

(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2016-6391

(P2016-6391A)

(43) 公開日 平成28年1月14日(2016.1.14)

(51) Int.Cl.

G 0 1 N 15/06 (2006.01)

F I

G O 1 N 15/06

D

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2014-127115 (P2014-127115)
 (22) 出願日 平成26年6月20日 (2014. 6. 20)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 船守 宏和
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 永留 誠一
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内

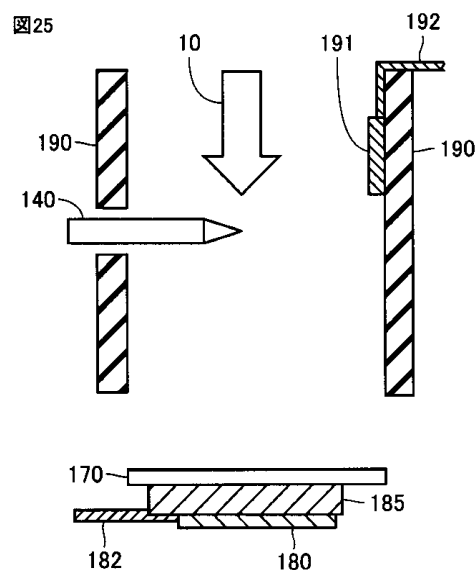
(54) 【発明の名称】 粒子検出装置

(57) 【要約】

【課題】放電電極での放電を安定させて粒子の捕集効率を向上する。

【解決手段】導入口およびこの導入口に対向する排出口を有する筐体と、排出口から筐体内の空気を排気する排気手段と、筐体の内部に位置して導入口側から排出口側に向けて延在する捕集筒190と、筐体190内に位置し、導入口から筐体内に導入された空気中に含まれる粒子を帯電させる放電部と、放電部により帯電された粒子を静電気力により捕集部材に付着させて捕集する捕集部と、捕集部により捕集された粒子に含まれる生物由来の粒子の量を検出する粒子検出手段とを備える。放電部は、捕集筒の一部を貫通して捕集筒の内側に先端部が位置する針状電極140を含む。捕集筒190は、捕集筒190の内周面に設けられ、針状電極140の先端部と間隔を置いて位置する電氣的に接地された導電体191を含む。

【選択図】図25



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

生物由来の粒子を検出する粒子検出装置であって、
導入口および該導入口に対向する排出口を有する筐体と、
前記排出口から前記筐体内の空気を排気する排気手段と、
前記筐体の内部に位置して導入口側から排出口側に向けて延在する捕集筒と、
前記筐体内に位置し、前記導入口から前記筐体内に導入された空気中に含まれる粒子を
帯電させる放電部と、

前記放電部により帯電された粒子を静電気力により捕集部材に付着させて捕集する捕集
部と、

前記捕集部により捕集された粒子に含まれる生物由来の粒子の量を検出する粒子検出手
段とを備え、

前記放電部は、前記捕集筒の一部を貫通して前記捕集筒の内側に先端部が位置する針状
電極を含み、

前記捕集筒は、前記捕集筒の内周面に設けられ、前記針状電極の前記先端部と間隔を置
いて位置する電氣的に接地された導電体を含む、粒子検出装置。

【請求項 2】

前記導電体は、前記捕集筒の延在方向において、前記針状電極より導入口側に位置して
いる、請求項 1 に記載の粒子検出装置。

【請求項 3】

前記導電体は、前記捕集筒の径方向において、前記捕集筒の前記一部に対して反対側に
位置している、請求項 1 または 2 に記載の粒子検出装置。

【請求項 4】

前記針状電極の前記先端部は、前記捕集筒の径方向に延在している、請求項 1 から 3 の
いずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

【請求項 5】

前記粒子検出手段は、
前記筐体内に位置し、前記捕集部材に付着した粒子に向けて励起光を照射する照射部と

、
前記筐体内に位置し、前記励起光を照射された粒子から発せられる蛍光を検出する蛍光
検出部と、

前記捕集部材に接触するように位置し、前記捕集部材に付着した粒子を加熱する加熱部
と、

前記励起光を照射された粒子から検出された蛍光量が前記加熱部の加熱によって変化し
た量から生物由来の粒子の量を算出する算出手段とを含む、請求項 1 から 4 のいずれか 1
項に記載の粒子検出装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、粒子検出装置に関し、特に、生物由来の粒子を検出する粒子検出装置に関す
る。

【背景技術】**【0002】**

大気中の浮遊粒子状物質の捕集装置を開示した先行文献として、特開 2003-337
086 号公報(特許文献 1)がある。特許文献 1 に記載された、大気中の浮遊粒子状物質の
捕集装置は、捕集容器と、捕集容器内に大気を吸引するポンプと、捕集容器内に配置され
、単極イオンを発生して捕集容器内の浮遊粒子状物質を帯電させる放電電極と、放電電極
に対して電位差が与えられることにより捕集容器内で帯電した浮遊粒子状物質を引き寄せ
て捕集する集塵電極とを備える。この集塵電極は、表面に凹部が形成された透明部材と、
少なくともその凹部の底面にコーティングされた透明電極膜とによって構成されている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-337086号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

捕集容器が帯電している場合、放電電極にて安定した放電ができず、粒子の捕集効率が低下する。

【0005】

10

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであって、放電電極での放電を安定させて粒子の捕集効率を向上できる、粒子検出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】

【0006】

本発明に基づく粒子検出装置は、生物由来の粒子を検出する粒子検出装置であって、導入口およびこの導入口に対向する排出口を有する筐体と、排出口から筐体内の空気を排気する排気手段と、筐体の内部に位置して導入口側から排出口側に向けて延在する捕集筒と、筐体内に位置し、導入口から筐体内に導入された空気中に含まれる粒子を帯電させる放電部と、放電部により帯電された粒子を静電気力により捕集部材に付着させて捕集する捕集部と、捕集部により捕集された粒子に含まれる生物由来の粒子の量を検出する粒子検出手段とを備える。放電部は、捕集筒の一部を貫通して捕集筒の内側に先端部が位置する針状電極を含む。捕集筒は、捕集筒の内周面に設けられ、針状電極の先端部と間隔を置いて位置する電氣的に接地された導電体を含む。

20

【0007】

本発明の一形態においては、導電体は、捕集筒の延在方向において、針状電極より導入口側に位置している。

【0008】

本発明の一形態においては、導電体は、捕集筒の径方向において、捕集筒の上記一部に対して反対側に位置している。

【0009】

30

本発明の一形態においては、針状電極の先端部は、捕集筒の径方向に延在している。

本発明の一形態においては、粒子検出手段は、筐体内に位置し、捕集部材に付着した粒子に向けて励起光を照射する照射部と、筐体内に位置し、励起光を照射された粒子から発せられる蛍光を検出する蛍光検出部と、捕集部材に接触するように位置し、捕集部材に付着した粒子を加熱する加熱部と、励起光を照射された粒子から検出された蛍光量が加熱部の加熱によって変化した量から生物由来の粒子の量を算出する算出手段とを含む。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、放電電極での放電を安定させて粒子の捕集効率を向上できる。

【図面の簡単な説明】

40

【0011】

【図1】加熱前および加熱後における生物由来の粒子の蛍光強度を示すグラフである。

【図2】加熱前および加熱後における粉塵の蛍光強度を示すグラフである。

【図3】捕集工程を説明するための模式図である。

【図4】加熱前の蛍光測定工程を説明するための模式図である。

【図5】加熱工程を説明するための模式図である。

【図6】加熱後の蛍光測定工程を説明するための模式図である。

【図7】加熱による蛍光量の増加量と生物由来の粒子の濃度との相関関係を示すグラフである。

【図8】本発明の実施形態1に係る粒子検出装置の外観を示す斜視図である。

50

- 【図 9】図 8 の粒子検出装置を別の方向から見た斜視図である。
- 【図 10】図 9 の粒子検出装置からファンを取り外した状態を示す斜視図である。
- 【図 11】図 8 の粒子検出装置の構成を示す分解斜視図である。
- 【図 12】図 11 の粒子検出装置を矢印 X I I 方向から見た部分斜視図である。
- 【図 13】捕集部および加熱部の構成を示す分解斜視図である。
- 【図 14】捕集部および加熱部の外観を示す下面図である。
- 【図 15】捕集基板とヒータとの接続状態を示す一部平面図である。
- 【図 16】図 15 の捕集基板およびヒータを矢印 X V I 方向から見た図である。
- 【図 17】粒子検出装置の各構成の取り付け状態を示す分解斜視図である。
- 【図 18】図 17 の粒子検出装置を矢印 X V I I I 方向から見た図である。 10
- 【図 19】捕集部と移動機構とが接続された状態を示す斜視図である。
- 【図 20】捕集基板が第 1 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。
- 【図 21】捕集基板が第 2 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。
- 【図 22】捕集基板が第 3 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。
- 【図 23】捕集基板が第 4 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。
- 【図 24】本発明の実施形態 1 に係る粒子検出装置の動作の流れを示すフローチャートである。 20
- 【図 25】本発明の実施形態 1 に係る粒子検出装置において捕集基板を捕集位置である第 1 位置に配置した状態を示す断面図である。
- 【図 26】実験例 1 において、捕集基板の表面の電位を測定した実験装置の構成を示すブロック図である。
- 【図 27】高湿条件において検出した、比較例 2 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。
- 【図 28】高湿条件において検出した、実施例 2 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。
- 【図 29】低湿条件において検出した、比較例 2 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。 30
- 【図 30】低湿条件において検出した、実施例 2 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。
- 【図 31】高湿条件において検出した、比較例 3 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。
- 【図 32】高湿条件において検出した、実施例 3 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。
- 【図 33】低湿条件において検出した、比較例 3 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。
- 【図 34】低湿条件において検出した、実施例 3 に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。 40
- 【発明を実施するための形態】
- 【0012】
- まず、本発明の粒子検出装置において生物由来の粒子を検出する方法について説明する。なお、生物由来の粒子とは、微生物、カビなどの菌および花粉を含む生物に由来する粒子であり、鉱物および石油精製品などの粉塵は含まれない。
- 【0013】
- 空気中を浮遊している粒子には、鉱物および石油精製品などの粉塵と生物由来の粒子とが混在している。この混在粒子に含まれる生物由来の粒子量を測定するために、混在粒子に紫外光または青色光を照射すると、生物由来の粒子は蛍光を発する。しかしながら、混 50

