

(11) 特許出願公開番号

特開2015-114161

(P2015-114161A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

GO 1 N 21/64 (2006.01)

GO 1 N 21/64

$$Z$$

26043

GO 1 N 15/00 (2006.01)

GO 1 N 15/00

A

GO 1 N 21/65 (2006.01)

GO 1 N 21/65

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-255274 (P2013-255274)

(22) 出願日 平成25年12月10日 (2013.12.10)

(71) 出願人 000006666

アズビル株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目7番3号

(74) 代理人 100079108

弁理士 稲葉 良幸

(74) 代理人 100109346

弁理士 大貫 敏史

(74) 代理人 100117189

弁理士 江口 昭彦

(74) 代理人 100134120

弁理士 内藤 和彦

(72) 発明者 衣笠 静一郎

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

最終頁に続く

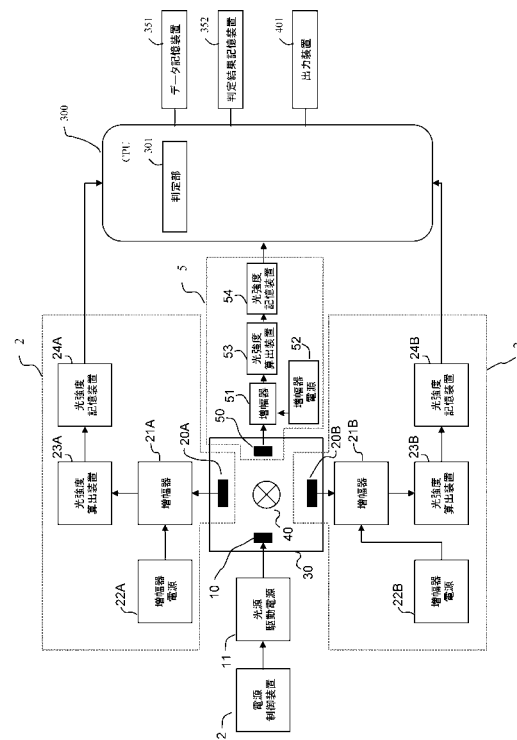
(54) 【発明の名称】 粒子検出装置及び粒子の検出方法

(57) 【要約】

【課題】検出対象とする蛍光粒子を正確に検出可能な粒子検出装置を提供する。

【解決手段】流体に励起光を照射する光源１０と、励起光を照射された領域で生じる蛍光帯域の光を測定する蛍光測定器２と、蛍光測定器２が測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定し、測定した光が蛍光を含むと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていると判定し、測定した光が蛍光を含まないと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていないと判定し、測定した光がラマン散乱光を含むと判定した場合、流体に水分が含まれていると判定し、測定した光がラマン散乱光を含まないと判定した場合、流体に水分が含まれていないと判定する判定部３０１と、を備える、粒子検出装置。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流体に励起光を照射する光源と、
前記励起光を照射された領域で生じる蛍光帯域の光を測定する蛍光測定器と、
前記蛍光測定器が測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定し、前記測定した光が蛍光を含むと判定した場合、前記流体に蛍光粒子が含まれていると判定し、前記測定した光が蛍光を含まないと判定した場合、前記流体に蛍光粒子が含まれていないと判定し、前記測定した光がラマン散乱光を含むと判定した場合、前記流体に水分が含まれていると判定し、前記測定した光がラマン散乱光を含まないと判定した場合、前記流体に水分が含まれていないと判定する判定部と、
を備える、粒子検出装置。

10

【請求項 2】

前記蛍光がフラビン由来であり、前記蛍光粒子が微生物粒子である、請求項 1 に記載の粒子検出装置。

【請求項 3】

前記蛍光測定器が測定した光がフラビン由来の蛍光及びラマン散乱光を含む場合、前記判定部が、前記流体に微生物が含まれていると判定する、請求項 1 又は 2 に記載の粒子検出装置。

【請求項 4】

前記微生物が大腸菌である、請求項 3 に記載の粒子検出装置。

20

【請求項 5】

前記蛍光測定器が測定した光がラマン散乱光を含み、かつフラビン由来の蛍光を含まない場合、前記判定部が、前記流体に水分が含まれ、かつ微生物粒子が含まれていないと判定する、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

【請求項 6】

前記流体が蒸気滅菌された気体である、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

【請求項 7】

前記ラマン散乱光が 460nm の波長を有する、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

30

【請求項 8】

前記判定部が、前記蛍光測定器が測定した光のスペクトルに基づき、前記蛍光測定器が測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定する、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

【請求項 9】

前記判定部が、前記蛍光測定器が測定した複数の波長における光の強度に基づいて、前記スペクトルを算出する、請求項 8 に記載の粒子検出装置。

【請求項 10】

前記励起光を照射された領域で生じるミー散乱光を測定するミー散乱光測定器を更に備え、

40

前記ミー散乱光測定器がミー散乱光を測定し、前記蛍光測定器が蛍光帯域の光を測定しなかった場合、前記判定部が、前記流体に非蛍光粒子が含まれていると判定する、請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

