(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年8月2日(02.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/139345 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 15/06 (2006.01) *H01T 23/00* (2006.01)
G01N 27/60 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/001499

(22) 国際出願日： 2018年1月19日(19.01.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-012024 2017年1月26日(26.01.2017) JP

(71) 出願人:日本碍子株式会社(**NGK INSULATORS, LTD.**) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 Aichi (JP).

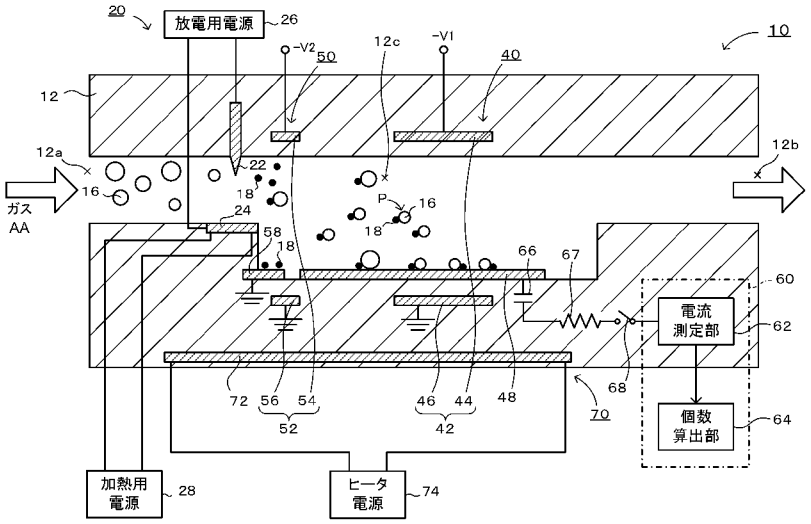
(72) 発明者: 水野 和幸 (**MIZUNO, Kazuyuki**); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 奥村 英正 (**OKUMURA, Hidemasa**); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 菅野 京一(**KANNO, Keiichi**); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人アイテック国際特許事務所 (**ITEC INTERNATIONAL PATENT FIRM**); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目１６番２６号ＳＣ伏見ビル Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) **Title:** DEVICE FOR DETECTING NUMBER OF FINE PARTICLES

(54) 発明の名称： 微粒子数検出器



26 Discharging power supply
28 Heating power supply
62 Current measurement unit
64 Number calculation unit
74 Heater power supply
AA Gas

(57) **Abstract:** This device 10 for detecting the number of fine particles has, provided in a vent pipe 12, an electrical charge generating element 20, a collecting device 40, a surplus electrical charge removing device 50, and a number measurement device 60. The electrical charge generating element 20 is provided with a needle-like electrode 22 and a counter electrode 24, and adds electrical charges 18 to fine particles 16 in a gas introduced into the vent pipe 12, to obtain charged fine particles P. Furthermore, the counter electrode 24 of the electrical charge generating element 20 is used as a heater by

WO 2018/139345 A1

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

passing a current therethrough.

(57) 要約：微粒子数検出器１０は、通気管１２内に、電荷発生素子２０、捕集装置４０、余剰電荷除去装置５０及び個数測定装置６０を備えている。電荷発生素子２０は、針状電極２２と対向電極２４とを有し、通気管１２内に導入されたガス中の微粒子１６に電荷１８を付加して帯電微粒子Ｐにする。また、電荷発生素子２０の対向電極２４は、電流を流すことによりヒータとして利用される。

明　細　書

発明の名称 ： 微粒子数検出器

技術分野

[0001] 本発明は、微粒子数検出器に関する。

背景技術

[0002] 微粒子数検出器としては、電荷発生素子でコロナ放電によりイオンを発生させ、そのイオンにより被測定ガス中の微粒子を帯電し、帯電した微粒子を捕集し、捕集された微粒子の電荷の量に基づいて微粒子の個数を測定するものが知られている。また、こうした微粒子数検出器において、捕集された微粒子をヒータで加熱して焼却したり、ガスの流入孔や排出孔に溜まった微粒子をヒータで加熱して焼却したりすることが提案されている（例えば特許文献１，２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０１５／１４６４５６号パンフレット

特許文献2：特開２０１３－１７０９１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献１には、一つのヒータを設けることが提案されているが、特許文献２には、各部をそれぞれ昇温させる複数のヒータを設けることが提案されている。そのため、特許文献２を参照して、電荷発生素子を昇温させる専用のヒータを設けることが考えられる。しかしながら、その場合、そうしたヒータを検出器内に設置する必要があるため、検出器の構成が複雑になるという問題があった。また、ヒータは電荷発生素子とは別体のため、ヒータの熱が電荷発生素子に伝わるのに時間を要し、温度応答性がよくないという問題があった。

[0005] 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、微粒子数

検出器をコンパクト化すると共に電荷発生素子の温度を迅速に変えることを主目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の微粒子数検出器は、

気中放電により電荷を発生する一対の電極を有し、通気管内に導入されたガス中の微粒子に前記電荷を付加して帯電微粒子にする電荷発生素子と、

前記電荷発生素子の前記一対の電極のうち接地電極に電流を流す加熱用電源と、

前記帯電微粒子を捕集する捕集電極を有し、前記捕集電極に捕集された前記帯電微粒子の電荷の量に基づいて前記ガス中の微粒子の数を検出する検出手段と、

を備えたものである。

[0007] この微粒子数検出器では、電荷発生素子が気中放電により電荷を発生し、発生した電荷を通気管内に導入されたガス中の微粒子に付加して帯電微粒子にする。そして、捕集電極に捕集された帯電微粒子の電荷の量に基づいてガス中の微粒子の数を検出する。ここで、電荷発生素子の接地電極は、電流を流すことによりヒータとして利用される。例えば、電荷発生素子に結露が発生した場合には接地電極をヒータとして利用することにより結露を除去することができる。また、電荷発生素子に微粒子が堆積した場合には接地電極をヒータとして利用することにより堆積した微粒子を焼却することができる。このように、電荷発生素子の接地電極をヒータとして兼用しているため、電荷発生素子用のヒータを別に設ける場合に比べて、検出器をコンパクト化することができるし、電荷発生素子の温度を迅速に変えることもできる。

