(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
2017年12月14日(14.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/212914 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 15/14 (2006.01)　*G01N 15/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/019242

(22) 国際出願日：　2017年5月23日(23.05.2017)

(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 2016-115717　2016年6月9日(09.06.2016)　JP

(71) 出願人：アズビル株式会社 (**AZBIL CORPORATION**) [JP/JP]；〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：衣笠　静一郎 (**KINUGASA, Seiichiro**)；〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP).

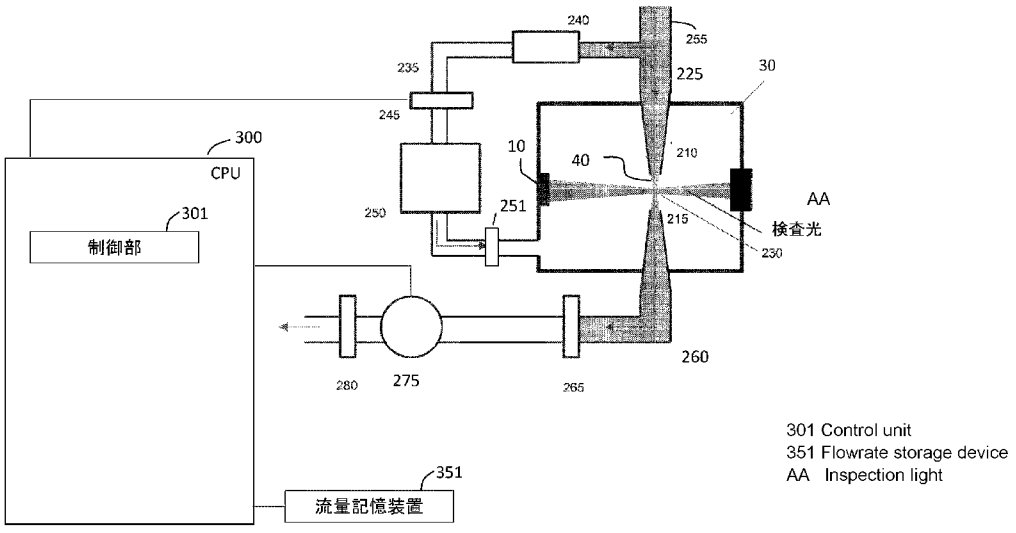
(74) 代理人：稲葉 良幸，外(**INABA, Yoshiyuki** et al.)；〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１ 六本木ヒルズ森タワー２３階 ＴＭＩ総合法律事務所 Tokyo (JP).

(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, 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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

WO 2017/212914 A1

(54) **Title:** PARTICLE DETECTION DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING PARTICLE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称：　粒子検出装置及び粒子検出装置の制御方法



(57) **Abstract:** This particle detection device comprises: a chamber 30; a first introduction flowpath 225 for introducing a particle-containing fluid into the chamber 30; a second introduction flowpath 235 for introducing, into the chamber 30, a fluid from which particles have been removed; a light source 10 for shining light onto the fluid inside the chamber 30 in order to detect particles contained in the fluid; a discharge flowpath 260 for discharging a fluid from the chamber 30; an introduction flowmeter 245 for measuring the flowrate of fluid that flows through the second introduction flowpath 235; and a control unit 301 that performs control in such a manner that fluid having a total flowrate obtained by adding a predetermined flowrate of fluid that flows through the first introduction flowpath 225 to the flowrate of fluid that flows

［続葉有］

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))

through the second introduction flowpath 235 as measured by the introduction flowmeter 245, flows through the discharge flowpath 260.

(57) 要約:チャンバ３０と、チャンバ３０内に粒子を含む流体を導入するための第１の導入流路２２５と、チャンバ３０内に粒子が除去された流体を導入するための第２の導入流路２３５と、流体に含まれる粒子を検出するためにチャンバ３０内の流体に光を照射する光源１０と、チャンバ３０から流体を排出するための排出流路２６０と、第２の導入流路２３５を流れる流体の流量を計測する導入流量計２４５と、第１の導入流路２２５を流れる流体の所定の流量と、導入流量計２４５が計測した第２の導入流路２３５を流れる流体の流量と、の合計流量の流体が排出流路２６０を流れるよう制御する制御部３０１と、を備える粒子検出装置。

明　細　書

発明の名称 ： 粒子検出装置及び粒子検出装置の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は環境評価技術に関し、特に粒子検出装置及び粒子検出装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] バイオクリーンルーム等のクリーンルームにおいては、粒子検出装置を用いて、飛散している微生物粒子や非微生物粒子が検出され、記録される。粒子の検出結果から、クリーンルームの空調機器の劣化具合を把握可能である。また、クリーンルームで製造された製品に、参考資料として、クリーンルーム内の粒子の検出記録が添付されることもある。光学式の粒子検出装置は、例えば、クリーンルーム中の気体を吸引し、吸引した気体に励起光を照射する。気体に微生物粒子や非微生物蛍光粒子が含まれていると、励起光を照射された粒子が蛍光を発するため、気体に含まれる微生物粒子や非微生物蛍光粒子の数や大きさ等を検出することが可能となる（例えば、特許文献１参照。）。また、クリーンルーム以外でも、流体中の粒子を正確に検出する技術が望まれている。ここで、流体は、気体に限られず、液体も含む。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表２０１５－５１１０２５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 粒子検出装置においては、励起光を照射される流体の流速、及び流速から算出される流量が、流体に含まれる粒子の検出精度に影響を与えうる。そのため、粒子検出装置における流体の流速に関する規格も存在する。そこで、本発明は、検査対象の流体の流量を一定に保ちやすい粒子検出装置及び粒子検出装置の制御方法を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の態様によれば、（ａ）チャンバと、（ｂ）チャンバ内に粒子を含む流体を導入するための第１の導入流路と、（ｃ）チャンバ内に粒子が除去された流体を導入するための第２の導入流路と、（ｄ）チャンバ内の流体に光を照射し、流体に含まれる粒子を検出する検出器と、（ｅ）チャンバから流体を排出するための排出流路と、（ｆ）第２の導入流路を流れる流体の流量を計測する導入流量計と、（ｇ）第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、導入流量計が計測した流量と、の合計流量の流体が排出流路を流れるよう制御する制御部と、を備える、粒子検出装置が提供される。

[0006] 上記の粒子検出装置が、排出流路に設けられた、チャンバ内の流体を吸引するための吸引機をさらに備え、制御部が、合計流量の流体がチャンバから吸引されるよう、吸引機を制御してもよい。

[0007] 上記の粒子検出装置が、排出流路に設けられた弁をさらに備え、制御部が、合計流量の流体が排出流路を流れるよう、弁を制御してもよい。

[0008] 上記の粒子検出装置が、排出流路を流れる流体の流量を計測する排出流量計をさらに備えていてもよい。

[0009] 上記の粒子検出装置が、導入流量計が計測した流量と排出流量計が計測した流量の差と、第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、を比較する比較部をさらに備えていてもよい。

[0010] 上記の粒子検出装置が、導入流量計が計測した流量と排出流量計が計測した流量の差が所定の流量より大きい場合、排出流路を流れる合計流量を減少させる補正部をさらに備えていてもよい。また、上記の粒子検出装置が、導入流量計が計測した流量と排出流量計が計測した流量の差が所定の流量より小さい場合、排出流路を流れる合計流量を増加させる補正部をさらに備えていてもよい。