在粒子には、生物由来の粒子以外にも同様に蛍光を発する化学繊維の埃など(以下、粉塵ともいう)が含まれている。そのため、混在粒子から発せられる蛍光を検出するのみでは、生物由来の粒子量を測定することができない。

【0014】

そこで、本発明者らは、生物由来の粒子は加熱されると蛍光強度(蛍光量)が変化し、化学繊維などの埃は加熱されても蛍光強度が変化しないことを利用して、生物由来の粒子量を測定する粒子検出方法を開発した。

【0015】

図1は、加熱前および加熱後における生物由来の粒子の蛍光強度を示すグラフである。図2は、加熱前および加熱後における粉塵の蛍光強度を示すグラフである。図1, 2においては、縦軸に蛍光強度、横軸に蛍光した光の波長を示している。

10

【0016】

図1に示すように、生物由来の粒子は、広い波長範囲において加熱後の蛍光量が加熱前の蛍光量に比較して著しく増加している。一方、図2に示すように、粉塵は、加熱後の蛍光量と加熱前の蛍光量が略同一である。

【0017】

よって、混在粒子の加熱前の蛍光量と加熱後の蛍光量とを測定して、加熱前の蛍光量と加熱後の蛍光量との差分を求めることにより、混在粒子に含まれる生物由来の粒子の量を算出することができる。

【0018】

20

以下、粒子検出方法の各工程について説明する。粒子検出方法は、混在粒子の捕集工程、加熱前の混在粒子の蛍光測定工程、混在粒子の加熱工程、加熱後の混在粒子の蛍光測定工程、および、生物由来の粒子の量を算出する工程を含む。

【0019】

図3は、捕集工程を説明するための模式図である。図4は、加熱前の蛍光測定工程を説明するための模式図である。図5は、加熱工程を説明するための模式図である。図6は、加熱後の蛍光測定工程を説明するための模式図である。図7は、加熱による蛍光量の増加量と生物由来の粒子の濃度との相関関係を示すグラフである。図7においては、縦軸に加熱による蛍光量の増加量、横軸に生物由来の粒子の濃度を示している。

【0020】

30

図3に示すように、捕集工程において、空気中を浮遊している混在粒子を捕集基板510上に捕集する。本工程においては、捕集基板510を針状電極530に対向配置する。捕集基板510および針状電極530に直流電源540を接続し、捕集基板510および針状電極530間に電位差を生じさせる。たとえば、針状電極530に直流電源540の正極を接続し、捕集基板510に直流電源540の負極を接続する。

【0021】

捕集基板510の下方に位置するファン500を駆動させることにより、外部の空気を針状電極530の周囲を通過して捕集基板510に向かうように導入する。空気中を浮遊する混在粒子600は、針状電極530の周囲において正の電荷に帯電する。捕集基板510は、帯電した混在粒子600とは反対の電荷を有している。そのため、帯電した混在粒子600は、静電気力によって捕集基板510の表面に付着して捕集される。捕集基板510に捕集された混在粒子600は、生物由来の粒子600Aと、化学繊維の埃などの粉塵600Bとを含んでいる。

40

【0022】

図4に示すように、加熱前の蛍光測定工程において、半導体レーザなどの発光素子550から捕集基板510上に捕集された混在粒子600に向けて励起光を照射する。励起光を照射された混在粒子600から発せられる蛍光をレンズ560で集光して受光素子565にて受光する。

【0023】

図5に示すように、加熱工程において、捕集基板510の下面に取り付けられたヒータ

50

520により捕集基板510を加熱することにより、捕集基板510に捕集された混在粒子600を加熱する。加熱後、捕集基板510を空冷する。

【0024】

図6に示すように、加熱後の蛍光測定工程において、発光素子550から捕集基板510上に捕集された混在粒子600に向けて励起光を照射する。励起光を照射された混在粒子600から発せられる蛍光をレンズ560で集光して受光素子565にて受光する。

【0025】

図7に示すように、蛍光量の増加量 ΔF と生物由来の粒子濃度 N との関係に基づき、加熱後の蛍光測定工程において測定された蛍光量から加熱前の蛍光測定工程において測定された蛍光量を引いた差分 ΔF_1 から、生物由来の粒子の濃度(個/ m^3)を算出する。なお、増加量 ΔF と生物由来の粒子濃度 N との相関関係は、予め実験を行なうことにより求められたものである。

【0026】

以下、上記の粒子検出方法を用いて生物由来の粒子を検出する本発明の実施形態1に係る粒子検出装置について説明する。なお、以下の実施形態において参照する図面においては、同一またはそれに相当する部材に同じ番号を付してその説明を繰り返さない。また、説明の便宜上、上、下の表現を用いるが、これは参照した図面に基づくものであって発明の構成を限定するものではない。

【0027】

(実施形態1)

図8は、本発明の実施形態1に係る粒子検出装置の外観を示す斜視図である。図9は、図8の粒子検出装置を別の方向から見た斜視図である。図10は、図9の粒子検出装置からファンを取り外した状態を示す斜視図である。図11は、図8の粒子検出装置の構成を示す分解斜視図である。図12は、図11の粒子検出装置を矢印XII方向から見た部分斜視図である。

【0028】

図8～12に示すように、本発明の実施形態1に係る粒子検出装置100は、筐体110と、排気手段と、放電部と、捕集部と、照射部130と、蛍光検出部160と、加熱部と、算出手段と、移動機構と、清掃部とを備える。なお、照射部130と蛍光検出部160と加熱部と算出手段とは、粒子検出手段に含まれる。粒子検出手段は、後述するように捕集部により捕集された粒子に含まれる生物由来の粒子の量を検出する。

【0029】

筐体110は、導入口111aを有する蓋部111、および、導入口111aに対向する排出口112aを有し、蓋部111と組み合わされて箱状となる本体部112を含む。筐体110は、蓋部111上に固定されたリジッド基板200をさらに含む。リジッド基板200には、接地電極210が設けられている。接地電極210は、配線192によって後述する導電体と電氣的に接続されている。配線192は、銅箔またはアルミ箔などの導電部材から形成されている。

【0030】

筐体110は、略直方体形状を有し、放電部、捕集部、照射部、蛍光検出部、加熱部、移動機構および清掃部を収容する。本体部112は、排出口112aとは反対側に開口を有する。蓋部111は、本体部112の開口を塞ぐ平板形状を有する。たとえば、筐体110は、60mm×50mm(蓋部111の縦、横)×30mm(高さ)の大きさを有する。

【0031】

蓋部111には、捕集筒190が互いに直交するように接続されている。筐体110において捕集筒190は、導入口111aと連続するように本体部112に向けて円筒状に延びている。捕集筒190は、後述する針状電極140の先端部を取り囲むように設けられている。捕集筒190は、針状電極140に対して位置決めされた捕集基板170に向けて混在粒子を含む空気を案内する。筐体110および捕集筒190は、エポキシ樹脂などの電気絶縁性を有する材料から構成されている。

【 0 0 3 2 】

捕集筒 1 9 0 は、捕集筒 1 9 0 の内周面に設けられ、針状電極 1 4 0 の先端部と間隔を置いて位置する電氣的に接地された導電体 1 9 1 を含む。導電体 1 9 1 は、半田により配線 1 9 2 と接続されている。本実施形態においては、導電体 1 9 1 は、シート状の形状を有し、捕集筒 1 9 0 の内周面に貼り付けられている。ただし、導電体 1 9 1 の形態は上記に限られず、たとえば、捕集筒 1 9 0 の内周側に凹部が形成されており、この凹部内に板状の導電体が嵌め込まれていてもよい。この場合、導電体の表面と捕集筒 1 9 0 の内周面とが連続していてもよいし、導電体の表面が捕集筒 1 9 0 の内周面に対して凹んでいてもよい。

【 0 0 3 3 】

本実施形態においては、導電体 1 9 1 は、捕集筒 1 9 0 の径方向において、後述するように針状電極 1 4 0 が貫通する捕集筒 1 9 0 の一部に対して反対側に位置している。ただし、導電体 1 9 1 の配置は、上記に限られず、捕集筒 1 9 0 の内周面を構成するように、針状電極 1 4 0 の先端部と間隔を置いて位置していればよい。