[0008] なお、本明細書において、「電荷」とは、正電荷や負電荷のほかイオンを含むものとする。「微粒子の数を検出する」とは、微粒子の数を測定する場合のほか、微粒子の数が所定の数値範囲に入るか否か（例えば所定のしきい値を超えるか否か）を判定する場合も含むものとする。

[0009] 本発明の微粒子数検出器において、少なくとも前記捕集電極を加熱するヒ

ータ電極を備え、前記加熱用電源は、前記接地電極と前記ヒータ電極の両方に電流を流すようにしてもよい。こうすれば、ヒータ電極が捕集電極を加熱することにより捕集電極に堆積した微粒子を焼却することができる。また、加熱用電源が接地電極とヒータ電極の両方に電流を流すため、加熱用電源を複数個用意する必要がない。

[0010] 本発明の微粒子数検出器において、前記電荷発生素子は、誘電体と、前記誘電体の一方の面に設けられた放電電極と、前記誘電体の他方の面に設けられた誘導電極とを備えた電荷発生素子であり、前記誘導電極は、前記接地電極として利用されるようにしてもよい。あるいは、前記電荷発生素子は、針状電極と、前記針状電極から離間し前記針状電極と対向する位置に設けられた対向電極とを備えた電荷発生素子であり、前記対向電極は、前記接地電極として利用されるようにしてもよい。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]微粒子数検出器１０の概略構成を表す断面図。

[図2]微粒子数検出器１０の変形例の概略構成を表す断面図。

[図3]微粒子数検出器１１０の概略構成を示す断面図。

[図4]電荷発生素子１２０の概略構成を示す斜視図。

[図5]微粒子数検出器１１０の変形例の概略構成を示す断面図。

[図6]電荷発生素子２２０の概略構成を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0012] ［第１実施形態］

本発明の好適な実施形態を図面を参照しながら以下に説明する。図１は微粒子数検出器１０の概略構成を表す断面図である。

[0013] 微粒子数検出器１０は、ガス（例えば自動車の排ガス）に含まれる微粒子の数を計測するものである。この微粒子数検出器１０は、セラミック製の通気管１２内に、電荷発生素子２０、捕集装置４０、余剰電荷除去装置５０、個数測定装置６０及びヒータ装置７０を備えている。

[0014] 通気管１２は、ガスを通気管１２内に導入するガス導入口１２ａと、通気

管１２を通過してきたガスを排出するガス排出口１２ｂと、ガス導入口１２ａとガス排出口１２ｂとの間の空間である中空部１２ｃとを有している。

[0015] 電荷発生素子２０は、通気管１２のうちガス導入口１２ａに近い側に設けられている。この電荷発生素子２０は、針状電極２２と、その針状電極２２に対向して設置された対向電極２４とを有している。また、針状電極２２と対向電極２４とは、電圧Ｖｐ（例えばパルス電圧等）を印加する放電用電源２６に接続されている。対向電極２４は接地電極である。針状電極２２と対向電極２４との間に電圧Ｖｐが印加されると、両電極間の電位差により気中放電が発生する。この気中放電中をガスが通過することによりガス中の微粒子１６は電荷１８が付加されて帯電微粒子Ｐになる。加熱用電源２８は、対向電極２４の両端に設けられた端子同士の間に電圧を印加して対向電極２４に電流を流すことにより、対向電極２４を発熱させる。電荷発生素子２０の温度は、対向電極２４の端子間に印加する電圧を調節することにより制御することができる。

[0016] 捕集装置４０は、帯電微粒子Ｐを捕集する装置であり、通気管１２内の中空部１２ｃに設けられている。捕集装置４０は、電界発生部４２及び捕集電極４８を有している。電界発生部４２は、中空部１２ｃの壁に埋設された負極４４と、その負極４４に対向する壁に埋設された正極４６とを有している。捕集電極４８は、正極４６が埋設された中空部１２ｃの壁に露出している。電界発生部４２の負極４４には負電位－Ｖ１が印加され、正極４６には接地電位Ｖｓｓが印加される。負電位－Ｖ１のレベルは－ｍＶオーダーから－数１０Ｖである。これにより、中空部１２ｃの内部には正極４６から負極４４に向かう電界が発生する。したがって、中空部１２ｃに入り込んだ帯電微粒子Ｐは、発生している電界によって、正極４６に引き寄せられ、その途中に設置された捕集電極４８に捕集される。

[0017] 余剰電荷除去装置５０は、微粒子１６に付加されなかった電荷１８を除去する装置であり、中空部１２ｃのうち捕集装置４０の手前（ガス進行方向の上流側）に設けられている。余剰電荷除去装置５０は、電界発生部５２及び

除去電極５８を有している。電界発生部５２は、中空部１２ｃの壁に埋設された負極５４と、その負極５４に対向する壁に埋設された正極５６とを有している。除去電極５８は、正極５６が埋設された中空部１２ｃの壁に露出している。電界発生部５２の負極５４には負電位－Ｖ２が印加され、正極５６には接地電位Ｖｓｓが印加される。負電位－Ｖ２のレベルは－ｍＶオーダーから－数１０Ｖである。負電位－Ｖ２の絶対値は、捕集装置４０の負極４４に印加される負電位－Ｖ１の絶対値よりも１桁以上小さい。これにより、正極５６から負極５４に向かう弱い電界が発生する。したがって、電荷発生素子２０で気中放電によって発生した電荷１８のうち、微粒子１６に付加されなかった電荷１８は、弱い電界によって正極５６に引き寄せられ、その途中に設置された除去電極５８を介してＧＮＤに捨てられる。

[0018] 個数測定装置６０は、捕集電極４８に捕集された帯電微粒子Ｐの電荷１８の量に基づいて微粒子１６の個数を測定する装置であり、電流測定部６２及び個数算出部６４を有している。電流測定部６２と捕集電極４８との間には、捕集電極４８側からコンデンサ６６と抵抗器６７とスイッチ６８とが直列に接続されている。スイッチ６８は、半導体スイッチが好ましい。スイッチ６８がオンされて捕集電極４８と電流測定部６２とが電気的に接続されると、捕集電極４８に付着した帯電微粒子Ｐに付加された電荷１８に基づく電流が、コンデンサ６６と抵抗器６７からなる直列回路を介して過渡応答として電流測定部６２に伝達される。電流測定部６２は、通常の電流計を用いることができる。個数算出部６４は、電流測定部６２からの電流値に基づいて微粒子１６の個数を演算する。なお、捕集装置４０及び個数測定装置６０が本発明の検出手段に相当する。