【請求項 11】

流体に励起光を照射することと、
前記励起光を照射された領域で生じる蛍光帯域の光を測定することと、
前記測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定し、前記測定した光が蛍光を含むと判定した場合、前記流体に蛍光粒子が含まれていると判定し、前記測定した光が蛍光を含まないと判定した場合、前記流体に蛍光粒子が含まれていないと判定し、前記測定した光がラマン散乱光を含むと判定した場合、前記流体に水分が含まれていると判定し

50

、前記測定した光がラマン散乱光を含まないと判定した場合、前記流体に水分が含まれていないと判定することと、

を含む、粒子の検出方法。

【請求項 1 2】

前記蛍光がフラビン由来であり、前記蛍光粒子が微生物粒子である、請求項 1 1 に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 3】

前記測定した光がフラビン由来の蛍光及びラマン散乱光を含む場合、前記流体に微生物が含まれていると判定する、請求項 1 1 又は 1 2 に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 4】

前記微生物が大腸菌である、請求項 1 3 に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 5】

前記測定した光がラマン散乱光を含み、かつフラビン由来の蛍光を含まない場合、前記流体に水分が含まれ、かつ微生物粒子が含まれていないと判定する、請求項 1 1 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 6】

前記流体が蒸気滅菌された気体である、請求項 1 1 ないし 1 5 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 7】

前記ラマン散乱光が 4 6 0 n m の波長を有する、請求項 1 1 ないし 1 6 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 8】

前記測定した光のスペクトルに基づき、前記測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定する、請求項 1 1 ないし 1 7 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 9】

前記測定した複数の波長における光の強度に基づいて、前記スペクトルを算出する、請求項 1 8 に記載の粒子の検出方法。

【請求項 2 0】

前記励起光を照射された領域で生じるミー散乱光を測定することを更に含み、

前記ミー散乱光を測定し、前記蛍光帯域の光を測定しなかった場合、前記流体に非蛍光粒子が含まれていると判定する、請求項 1 1 ないし 1 9 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

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の検出方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

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（例えば、特許文献 1 及び非特許文献 1 参照。）。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、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。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（例えば、特許文献 2 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 8 3 2 1 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 3 - 1 1 7 4 6 6 号公報

【非特許文献】

【 0 0 0 4 】

【非特許文献 1】長谷川倫男他，「気中微生物リアルタイム検出技術とその応用」，株式会社山武，azbil Technical Review 2009年12月号，p.2-7，2009年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

10

しかし、検査対象とする気体等の流体に、検出対象とする蛍光粒子以外に、蛍光帯域の光を発する物質が含まれていると、粒子検出装置が、当該物質を誤って検出対象である蛍光粒子として検出する場合がある。そこで、本発明は、検出対象とする蛍光粒子を正確に検出可能な粒子検出装置、及び粒子の検出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】

【 0 0 0 6 】

本発明の態様によれば、(a) 流体に励起光を照射する光源と、(b) 励起光を照射された領域で生じる蛍光帯域の光を測定する蛍光測定器と、(c) 蛍光測定器が測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定し、測定した光が蛍光を含むと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていると判定し、測定した光が蛍光を含まないと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていないと判定し、測定した光がラマン散乱光を含むと判定した場合、流体に水分が含まれていると判定し、測定した光がラマン散乱光を含まないと判定した場合、流体に水分が含まれていないと判定する判定部と、を備える、(d) 粒子検出装置であることを要旨とする。なお、流体は気体及び液体を含む。また、蛍光は、自家蛍光も含む。

20

【 0 0 0 7 】

また、本発明の態様によれば、(a) 流体に励起光を照射することと、(b) 励起光を照射された領域で生じる蛍光帯域の光を測定することと、(c) 測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定し、測定した光が蛍光を含むと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていると判定し、測定した光が蛍光を含まないと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていないと判定し、測定した光がラマン散乱光を含むと判定した場合、流体に水分が含まれていると判定し、測定した光がラマン散乱光を含まないと判定した場合、流体に水分が含まれていないと判定することと、を含む、(d) 粒子の検出方法であることを要旨とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、検出対象とする蛍光粒子を正確に検出可能な粒子検出装置、及び粒子の検出方法を提供可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

40

【図 1】本発明の実施の形態に係るクリーンルームの模式図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係るラマン散乱光及び蛍光のスペクトルである。

【図 3】本発明の実施の形態に係るラマン散乱光及び蛍光のスペクトルである。

【図 4】本発明の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

【図 5】本発明の実施の形態に係る粒子の検出方法を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の実施の形態の第 1 の変形例に係る粒子の検出方法を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の実施の形態の第 2 の変形例に係る粒子の検出方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