【 0 0 3 4 】

導電体 1 9 1 は、捕集筒 1 9 0 の延在方向において、針状電極 1 4 0 より導入口 1 1 1 a 側に位置している。すなわち、導電体 1 9 1 は、後述するように導入口 1 1 1 a から筐体 1 1 0 内に導入される空気の流れに対して、針状電極 1 4 0 の風上側に位置している。導電体 1 9 1 は、針状電極 1 4 0 を延長した仮想延長線とは重ならない。

【 0 0 3 5 】

本実施形態においては、導電体 1 9 1 は、銅からなるが、導電体 1 9 1 の材料は銅に限られず、アルミニウムなどの電気伝導率の高い材料であればよい。

【 0 0 3 6 】

排気手段であるファン 1 2 0 は、排出口 1 1 2 a から筐体 1 1 0 内の空気を排気する。ファン 1 2 0 は、正転方向および反転方向に回転駆動可能である。ファン 1 2 0 が正転方向に駆動されることにより、筐体 1 1 0 の内部の空気がファン 1 2 0 を通じて筐体 1 1 0 の外部に排出される。ファン 1 2 0 が反転方向に駆動されることにより、筐体 1 1 0 の外部の空気がファン 1 2 0 を通じて筐体 1 1 0 の内部に導入される。ファン 1 2 0 は、本体部 1 1 2 の排出口 1 1 2 a の位置に取り付けられている。

【 0 0 3 7 】

放電部は、筐体 1 1 0 内に位置し、ファン 1 2 0 の排気により導入口 1 1 1 a から筐体 1 1 0 内に導入された空気中に含まれる混在粒子を帯電させる。放電部は、電源部としての高圧直流電源 1 4 1 と、放電電極としての針状電極 1 4 0 とを有する。針状電極 1 4 0 は、高圧直流電源 1 4 1 から延出し、捕集筒 1 9 0 の一部を貫通して捕集筒 1 9 0 の内部に達している。本実施形態においては、捕集筒 1 9 0 の延在方向の中央付近において捕集筒 1 9 0 の外側から内側に針状電極 1 4 0 が貫通している。針状電極 1 4 0 の先端部は、捕集筒 1 9 0 の径方向に延在している。

【 0 0 3 8 】

高圧直流電源 1 4 1 の正極は針状電極 1 4 0 と接続されている。なお、高圧直流電源 1 4 1 の正極ではなく負極が針状電極 1 4 0 と接続されていてもよい。高圧直流電源 1 4 1 および後述するヒータ 1 8 0 に捕集基板 1 7 0 が電氣的に接続されることにより、捕集基板 1 7 0 と針状電極 1 4 0 との間に電位差が生じている。

【 0 0 3 9 】

照射部 1 3 0 は、筐体 1 1 0 内に位置し、捕集基板 1 7 0 に付着した混在粒子に向けて励起光を照射する。照射部 1 3 0 は、光源としての発光素子 1 3 1 と、素子フレーム 1 3 2 と、レンズフレーム 1 3 3 と、集光レンズ 1 3 4 と、レンズ押さえ 1 3 5 とを含む。

【 0 0 4 0 】

発光素子 1 3 1 としては、半導体レーザまたは L E D (Light Emitting Diode) 素子などが用いられる。発光素子 1 3 1 から発せられる光は、生物由来の粒子を励起して蛍光を発せさせるものであれば、紫外または可視いずれの領域の波長を有してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

蛍光検出部 1 6 0 は、筐体 1 1 0 内に位置し、励起光を照射された混在粒子から発せられる蛍光を検出する。蛍光検出部 1 6 0 は、ノイズシールド 1 6 1 と、増幅回路 1 6 2 と、受光素子 1 6 3 と、受光フレーム 1 6 4 と、フレネルレンズ 1 6 5 と、レンズ押さえ 1 6 6 とを含む。受光素子 1 6 3 としては、フォトダイオードまたはイメージセンサなどが用いられる。

【 0 0 4 2 】

移動機構は、捕集基板 1 7 0 を移動させる。移動機構は、モータホルダ 1 7 5 と、回転駆動部としての回転モータ 1 7 4 と、モータ押さえ 1 7 3 を含む。回転モータ 1 7 4 は、捕集部の回転ベース 1 7 2 と接続される。

10

【 0 0 4 3 】

清掃部は、蛍光検出を終えた混在粒子を捕集基板 1 7 0 から除去する。清掃部は、ブラシ 1 5 0、ブラシ押さえ 1 5 1 およびブラシ固定部 1 5 2 を含む。ブラシ 1 5 0 は、ブラシ押さえ 1 5 1 とブラシ固定部 1 5 2 とにより挟まれて一端を固定されている。清掃部は、高圧直流電源 1 4 1 の下面に固定されている。

【 0 0 4 4 】

ブラシ 1 5 0 は、繊維集合体から形成されている。ブラシ 1 5 0 は、導電性を有する繊維集合体から形成されている。ブラシ 1 5 0 は、たとえば、カーボンファイバから形成されている。ブラシ 1 5 0 を形成する繊維集合体の線径は、 $\phi 0.05\text{ mm}$ 以上 $\phi 0.2\text{ mm}$ 以下であることが好ましい。導電性を有するブラシ 1 5 0 を用いることにより、帯電した混在粒子の電荷を除去することができる。

20

【 0 0 4 5 】

図 1 3 は、捕集部および加熱部の構成を示す分解斜視図である。図 1 4 は、捕集部および加熱部の外観を示す下面図である。図 1 5 は、捕集基板とヒータとの接続状態を示す一部平面図である。図 1 6 は、図 1 5 の捕集基板およびヒータを矢印 X V I 方向から見た図である。

【 0 0 4 6 】

捕集部は、捕集部材である捕集基板 1 7 0 を有し、帯電された混合粒子を静電気力により捕集基板 1 7 0 に付着させて捕集する。捕集基板 1 7 0 は、ガラス板から形成されている。ガラス板の表面には、導電性の透明被膜が形成されている。

30

【 0 0 4 7 】

捕集基板 1 7 0 は、ガラスに限定されず、セラミックまたは金属などから形成されてもよい。被膜は、透明被膜に限定されず、たとえば、金属被膜が形成されてもよい。また、捕集基板 1 7 0 が金属から形成される場合、その表面に被膜を形成する必要はない。

【 0 0 4 8 】

捕集基板 1 7 0 は、基板ホルダ 1 7 1 上に固定される。基板ホルダ 1 7 1 は、移動機構と接続される回転ベース 1 7 2 と繋がっている。回転ベース 1 7 2 から、アーム部 1 7 6 が膨出している。基板ホルダ 1 7 1、回転ベース 1 7 2 およびアーム部 1 7 6 は、樹脂材料により一体で形成されている。捕集部は、基板ホルダ 1 7 1、回転ベース 1 7 2 およびアーム部 1 7 6 を含む。

40

【 0 0 4 9 】

捕集部は、後述する回転モータ 1 7 4 の出力軸 1 7 4 a と係合される被係合部である係合穴 1 7 2 a を回転ベース 1 7 2 に有している。また、捕集部は、係合穴 1 7 2 a を回転中心として径方向に離れた位置に捕集基板 1 7 0 を有している。

【 0 0 5 0 】

図 1 3、1 4 に示すように、アーム部 1 7 6 は、回転ベース 1 7 2 の係合穴 1 7 2 a を回転中心として半径方向に延伸している。アーム部 1 7 6 は、軸部 1 7 2 b の軸周りにおいて基板ホルダ 1 7 1 と周方向にずれた位置に設けられている。アーム部 1 7 6 は、先端に薄いアーム先端部 1 7 6 a を有している。

【 0 0 5 1 】

50

加熱部であるヒータ１８０は、捕集基板１７０に接触するように位置し、捕集基板１７０に付着した混在粒子を加熱する。本実施形態においては、ヒータ１８０は、捕集基板１７０の下面に取り付けられている。

【００５２】

ヒータ１８０は、ヒータ１８０への電力供給用配線であり直流電流が流れる高電位側配線１８１および低電位側配線１８２、ならびに、ヒータ１８０に内蔵された温度センサの信号線１８３を含む。高電位側配線１８１、低電位側配線１８２および信号線１８３は、捕集基板１７０の回動に追従可能な平板状配線であるフレキシブルプリント配線基板１８４の一端に接続されている。

【００５３】

フレキシブルプリント配線基板１８４の他端は、筐体１１０の外部に引き出されて、温度センサの信号を受信する制御部および直流電源に接続されている。フレキシブルプリント配線基板１８４の表面は、係合穴１７２aを回転中心とした径方向を含む平面に対して直交している。

【００５４】

この構成により、図１４中の矢印１０に示すように回転ベース１７２が回転した際に、フレキシブルプリント配線基板１８４がその回転に追従して移動および変形するため、高電位側配線１８１、低電位側配線１８２および信号線１８３に負荷がかかることを抑制できる。

【００５５】

図１５、１６に示すように、捕集基板１７０は、高電位側配線１８１および低電位側配線１８２のいずれか一方に電氣的に接続される。本実施形態においては、捕集基板１７０を負の電荷に帯電させるために、捕集基板１７０は低電位側配線１８２に接続されている。なお、高圧直流電源１４１の負極が針状電極１４０と接続されている場合は、捕集基板１７０を正の電荷に帯電させるために、捕集基板１７０は高電位側配線１８１に接続される。