[0019] ヒータ装置７０は、ヒータ電極７２及びヒータ電源７４を有している。ヒータ電極７２は、捕集電極４８が設けられた壁に埋設されている。ヒータ電源７４は、ヒータ電極７２の両端に設けられた端子同士の間に電圧を印加してヒータ電極７２に電流を流すことにより、ヒータ電極７２を発熱させる。なお、ヒータ７０は、ＳＯＦ（Ｓｏｌｕｂｌｅ　Ｏｒｇａｎｉｃ　Ｆｒａｃ

ｔｉｏｎ：可溶性有機成分）と呼ばれる高分子炭化水素の影響をなくした状態で微粒子数を測定する際にも利用される。

[0020] 次に、微粒子数検出器１０の使用例について説明する。自動車の排ガスに含まれる微粒子を計測する場合、エンジンの排気管内に微粒子数検出器１０を取り付ける。このとき、排ガスが微粒子数検出器１０のガス導入口１２ａから通気管１２内に導入され、ガス排出口１２ｂから排出されるように微粒子数検出器１０を取り付ける。

[0021] ガス導入口１２ａから通気管１２内に導入された排ガスに含まれる微粒子１６は、電荷発生素子２０を通過する際に電荷１８（電子）が付加されて帯電微粒子Ｐになったあと中空部１２ｃに入る。帯電微粒子Ｐは、電界が弱く除去電極５８の長さが中空部１２ｃの長さに対して１／２０～１／１０と短い余剰電荷除去装置５０をそのまま通過して捕集装置４０に至る。また、微粒子１６に付加されなかった電荷１８も、中空部１２ｃに入る。こうした電荷１８は、電界が弱くても余剰電荷除去装置５０の正極５６に引き寄せられ、その途中に設置された除去電極５８を介してＧＮＤに捨てられる。これにより、微粒子１６に付加されなかった不要な電荷１８は捕集装置４０にほとんど到達することがない。

[0022] 帯電微粒子Ｐは、捕集装置４０に至ると、正極４６に引き寄せられ、その途中に設置された捕集電極４８に捕集される。捕集電極４８に付着された帯電微粒子Ｐの電荷１８に基づく電流が、コンデンサ６６と抵抗器６７からなる直列回路を介して過渡応答として個数測定装置６０の電流測定部６２に伝達される。

[0023] 電流Ｉと電荷量ｑの関係は、Ｉ＝ｄｑ／（ｄｔ）、ｑ＝∫Ｉｄｔである。したがって、個数算出部６４は、スイッチ６８がオンされている期間（スイッチオン期間）にわたって電流測定部６２からの電流値を積分（累算）して電流値の積分値（蓄積電荷量）を求める。スイッチオン期間の経過後に、蓄積電荷量を素電荷で除算して電荷の総数（捕集電荷数）を求め、その捕集電荷数を１つの微粒子１６に付加する電荷の数の平均値で除算することで、一

定時間（例えば５～１５秒）にわたって捕集電極４８に付着していた微粒子１６の個数を求めることができる。そして、個数算出部６４は、一定時間における微粒子１６の個数を算出する演算を、所定期間（例えば１～５分）にわたって繰り返し行って積算することで、所定期間にわたって捕集電極４８に付着した微粒子１６の個数を算出することができる。また、コンデンサ６６と抵抗器６７による過渡応答を利用することで、小さな電流でも測定することが可能となり、微粒子１６の個数を高精度に検出することができる。ｐＡ（ピコアンペア）レベルやｎＡ（ナノアンペア）レベルの微小な電流であれば、例えば抵抗値の大きい抵抗器６７を使用して時定数を大きくすることで、微小な電流の測定が可能となる。

[0024] 微粒子の個数を測定したあと、電荷発生素子２０の針状電極２２や対向電極２４には微粒子等が堆積していることがある。その場合、電荷発生素子２０の対向電極２４の一対の端子の間に所定のリフレッシュ電圧が印加されるよう加熱用電源２８を制御する。所定のリフレッシュ電圧が印加された対向電極２４は、針状電極２２や対向電極２４に堆積した微粒子等を焼却可能な温度になる。これにより、電荷発生素子２０をリフレッシュすることができる。

[0025] 同じく微粒子の個数を測定したあと、捕集電極４８には微粒子等が堆積していることがある。その場合、ヒータ電極７２の一対の端子の間に所定のリフレッシュ電圧が印加されるようヒータ電源７４を制御する。所定のリフレッシュ電圧が印加されたヒータ電極７２は、捕集電極４８に捕集された帯電微粒子Ｐを焼却可能な温度になる。これにより、捕集電極４８をリフレッシュすることができる。

[0026] なお、微粒子の個数を測定する前などのように電荷発生素子２０に結露が発生する可能性のある場合には、電荷発生素子２０の対向電極２４の一対の端子の間に所定の結露防止電圧が印加されるよう加熱用電源２８を制御する。所定の結露防止電圧が印加された対向電極２４は、針状電極２２や対向電極２４に結露した水滴を蒸発可能な温度になる。これにより、電荷発生素子

２０に溜まった結露を蒸発させて乾燥することができる。

[0027] 以上詳述した微粒子数検出器１０では、電荷発生素子２０の対向電極２４をヒータとして兼用している。そのため、電荷発生素子２０の専用ヒータを別に設ける場合に比べて、微粒子数検出器１０をコンパクト化することができるし、電荷発生素子２０の温度を迅速に変えることもできる。

[0028] なお、本発明は上述した第１実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

[0029] 例えば、上述した第１実施形態において、電荷発生素子２０で気中放電させるのと同時に対向電極２４に電流を流して加熱してもよい。対向電極２４を発熱させる際の印加電圧は、電荷発生素子２０で気中放電させる際の印加電圧に比べて非常に小さいからである。但し、個数測定装置６０で個数を精度よく測定するには、電荷発生素子２０で放電する場合には対向電極２４に電流を流さないようにするのが好ましい。対向電極２４に電流を流すとノイズが発生して個数の測定に悪影響が及ぶおそれがあるからである。

