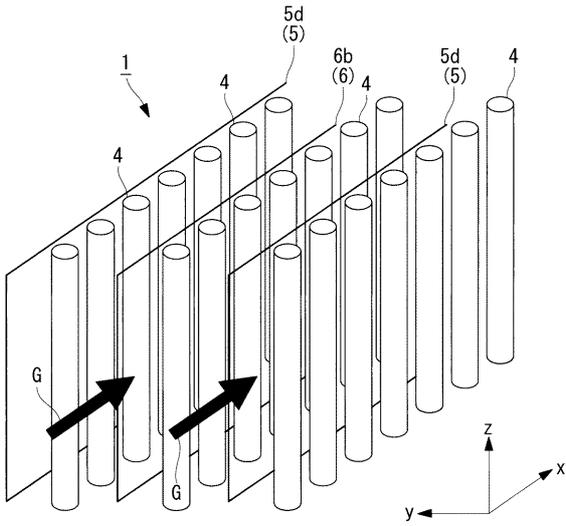
【符号の説明】

【0072】

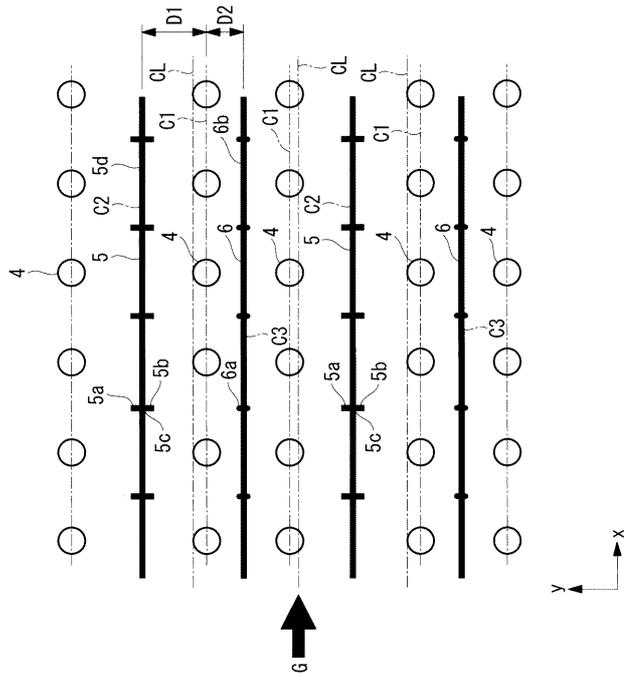
- 1 電気集塵装置
- 4 集塵極
- 5 第1放電極
- 5 a 突起部（第1コロナ放電部）
- 5 b 突起部（第2コロナ放電部）
- 5 c 本体部
- 5 d 取付枠
- 6 第2放電極
- 6 a 本体部
- 6 b 取付枠
- 7 ガス遮断板
- C 1 （集塵極の）中心
- C 2 （第1放電極の）中心
- C 3 （第2放電極の）中心
- C L 中央位置