【００５６】

捕集基板１７０とヒータ１８０とは、導電性接着剤１８５により接着されている。捕集基板１７０が、ヒータ１８０の低電位側配線１８２と導電性接着剤１８５を介して電氣的に接続されることにより負の電荷に帯電し、正の電荷に帯電された混在粒子との間に静電気力が生ずる。

【００５７】

ただし、捕集基板１７０は、接地電位に固定されていてもよい。この場合、高電位側配線１８１または低電位側配線１８２が接地電位に固定され、捕集基板１７０が接地電位に固定された高電位側配線１８１または低電位側配線１８２に接続される。この場合も、捕集基板１７０に帯電した混在粒子を付着させて捕集することができる。また、この場合、高電位側配線１８１および低電位側配線１８２に交流電流が流されてもよい。

【００５８】

導電性接着剤１８５としては、たとえば、一液型エポキシ樹脂接着剤に貴金属粉末を加えて製造されたエポキシ樹脂系接着剤などを用いることができる。本実施形態においては、導電性接着剤１８５を用いて捕集基板１７０と低電位側配線１８２とを電氣的に接続したが、たとえば、半田などを用いて接続してもよい。

【００５９】

また、本実施形態においては、捕集基板１７０と低電位側配線１８２とを接続したが、たとえば、ヒータ１８０の表面に低電位側配線１８２と接続された電極が設けられ、この電極と捕集基板１７０とが導電性接着剤１８５により電氣的に接続されてもよい。

【００６０】

上記のように、静電気力を発生させるための配線と、捕集部材を加熱するための配線とを兼用することにより、配線数を削減できる。その結果、捕集基板１７０の周囲の配線の引き回しが容易になり、配線の混線および断線の発生を抑制できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

以下、各構成の取り付け状態について説明する。図 1 7 は、粒子検出装置の各構成の取り付け状態を示す分解斜視図である。図 1 8 は、図 1 7 の粒子検出装置を矢印 X V I I I 方向から見た図である。

【 0 0 6 2 】

図 1 7 , 1 8 に示すように、放電部、照射部 1 3 0、蛍光検出部 1 6 0 および清掃部は、蓋部 1 1 1 に取り付けられている。本実施形態においては、移動機構も、蓋部 1 1 1 に取り付けられている。ただし、移動機構は、本体部 1 1 2 に取り付けられていてもよい。回転モータ 1 7 4 の下部に、回転モータ 1 7 4 の駆動力を伝達する係合部である出力軸 1 7 4 a が突出している。

10

【 0 0 6 3 】

捕集部は、本体部 1 1 2 に取り付けられる。加熱部であるヒータ 1 8 0 は捕集基板 1 7 0 の下面に取り付けられているため、捕集部と共に本体部 1 1 2 に取り付けられている。

【 0 0 6 4 】

図 1 9 は、捕集部と移動機構とが接続された状態を示す斜視図である。図 1 9 においては、筐体 1 1 0 を図示していない。回転ベース 1 7 2 の係合穴 1 7 2 a と回転モータ 1 7 4 の出力軸 1 7 4 a とを係合させることにより、図 1 9 に示すように、捕集部と移動機構とを接続させる。回転モータ 1 7 4 の駆動に伴って、回転ベース 1 7 2 は、係合穴 1 7 2 a を中心に回転(正転、反転)する。

【 0 0 6 5 】

以下、平面視における粒子検出装置の構成部品の配置、および、捕集基板 1 7 0 の位置について説明する。

20

【 0 0 6 6 】

図 2 0 は、捕集基板が第 1 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。図 2 1 は、捕集基板が第 2 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。図 2 2 は、捕集基板が第 3 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。図 2 3 は、捕集基板が第 4 位置に位置している状態を捕集基板の下方から見た断面図である。

【 0 0 6 7 】

図 2 0 ~ 2 3 に示すように、本実施形態においては、放電部、蛍光検出部および清掃部が、回転ベース 1 7 2 の軸部 1 7 2 b を中心にその周方向に並んで配置されている。具体的には、反時計回りに順に、蛍光検出部、放電部および清掃部が配置されている。照射部 1 3 0 は、蛍光検出部に隣接して配置されている。

30

【 0 0 6 8 】

第 1 位置は、放電部により混在粒子を帯電させつつ捕集基板 1 7 0 に帯電した粒子を付着させる際の捕集基板 1 7 0 の位置である。第 2 位置は、捕集基板 1 7 0 に付着した混在粒子に照射部 1 3 0 により励起光を照射しつつ蛍光検出部により蛍光を検出する際の捕集基板 1 7 0 の位置である。

【 0 0 6 9 】

第 3 位置は、清掃部により捕集基板 1 7 0 上の混在粒子の除去を開始する際の捕集基板 1 7 0 の位置である。第 4 位置は、清掃部による捕集基板 1 7 0 上の混在粒子の除去が終了した際の捕集基板 1 7 0 の位置である。第 1 位置から第 4 位置までの軸部 1 7 2 b を中心にした旋回範囲は、約 1 8 0 ° 以内である。

40

【 0 0 7 0 】

捕集基板 1 7 0 は、回転モータ 1 7 4 が駆動することにより回動して第 1 位置および第 2 位置の間を移動する。また、捕集基板 1 7 0 は、回転モータ 1 7 4 が駆動することにより回動して第 2 位置および第 3 位置の間を移動する。さらに、捕集基板 1 7 0 は、回転モータ 1 7 4 が駆動することにより回動して第 3 位置および第 4 位置の間を移動する。

【 0 0 7 1 】

図 2 0 ~ 2 3 に示すように、本体部 1 1 2 において、互いに直交して隣接している内壁

50

に、近接センサ 1 1 2 b および近接センサ 1 1 2 c がそれぞれ配置されている。近接センサ 1 1 2 b および近接センサ 1 1 2 c の各々は、本体部 1 1 2 の内壁から本体部 1 1 2 の内側に向けて延びる 1 対の端子部を有している。

【0072】

捕集部は、軸部 1 7 2 b を回転中心軸として回転した際に、この一対の端子部同士の間をアーム先端部 1 7 6 a が通過するように、本体部 1 1 2 に取り付けられている。近接センサ 1 1 2 b および近接センサ 1 1 2 c は、アーム先端部 1 7 6 a の近接を検知することによって捕集基板 1 7 0 の位置を検出するセンサである。

【0073】

以下、本実施形態における粒子検出装置 1 0 0 の動作について説明する。図 2 4 は、本実施形態に係る粒子検出装置の動作の流れを示すフローチャートである。なお、以下の説明においては、図 2 0 から図 2 3 中において、軸部 1 7 2 b を中心として時計周りの回転を正転方向といい、反時計周りの回転を反転方向という。

【0074】

図 2 0 , 2 4 に示すように、まず、捕集基板 1 7 0 を捕集位置である第 1 位置に配置する。その状態で捕集工程として、ファン 1 2 0 を正転方向に駆動させて、導入口 1 1 1 a から筐体 1 1 0 の内部に空気を導入するとともに、高圧直流電源 1 4 1 およびヒータ 1 8 0 に捕集基板 1 7 0 を電氣的に接続することによって針状電極 1 4 0 と捕集基板 1 7 0 との間に電位差を発生させ、空気中を浮遊している混在粒子を帯電させて捕集基板 1 7 0 の表面に付着させて捕集する (S 1 0 1)。

【0075】

本実施形態においては、放電電極として針状電極 1 4 0 を用いているため、帯電した混在粒子を、針状電極 1 4 0 の先端部に対面する捕集基板 1 7 0 の表面であって、照射部 1 3 0 の照射領域に対応した極めて狭い領域に付着させることができる。これにより、後工程の蛍光測定工程において、捕集された混在粒子から発せられる蛍光を効率的に検出することができる。

【0076】

図 2 1 , 2 4 に示すように、次に、回転モータ 1 7 4 を駆動させて回転ベース 1 7 2 を正転方向に回転させ、捕集基板 1 7 0 を蛍光検出位置である第 2 位置に移動させる (S 1 0 2)。

【0077】

その後、加熱前の混在粒子の蛍光測定工程として、照射部 1 3 0 によって、捕集基板 1 7 0 に付着させて捕集した混在粒子に向けて励起光を照射しつつ、蛍光検出部によって、励起光を照射された混在粒子から発せられる蛍光を受光する。これにより、捕集基板 1 7 0 に付着させて捕集した混在粒子の加熱前の蛍光量を測定する (S 1 0 3)。

【0078】

図 2 0 , 2 4 に示すように、次に、回転モータ 1 7 4 を駆動させて回転ベース 1 7 2 を反転方向に回転させ、捕集基板 1 7 0 を第 2 位置から第 1 位置に移動させる (S 1 0 4)。

【0079】

次に、加熱工程として、ヒータ 1 8 0 に通電して捕集基板 1 7 0 を加熱することにより、捕集基板 1 7 0 に付着させて捕集した混在粒子を加熱する (S 1 0 5)。

【0080】

その後、ヒータ 1 8 0 への通電を停止して、捕集基板 1 7 0 を冷却する (S 1 0 6)。この際、ファン 1 2 0 を反転方向に駆動させることによって、空気を排出口 1 1 2 a から筐体 1 1 0 の内部に導入し、捕集基板 1 7 0 の冷却を促進させてもよい。