[0030] 上述した第１実施形態のヒータ電源７４を省略して、加熱用電源２８に電荷発生素子２０の対向電極２４とヒータ電極７２とを直列に接続してもよい。図２は第１実施形態の微粒子数検出器１０のヒータ電源７４を省略した変形例の概略構成を表す断面図である。図２では、上述した第１実施形態と同じ構成要素には同じ符号を付した。こうすれば、ヒータ電源７４が不要となるため、構成がより簡略化される。

[0031] 上述した第１実施形態では、余剰電荷除去装置５０を設けたが、この余剰電荷除去装置５０を省略してもよい。

[0032] 上述した第１実施形態では、針状電極２２をその先端が中空部１２ｃに突出するように設けたが、特にこれに限定されない。例えば、通気管１２の内壁面のうち対向電極２４と対向する位置に平らな針状電極を印刷により設けてもよい。

[0033] ［第２実施形態］

図３は第２実施形態の微粒子数検出器１１０の概略構成を示す断面図、図４は電荷発生素子１２０の概略構成を示す斜視図である。第２実施形態の微粒子数検出器１１０は、第１実施形態の電荷発生素子２０の代わりに、電荷発生素子１２０を採用した以外は、第１実施形態と同様の構成である。そのため、第２実施形態のうち、第１実施形態と同様の構成要素については同じ符号を付し、その説明を省略する。

[0034] 電荷発生素子１２０は、通気管１２のうちガス導入口１２ａに近い側に設けられている。電荷発生素子１２０は、誘電体層１２１と放電電極１２２と誘導電極１２４とを有している。誘電体層１２１は、例えば雲母やセラミック、ガラスエポキシなどで構成された矩形で板状の部材である。放電電極１２２は、誘電体層１２１の一方の面に設けられ、平面視の形状が誘電体層１２１よりも小さく、周囲に複数の微細突起１２２ａを有している。誘導電極１２４は、誘電体層１２１の他方の面に設けられ、誘電体層１２１と同じ大きさの矩形電極である。放電電極１２２と誘導電極１２４とは、放電用電源２６に接続されている。誘導電極１２４は接地電極である。放電電極１２２と誘導電極１２４との間に電圧Ｖｐが印加されると、両電極間の電位差により気中放電が発生する。この気中放電中をガスが通過することによりガス中の微粒子１６は電荷１８が付加されて帯電微粒子Ｐになる。加熱用電源１２８は、誘導電極１２４の両端に設けられた端子同士の間に電圧を印加して誘導電極１２４に電流を流すことにより、誘導電極１２４を発熱させる。電荷発生素子１２０の温度は、誘導電極１２４の端子間に印加する電圧を調節することにより制御することができる。

[0035] 第２実施形態の微粒子数検出器１１０は、第１実施形態の微粒子数検出器１０と同様にして微粒子１６の個数を求めることができる。そのため、ここではその説明を省略する。

[0036] また、微粒子の個数を測定したあと、電荷発生素子１２０の放電電極１２２には微粒子等が堆積していることがある。その場合、電荷発生素子１２０の誘導電極１２４の一対の端子の間に所定のリフレッシュ電圧が印加される

よう加熱用電源１２８を制御する。所定のリフレッシュ電圧が印加された誘導電極１２４は、放電電極１２２に堆積した微粒子等を焼却可能な温度になる。これにより、電荷発生素子１２０をリフレッシュすることができる。捕集電極４８のリフレッシュについては第１実施形態と同様のため、ここではその説明を省略する。

[0037] 微粒子の個数を測定する前などのように電荷発生素子１２０に結露が発生する可能性のある場合には、電荷発生素子１２０の誘導電極１２４の一対の端子の間に所定の結露防止電圧が印加されるよう加熱用電源１２８を制御する。所定の結露防止電圧が印加された誘導電極１２４は、放電電極１２２に結露した水滴を蒸発可能な温度になる。これにより、電荷発生素子１２０に溜まった結露を蒸発させて乾燥することができる。

[0038] 以上詳述した微粒子数検出器１１０では、電荷発生素子１２０の誘導電極１２４をヒータとして兼用している。そのため、電荷発生素子１２０の専用ヒータを別に設ける場合に比べて、微粒子数検出器１１０をコンパクト化することができるし、電荷発生素子１２０の温度を迅速に変えることもできる。

[0039] また、放電電極１２２は周囲に微細突起１２２ａを備えているため、微細突起１２２ａと誘導電極１２４との間で電界が集中しやすい。そのため、低電圧でも両電極１２２，１２４の間で容易に放電を発生させることができるし、放電開始電圧を低く抑えても、安定した放電を行うことができる。

[0040] なお、本発明は上述した第２実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

[0041] 例えば、上述した第２実施形態において、電荷発生素子１２０で気中放電させるのと同時に誘導電極１２４に電流を流して加熱してもよい。誘導電極１２４を発熱させる際の印加電圧は、電荷発生素子１２０で気中放電させる際の印加電圧に比べて非常に小さいからである。但し、個数測定装置６０で個数を精度よく測定するには、電荷発生素子１２０で放電する場合に誘導電

極１２４に電流を流さないようにするのが好ましい。誘導電極１２４に電流を流すとノイズが発生して個数の測定に悪影響が及ぶおそれがあるからである。

[0042] 上述した第２実施形態のヒータ電源７４を省略して、加熱用電源１２８に電荷発生素子１２０の誘導電極１２４とヒータ電極７２とを直列に接続してもよい。図５は第２実施形態の微粒子数検出器１１０のヒータ電源７４を省略した変形例の概略構成を表す断面図である。図５では、上述した第２実施形態と同じ構成要素には同じ符号を付した。こうすれば、ヒータ電源７４が不要となるため、構成がより簡略化される。

[0043] 上述した第２実施形態の電荷発生素子１２０の代わりに、図６に示す電荷発生素子２２０を採用してもよい。電荷発生素子２２０は、誘電電極２２４を通気管１２に埋設し、通気管１２の内壁面のうち誘電電極２２４と対向する位置に放電電極２２２を設置し、通気管１２のうち放電電極２２２と誘電電極２２４との間に挟まれた部分を誘電体層として利用したものである。放電電極２２２と誘導電極２２４は放電用電源２６に接続されている。誘導電極２２４は加熱用電源１２８に接続されている。このようにしても、上述した第２実施形態と同様の効果が得られる。

