

(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)



(10) 国際公開番号

WO 2017/212913 A1

(51) 国際特許分類:

G01N 15/06 (2006.01) G01N 21/49 (2006.01)
C12M 1/34 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)
G01N 15/00 (2006.01)

(72) 発明者: 衣笠 静一郎 (KINUGASA, Seichiro);
〒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).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/019238

(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 2016-115615 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).

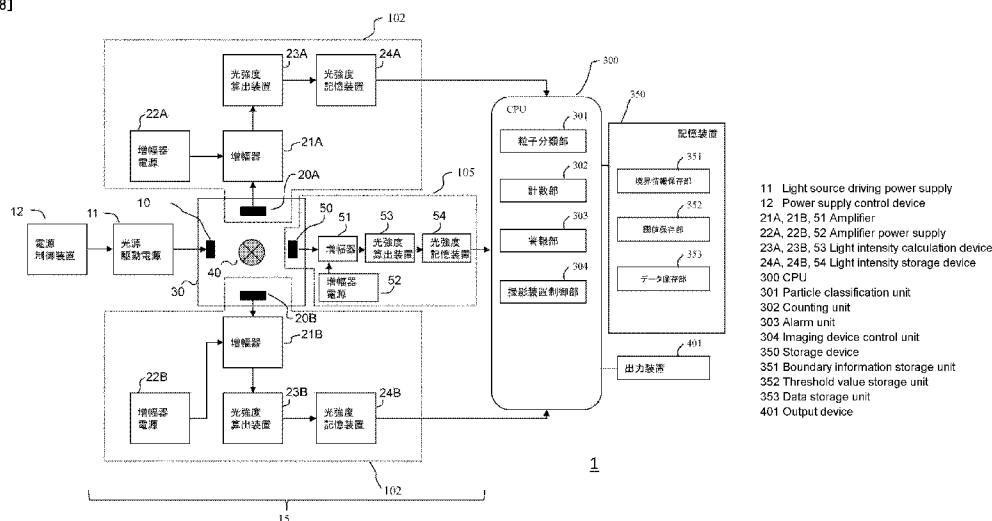
(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(INABA, Yoshiyuki et al.);
〒1066123 東京都港区六本木6-10-1
六本木ヒルズ森タワー23階 T M I
総合法律事務所 Tokyo (JP).

(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, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,

(54) Title: ENVIRONMENTAL ANALYSIS SYSTEM AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS METHOD

(54) 発明の名称: 環境分析システム及び環境分析方法

[図8]



(57) Abstract: This environmental analysis system comprises: a light source 10 for shining inspection light onto a fluid; a light detector 15 for detecting reaction light generated by particles in a fluid when the inspection light is shone thereupon; a particle classification unit 301 that classifies particles on the basis of reaction light; a counting unit that counts the quantity of classified particles; a threshold value storage unit 352 that stores the alarm threshold value for the quantity of particles for each category; an alarm unit 303 that generates an alarm if the quantity of particles exceeds an alarm threshold value for each category; an imaging unit that captures an image of the generation source of the particles; and an imaging device control unit 304 that has the imaging device capture an image of the generation source if the quantity of particles exceeds an alarm threshold value for each category.

[続葉有]

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))

(57) 要約: 流体に検査光を照射する光源10と、検査光を照射された流体中の粒子で生じる反応光を検出する光検出器15と、反応光に基づき、粒子を分類する粒子分類部301と、分類された粒子の量を計数する計数部302と、分類ごとに粒子の量の警報閾値を保存する閾値保存部352と、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、警報を発する警報部303と、粒子の発生源を撮影する撮影装置と、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、撮影装置に発生源を撮影させる撮影装置制御部304と、を備える、環境分析システム。

明 細 書

発明の名称 ： 環境分析システム及び環境分析方法

技術分野

[0001] 本発明は環境技術に関し、環境分析システム及び環境分析方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造工場、食品製造工場、飲料品製造工場、及び医薬品製造工場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。

[0003] 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粒子が含まれていると、光を照射された粒子が蛍光を発したり、粒子において散乱光が生じたりする。そのため、蛍光や散乱光を検出することにより、気体に含まれる微生物粒子や非微生物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、光学式の粒子検出装置は用いられており、液体中の粒子の検出にも用いられている。

[0004] 粒子が発する蛍光の強度は、粒子の種類によって異なる場合がある。また、粒子で生じる散乱光の強度も、粒子の種類によって異なる場合がある。そのため、蛍光の強度及び散乱光の強度に基づいて、粒子が生物粒子であるか、あるいは非生物粒子であるかを判別する方法が提案されている（例えば、特許文献1から3参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-102355号公報

特許文献2：特開2016-008957号公報

特許文献3：特開2016-008958号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、粒子が発生しうる環境を容易に分析可能な、環境分析システム及び環境分析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

[0007] 本発明の態様によれば、（a）流体に検査光を照射する光源と、（b）検査光を照射された流体中の粒子で生じる反応光を検出する光検出器と、（c）反応光に基づき、粒子を分類する粒子分類部と、（d）分類された粒子の量を計数する計数部と、（e）分類ごとに粒子の量の警報閾値を保存する閾値保存部と、（f）分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、警報を発する警報部と、（g）粒子の発生源を撮影する撮影装置と、（h）分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、撮影装置に発生源を撮影させる撮影装置制御部と、を備える、環境分析システムが提供される。