50

【0010】

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。

【0011】

図1に示すように、実施の形態に係る粒子検出装置1は、例えば、クリーンルーム70内に配置されている。クリーンルーム70には、ダクト71、並びにHEPA(High Efficiency Particulate Air Filter)及びULPA(Ultra Low Penetration Air Filter)等の超高性能エアフィルタを有する噴き出し口72を介して、清浄な空気等の気体が送り込まれる。

10

【0012】

クリーンルーム70内には、生産ライン81、82が配置されている。生産ライン81、82は、例えば精密機器、電子部品、又は半導体装置の生産ラインである。あるいは生産ライン81、82は、食品、飲料、又は医薬品の生産ラインである。例えば、生産ライン81、82において、輸液が点滴や注射器に充填される。あるいは、生産ライン81、82において、経口剤や漢方薬が製造される。またあるいは、生産ライン81、82において、栄養ドリンクやビールが容器に充填される。クリーンルーム70内で飲料が製造される場合、クリーンルーム70内の湿度が高く保たれる場合もある。また、クリーンルーム70内の気体が蒸気滅菌され、水分を多く含んでいる場合もある。

20

【0013】

生産ライン81、82は、通常、微生物粒子及び非微生物粒子等をクリーンルーム70内の気体に飛散させないように管理されている。しかし、生産ライン81、82は、何らかの事情で、クリーンルーム70内の気体に飛散する微生物粒子及び非微生物粒子の発生源になる。また、生産ライン81、82以外の要因で、クリーンルーム70内の気体に微生物粒子及び非微生物粒子が飛散することもある。

【0014】

クリーンルーム70内の気体に飛散しうる微生物粒子の例としては細菌が含まれる。細菌の例としては、グラム陰性菌、グラム陽性菌、及びカビ胞子を含む真菌が挙げられる。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、枯草菌芽胞、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。カビ胞子を含む真菌の例としては、アスペルギルスが挙げられる。ただし、クリーンルーム70内の気体に飛散しうる微生物粒子はこれらに限定されない。また、クリーンルーム70内の気体に飛散しうる非微生物粒子の例としては、化学物質、薬品及び食品の飛沫、ごみ、ちり、並びに埃等のダスト等が挙げられる。

30

【0015】

微生物粒子は、光を照射されると、微生物粒子に含まれるニコチンアミドアデニンジヌクレオチド(NADH)及びフラビン等が、蛍光を発する。NADH由来の蛍光の波長は、480nm近傍である。また、フラビン由来の蛍光の波長は、530nm近傍である。また、例えばポリエステルからなるクリーニングしたガウンから飛散した蛍光粒子は、光を照射されると蛍光を発する。さらに、ポリスチレン粒子も蛍光を発し、その後退色する。したがって、従来、粒子検出装置は、気体に励起光を照射して蛍光を検出すると、気体中に検出対象の蛍光粒子が存在するものとして認識している。なお、蛍光は、自家蛍光も含む。

40

【0016】

気体中に上述したような蛍光を発する蛍光粒子が含まれていなくても、気体中に水蒸気等の水分が存在すると、紫外線等の励起光を照射された水分でラマン散乱光(非弾性散乱光)が生じる。ラマン散乱光の波長は460nm近傍であり、図2に示すようにNADH由来の蛍光の波長に近い。このように、ラマン散乱光は波長帯域が蛍光と重なるため、粒子検出装置はラマン光を蛍光帯域の光として検出する。したがって、従来の粒子検出装置

50

は、ラマン散乱光を受光すると、NADHを含有する微生物粒子、あるいは波長460nm近傍の蛍光を発する非生物粒子が存在すると誤った判定をする場合がある。

【0017】

また、図3に示すように、微生物の代謝の影響で、NADH由来の蛍光の強度が低下する場合もある。これに対し、フラビン由来の蛍光の強度は、微生物の代謝に影響されにくい傾向がある。

【0018】

ここで、実施の形態に係る粒子検出装置1は、図4に示すように、流体に励起光を照射する光源10と、励起光を照射された領域で生じる蛍光帯域の光の強度を複数の波長において測定する蛍光測定器2と、励起光を照射された領域で生じる散乱光を測定するミー散乱光測定器5と、を備える。光源10、蛍光測定器2及びミー散乱光測定器5は、中央演算処理装置(CPU)300に電氣的に接続されている。

【0019】

CPU300は、蛍光測定器2が測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定する判定部301を含む。判定部301は、測定した光が蛍光を含むと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていると判定し、測定した光が蛍光を含まないと判定した場合、流体に蛍光粒子が含まれていないと判定する。また、判定部301は、測定した光がラマン散乱光を含むと判定した場合、流体に水分が含まれていると判定し、測定した光がラマン散乱光を含まないと判定した場合、流体に水分が含まれていないと判定する。

【0020】

実施の形態では、検査対象の流体が気体であり、検出対象とする蛍光粒子がNADH及びフラビンを含有する微生物粒子である例を説明するが、本発明の実施の態様はこれに限定されない。