40

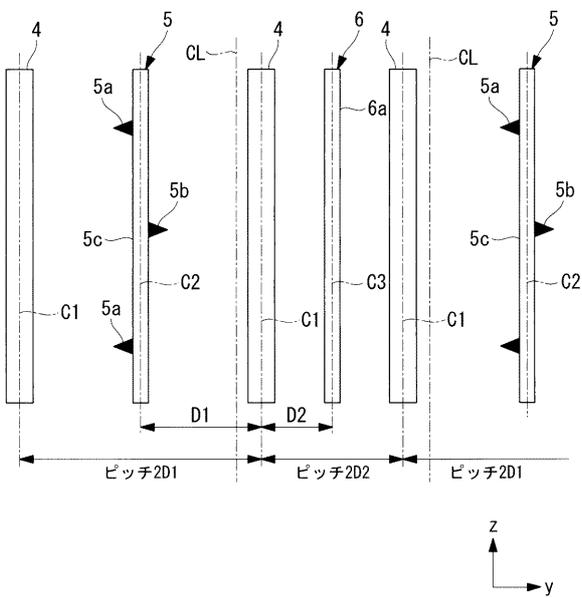
【 図 1 】



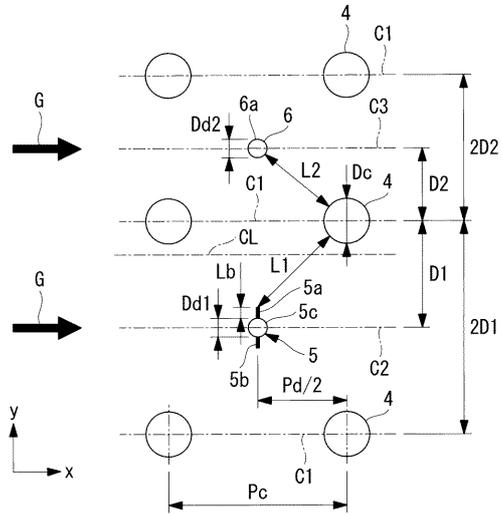
【 図 2 】



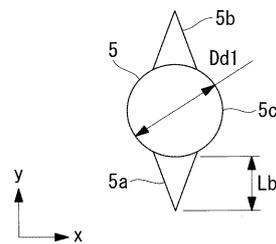
【 図 3 】



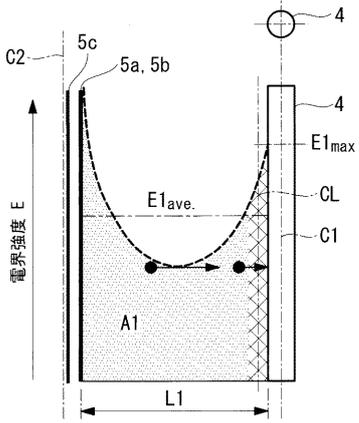
【 図 4 】



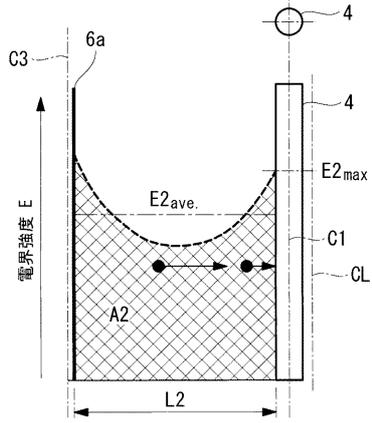
【 図 5 】



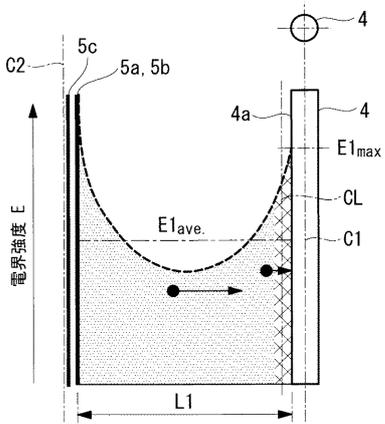
【図 6 A】



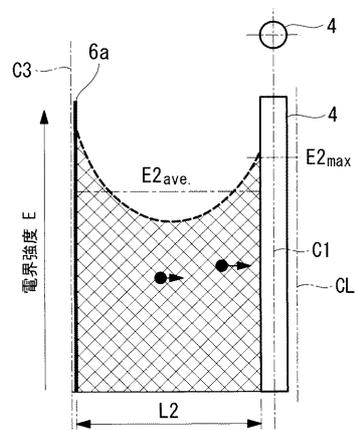
【図 6 B】



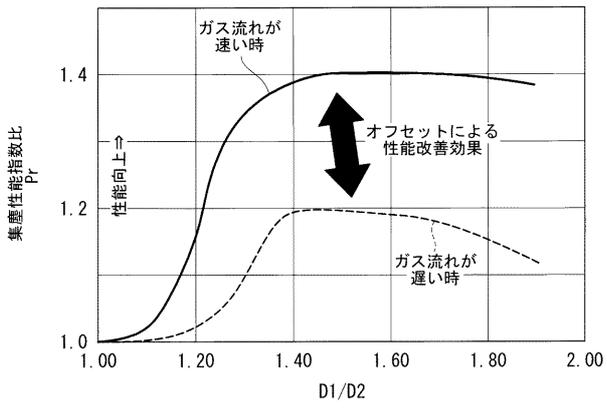
【図 7 A】



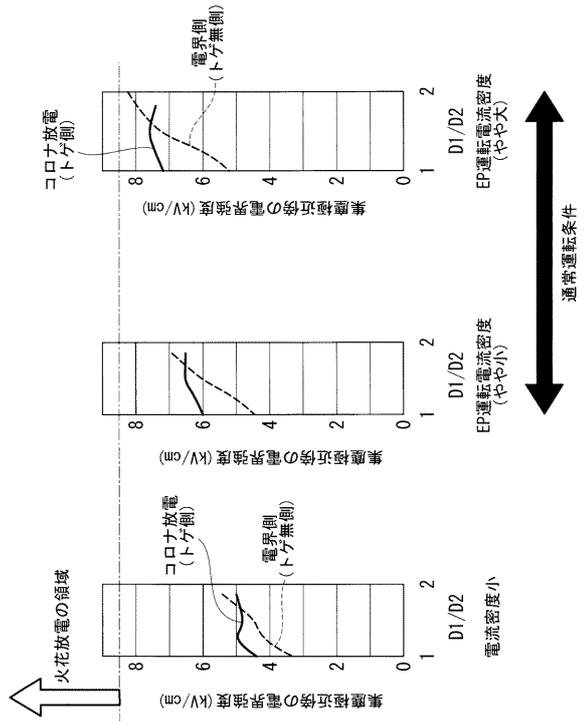