[0044] 上述した第２実施形態では、余剰電荷除去装置５０を設けたが、この余剰電荷除去装置５０を省略してもよい。また、放電電極１２２の周囲に複数の微細突起１２２ａを設けたが、微細突起１２２ａを省略してもよい。

[0045] 図１～３，５に記載した実施形態では、負に帯電した帯電微粒子Ｐの個数を測定する場合について説明したが、正に帯電した帯電微粒子Ｐであっても同様にして微粒子数１６の個数を測定することができる。正に帯電した帯電微粒子Ｐの個数を測定する場合、例えば、負極４４に正電圧を印加し、クーロン斥力を利用して捕集電極４８に帯電微粒子Ｐを捕集してもよい。

[0046] 本出願は、２０１７年１月２６日に出願された日本国特許出願第２０１７－１２０２４号を優先権主張の基礎としており、引用によりその内容の全てが本明細書に含まれる。

産業上の利用可能性

[0047] 本発明は、例えば自動車などの動力機械の排ガス中の微粒子の数を検出するのに利用可能である。

符号の説明

[0048] １０，１１０　微粒子数検出器、１２　通気管、２０，１２０，２２０　電荷発生素子、１２ａ　ガス導入口、１２ｂ　ガス排出口、１２ｃ　中空部、１６　微粒子、１８　電荷、２０　放射ユニット、２２　針状電極、２４　対向電極、２６　放電用電源、２８　加熱用電源、４０　捕集装置、４２　電界発生部、４４　負極、４６　正極、４８　捕集電極、５０　余剰電荷除去装置、５２　電界発生部、５４　負極、５６　正極、５８　除去電極、６０　個数測定装置、６２　電流測定部、６４　個数算出部、６６　コンデンサ、６７　抵抗器、６８　スイッチ、７０　ヒータ装置、７２　ヒータ電極、７４　ヒータ電源、１２１　誘電体層、１２２，２２２　放電電極、１２２ａ　微細突起、１２４，２２４　誘導電極、１２８　加熱用電源、Ｐ　帯電微粒子。