【0021】

光源10と、蛍光測定器2と、ミー散乱光測定器5と、は、筐体30に設けられている。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。粒子検出装置1は、図1に示したクリーンルーム70の内部から図4に示す筐体30の内部に、気体を吸引する第1の吸引装置をさらに備える。第1の吸引装置で吸引された気体は、筐体30内部の流路のノズル40の先端から放出される。ノズル40の先端から放出された気体は、ノズル40の先端と対向して筐体30の内部に配置された第2の吸引装置で吸引される。

【0022】

光源10は、ノズル40の先端から放出され、第2の吸引装置で吸引される気体の気流に向けて、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】

ノズル40から噴出された気流中に細菌等の微生物粒子が含まれる場合、励起光を照射された微生物粒子が、蛍光を発する。また、ノズル40から噴出された気流中にポリエステル粒子等の非微生物粒子が含まれる場合も、励起光を照射された非微生物粒子が、蛍光を発する。さらには、ノズル40から噴出された気流中に水分が含まれていると、励起光を照射された水分において蛍光帯域の光であるラマン散乱光が発生する。

【0024】

ミー散乱光測定器5は、水分を含む粒子で生じるミー散乱光を測定する。ミー散乱光測定器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

10

20

30

40

50

、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。散乱光受光素子 5 0 には、散乱光受光素子 5 0 で生じた電流を増幅する増幅器 5 1 が接続されている。増幅器 5 1 には、増幅器 5 1 に電力を供給する増幅器電源 5 2 が接続されている。また、増幅器 5 1 には、増幅器 5 1 で増幅された電流を受け取り、散乱光受光素子 5 0 が受光した散乱光の強度を算出する光強度算出装置 5 3 が接続されている。光強度算出装置 5 3 には、光強度算出装置 5 3 が算出した散乱光の強度を保存する光強度記憶装置 5 4 が接続されている。

【 0 0 2 5 】

蛍光測定器 2 は、検出対象である微生物粒子又は非微生物粒子が発する蛍光帯域の光を測定する。蛍光測定器 2 は、第 1 の波長における蛍光帯域の光を受光する第 1 の受光素子 2 0 A と、第 1 の波長とは異なる第 2 の波長における蛍光帯域の光を受光する第 2 の受光素子 2 0 B と、を備える。なお、第 1 の波長とは、帯域を有していてもよい。第 2 の波長についても同様である。第 1 の受光素子 2 0 A 及び第 2 の受光素子 2 0 B としては、フォトダイオード及び光電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。

【 0 0 2 6 】

第 1 の受光素子 2 0 A には、第 1 の受光素子 2 0 A で生じた電流を増幅する増幅器 2 1 A が接続されている。増幅器 2 1 A には、増幅器 2 1 A に電力を供給する増幅器電源 2 2 A が接続されている。また、増幅器 2 1 A には、増幅器 2 1 A で増幅された電流を受け取り、第 1 の受光素子 2 0 A が受光した光の強度を算出する光強度算出装置 2 3 A が接続されている。光強度算出装置 2 3 A には、光強度算出装置 2 3 A が算出した光の強度を保存する光強度記憶装置 2 4 A が接続されている。

【 0 0 2 7 】

第 2 の受光素子 2 0 B には、第 2 の受光素子 2 0 B で生じた電流を増幅する増幅器 2 1 B が接続されている。増幅器 2 1 B には、増幅器 2 1 B に電力を供給する増幅器電源 2 2 B が接続されている。また、増幅器 2 1 B には、増幅器 2 1 B で増幅された電流を受け取り、第 2 の受光素子 2 0 B が受光した光の強度を算出する光強度算出装置 2 3 B が接続されている。光強度算出装置 2 3 B には、光強度算出装置 2 3 B が算出した光の強度を保存する光強度記憶装置 2 4 B が接続されている。なお、図 4 においては、蛍光測定器 2 が第 1 及び第 2 の受光素子 2 0 A、2 0 B を備える例を示しているが、蛍光測定器 2 はさらに複数の受光素子を備え、さらに複数の波長における蛍光帯域の光の強度を測定してもよい。

【 0 0 2 8 】

判定部 3 0 1 は、例えば、複数の波長における蛍光帯域の光の強度に基づき、スペクトルの重心位置を算出する。さらに判定部 3 0 1 は、算出した重心位置に基づいて、励起光を照射された領域で生じた蛍光帯域の光のスペクトルを算出する。判定部 3 0 1 は、算出したスペクトルに基づき、蛍光測定器 2 が測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定する。例えば、判定部 3 0 1 は、算出したスペクトルと、ラマン散乱光の予め取得したスペクトル及びフラビン由来の蛍光の予め取得したスペクトルと、を比較して、蛍光測定器 2 が測定した光がラマン散乱光及び蛍光を含むか否かを判定する。ラマン散乱光の予め取得したスペクトル及びフラビン由来の蛍光の予め取得したスペクトルは、例えば、CPU 3 0 0 に接続されたデータ記憶装置 3 5 1 に保存されている。