【0081】

図 2 1 , 2 4 に示すように、次に、回転モータ 1 7 4 を駆動させて回転ベース 1 7 2 を正転方向に回転させ、捕集基板 1 7 0 を第 1 位置から第 2 位置に移動させる (S 1 0 7)。

【0082】

その後、加熱後の混在粒子の蛍光測定工程として、照射部 1 3 0 によって、捕集基板 1

10

20

30

40

50

70に付着させて捕集した混在粒子に向けて励起光を照射しつつ、蛍光検出部によって、励起光を照射された混在粒子から発せられる蛍光を受光する。これにより、捕集基板170に付着させて捕集した混在粒子の加熱後の蛍光量を測定する(S108)。

【0083】

図22, 24に示すように、次に清掃工程として、回転モータ174を駆動させて回転ベース172を反転方向に回転させ、捕集基板170を第2位置から第3位置に移動させる。さらに回転ベース172を反転方向に回転させることによって、捕集基板170を第3位置から第4位置に移動させる。捕集基板170が第3位置から第4位置に移動する間、捕集基板170の表面はブラシ150の先端と摺動する。これにより、捕集基板170から混在粒子を除去する(S109)。

10

【0084】

清掃工程時に、ファン120を正転方向に駆動させて、捕集基板170から除去された混在粒子を排出口112aから筐体110の外部に排出する。この際、捕集基板170が、第1位置から第3位置に近づくに従って、捕集基板170と捕集筒190とが重なる範囲が小さくなるため、捕集筒190の開口面積が大きくなる。これにより、混在粒子を効率的に筐体110の外部に排出することができる。一方、捕集工程時は、捕集基板170に遮蔽されて捕集筒190の開口面積が小さくなるため、空気の導入口スを減らすことができる。

【0085】

本実施形態では、清掃部を静止させたまま捕集基板170の移動によって清掃工程を実施するため、清掃部の移動機構を別途設ける必要がない。このため、粒子検出装置100を小型にして製造コストを低減できる。

20

【0086】

図20, 24に示すように、回転モータ174を駆動させて回転ベース172を正転方向に回転させ、捕集基板170を第4位置から第1位置に移動させる(S110)。以上のS101~S110の工程を繰り返すことによって、生物由来の粒子の検出を連続的に実施することができる。

【0087】

生物由来の粒子の検出は、蛍光検出部に接続されたCPU(中央演算処理装置)などの算出手段により、加熱前の蛍光測定工程において測定された蛍光量と、加熱後の蛍光測定工程において測定された蛍光量との差から、混在粒子に含まれる生物由来の粒子の量を算出することにより行なう。本実施形態においては、算出手段はリジッド基板200に搭載されているが、算出手段は、筐体110の内側において蓋部111に取り付けられていてもよいし、筐体110の外部に配置されていてもよい。

30

【0088】

上記のように、捕集基板170をヒータ180の低電位側配線182に電氣的に接続して、帯電した混在粒子との間に静電気力を生じさせることにより、複雑な配線の引き回しを行なうことなく捕集基板170上に混在粒子を付着させて捕集することができる。

【0089】

その結果、捕集基板170の回転によって配線が混線または断線することを抑制できる。また、フレキシブルプリント配線基板184を用いることにより、回転ベース172の回転にフレキシブルプリント配線基板184が追従して移動および変形するため、捕集部および加熱部に接続される配線に負荷がかかることを抑制できる。このように、配線への負荷を軽減することにより、粒子検出装置100の耐久性を向上することができる。

40

【0090】

本実施形態においては、捕集位置(第1位置)、蛍光検出位置(第2位置)および清掃位置(第3~4位置)が円周上に並んで配置されており、捕集基板170は、正転方向および反転方向に回転することによって、これらの各位置間を移動する。この構成により、粒子検出装置100の小型にすることができる。

【0091】

50

また、本実施形態においては、捕集基板 170 に捕集された混在粒子を加熱する加熱工程を、捕集基板 170 に粒子を付着させて捕集する捕集工程と同じ位置(第 1 位置)で実施することにより、粒子検出装置 100 の小型にすることができる。

【0092】

なお、本実施形態においては、回転モータ 174 の係合部を出力軸 174 a、回転ベース 172 の被係合部を係合穴 172 a で構成したが、回転モータ 174 の係合部を係合穴、回転ベース 172 の被係合部を入力軸で構成してもよい。

【0093】

本実施形態における粒子検出装置 100 は、生物由来の粒子を検出するための装置単体として用いられてもよいし、空気清浄機、エアーコンディショナ、加湿器、除湿機、掃除機、冷蔵庫またはテレビなどの家電製品に組み込まれてもよい。

10

【0094】

以下、本実施形態に係る粒子検出装置 100 における導電体 191 の作用について説明する。図 25 は、本実施形態に係る粒子検出装置において捕集基板を捕集位置である第 1 位置に配置した状態を示す断面図である。図 25 に示すように、捕集工程においては、矢印 10 で示す方向に空気を導入しつつ、針状電極 140 と捕集基板 170 との間に電位差を発生させて、空気中を浮遊している混在粒子を帯電させる。

【0095】

仮に、針状電極 140 が連続して放電することによって捕集筒 190 が針状電極 140 と同じ極性の電位に帯電している場合、針状電極 140 の先端部の周辺における電位差が小さくなって、針状電極 140 における放電が不安定になる。その結果、混在粒子の帯電が不十分になって混在粒子の捕集効率が低下する。

20

【0096】

そこで、本実施形態に係る粒子検出装置 100 においては、捕集筒 190 の内周面に、電氣的に接地された導電体 191 を設けている。これにより、捕集筒 190 が帯電することを抑制することができる。その結果、針状電極 140 における放電を安定させて、混在粒子の捕集効率を向上できる。

【0097】

上記のように、導電体 191 は、捕集筒 190 の延在方向において、針状電極 140 より導入口 111 a 側に位置している。すなわち、導電体 191 は、導入口 111 a から筐体 110 内に導入される空気の流れに対して、針状電極 140 の風上側に位置している。これにより、針状電極 140 における放電によって発生したイオンが導電体 191 と接触することにより消滅することを抑制できる。その結果、混在粒子を十分に帯電させて混在粒子の捕集効率を向上できる。

30

【0098】

上記のように、導電体 191 は、捕集筒 190 の径方向において、針状電極 140 が貫通する捕集筒 190 の一部に対して反対側に位置している。これにより、針状電極 140 と導電体 191 との間の距離を確保し、針状電極 140 と導電体 191 との間で放電が発生して導電体 191 が損傷することを抑制できる。

【0099】

以下、導電体 191 を設けた実施例に係る粒子検出装置と、導電体 191 を設けていない比較例に係る粒子検出装置とにおいて、針状電極 140 を連続して放電させた際の放電の安定性を比較した実験例について説明する。

40

【0100】

(実験例 1)

図 26 は、実験例 1 において、捕集基板の表面の電位を測定した実験装置の構成を示すブロック図である。図 26 に示すように、実験例 1 においては、針状電極 140 は高圧直流電源の負極に接続され、捕集基板 170 は下面が接地されている。実施例 1 においては、導電体 191 は、配線 192 によって、リジッド基板の接地電極 210 に接続されている。

50

【0101】

実施例1においては、高圧プローブ700の一方の端子710は捕集基板170の表面に接触し、高圧プローブ700の他方の端子720は接地電極210に接触している。比較例1においては、高圧プローブ700の一方の端子710は捕集基板170の表面に接触し、高圧プローブ700の他方の端子720は捕集筒190の内周面に接触している。高圧プローブ700は、一方の端子710と他方の端子720との間の電位差を測定することにより捕集基板の表面の帯電電圧の検出し、検出結果を出力端子730から記憶部740に出力する。

【0102】

図26に示す実験装置の構成においては、針状電極140の放電によって発生したマイナスイオンが矢印10で示す方向に流れる空気によって運ばれて捕集基板170の表面に到達する。その結果、捕集基板170の表面は負の極性を有するように帯電する。高圧プローブ700は、捕集基板170の表面の帯電電圧を検出する。

10

【0103】

本実施形態に係る粒子検出装置100においては、筐体110内に導入する空気の湿度の影響によって針状電極140における放電が不安定になることを抑制できる。以下、実験例1と同一の試験装置を用いて、導電体191を設けた実施例に係る粒子検出装置と、導電体191を設けていない比較例に係る粒子検出装置とにおいて、針状電極140を連続して放電させた際の放電に対する筐体110内に導入する空気の湿度の影響を比較した実験例について説明する。

20

【0104】

(実験例2)

本実験においては、筐体110内に導入する空気の湿度を、40%~50%である高湿条件および20%程度の低湿条件のいずれかの条件に設定して、針状電極にて連続して放電させた際の実施例および比較例の捕集基板の表面の帯電電圧を検出する実験を行なった。実験は、導電体191を設けた実施例2,3に係る粒子検出装置、および、導電体191を設けていない比較例2,3に係る粒子検出装置の合計4つの粒子検出装置を用いて行なった。

【0105】

図27は、高湿条件において検出した、比較例2に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。図28は、高湿条件において検出した、実施例2に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。図29は、低湿条件において検出した、比較例2に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。図30は、低湿条件において検出した、実施例2に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。

30

【0106】

図31は、高湿条件において検出した、比較例3に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。図32は、高湿条件において検出した、実施例3に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。図33は、低湿条件において検出した、比較例3に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。図34は、低湿条件において検出した、実施例3に係る粒子検出装置の捕集基板の表面の帯電電圧の経時変化を示すグラフである。図27~34においては、縦軸に捕集基板の表面の帯電電圧、横軸に経過時間を示している。