[0011] また、本発明の態様によれば、（ａ）粒子検出装置のチャンバ内に第１の導入流路から粒子を含む流体を導入することと、（ｂ）チャンバ内に第２の導入流路から粒子が除去された流体を導入することと、（ｃ）チャンバから

排出流路を用いて流体を排出することと、（ｄ）第２の導入流路を流れる流体の流量を導入流量計で計測することと、（ｅ）第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、導入流量計が計測した流量と、の合計流量の流体が排出流路を流れるよう制御することと、を備える、粒子検出装置の制御方法が提供される。

[0012] 上記の粒子検出装置の制御方法における制御することにおいて、合計流量の流体がチャンバから吸引されるよう、排出流路に設けられた吸引機を制御してもよい。

[0013] 上記の粒子検出装置の制御方法における制御することにおいて、合計流量の流体が排出流路を流れるよう、排出流路に設けられた弁を制御してもよい。

[0014] 上記の粒子検出装置の制御方法が、排出流路を流れる流体の流量を排出流量計で計測することをさらに備えていてもよい。

[0015] 上記の粒子検出装置の制御方法が、導入流量計が計測した流量と排出流量計が計測した流量の差と、第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、を比較することをさらに備えていてもよい。

[0016] 上記の粒子検出装置の制御方法が、導入流量計が計測した流量と排出流量計が計測した流量の差が所定の流量より大きい場合、排出流路を流れる合計流量を減少させる補正をすることをさらに備えていてもよい。また、上記の粒子検出装置の制御方法が、導入流量計が計測した流量と排出流量計が計測した流量の差が所定の流量より小さい場合、排出流路を流れる合計流量を増加させる補正をすることをさらに備えていてもよい。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、検査対象の流体の流量を一定に保ちやすい粒子検出装置及び粒子検出装置の制御方法を提供可能である。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第１の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

[図2]本発明の第１の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

[図3]本発明の第２の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

[図4]本発明の第３の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

[図5]本発明のその他の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号で表している。但し、図面は模式的なものである。したがって、具体的な寸法等は以下の説明を照らし合わせて判断するべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

[0020] （第１の実施の形態）

第１の実施の形態に係る粒子検出装置は、図１に示すように、チャンバ３０と、チャンバ３０内に粒子を含む流体を導入するための第１の導入流路２２５と、チャンバ３０内に粒子が除去された流体を導入するための第２の導入流路２３５と、流体に含まれる粒子を検出するためにチャンバ３０内の流体に光を照射する光源１０と、チャンバ３０から流体を排出するための排出流路２６０と、第２の導入流路２３５を流れる流体の流量を計測する導入流量計２４５と、第１の導入流路２２５を流れる流体の所定の流量と、導入流量計２４５が計測した第２の導入流路２３５を流れる流体の流量と、の合計流量の流体が排出流路２６０を流れるよう制御する制御部３０１と、を備える。流体とは、気体及び液体を含む。以下においては、流体が気体である例を説明する。

[0021] チャンバ３０には、入口ノズル２１０及び出口ノズル２１５が設けられている。入口ノズル２１０は、第１の導入流路２２５に接続されている。入口ノズル２１０の先端と、出口ノズル２１５の先端と、は、対向している。入口ノズル２１０には、第１の導入流路２２５を介して、入口流路２５５が接続されている。入口流路２５５から第１の導入流路２２５を経て流れて、気体は、入口ノズル２１０の先端からチャンバ３０内に流入し、出口ノズル２１５の先端からチャンバ３０の外に排出される。入口ノズル２１０及び出口

ノズル２１５は、チャンバ３０内を通る気流４０を画定する。

[0022] 光源１０は、検査対象の気体の流れである気流４０に向けて、検査光として、単波長又は広帯域波長の励起光を照射する。光源１０としては、例えば、発光ダイオード（ＬＥＤ）及びレーザが使用可能である。励起光の波長は、例えば２５０ないし５５０ｎｍである。励起光は、可視光であっても、紫外光であってもよい。励起光が可視光である場合、励起光の波長は、例えば４００ないし５５０ｎｍの範囲内であり、例えば４０５ｎｍである。励起光が紫外光である場合、励起光の波長は、例えば３００ないし３８０ｎｍの範囲内であり、例えば３４０ｎｍである。ただし、励起光の波長は、これらに限定されない。

[0023] 励起光は、例えば、気流４０内において、焦点を結ぶ。励起光と、気流４０と、が、交差する部分は、粒子監視域（インターロゲーションゾーン）２３０と呼ばれることもある。

[0024] 入口ノズル２１０と出口ノズル２１５の間の粒子監視域２３０から粒子がチャンバ３０内に拡散しないよう、入口流路２５５内の気体の一部を、第１の導入流路２２５及び入口ノズル２１０の先端を迂回してチャンバ３０内に導く第２の導入流路２３５が設けられている。第２の導入流路２３５には、フィルタ２４０、導入流量計２４５、流量調節器２５０、及びフィルタ２５１が設けられている。

[0025] フィルタ２４０は、第２の導入流路２３５に流入した気体に含まれる粒子が、導入流量計２４５に進入することを抑制する。導入流量計２４５は、第２の導入流路２３５を流れる気体の流量を計測し、電圧や電流等で表される電気信号を発生する。導入流量計２４５には、電源が接続されている。オリフィス等の流量調節器２５０は、第２の導入流路２３５からチャンバ３０に向かう気体の流量を調節する。フィルタ２５１は、導入流量計２４５及び流量調節器２５０を流れた気体に含まれうる粒子が、チャンバ３０に進入することを抑制する。

[0026] 入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回せず、第１の導入流路２

２５に向かう気体の流量と、入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回する気体の流量と、の比は、正常であれば一定である。

[0027] 第２の導入流路２３５は、粒子監視域２３０から離れた位置でチャンバ３０に接続される。チャンバ３０の内部に流入する気体の全流量は、入口ノズル２１０の先端から流入する気体の流量と、第２の導入流路２３５から流入する気体の流量と、の合計に相当する。

第２の導入流路２３５からチャンバ３０に流入した気体による圧力は、入口ノズル２１０の先端と出口ノズル２１５の先端との間の気流４０が、チャンバ３０内に拡散することを抑制する。これにより、入口ノズル２１０の先端からチャンバ３０内に流入した気体に含まれる粒子が、チャンバ３０内に拡散することが抑制される。

[0028] 出口ノズル２１５には、排出流路２６０が接続されている。排出流路２６０には、フィルタ２６５、吸引機２７５、及びフィルタ２８０が設けられている。チャンバ３０の内部に流入した気体の全流量に相当する流量の気体が、排出流路２６０を介して、チャンバ３０から排出される。フィルタ２６５は、吸引機２７５に粒子が付着することを抑制する。吸引機２７５は、チャンバ３０内の粒子監視域２３０を横切った気体を排出流路２６０に引き込むための十分な負圧を、出口ノズル２１５に供給する。これにより、チャンバ３０内の圧力が、出口ノズル２１５内の圧力を超過する。なお、入口ノズル２１０内の圧力は、チャンバ３０内の圧力を超過するように設定される。吸引機２７５としては、真空ポンプ、ファン、ピストンポンプ、及びロータリーポンプ等が使用可能である。

[0029] 粒子検出装置が検出対象とする粒子は、微生物等を含む生体物質、細胞、化学物質、ごみ、ちり、及び埃等のダスト等を含む。微生物の例としては細菌及び真菌が含まれる。細菌の例としては、グラム陰性菌及びグラム陽性菌が挙げられる。グラム陰性菌の例としては、大腸菌が挙げられる。グラム陽性菌の例としては、表皮ブドウ球菌、枯草菌、マイクロコッカス、及びコリネバクテリウムが挙げられる。真菌の例としては、黒カビ等のアスペルギル