【 0 0 2 9 】

図 5 のステップ S 1 0 1 で、図 1 に示す粒子検出装置 1 がクリーンルーム 7 0 から含有物質が未知の気体の吸引を開始すると、吸引した気体に対して図 4 に示す光源 1 0 が励起光を照射し、ステップ S 1 0 2 でミー散乱光測定器 5 がミー散乱光を測定した場合、ミー散乱光の光強度を光強度記憶装置 5 4 に保存する。判定部 3 0 1 は、散乱光の強度を、光強度記憶装置 5 4 から読み出す。ミー散乱光が測定された場合、判定部 3 0 1 は、検査対象の気体に粒子が含まれていると判定し、ステップ S 1 0 3 に進む。ミー散乱光が測定されなかった場合、判定部 3 0 1 は、検査対象の気体に粒子が含まれていないと判定し、ス

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 8 に進む。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 0 3 で、蛍光測定器 2 が、第 1 の波長における蛍光帯域の光の強度と、第 2 の波長における蛍光帯域の光の強度と、を測定した場合、蛍光帯域の光強度を光強度記憶装置 2 4 A、2 4 B に保存する。より多くの波長における蛍光帯域の光の強度を測定した場合は、それらに応じた光強度記憶装置に測定した強度を保存する。判定部 3 0 1 は、第 1 の波長における蛍光帯域の光の強度の値、第 2 の波長における蛍光帯域の光の強度の値、及び必要に応じてその他の複数の波長における蛍光帯域の光の強度の値を、光強度記憶装置 2 4 A、2 4 B 等から読み出す。蛍光帯域の光が測定された場合、判定部 3 0 1 は、検査対象の気体に蛍光粒子が含まれていると判定し、ステップ S 1 0 5 に進む。蛍光帯域の光が測定されなかった場合、ステップ S 1 0 4 で判定部 3 0 1 は、検査対象の気体に蛍光粒子が含まれておらず、非蛍光粒子が含まれていると判定し、ステップ S 1 0 8 に進む。

10

【 0 0 3 1 】

ステップ S 1 0 6 で判定部 3 0 1 は、複数の波長における蛍光帯域の光の強度の値から、蛍光帯域の光のスペクトルを推定する。さらに判定部 3 0 1 は、推定したスペクトルが、フラビン由来の蛍光スペクトル及びラマン散乱光のスペクトルを含むか否かを判定する。当該判定において、所定の閾値をもうけてもよい。推定したスペクトルがフラビン由来の蛍光スペクトルを含み、ラマン散乱光のスペクトルを含まない場合、ステップ S 1 0 6 で判定部 3 0 1 は、検査対象の気体が水分含有量の少ない微生物粒子を含むと判定し、ステップ S 1 0 8 に進む。

20

【 0 0 3 2 】

推定したスペクトルがフラビン由来の蛍光スペクトル及びラマン散乱光の両方を含む場合、ステップ S 1 0 6 で判定部 3 0 1 は、検査対象の気体が大腸菌等の水分含有量の多い微生物粒子を含むと判定し、ステップ S 1 0 8 に進む。推定したスペクトルがラマン散乱光のスペクトルを含み、フラビン由来の蛍光スペクトルを含まない場合、ステップ S 1 0 7 で判定部 3 0 1 は、検査対象の気体が水分を含み、微生物を含んでいないと判定し、ステップ S 1 0 8 に進む。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 0 8 で、判定部 3 0 1 は、判定結果を判定結果記憶装置 3 5 2 に保存し、ディスプレイ及びプリンタ等の出力装置 4 0 1 に出力する。ステップ S 1 0 9 で判定部 3 0 1 は、測定を終了するか否かを判定する。測定を続行する場合は、ステップ S 1 0 1 に戻る。

30

【 0 0 3 4 】

微生物は、通常、N A D H とフラビンを含有する。しかし、上述したように、N A D H 由来の蛍光の波長帯域と、ラマン散乱光の波長帯域とは、近いため、N A D H 由来の蛍光の有無を基準として検査対象の流体に微生物が含まれているか否かを判定すると、ラマン散乱光を受光した場合に、微生物に含まれる N A D H 由来の蛍光を受光したと誤判定する場合がある。また、N A D H 由来の蛍光の強度は、微生物の代謝の影響を受けやすい。さらに、アミノ酸の分子量が増えて濃度消光が生じると、蛍光に対して相対的にラマン散乱光が強くなる場合もある。

40

【 0 0 3 5 】

これに対し、ラマン散乱光の波長帯域とは離れた波長帯域を有するフラビン由来の蛍光の有無を基準として検査対象の流体に微生物が含まれているか否かを判定すれば、流体に水分が含まれ、ラマン散乱光が発生しても、微生物の存在を正確に判定することが可能となる。また、フラビン由来の蛍光の強度は、微生物の代謝の影響を受けにくい。