40

【0107】

図27,28,31,32に示すように、高湿条件における、比較例2,3に係る粒子検出装置の捕集基板170の表面の帯電電圧においては、1回目の放電後の電圧降下が大きかった。また、比較例3に係る粒子検出装置の捕集基板170の表面の帯電電圧は、放電回数が増える毎に上昇した。一方、高湿条件における、実施例2,3に係る粒子検出装置の捕集基板170の表面の帯電電圧は、安定していた。

【0108】

50

図 29, 30, 33, 34 に示すように、低湿条件における、比較例 2, 3 に係る粒子検出装置の捕集基板 170 の表面の帯電電圧においては、5 回目の放電後の電圧変動が大きかった。また、比較例 3 に係る粒子検出装置の捕集基板 170 の表面の帯電電圧は、放電回数が 5 回目以降、4 回目までに比較して上昇した。一方、高湿条件における、実施例 2, 3 に係る粒子検出装置の捕集基板 170 の表面の帯電電圧は、比較例 2, 3 に係る粒子検出装置の捕集基板 170 の表面の帯電電圧に比べて安定していた。

【0109】

図 27 ~ 34 に示すように、捕集基板 170 の表面の帯電電圧は、高湿条件の方が低湿条件に比べて安定することが確認された。捕集基板 170 の表面の帯電電圧は、比較例 2, 3 に係る粒子検出装置に比べて、実施例 2, 3 に係る粒子検出装置の方が変動が小さいことが確認できた。よって、導電体 191 を設けることにより、針状電極 140 の放電を安定させて混在粒子を十分に帯電させることができ、ひいては混在粒子の捕集効率を向上させることが確認できた。

【0110】

以下、本発明の実施形態 2 に係る粒子検出装置について説明する。なお、以下の実施形態の説明においては、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と異なる点についてのみ説明し、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と同様の構成については説明を繰り返さない。

【0111】

(実施形態 2)

本発明の実施形態 2 に係る粒子検出装置における捕集基板 170 は、金属から形成されている。捕集基板 170 の表面には、被膜は形成されていない。よって、捕集基板 170 の表面に被膜を形成する工程を削減することができる。

【0112】

以下、本発明の実施形態 3 に係る粒子検出装置について説明する。なお、以下の実施形態の説明においては、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と異なる点についてのみ説明し、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と同様の構成については説明を繰り返さない。

【0113】

(実施形態 3)

本発明の実施形態 3 に係る粒子検出装置における捕集基板 170 は、セラミックから形成されている。捕集基板 170 の表面には、金属被膜が形成されている。

【0114】

以下、本発明の実施形態 4 に係る粒子検出装置について説明する。なお、以下の実施形態の説明においては、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と異なる点についてのみ説明し、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と同様の構成については説明を繰り返さない。

【0115】

(実施形態 4)

本発明の実施形態 4 に係る粒子検出装置における捕集基板 170 は、接地電位に固定されている。具体的には、高電位側配線 181 または低電位側配線 182 が接地電位に固定され、捕集基板 170 が接地電位に固定された高電位側配線 181 または低電位側配線 182 に接続される。本実施形態においても、捕集基板 170 に帯電した混在粒子を付着させて捕集することができる。高電位側配線 181 および低電位側配線 182 に交流電流が流されてもよい。

【0116】

以下、本発明の実施形態 5 に係る粒子検出装置について説明する。なお、以下の実施形態の説明においては、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と異なる点についてのみ説明し、実施形態 1 に係る粒子検出装置 100 と同様の構成については説明を繰り返さない。

【0117】

(実施形態 5)

本発明の実施形態 5 に係る粒子検出装置においては、ヒータ 180 の表面に低電位側配線 182 と接続された電極が設けられ、この電極と捕集基板 170 とが導電性接着剤 18

10

20

30

40

50

5により電氣的に接続されている。

【0118】

以下、本発明の実施形態6に係る粒子検出装置について説明する。なお、以下の実施形態の説明においては、実施形態1に係る粒子検出装置100と異なる点についてのみ説明し、実施形態1に係る粒子検出装置100と同様の構成については説明を繰り返さない。

【0119】

(実施形態6)

本発明の実施形態6に係る粒子検出装置においては、捕集筒190の内周側に凹部が形成されており、この凹部内に板状の導電体191が嵌め込まれている。導電体191の表面と捕集筒190の内周面とは連続していてもよいし、導電体191の表面が捕集筒190の内周面に対して凹んでいてもよい。

10

【0120】

今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

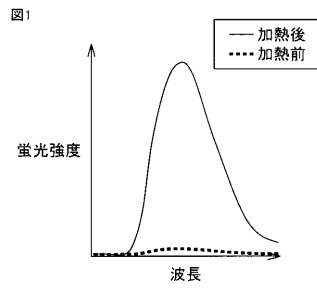
【0121】

100 粒子検出装置、110 筐体、111 蓋部、111a 導入口、112 本体部、112a 排出口、112b, 112c 近接センサ、120, 500 ファン、130 照射部、131, 550 発光素子、132 素子フレーム、133 レンズフレーム、134 集光レンズ、135, 166 レンズ押さえ、140, 530 針状電極、141 高圧直流電源、150 ブラシ、151 ブラシ押さえ、152 ブラシ固定部、160 蛍光検出部、161 ノイズシールド、162 増幅回路、163, 565 受光素子、164 受光フレーム、165 フレネルレンズ、170, 510 捕集基板、171 基板ホルダ、172 回転ベース、172a 係合穴、172b 軸部、173 モータ押さえ、174 回転モータ、174a 出力軸、175 モータホルダ、176 アーム部、176a アーム先端部、180, 520 ヒータ、181 高電位側配線、182 低電位側配線、183 信号線、184 フレキシブルプリント配線基板、185 導電性接着剤、190 捕集筒、200 リジッド基板、210 接地電極、540 直流電源、560 レンズ、600 混在粒子、600A 生物由来の粒子、600B 粉塵、700 高圧プローブ、710, 720 端子、730 出力端子、740 記憶部。