スが挙げられる。ただし、微生物はこれらに限定されない。

[0030] 図２に示すように、光源１０には、光源１０に電力を供給する光源駆動電源１１が接続されている。光源駆動電源１１には、光源１０に供給される電力を制御する電源制御装置１２が接続されている。

[0031] 気流４０に、蛍光性微生物粒子が含まれていると、蛍光性微生物粒子は励起光を照射されて、反応光として蛍光を発する。例えば、蛍光性微生物粒子に含まれるリボフラビン（ｒｉｂｏｆｌａｖｉｎ）、フラビンヌクレオチド（ＦＭＮ）、フラビンアデニンジヌクレオチド（ＦＡＤ）、ニコチンアミドアデニンジヌクレオチドリン酸（ＮＡＤ（Ｐ）Ｈ）、ピリドキサミン（ｐｙｒｉｄｏｘａｍｉｎｅ）、ピリドキサールリン酸（ｐｙｒｉｄｏｘａｌ－５’－ｐｈｏｓｐｈａｔｅ）、ピリドキシン（ｐｙｒｉｄｏｘｉｎｅ）、トリプトファン（ｔｒｙｐｔｏｐｈａｎ）、チロシン（ｔｙｒｏｓｉｎｅ）、及びフェニルアラニン（ｐｈｅｎｙｌａｌａｎｉｎｅ）等が、蛍光を発する。

[0032] 気流４０に、蛍光性非微生物粒子が含まれていると、蛍光性非微生物粒子は励起光を照射されて、反応光として蛍光を発する。例えば、蛍光性非微生物粒子の材料である樹脂等が、蛍光を発する。

[0033] 気流４０に非蛍光性粒子が含まれている場合、励起光を照射された非蛍光性粒子は蛍光を発しない。

[0034] 微生物粒子及び非微生物粒子が発する蛍光帯域の光のスペクトルは、微生物粒子及び非微生物粒子の種類によって異なる。また、一般に、微生物粒子が発する蛍光波長帯域の光の強度は、非微生物粒子が発する蛍光波長帯域の光の強度よりも長波長側で強い傾向にある。そのため、複数の波長において検出した蛍光帯域の光の強度に基づいて、気体に含まれる粒子等の物質が、微生物であるか、あるいは非微生物粒子であるかを判定することが可能となる。

[0035] 微生物粒子、蛍光性非微生物粒子、及び非蛍光性粒子は、光を照射されると、ミー散乱を生じうる粒子形状である。したがって、励起光を照射された微生物粒子及び非蛍光性粒子において、ミー散乱により、反応光として散乱

光が生じる。ミー散乱による散乱光の波長は、励起光の波長と同じである。散乱光の強度は、微生物粒子及び非蛍光性粒子のそれぞれの大きさを反映している。したがって、粒子で生じた散乱光の強度を測定することにより、粒子の大きさを測定することが可能である。

[0036] 第１の実施の形態に係る粒子検出装置は、蛍光検出器２を備える。蛍光検出器２は、微生物粒子等が発する蛍光帯域の光を検出する。蛍光検出器２は、第１の蛍光波長帯域の光を受光する第１の受光素子２０Ａと、第１の蛍光波長帯域とは異なり、第１の蛍光波長帯域より短波長側の第２の蛍光波長帯域の光を受光する第２の受光素子２０Ｂと、を備える。第１の受光素子２０Ａ及び第２の受光素子２０Ｂとしては、フォトダイオード及び光電子増倍管等が使用可能であり、光を受光すると、光エネルギーを電気エネルギーに変換する。

[0037] 第１の受光素子２０Ａには、第１の受光素子２０Ａで生じたアナログ信号を増幅する増幅器２１Ａが接続されている。増幅器２１Ａには、増幅器２１Ａに電力を供給する増幅器電源２２Ａが接続されている。また、増幅器２１Ａには、アナログデジタル（Ａ／Ｄ）変換回路２３Ａが接続されている。Ａ／Ｄ変換回路２３Ａは、増幅器２１Ａで増幅されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0038] Ａ／Ｄ変換回路２３Ａには、第１の受光素子２０Ａが受光した光の強度を算出する光強度算出装置２４Ａが接続されている。光強度算出装置２４Ａは、例えば、デジタル信号のパルス波形に基づいて、光の強度を算出する。光強度算出装置２４Ａには、光強度算出装置２４Ａが算出した光の強度を保存する光強度記憶装置２５Ａが接続されている。

[0039] 第２の受光素子２０Ｂには、第２の受光素子２０Ｂで生じたアナログ信号を増幅する増幅器２１Ｂが接続されている。増幅器２１Ｂには、増幅器２１Ｂに電力を供給する増幅器電源２２Ｂが接続されている。また、増幅器２１Ｂには、Ａ／Ｄ変換回路２３Ｂが接続されている。Ａ／Ｄ変換回路２３Ｂは、増幅器２１Ｂで増幅されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0040] Ａ／Ｄ変換回路２３Ｂには、第２の受光素子２０Ｂが受光した光の強度を算出する光強度算出装置２４Ｂが接続されている。光強度算出装置２４Ｂは、例えば、デジタル信号のパルス波形に基づいて、光の強度を算出する。光強度算出装置２４Ｂには、光強度算出装置２４Ｂが算出した光の強度を保存する光強度記憶装置２５Ｂが接続されている。

[0041] 第１の実施の形態に係る粒子検出装置は、散乱光検出器５を備える。散乱光検出器５は、検査光を照射された微生物粒子及び非微生物粒子で生じる散乱光を検出する。散乱光検出器５は、散乱光を受光する散乱光受光素子５０を備える。散乱光受光素子５０としては、フォトダイオード等が使用可能であり、光を受光すると、光エネルギーを電気エネルギーに変換する。

[0042] 散乱光受光素子５０には、散乱光受光素子５０で生じたアナログ信号を増幅する増幅器５１が接続されている。増幅器５１には、増幅器５１に電力を供給する増幅器電源５２が接続されている。また、増幅器５１には、Ａ／Ｄ変換回路５３が接続されている。Ａ／Ｄ変換回路５３は、増幅器５１で増幅されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0043] Ａ／Ｄ変換回路５３には、散乱光受光素子５０が受光した散乱光の強度を算出する光強度算出装置５４が接続されている。光強度算出装置５４は、例えば、デジタル信号のパルス波形に基づいて、光の強度を算出する。光強度算出装置５４には、光強度算出装置５４が算出した散乱光の強度を保存する光強度記憶装置５５が接続されている。

[0044] 気流４０が流れると、光源１０が気流４０に励起光を照射し、蛍光検出器２が、気流４０に含まれる粒子が発した第１の波長帯域の自家蛍光の強度と、気流４０に含まれる粒子が発した第２の波長帯域の自家蛍光の強度と、を測定し、時系列的に光強度記憶装置２５Ａ、２５Ｂに保存する。また、散乱光検出器５が、気流４０に含まれる粒子で生じた散乱光を測定し、散乱光の光強度を時系列的に光強度記憶装置５５に保存する。同時に検出された２つの波長帯域の自家蛍光と、散乱光と、は、同一個体の粒子由来とみなしうる。