【 0 0 3 6 】

従来、蛍光測定器の前にラマン散乱光をカットするフィルタを配置して、微生物粒子由来の蛍光の有無を測定する方法が提案されている。しかし、大腸菌等の水分を多く含む微生物粒子の検出の際には、微生物に含まれる水分で生じたラマン散乱光とフラビン由来の

50

蛍光の両方を検出した方が、より正確に微生物粒子の存在の有無を判定することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

(第 1 の変形例)

判定部 3 0 1 は、図 6 に示す方法で、粒子の存在の有無や種別を判定してもよい。図 6 のステップ S 2 0 1 からステップ S 2 0 6 は、図 5 のステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 6 と同様である。ステップ S 2 0 7 で判定部 3 0 1 は、推定したスペクトルであって、フラビン由来の蛍光スペクトルを含んでいない推定したスペクトルが、ラマン散乱光のスペクトルを含むか否かを判定する。ラマン散乱光のスペクトルを含む場合、ステップ S 2 0 8 に進み、検査対象の気体が水分を含むと判定する。推定した蛍光帯域のスペクトルがフラビン由来の蛍光スペクトル及びラマン散乱光のスペクトルを含まない場合は、ステップ S 2 0 9 で判定部 3 0 1 は、検査対象の気体に含まれる粒子が何であるか判定不能と判断する。ステップ S 2 1 0 及びステップ S 2 1 1 は、図 5 のステップ S 1 0 8 及びステップ S 1 0 9 と同様である。

【 0 0 3 8 】

(第 2 の変形例)

判定部 3 0 1 は、図 7 に示す方法で、粒子の存在の有無や種別を判定してもよい。図 7 のステップ S 3 0 1 からステップ S 3 0 4 は、図 6 のステップ S 2 0 1 からステップ S 2 0 4 と同様である。また、図 7 のステップ S 3 0 9 からステップ S 3 1 1 は、図 6 のステップ S 2 0 7 からステップ S 2 0 9 と同様である。ステップ S 3 0 6 で判定部 3 0 1 は、推定した蛍光帯域のスペクトルがフラビン由来の蛍光スペクトル及び N A D H 由来の蛍光スペクトルを含むか否かを判定する。推定した蛍光帯域のスペクトルがフラビン由来の蛍光スペクトル及び N A D H 由来の蛍光スペクトルの両方を含む場合、ステップ S 3 0 7 で判定部 3 0 1 は、検査対象の気体に微生物粒子が含まれる可能性が高いと判定する。推定した蛍光帯域のスペクトルがフラビン由来の蛍光スペクトルを含むが、N A D H 由来の蛍光スペクトルを含まない場合、ステップ S 3 0 8 で判定部 3 0 1 は、検査対象の気体に微生物粒子が含まれるが、フラビン由来の蛍光スペクトル及び N A D H 由来の蛍光スペクトルの両方を検出した場合と比較すれば、判定の正確性はやや低いと判断する。図 7 のステップ S 3 1 2 及びステップ S 3 1 3 は、図 6 のステップ S 2 1 0 及びステップ S 2 1 1 と同様である。

【 0 0 3 9 】

(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、実施の形態に係る粒子検出装置 1 が配置される場所は、クリーンルームに限られない。また、蒸気の実施の形態では、検出対象とする蛍光粒子が N A D H 及びフラビンを含有する微生物粒子である例を説明したが、検出対象とする蛍光粒子は、非生物粒子であってもよい。ここで、非生物粒子が複数の波長の蛍光を発する場合は、ラマン散乱光の波長と離れた波長の蛍光を測定すればよい。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 】

【 0 0 4 0 】

- 1 粒子検出装置
- 2 蛍光測定器
- 5 ミー散乱光測定器
- 1 0 光源
- 1 1 光源駆動電源
- 1 2 電源制御装置
- 2 0 A 第 1 の受光素子