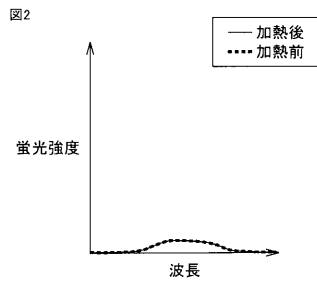
20

30

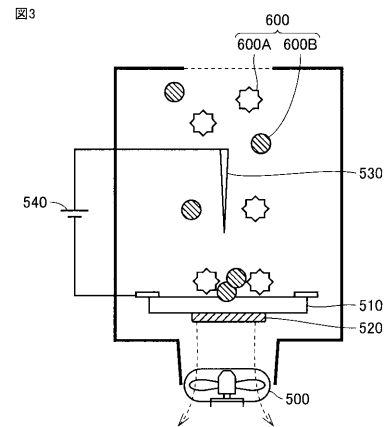
【図 1】



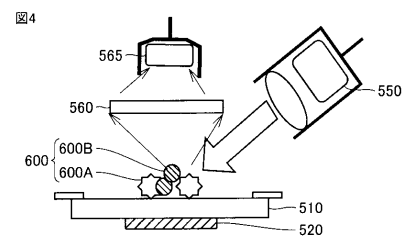
【図 2】



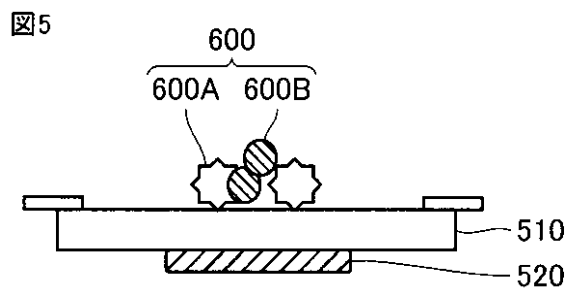
【図 3】



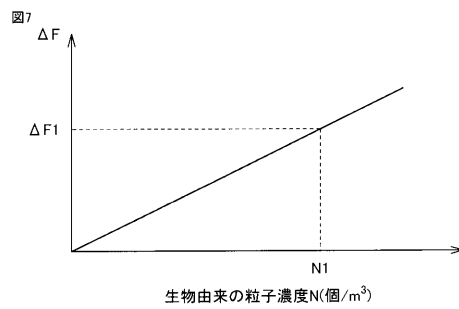
【図 4】



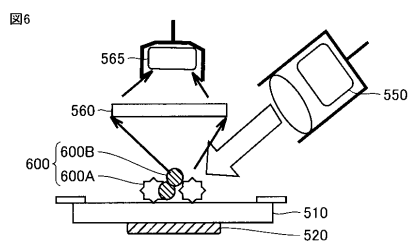
【図 5】



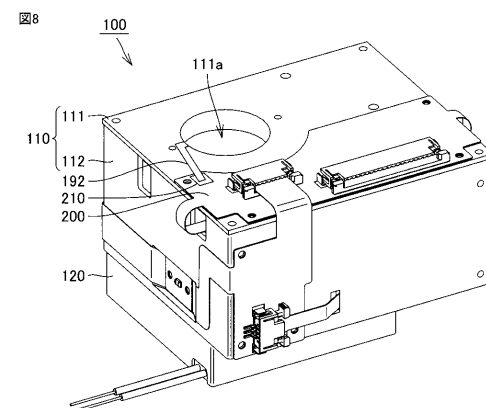
【図 7】



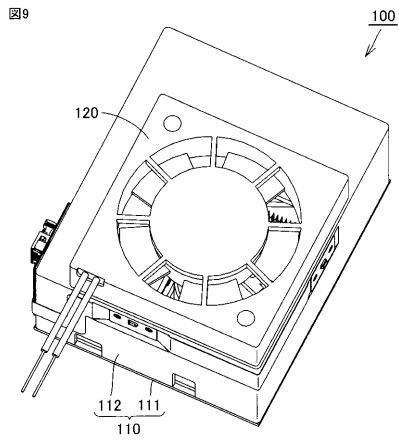
【図 6】



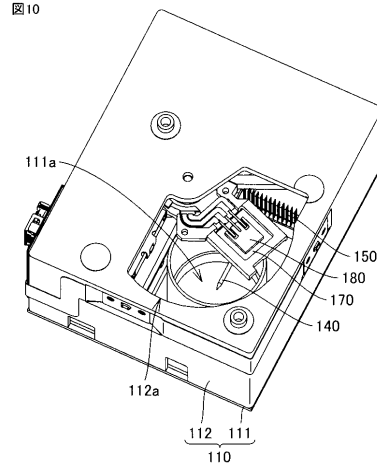
【図 8】



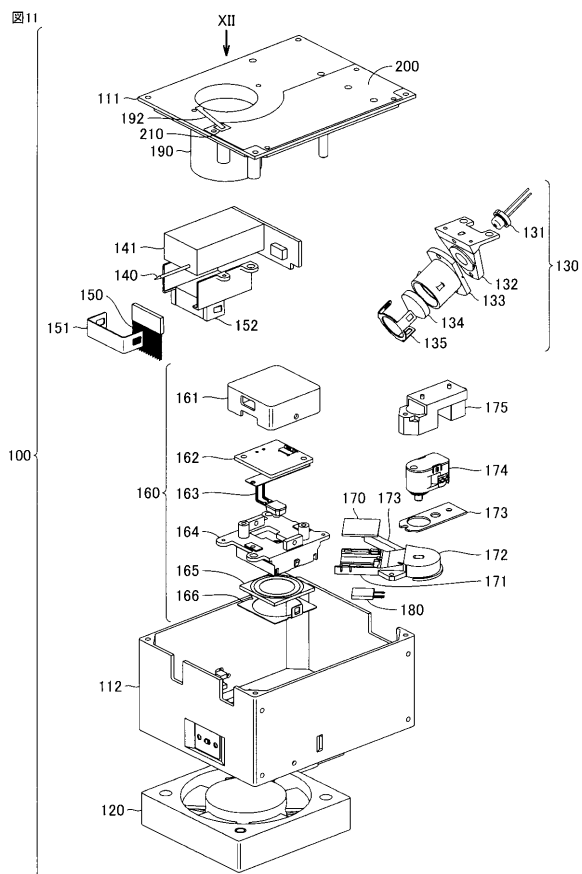
【図 9】



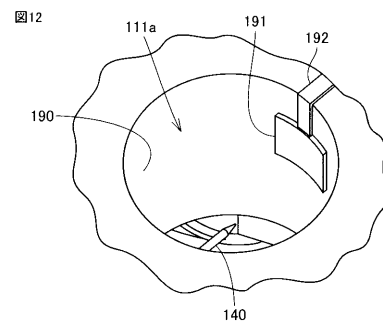
【図 10】



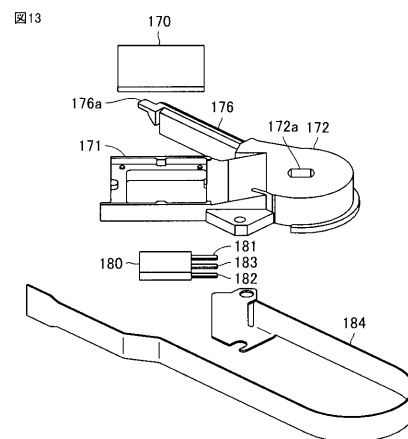
【図 11】



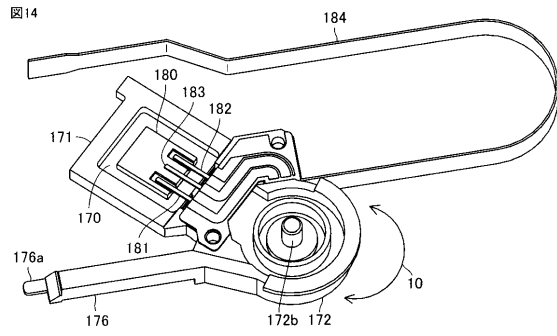
【図 12】



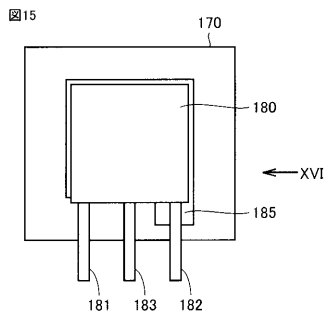
【図 13】



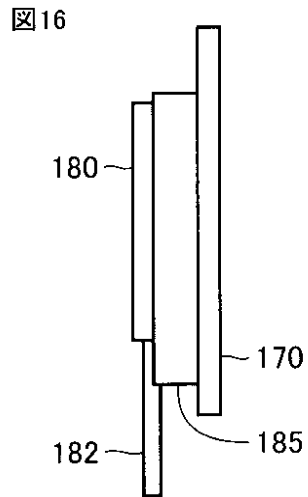
【図 14】



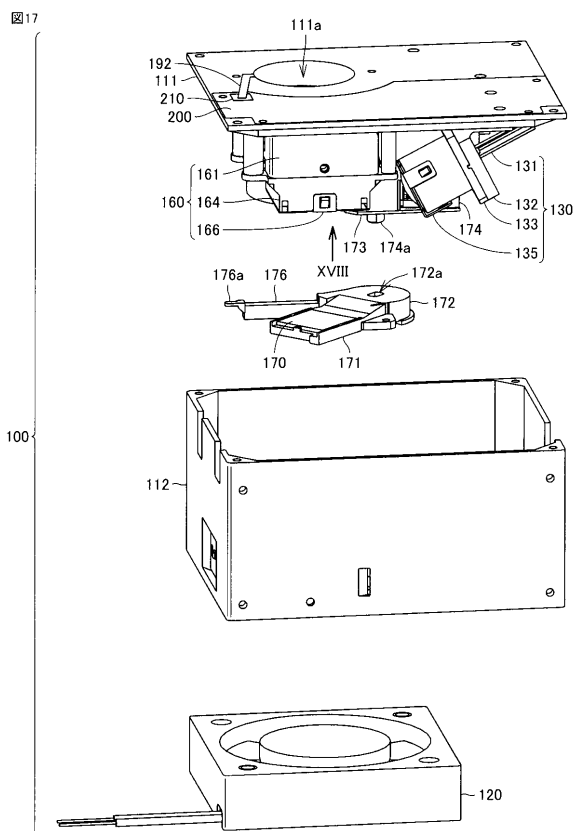
【図 15】



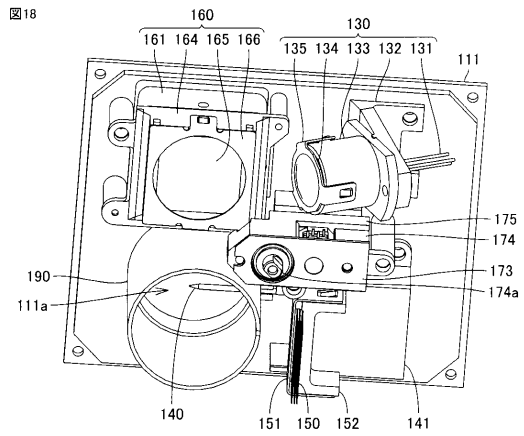
【図 16】



【図 17】