[0045] 第１の実施の形態に係る粒子検出装置は、判定装置４００をさらに含む。判定装置４００は、第１の蛍光波長帯域の光の強度の値と、第２の蛍光波長帯域の光の強度の値と、を光強度記憶装置２５Ａ、２５Ｂから読み出す。また、判定装置４００は、散乱光の強度を、光強度記憶装置５５から読み出す。

[0046] 判定装置４００は、蛍光検出器２が蛍光帯域の光を測定せず、散乱光検出器５が散乱光を測定した場合、検査対象の気体が非蛍光性粒子を含むと判定する。また、判定装置４００は、蛍光検出器２が蛍光帯域の光を測定し、散乱光検出器５が散乱光を測定した場合、検査対象の気体が蛍光性微生物粒子又は蛍光性非微生物粒子を含むと判定する。

[0047] さらに、判定装置４００は、第１の蛍光波長帯域の光の強度と、第２の蛍光波長帯域の光の強度と、を比較する。判定装置４００は、長波長側の第１の蛍光波長帯域の光の強度が、短波長側の第２の蛍光波長帯域の光の強度よりも大きい場合、気流４０が蛍光性微生物粒子を含んでいると判定する。また、判定装置４００は、短波長側の第２の蛍光波長帯域の光の強度が、長波長側の第１の蛍光波長帯域の光の強度よりも大きい場合、気流４０が蛍光性非生物粒子を含んでいると判定する。

[0048] 判定装置４００は、例えば、判定結果を出力装置４５１から出力する。出力装置４５１としては、ディスプレイ、スピーカ、及びプリンタ等が使用可能である。

[0049] 図１に示す制御部３０１は、例えば、中央演算処理装置（ＣＰＵ）３００に含まれている。制御部３０１は、導入流量計２４５が発した電気信号を受信し、電気信号から、第２の導入流路２３５を流れる気体の流量を逆算する。

[0050] ＣＰＵ３００には、流量記憶装置３５１が接続されている。流量記憶装置３５１は、第１の導入流路２２５を流れ、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量の所定の値を保存する。例えば、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量は、粒子検出装置において、通常、一定になるように設定され

ている。流量記憶装置３５１は、このように設定された流量の所定の値を保存する。

[0051] 制御部３０１は、流量記憶装置３５１に保存されている第１の導入流路２２５を流れる気体の所定の流量と、導入流量計２４５が計測した第２の導入流路２３５を流れる気体の流量と、の合計流量を算出する。制御部３０１は、算出した合計流量を、流量記憶装置３５１に保存してもよい。制御部３０１は、算出した合計流量を適宜電気信号に変換し、合計流量の気体がチャンバ３０から吸引されるよう、吸引機２７５を制御する。

[0052] 例えば、粒子の付着等により第２の導入流路２３５を流れる気体の流量が、正常なときよりも減少した場合、入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回せず、第１の導入流路２２５に向かう気体の流量と、入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回する気体の流量と、の比が、変動する。

[0053] この場合、正常なときの第２の導入流路２３５を流れる気体の流量と、第１の導入流路２２５を流れる気体の所定の流量と、の合計流量の一定値を吸引機２７５で吸引し続けると、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量が、所定の値よりも増加してしまう。入口ノズル２１０から噴出される気体の流量が所定の値より増加すると、気体に含まれる粒子で生じる蛍光や散乱光を受光した受光素子で生じる電気信号のパルス幅が狭まったり、パルスピークが低下したりすることがある。

[0054] また、フィルタ２４０、流量調節器２５０、及びフィルタ２５１の少なくともいずれかの破損等により、第２の導入流路２３５を流れる気体の流量が、正常なときよりも増加した場合も、入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回せず、第１の導入流路２２５に向かう気体の流量と、入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回する気体の流量と、の比が、変動する。

[0055] この場合、正常なときの第２の導入流路２３５を流れる気体の流量と、第１の導入流路２２５を流れる気体の所定の流量と、の合計流量の一定値を吸引機２７５で吸引し続けると、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量

が、所定の値よりも減少してしまう。入口ノズル２１０から噴出される気体の流量が所定の値より減少すると、気体に含まれる粒子で生じる蛍光や散乱光を受光した受光素子で生じる電気信号のパルス幅が広まったり、パルスピークが上昇したりすることがある。

[0056] したがって、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量が変動すると、検出される粒子の特性や統計値が変動し、検出される粒子を正確に評価することが困難になる場合がある。また、第１の導入流路２２５に流量計を設けて、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量を計測することは、気体に含まれる粒子によって流量計が故障しうるため、困難である。

[0057] これに対し、第１の実施の形態に係る粒子検出装置によれば、入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回せず、第１の導入流路２２５に向かう気体の流量と、入口流路２５５から第２の導入流路２３５に迂回する気体の流量と、の比が、変動した場合であっても、変動に応じて、吸引機２７５が吸引する気体の流量が変化するよう制御されるため、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量を、所定の値に維持することが可能となる。

[0058] （第２の実施の形態）

第２の実施の形態に係る粒子検出装置は、図３に示すように、排出流路２６０に設けられた、排出流路２６０を流れる気体の流量を調節可能な弁２８５をさらに備える。第２の実施の形態において、吸引機２７５は、例えば一定のパワーで、気体を吸引する。また、第２の実施の形態において、制御部３０１は、流量記憶装置３５１に保存されている第１の導入流路２２５を流れる気体の所定の流量と、導入流量計２４５が計測した第２の導入流路２３５を流れる気体の流量と、の合計流量を適宜電気信号に変換し、合計流量の気体がチャンバ３０から吸引されるよう、弁２８５を制御する。

[0059] 第２の実施の形態に係る粒子検出装置のその他の構成要素は、第１の実施の形態と同様である。第２の実施の形態に係る粒子検出装置も、入口ノズル２１０から噴出される気体の流量を、所定の値に維持することが可能である。

[0060] （第３の実施の形態）

第３の実施の形態に係る粒子検出装置は、図４に示すように、排出流路２６０に設けられた、排出流路２６０を流れる気体の流量を計測する排出流量計２９５をさらに備える。また、粒子検出装置は、導入流量計２４５が計測した流量と排出流量計２９５が計測した流量の差と、流量記憶装置３５１に保存されている第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、を比較する比較部３０２をさらに備える。

[0061] またさらに、粒子検出装置は、導入流量計２４５が計測した流量と排出流量計２９５が計測した流量の差が、流量記憶装置３５１に保存されている第１の導入流路を流れる流体の所定の流量より大きい場合、制御部３０１が算出した合計流量を減少させる補正をする補正部３０３をさらに備える。導入流量計２４５が計測した流量と排出流量計２９５が計測した流量の差が、流量記憶装置３５１に保存されている第１の導入流路を流れる流体の所定の流量より小さい場合、補正部３０３は、制御部３０１が算出した合計流量を増加させる補正をする。制御部３０１は、補正された合計流量に基づき、排出流路２６０を流れる気体の流量を制御する。

[0062] 例えば、導入流量計２４５が計測した第２の導入流路２３５を流れる気体の流量をV_b、流量記憶装置３５１に保存されている第１の導入流路２２５を流れる気体の所定の流量をV_s、排出流量計２９５が計測した排出流路２６０を流れる気体の流量をV_tとして、比較部３０２は、下記（１）式に示すように、排出流量計２９５が計測した流量V_tと導入流量計２４５が計測した流量V_bとの差を、流量記憶装置３５１に保存されている流量V_sで割った値が、下限閾値T_{h1}以上、上限閾値T_{h2}以下であるか否かを判定する。

$$T_{h1} \leqq | V_t - V_b | / V_s \leqq T_{h2} \qquad (1)$$

[0063] 流量V_tと流量V_bとの差を流量V_sで割った値が、下限閾値T_{h1}以上、上限閾値T_{h2}以下であった場合、比較部３０２は、入口ノズル２１０から噴出される気体の実際の流量が、正常な範囲内であると判定する。