10

20

30

40

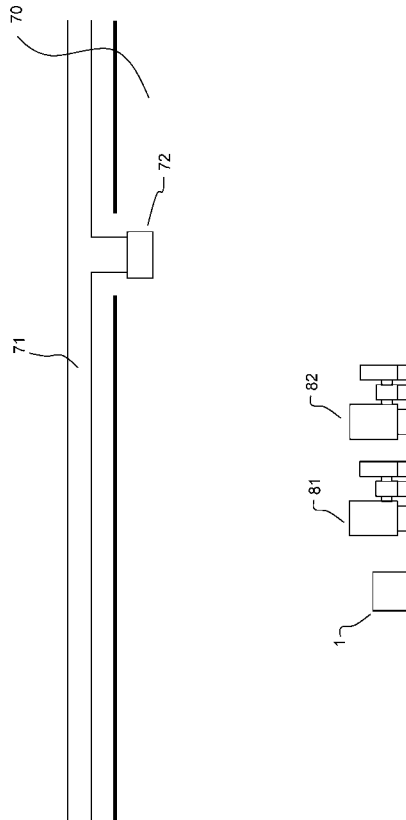
50

- 2 0 B 第 2 の 受 光 素 子
- 2 1 A、2 1 B 増 幅 器
- 2 2 A、2 2 B 増 幅 器 電 源
- 2 3 A、2 3 B 光 強 度 算 出 装 置
- 2 4 A、2 4 B 光 強 度 記 憶 装 置
- 3 0 筐 体
- 4 0 ノズル
- 5 0 散 乱 光 受 光 素 子
- 5 1 増 幅 器
- 5 2 増 幅 器 電 源
- 5 3 光 強 度 算 出 装 置
- 5 4 光 強 度 記 憶 装 置
- 7 0 クリーンルーム
- 7 1 ダクト
- 7 2 噴き出し口
- 8 1 生産ライン
- 3 0 1 判 定 部
- 3 5 1 データ記憶装置
- 3 5 2 判定結果記憶装置
- 4 0 1 出力装置