【図 7 B】



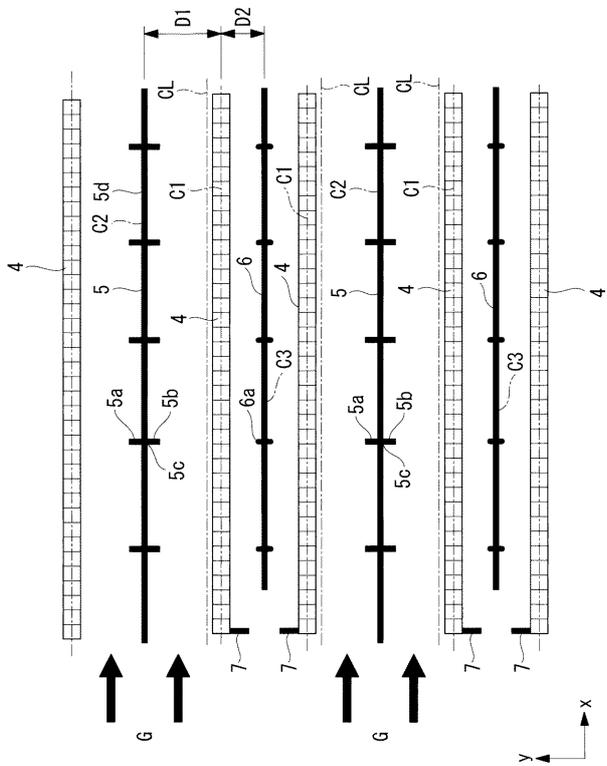
【図8】



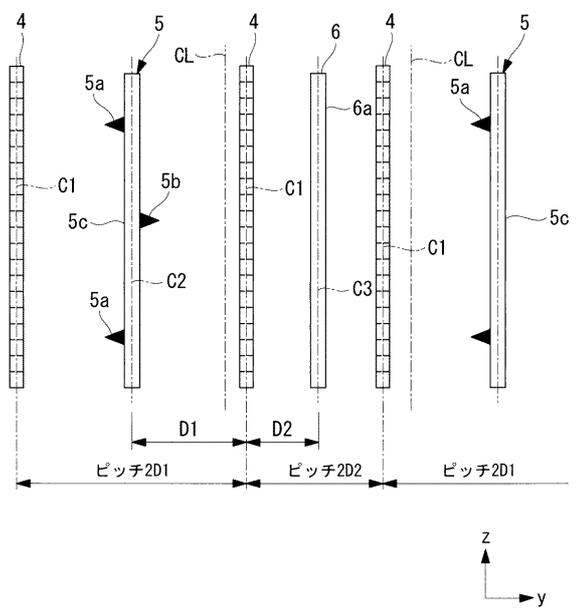
【図9】



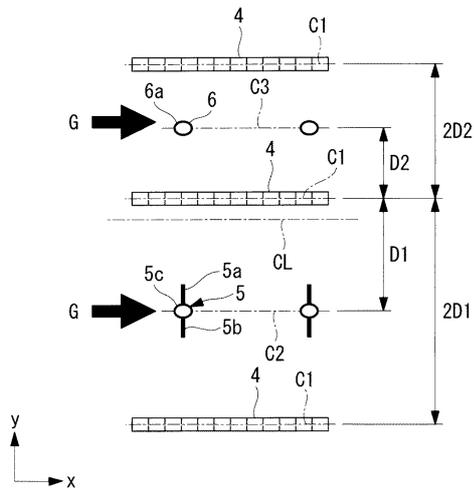
【図10】



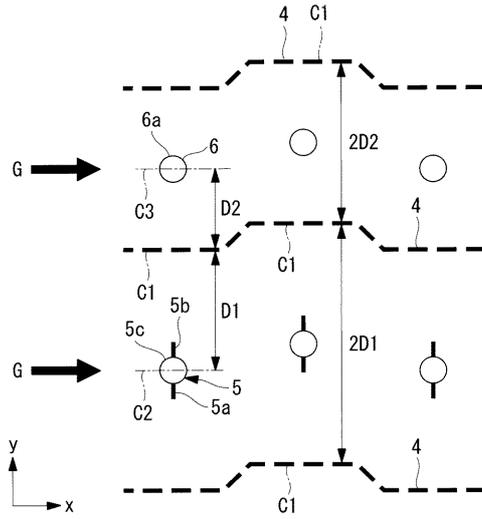
【図11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 加藤 雅也

神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番8号 三菱日立パワーシステムズ環境ソリューション株式会社  
社内

(72)発明者 上田 泰稔

東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 4D054 AA02 BA01 BB03 BB14 BC31 CA18