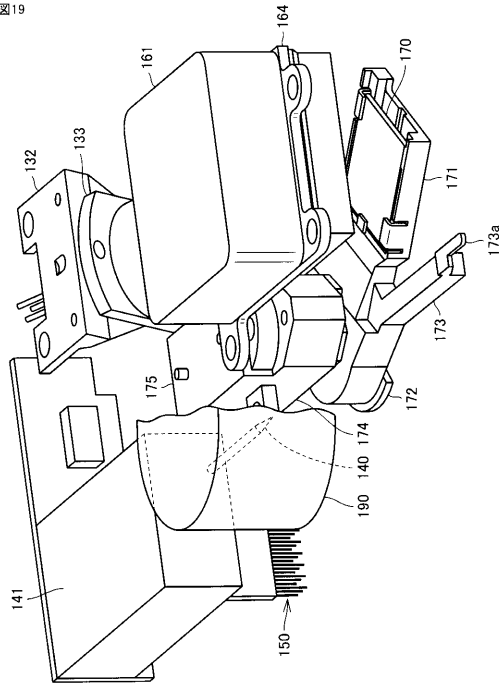


【図 18】



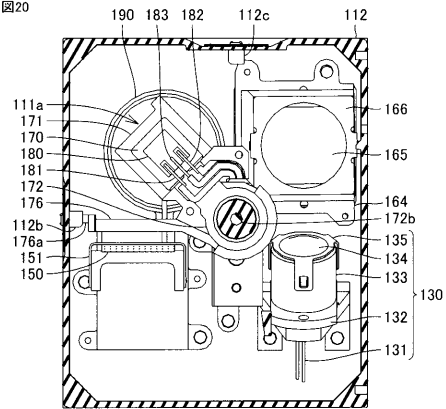
【図 19】

図19



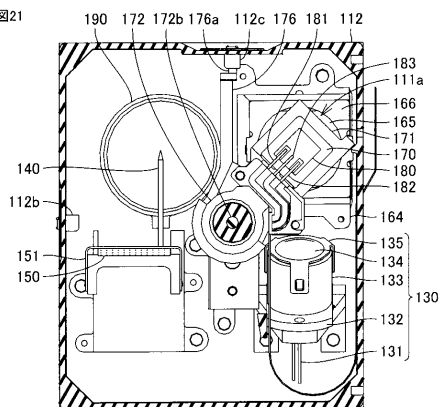
【図 20】

図20



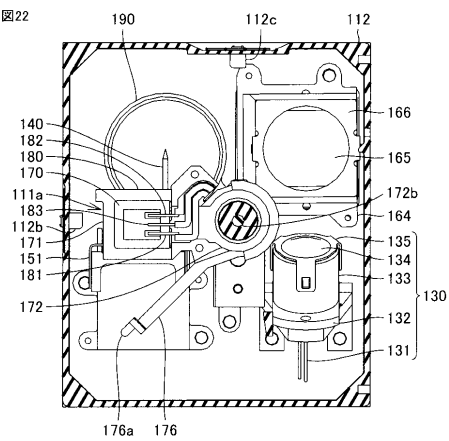
【図 21】

図21

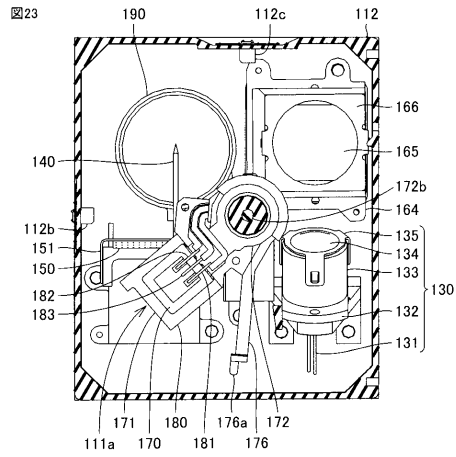


【図 22】

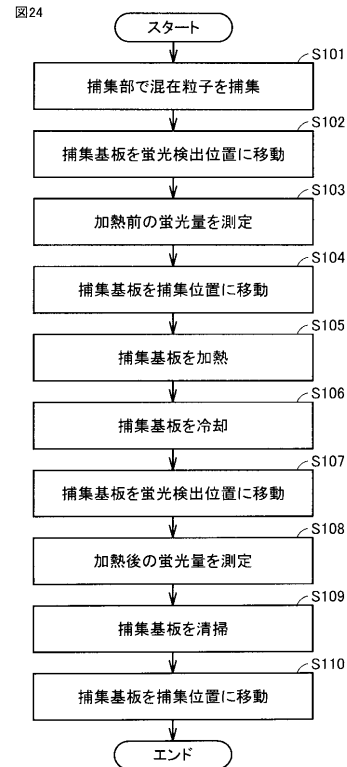
図22



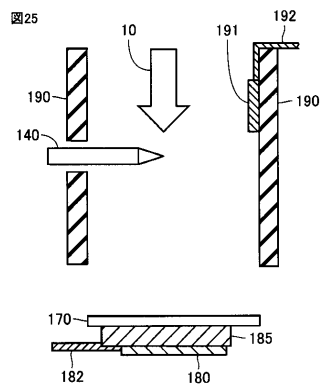
【図 2 3】



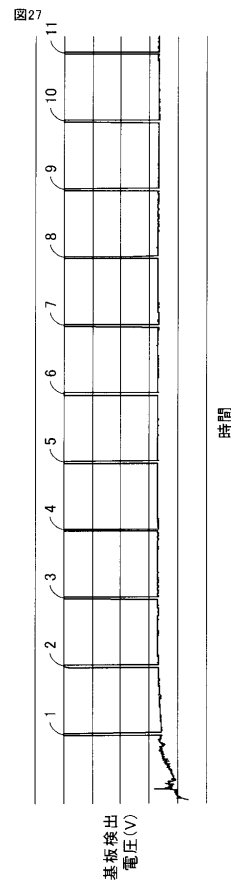
【図 2 4】



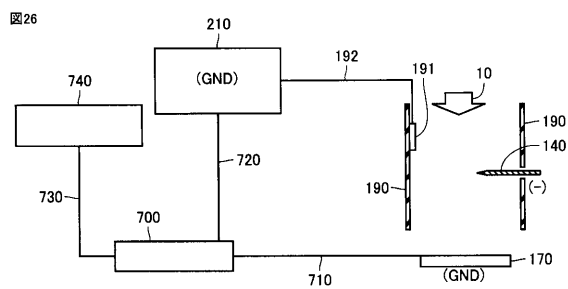
【図 2 5】



【図 2 7】

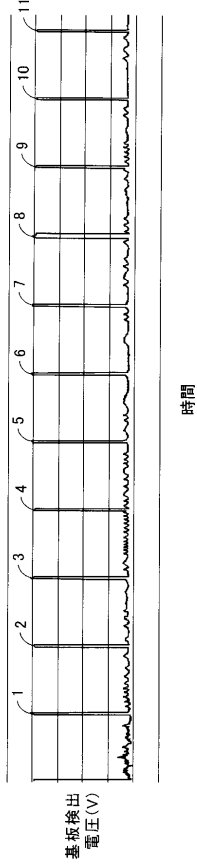


【図 2 6】



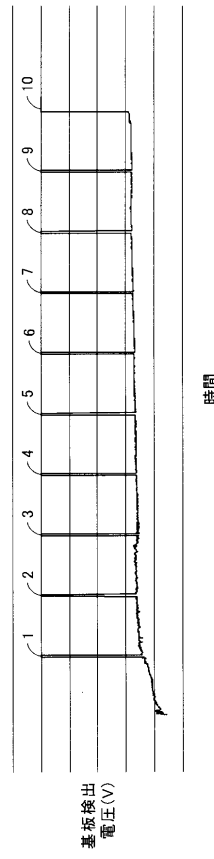
【図 28】

図28



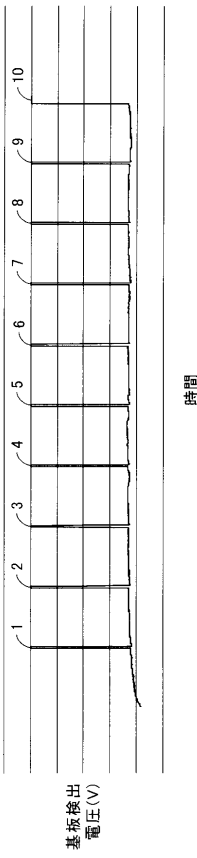
【図 29】

図29



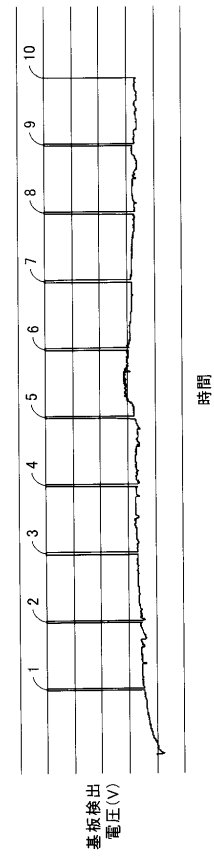
【図 30】

図30

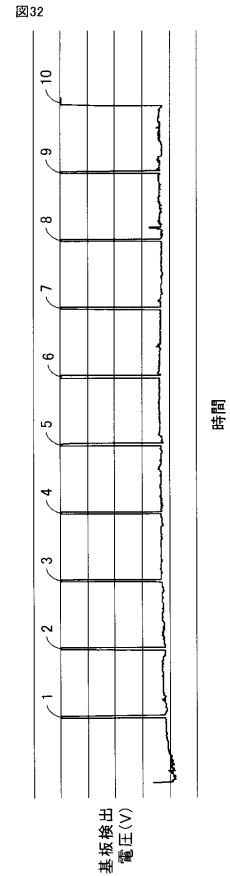


【図 31】

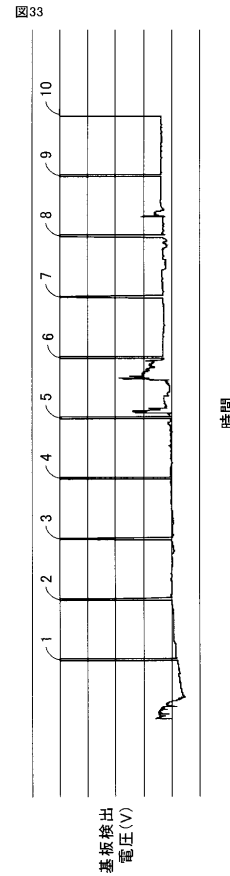
図31



【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】