[0064] 流量V_tと流量V_bとの差を流量V_sで割った値が、下限閾値T_{h1}未満であった

場合、比較部３０２は、入口ノズル２１０から噴出される気体の実際の流量が、正常な範囲より少ないと判定する。この場合、補正部３０３は、制御部３０１が算出した合計流量を増加させる補正をする。これにより、吸引機２７５が吸引する気体の流量が増加し、入口ノズル２１０から噴出される気体の実際の流量が、正常な範囲内になる。

[0065] また、流量V_tと流量V_bとの差を流量V_sで割った値が、上限閾値T_{h2}より大であった場合、比較部３０２は、入口ノズル２１０から噴出される気体の実際の流量が、正常な範囲より多いと判定する。この場合、補正部３０３は、制御部３０１が算出した合計流量を減少させる補正をする。これにより、吸引機２７５が吸引する気体の流量が減少し、入口ノズル２１０から噴出される気体の実際の流量が、正常な範囲内になる。

[0066] 比較部３０２は、比較を連続的に行ってもよいし、任意又は所定の間隔をおいて行ってもよい。補正部３０３は、補正を連続的に行ってもよいし、任意又は所定の間隔をおいて行ってもよい。また、比較部３０２による比較と、補正部３０３による補正を、任意の回数又は所定の回数、繰り返し行ってもよい。

[0067] なお、比較部３０２が利用する式は、上記（１）式に限られない。例えば、下記（２）式に示すように、排出流量計２９５が計測した流量V_tと導入流量計２４５が計測した流量V_bとの差と、流量記憶装置３５１に保存されている流量V_sと、の差が、閾値T_h以下であるか否かを判定してもよい。

$$||V_t-V_b|-V_s| \leqq T_h \qquad (2)$$

[0068] （２）式の左辺が閾値T_h以下である場合、比較部３０２は、入口ノズル２１０から噴出される気体の実際の流量が、正常な範囲内であると判定する。（２）式の左辺が閾値T_h以下でない場合、比較部３０２は、入口ノズル２１０から噴出される気体の実際の流量が、正常な範囲内でないと判定する。

[0069] （その他の実施の形態）

上記のように本発明を実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす記述及び図面はこの発明を限定するものであると理解するべきではない

。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかになるはずである。例えば、図１、図３、及び図４では、第２の導入流路２３５が入口流路２５５から分岐している例を説明した。これに対し、図５に示すように、第２の導入流路２３５が排出流路２６０から分岐していてもよい。排出流路２６０を流れた、フィルタ２６５、２８０で粒子が除去された気体を再利用することが可能である。このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を包含するということを理解すべきである。

符号の説明

[0070] ２　蛍光検出器

５　散乱光検出器

１０　光源

１１　光源駆動電源

１２　電源制御装置

２０Ａ　第１の受光素子

２０Ｂ　第２の受光素子

２１Ａ、２１Ｂ　増幅器

２２Ａ、２２Ｂ　増幅器電源

２３Ａ、２３Ｂ　Ａ／Ｄ変換回路

２４Ａ、２４Ｂ　光強度算出装置

２５Ａ、２５Ｂ　光強度記憶装置

３０　チャンバ

４０　気流

５０　散乱光受光素子

５１　増幅器

５２　増幅器電源

５３　Ａ／Ｄ変換回路

５４　光強度算出装置

５５　光強度記憶装置

２１０ 入口ノズル

２１５ 出口ノズル

２２５ 第１の導入流路

２３０ 粒子監視域

２３５ 第２の導入流路

２４０、２５１、２６５、２８０　フィルタ

２４５ 導入流量計

２５０ 流量調節器

２５５ 入口流路

２６０ 排出流路

２７５ 吸引機

２８５ 弁

２９５ 排出流量計

３００ 中央演算処理装置

３０１ 制御部

３０２ 比較部

３０３ 補正部

３５１ 流量記憶装置

４００ 判定装置

４５１ 出力装置

請求の範囲

[請求項1] チャンバと、

前記チャンバ内に粒子を含む流体を導入するための第１の導入流路と、

前記チャンバ内に粒子が除去された流体を導入するための第２の導入流路と、

前記チャンバ内の前記流体に光を照射し、前記流体に含まれる粒子を検出する検出器と、

前記チャンバから流体を排出するための排出流路と、

前記第２の導入流路を流れる流体の流量を計測する導入流量計と、

前記第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、前記導入流量計が計測した流量と、

の合計流量の流体が前記排出流路を流れるよう制御する制御部と、

を備える、粒子検出装置。

[請求項2] 前記排出流路に設けられた、前記チャンバ内の流体を吸引するための吸引機をさらに備え、

前記制御部が、前記合計流量の流体が前記チャンバから吸引されるよう、前記吸引機を制御する、

請求項１に記載の粒子検出装置。

[請求項3] 前記排出流路に設けられた弁をさらに備え、

前記制御部が、前記合計流量の流体が前記排出流路を流れるよう、前記弁を制御する、

請求項１に記載の粒子検出装置。

[請求項4] 前記排出流路を流れる流体の流量を計測する排出流量計と、

前記導入流量計が計測した流量と前記排出流量計が計測した流量の差と、前記第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、を比較する比較部と、

をさらに備える、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] 前記差が前記所定の流量より大きい場合、前記排出流路を流れる合計流量を減少させる補正部をさらに備える、請求項４に記載の粒子検出装置。

[請求項6] 前記差が前記所定の流量より小さい場合、前記排出流路を流れる合計流量を増加させる補正部をさらに備える、請求項４に記載の粒子検出装置。

[請求項7] 粒子検出装置のチャンバ内に第１の導入流路から粒子を含む流体を導入することと、

前記チャンバ内に第２の導入流路から粒子が除去された流体を導入することと、

前記チャンバから排出流路を用いて流体を排出することと、

前記第２の導入流路を流れる流体の流量を導入流量計で計測することと、

前記第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、前記導入流量計が計測した流量と、の合計流量の流体が前記排出流路を流れるよう制御することと、