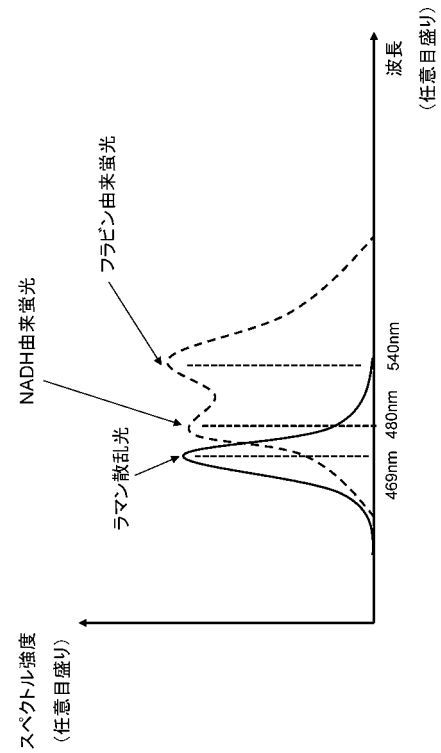
10

20

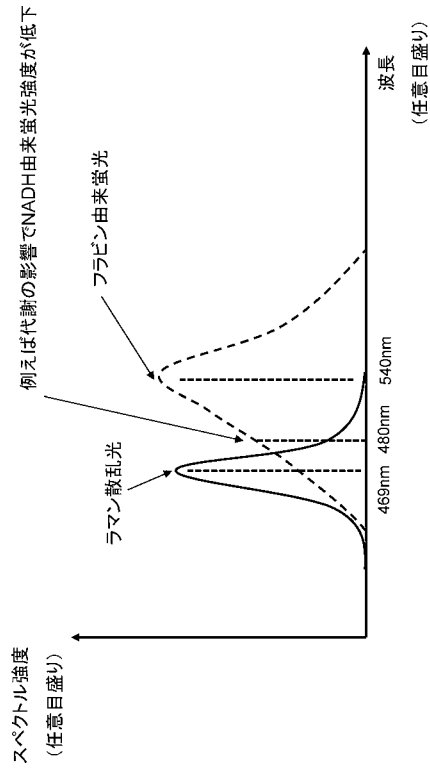
【 図 1 】



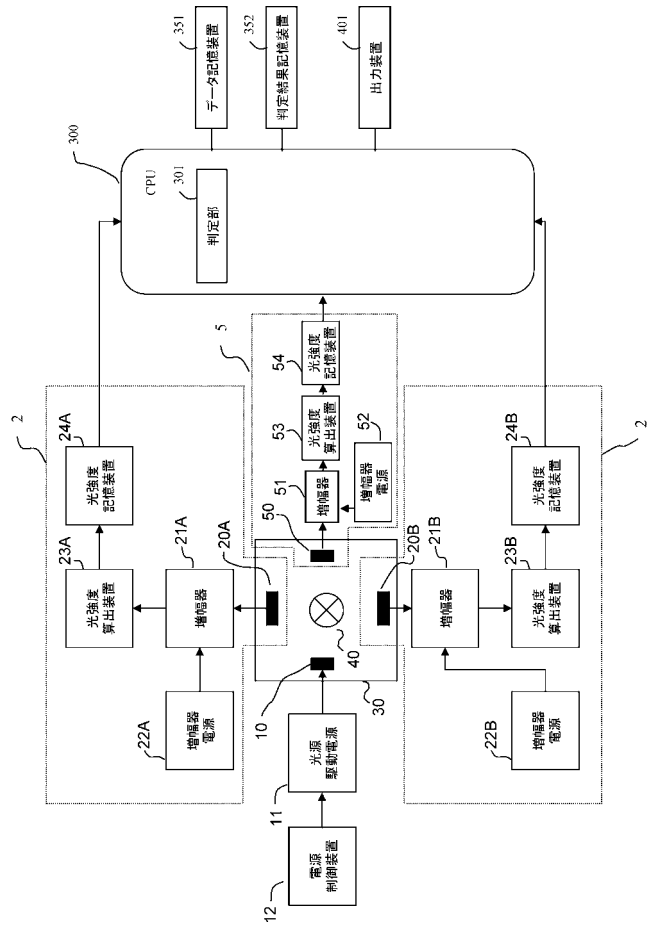
【 図 2 】



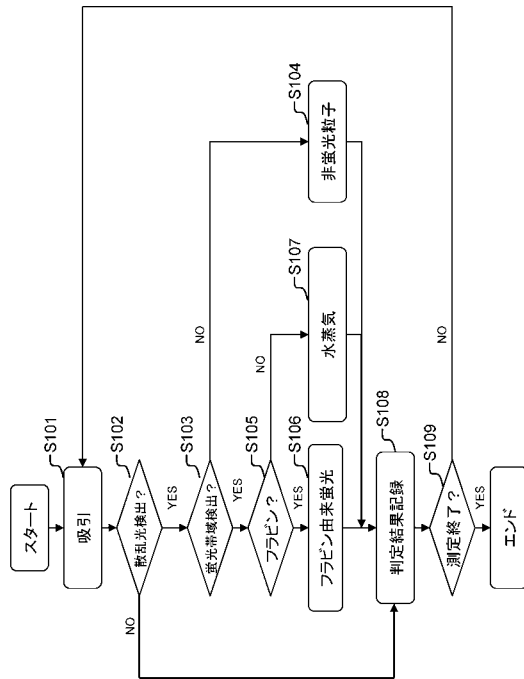
【図 3】



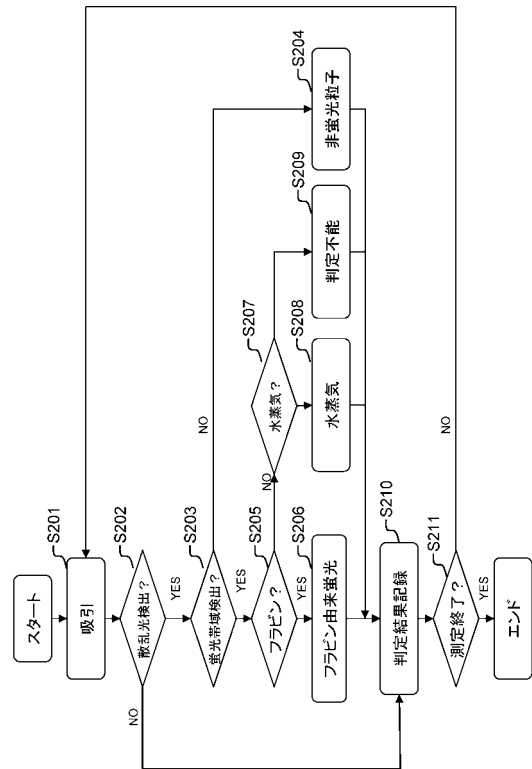
【図 4】



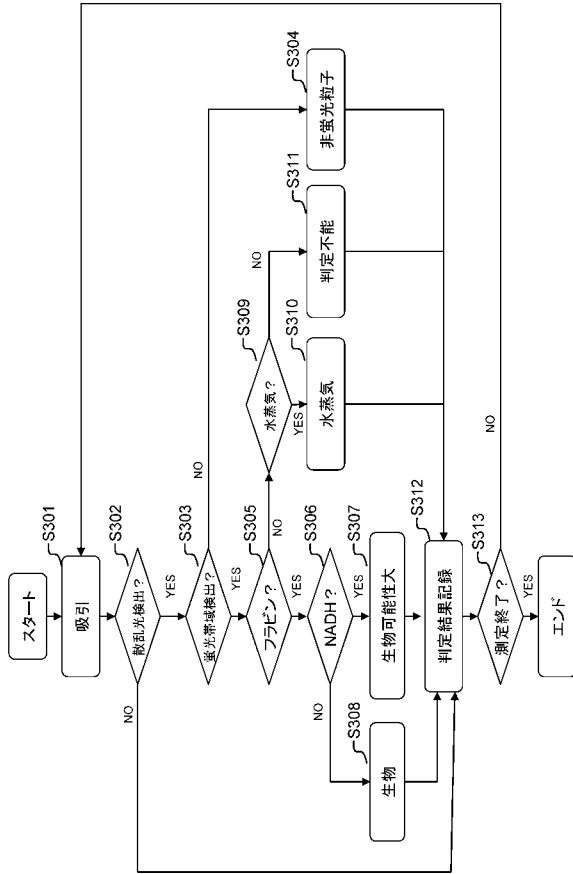
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G043 AA03 BA10 BA16 BA17 CA01 EA01 EA03 EA14 FA06 KA02
KA03 KA05 KA09 LA01 NA01