請求の範囲

[請求項1] 気中放電により電荷を発生する一対の電極を有し、通気管内に導入されたガス中の微粒子に前記電荷を付加して帯電微粒子にする電荷発生素子と、

前記電荷発生素子の前記一対の電極のうち接地電極に電流を流す加熱用電源と、

前記帯電微粒子を捕集する捕集電極を有し、前記捕集電極に捕集された前記帯電微粒子の電荷の量に基づいて前記ガス中の微粒子の数を検出する検出手段と、

を備えた微粒子数検出器。

[請求項2] 少なくとも前記捕集電極を加熱するヒータ電極を備え、

前記加熱用電源は、前記接地電極と前記ヒータ電極の両方に電流を流す、

請求項１に記載の微粒子数検出器。

[請求項3] 前記電荷発生素子は、誘電体と、前記誘電体の一方の面に設けられた放電電極と、前記誘電体の他方の面に設けられた誘導電極とを備えた電荷発生素子であり、

前記誘導電極は、前記接地電極として利用される、

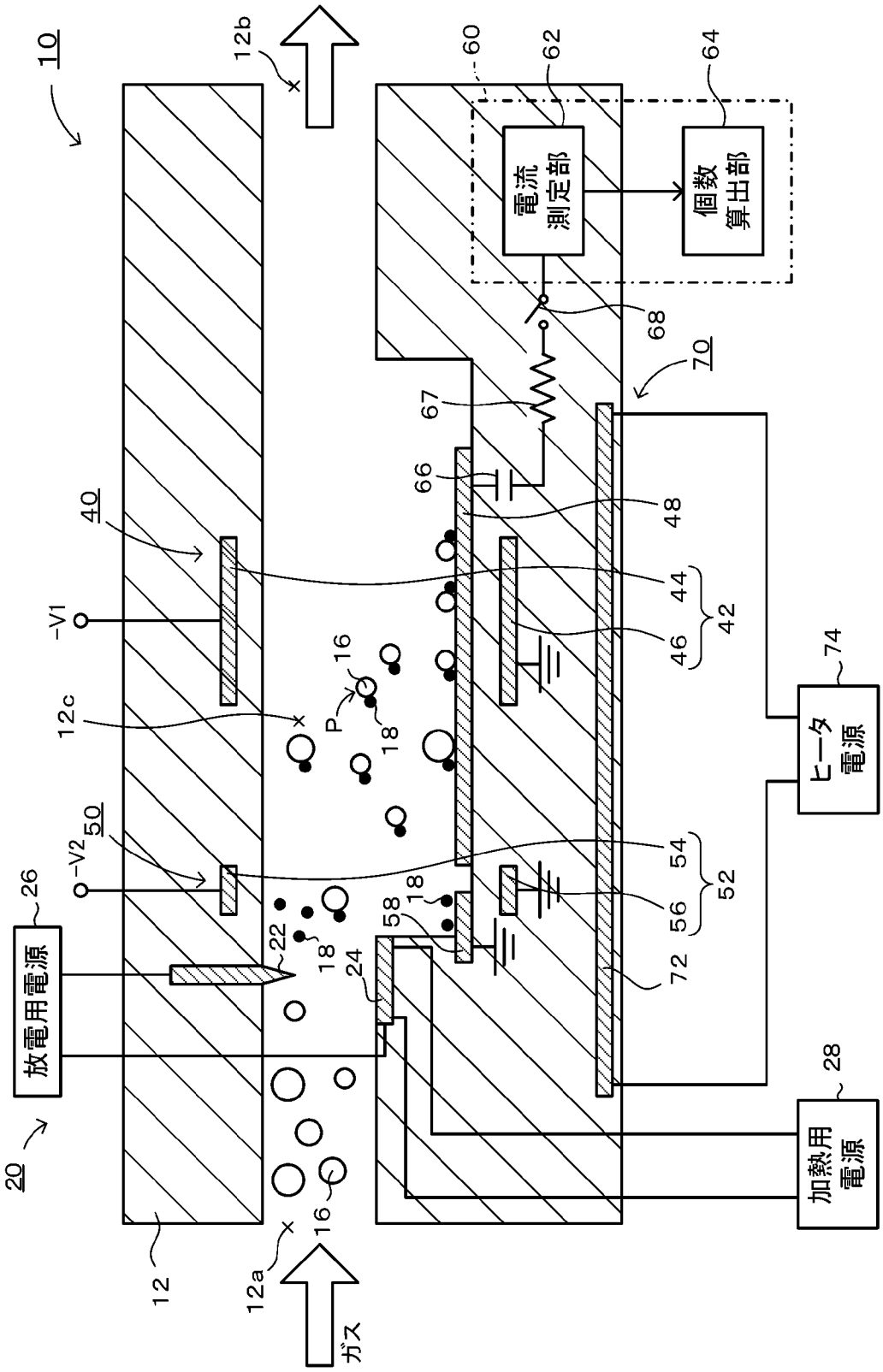
請求項１又は２に記載の微粒子数検出器。

[請求項4] 前記電荷発生素子は、針状電極と、前記針状電極から離間し前記針状電極と対向する位置に設けられた対向電極とを備えた電荷発生素子であり、