を備える、粒子検出装置の制御方法。

[請求項8] 前記排出流路を流れる流体の流量を排出流量計で計測することと、

前記導入流量計が計測した流量と前記排出流量計が計測した流量の差と、前記第１の導入流路を流れる流体の所定の流量と、を比較することと、

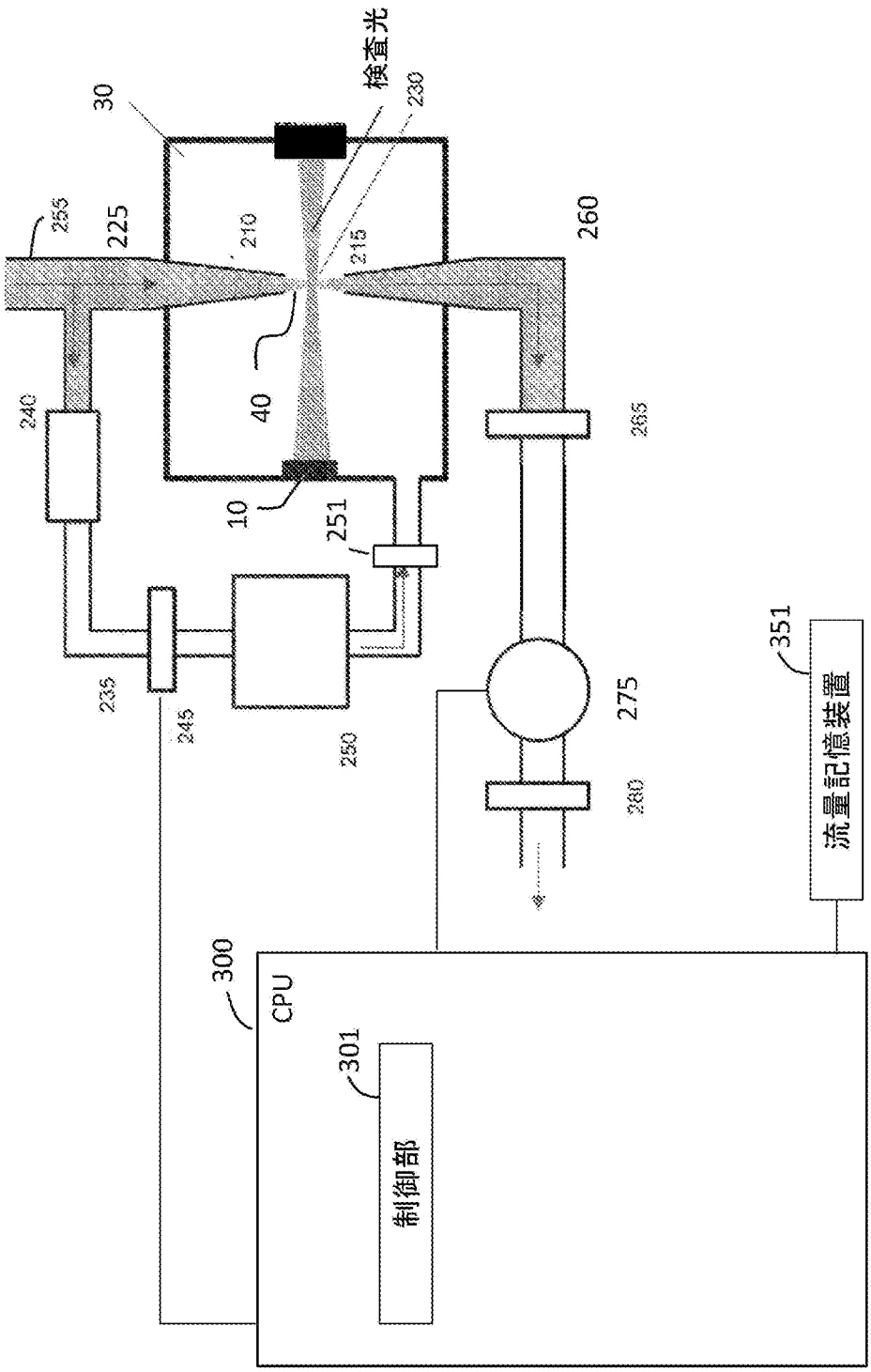
をさらに備える、請求項７に記載の粒子検出装置の制御方法。

[請求項9] 前記差が前記所定の流量より大きい場合、前記排出流路を流れる合計流量を減少させる補正をすることをさらに備える、請求項８に記載の粒子検出装置の制御方法。

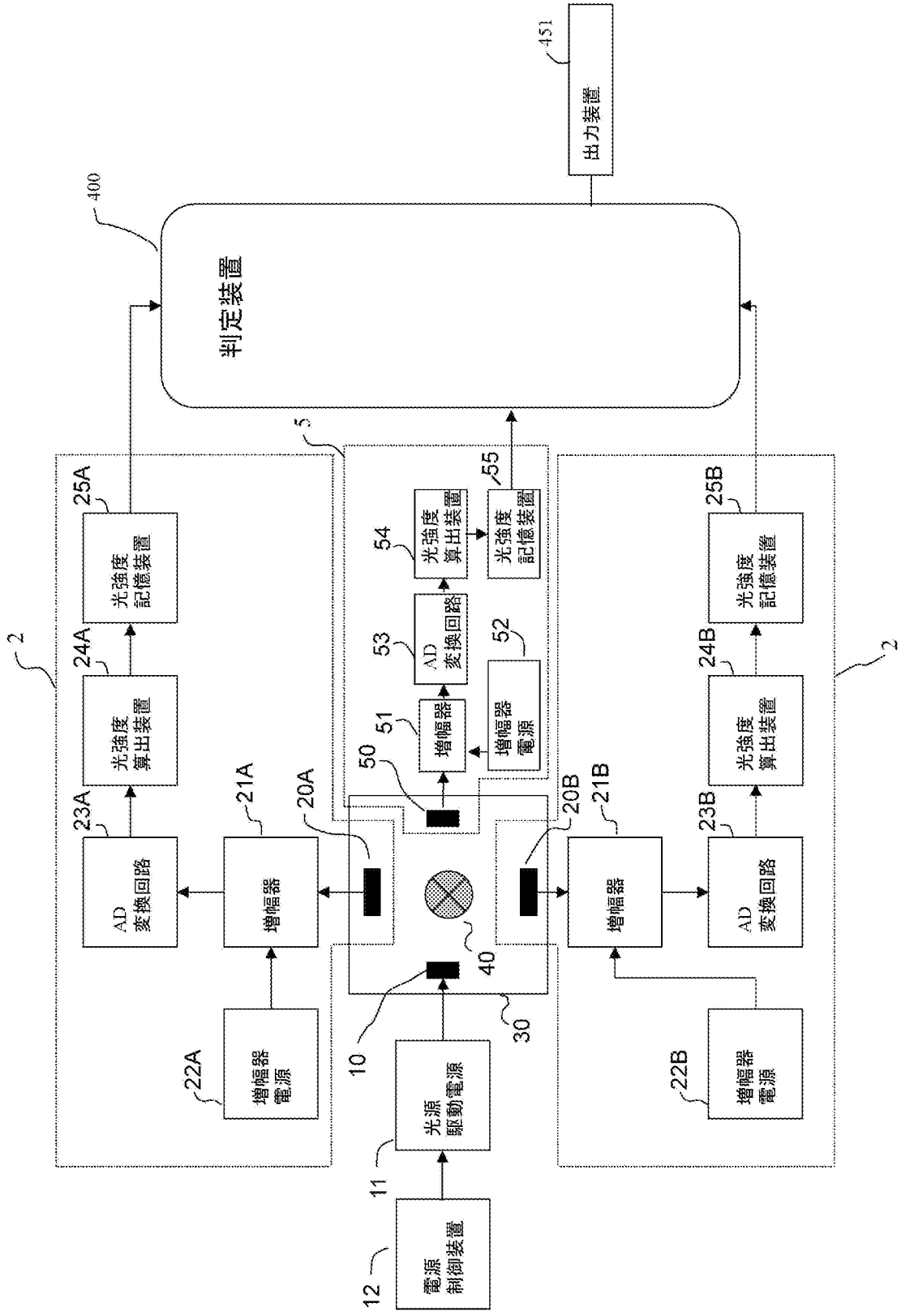
[請求項10] 前記差が前記所定の流量より小さい場合、前記排出流路を流れる合計流量を増加させる補正をすることをさらに備える、請求項８に記載

の粒子検出装置の制御方法。

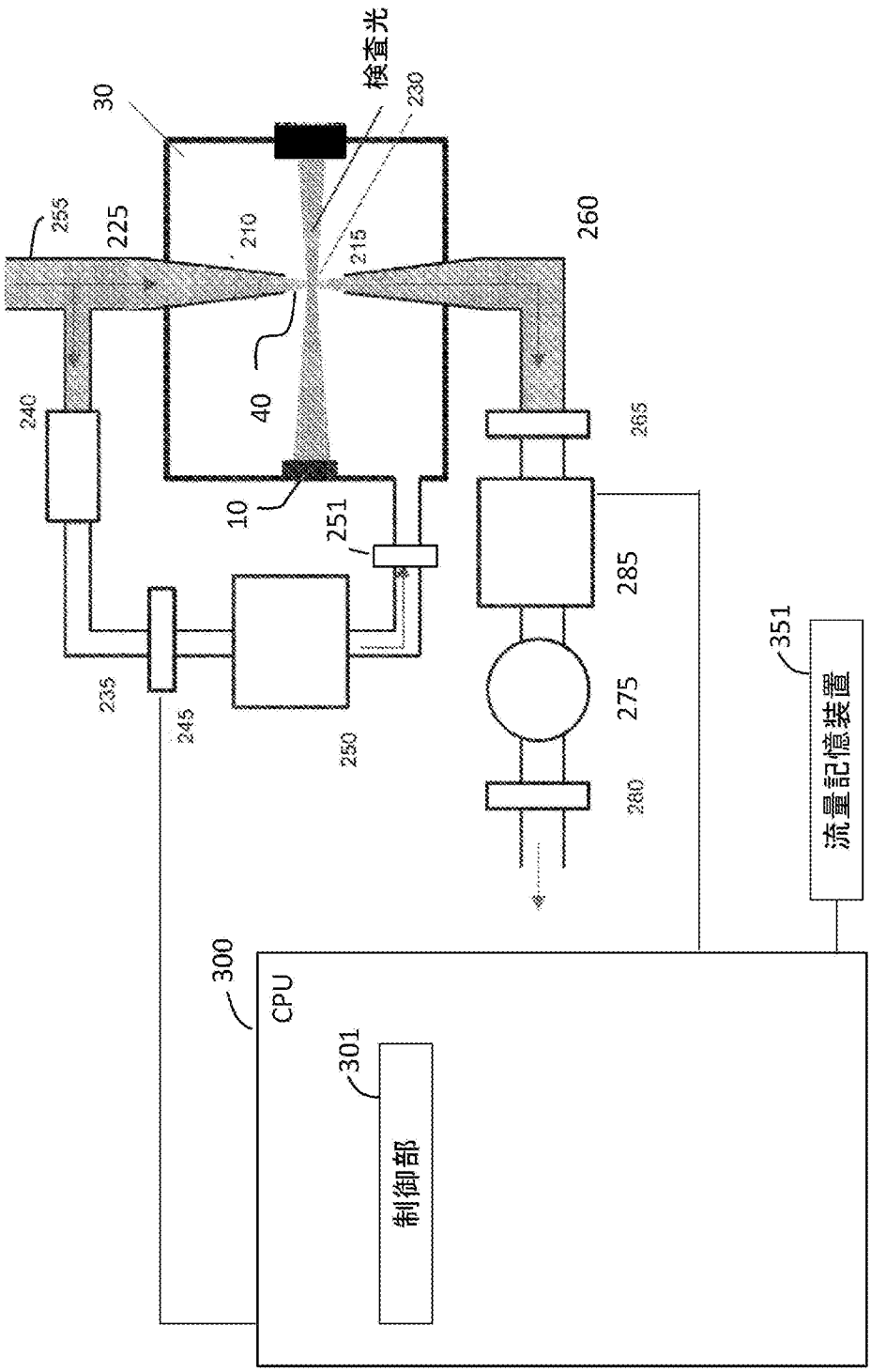
[図1]


検査光
30
230
255
225
210
215
260
40
240
265
10
251
235
245
250
275
280
351
流量記憶装置
300
CPU
301
制御部

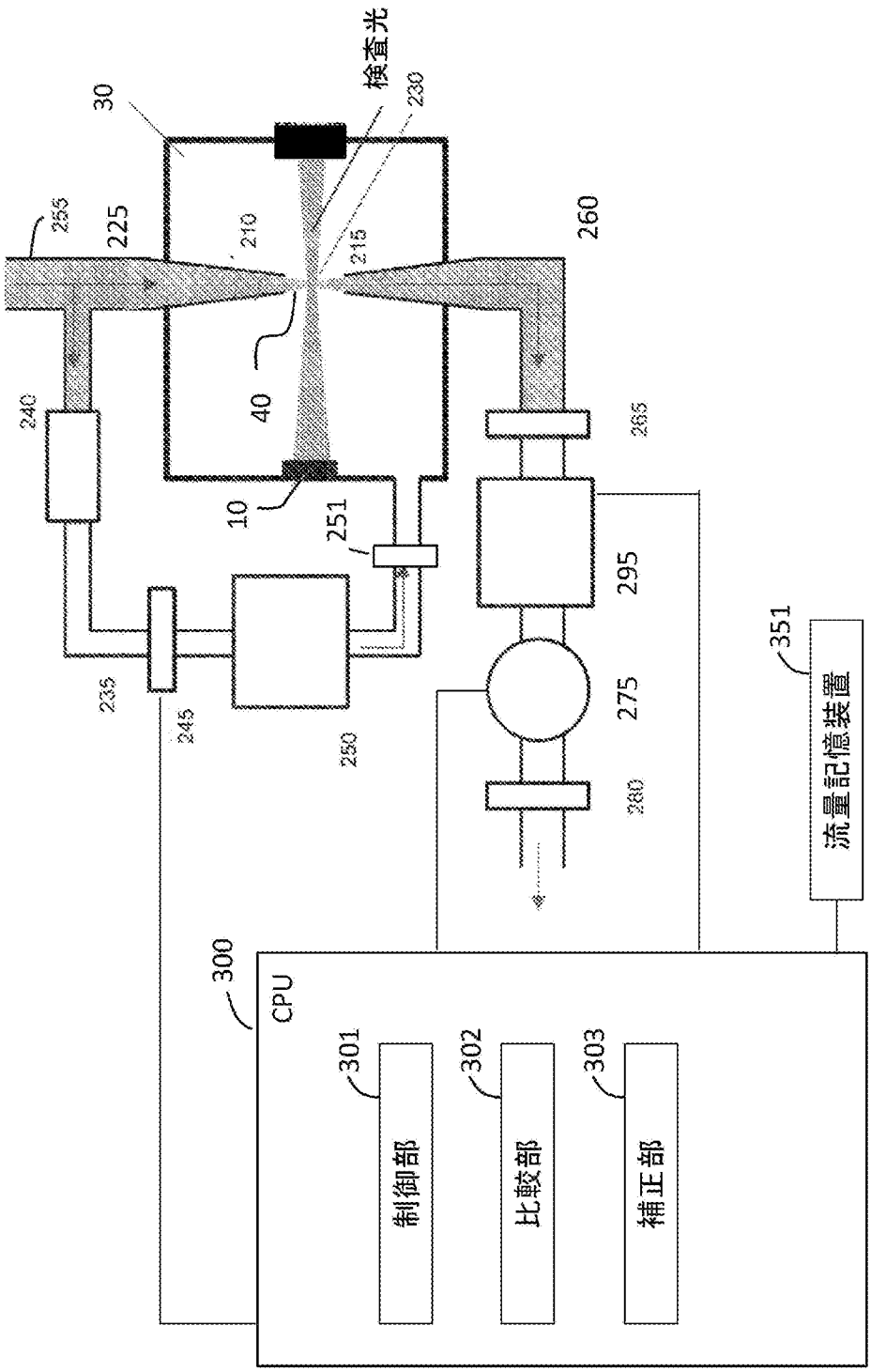
[図2]