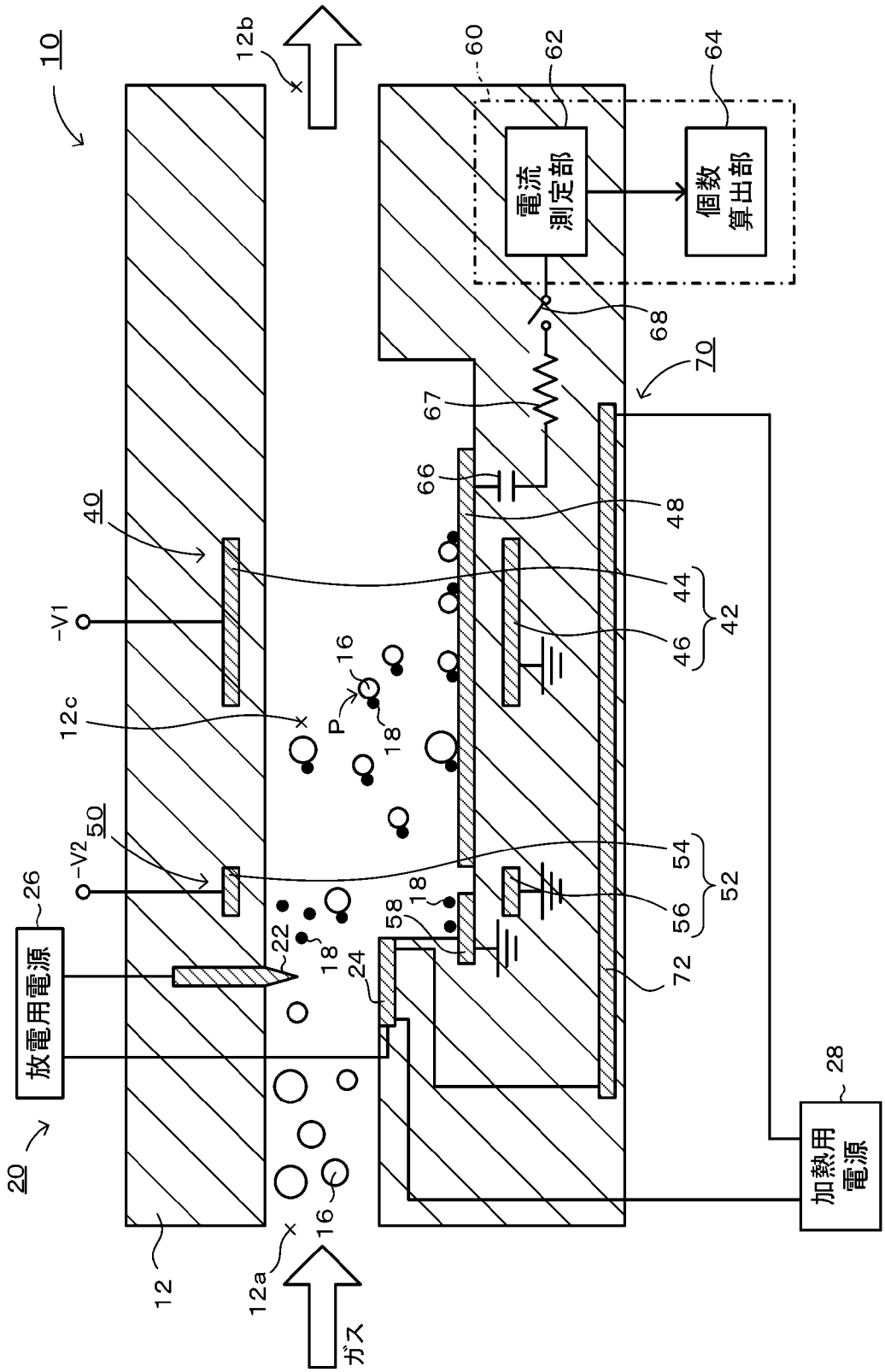
前記対向電極は、前記接地電極として利用される、

請求項１又は２に記載の微粒子数検出器。

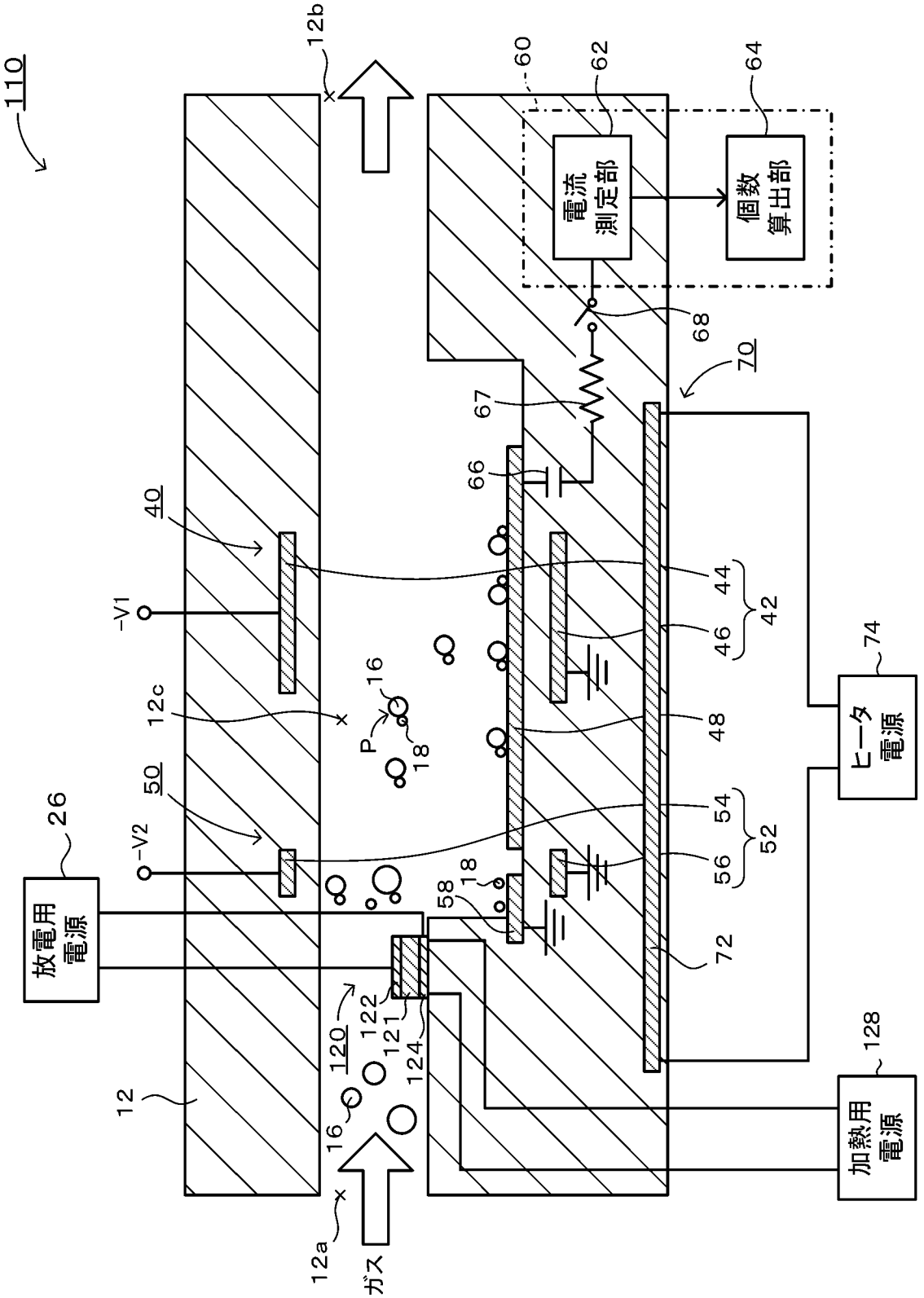
[図1]


10
12b
60
62
64
電流測定部
個数算出部
68
70
67
66
48
40
44
42
46
-V1
16
P
12c
18
74
ヒータ電源
-V2
50
54
52
56
26
22
18
58
18
24
72
放電用電源
28
加熱用電源
20
12
12a
16
ガス

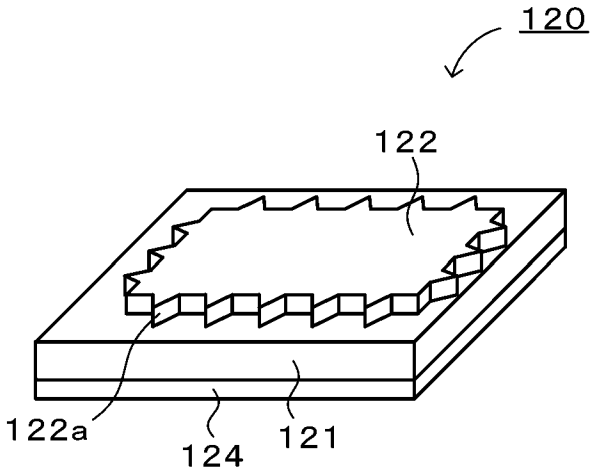
[図2]


10
12b
60
62
64
電流測定部
個数算出部
68
70
67
66
48
40
44
42
46
-V1
16
P
12c
18
50
-V2
54
52
56
26
放電用電源
22
18
58
18
24
72
28
加熱用電源
20
16
12
12a
ガス

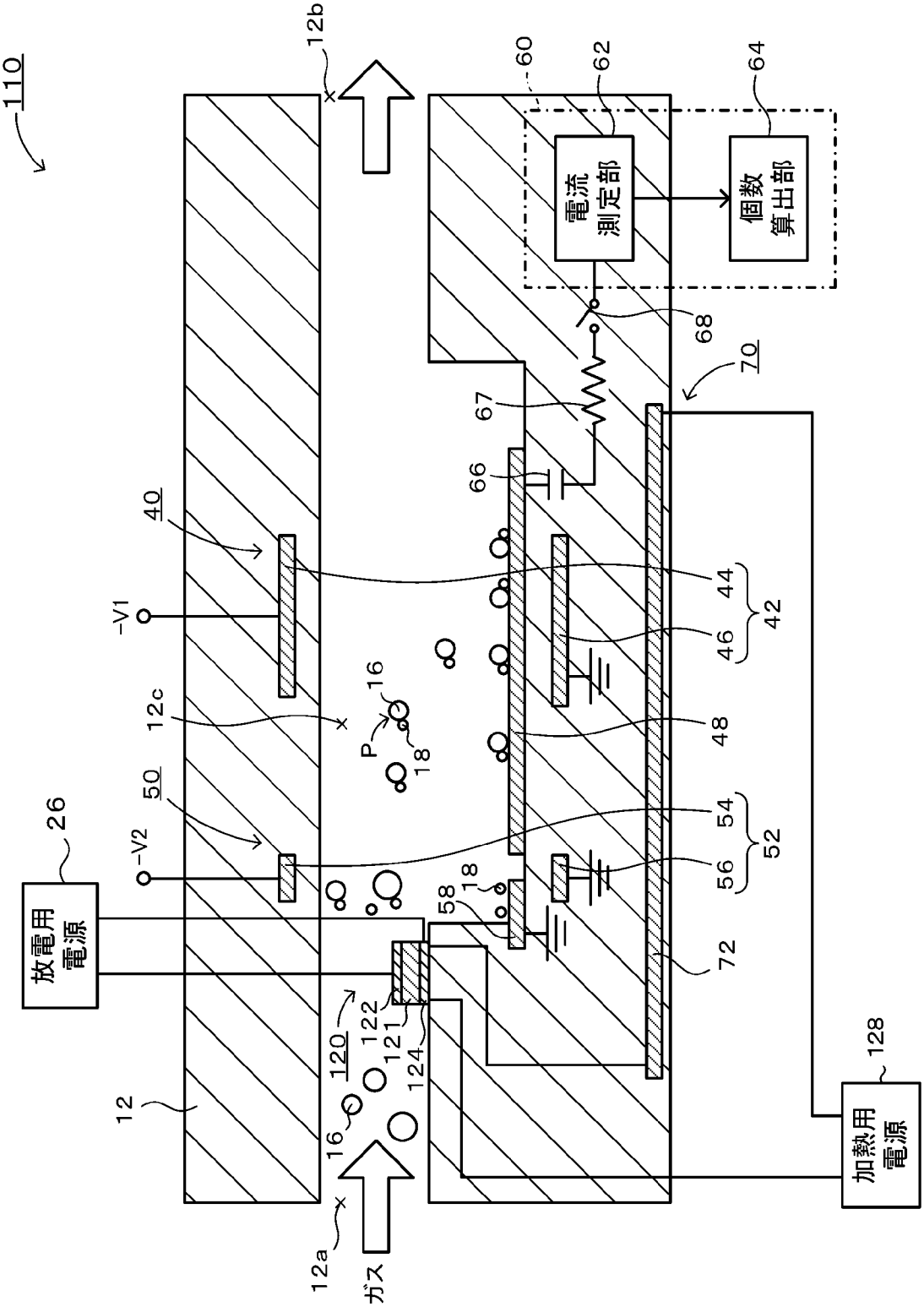
[図3]