451
出力装置
400
判定装置
5
25A
光強度記憶装置
24A
光強度算出装置
23A
AD変換回路
21A
増幅器
20A
22A
増幅器電源
54
光強度算出装置
55
光強度記憶装置
53
AD変換回路
52
増幅器電源
51
増幅器
50
40
30
10
光源駆動電源
11
12
電源制御装置
20B
21B
増幅器
25B
光強度記憶装置
24B
光強度算出装置
23B
AD変換回路
22B
増幅器電源
2
2

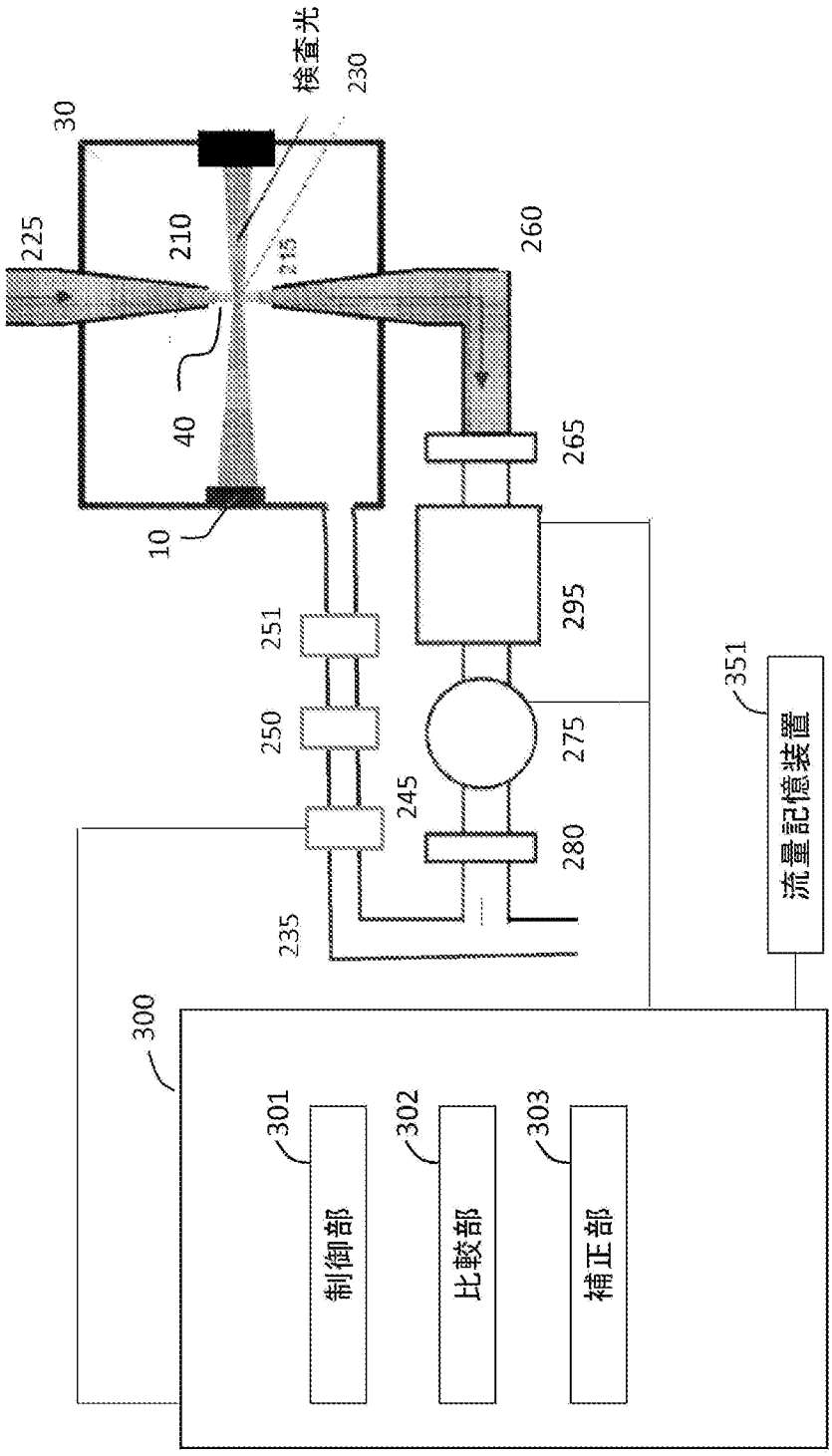
[図3]


検査光
30
230
255
225
210
215
260
40
240
265
10
251
285
351
流量記憶装置
235
245
250
275
280
300
CPU
301
制御部

[図4]


検査光
30
230
255
225
210
215
260
40
240
265
10
251
295
351
流量記憶装置
235
245
250
275
280
300
CPU
301
制御部
302
比較部
303
補正部

[図5]


検査光
230
30
225
210
215
260
40
265
10
251
295
250
275
245
280
235
351
流量記憶装置
300
301
制御部
302
比較部
303
補正部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/019242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N15/14(2006.01)i, *G01N15/06*(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)
G01N15/14, G01N15/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X A	US 2013/0248693 A1 (AZBIL BIOVIGILIANT, INC.), 26 September 2013 (26.09.2013), paragraphs [0043] to [0049]; fig. 2 & JP 2015-511025 A & WO 2013/142318 A1 & CN 104246475 A	1-3,7 4-6,8-10
A	JP 2014-228276 A (Azbil Corp.), 08 December 2014 (08.12.2014), paragraphs [0022] to [0024]; fig. 2 & US 2014/0340681 A1 paragraphs [0023] to [0025]; fig. 2 & EP 2803971 A2 & CN 104165826 A	1-10

☒ 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
19 June 2017 (19.06.17)	27 June 2017 (27.06.17)

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/JP2017/019242

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 2014-153258 A (Azbil Corp.), 25 August 2014 (25.08.2014), paragraphs [0011] to [0018], [0032] to [0033]; fig. 1 & US 2014/0225005 A1 paragraphs [0020] to [0026], [0040] to [0041]; fig. 1	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１９２４２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N15/14(2006.01)i, G01N15/06(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.　G01N15/14, G01N15/06

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
X A	US 2013/0248693 A1 (AZBIL BIOVIGILIANT,INC.) 2013.09.26, [0043]-[0049],FIG.2 & JP 2015-511025 A & WO 2013/142318 A1 & CN 104246475 A	1-3,7 4-6,8-10
A	JP 2014-228276 A (アズビル株式会社) 2014.12.08, [0022]-[0024],[図２] & US 2014/0340681 A1,[0023]-[0025],FIG.2 & EP 2803971 A2 & CN 104165826 A	1-10

☑　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
１９．０６．２０１７	２７．０６．２０１７

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　３２０８
東松　修太郎
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 2014-153258 A（アズビル株式会社）2014.08.25, [0011]-[0018],[0032]-[0033],[図 1] & US 2014/0225005 A1,[0020]-[0026],[0040]-[0041],FIG.1	1-10