110
12b
60
62
64
電流測定部
個数算出部
68
70
67
66
40
44
42
46
-V1
16
P
12c
18
48
74
ヒータ電源
50
54
52
56
26
-V2
放電用電源
58
18
72
120
122
121
124
128
加熱用電源
12
16
12a
ガス

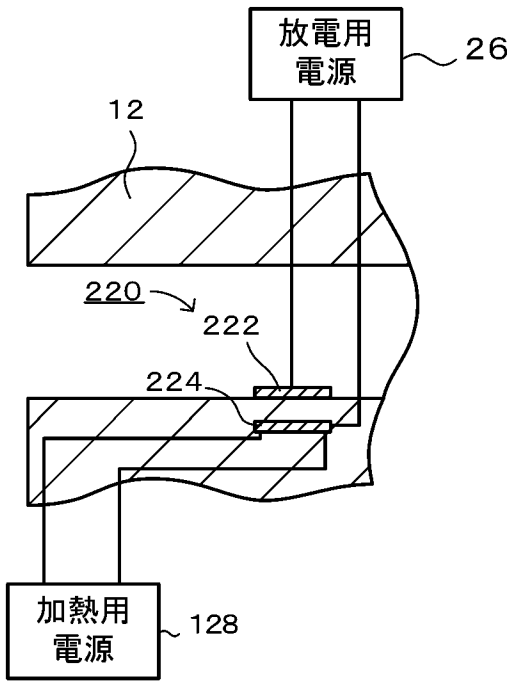
[図4]



[図5]


110
12b
60
62
64
電流測定部
個数算出部
68
70
67
66
40
-V1
44
42
46
16
12c
P
18
48
50
-V2
54
52
56
26
放電用電源
58
18
72
122
120
121
124
128
加熱用電源
12
16
12a
ガス

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/001499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N15/06(2006.01)i, G01N27/60(2006.01)i, H01T23/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G01N15/06, G01N27/60, H01T23/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/146456 A1 (NGK INSULATORS, LTD.) 01 October 2015, paragraphs [0029]-[0060], fig. 1-2 & US 2017/0010202 A1, paragraphs [0015]-[0055], fig. 1-2 & CN 106133501 A	1-4
A	JP 2013-170914 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 02 September 2013, paragraph [0079] (Family: none)	1-4
A	JP 2016-205952 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 08 December 2016, paragraphs [0061]-[0065], [0068], [0074]-[0080], fig. 7 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 January 2018 (31.01.2018)	27 February 2018 (27.02.2018)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/001499

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-098136 A (HORIBA, LTD.) 03 April 2003, paragraphs [0011]-[0020], fig. 1-4 (Family: none)	1-4
A	WO 2008/111403 A1 (NGK INSULATORS, LTD.) 18 September 2008, paragraphs [0031]-[0085], fig. 1-6 & US 2009/0308251 A1, paragraphs [0018]-[0073], fig. 1-6 & EP 2120043 A1	1-4
A	JP 2006-164592 A (SHARP CORP.) 22 June 2006, paragraphs [0002]-[0010] (Family: none)	1-4
A	JP 2008-032686 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 14 February 2008, entire text, all drawings & US 2008/0011052 A1 & CN 101101274 A	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００１４９９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N15/06(2006.01)i, G01N27/60(2006.01)i, H01T23/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N15/06, G01N27/60, H01T23/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2015/146456 A1 (日本碍子株式会社) 2015.10.01, [0029]-[0060], Figs. 1-2 & US 2017/0010202 A1 [0015]-[0055], Figs. 1-2 & CN 106133501 A	1-4
A	JP 2013-170914 A (日本特殊陶業株式会社) 2013.09.02, [0079] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2016-205952 A (日本特殊陶業株式会社) 2016.12.08, [0061]-[0065], [0068], [0074]-[0080], Fig. 7 (ファミリーなし)	1-4

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３１．０１．２０１８	２７．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｊ　６２０２
黒田　浩一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５２

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2003-098136 A (株式会社堀場製作所) 2003.04.03, [0011]-[0020], Figs. 1-4 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2008/111403 A1 (日本碍子株式会社) 2008.09.18, [0031]-[0085], Figs. 1-6 & US 2009/0308251 A1 [0018]-[0073], Figs. 1-6 & EP 2120043 A1	1-4
A	JP 2006-164592 A (シャープ株式会社) 2006.06.22, [0002]-[0010] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2008-032686 A (日本特殊陶業株式会社) 2008.02.14, 全文全図 & US 2008/0011052 A1 & CN 101101274 A	1-4