[0008] 上記の環境分析システムにおいて、撮影装置が動画を撮影してもよい。また、上記の環境分析システムが、動画を保存する動画保存部をさらに備えてもよい。また、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、撮影装置制御部が、撮影装置に、撮影した動画を動画保存部に保存させてもよい。

[0009] 上記の環境分析システムにおいて、閾値保存部が、警報閾値よりも低い警告閾値をさらに保存し、分類ごとに、粒子の量が警告閾値を超えた場合、撮影装置制御部が、撮影装置に発生源を撮影させてもよい。

[0010] 上記の環境分析システムにおいて、分類ごとに、粒子の量が警告閾値を下回った場合、撮影装置制御部が、撮影装置に発生源の撮影を停止させてもよい。

[0011] 上記の環境分析システムが、撮影装置を複数備え、複数の撮影装置が、分類された粒子のそれぞれの発生源を撮影してもよい。

[0012] また、本発明の態様によれば、（a）流体に検査光を照射することと、（b）検査光を照射された流体中の粒子で生じる反応光を検出することと、（

c) 反応光に基づき、粒子を分類することと、(d) 分類された粒子の量を計数することと、(e) 分類ごとに粒子の量の警報閾値を用意することと、(f) 分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、警報を発することと、(g) 粒子の発生源を撮影する撮影装置を用意することと、(h) 分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、撮影装置に発生源を撮影させることと、を備える、環境分析方法が提供される。

[0013] 上記の環境分析方法が、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、撮影装置に、撮影した動画を動画保存部に保存させることをさらに備えていてもよい。

[0014] 上記の環境分析方法が、警報閾値よりも低い警告閾値を用意することと、分類ごとに、粒子の量が警告閾値を超えた場合、撮影装置に発生源を撮影させることと、をさらに備えていてもよい。

[0015] 上記の環境分析方法が、分類ごとに、粒子の量が警告閾値を下回った場合、撮影装置に発生源の撮影を停止させることをさらに備えていてもよい。

[0016] 上記の環境分析方法において、撮影装置を複数用意し、複数の撮影装置に、分類された粒子のそれぞれの発生源を撮影させてもよい。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、粒子が発生しうる環境を容易に分析可能な、環境分析システム及び環境分析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微生物及び大気含有物質が発する光の530nm以上の帯域における強度に対する、440nm帯域における強度の関係を示すグラフである。

[図2]本発明の第1の実施の形態に係る微生物及び大気含有物質が発する光の530nm以上の帯域における強度に対する、440nm帯域における強度の関係と、識別境界と、を示すグラフである。

[図3]x軸、y軸、及びz軸を含む3次元座標系に、複数種類の既知の生物粒子及び非生物粒子のそれぞれについて、光を照射したときに生じる第1の蛍

光帯域の光の強度の測定値、第2の蛍光帯域の光の強度の測定値、及び散乱光の強度の測定値をプロットした模式的なグラフである。

[図4]図3に示すグラフに、生物粒子のクラスと、非生物粒子のクラスと、を線形分離する識別境界を追加した模式的なグラフである。

[図5]図3に示すグラフに、生物粒子のクラスと、非生物粒子のクラスと、を非線形分離する識別境界を追加した模式的なグラフである。

[図6]本発明の第1の実施の形態に係る任意の y の値における $x-z$ 2次元座標系における識別境界の模式的なグラフである。

[図7]本発明の第1の実施の形態に係る任意の y の値における $x-z$ 2次元座標系における識別境界の模式的なグラフである。

[図8]本発明の第1の実施の形態に係る環境分析システムの粒子検出装置の模式図である。

[図9]本発明の第1の実施の形態に係る3次元テーブルの模式図である。

[図10]本発明の第1の実施の形態に係る粒子の量の時間変化を示す例示的なグラフである。

[図11]本発明の第1の実施の形態に係る粒子の量の時間変化を示す例示的なグラフである。

[図12]本発明の第1の実施の形態に係る環境分析システムの模式図である。

[図13]本発明の第1の実施の形態に係る環境分析システムの粒子検出装置と撮影装置の模式図である。

[図14]本発明の第1の実施の形態に係る粒子の量の時間変化を示す例示的なグラフである。

[図15]本発明の第2の実施の形態に係る粒子の量の時間変化を示す例示的なグラフである。

[図16]本発明の第3の実施の形態に係る環境分析システムの粒子検出装置の模式図である。

[図17]本発明の第4の実施の形態に係るクリーンルームへの作業者の入退室の時間を示すデータの模式図である。

[図18]本発明の第4の実施の形態に係る環境分析システムの粒子検出装置の模式図である。

[図19]本発明の第5の実施の形態に係るクリーンルームで実施される作業工程の時系列データの模式図である。

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)

細菌等の生物粒子に光を照射すると、生物粒子において散乱光が発生する。また、金属又は樹脂からなる非生物粒子に光を照射しても、非生物粒子において散乱光が発生する。粒子で生じる散乱光の強度は、粒子の粒径に依存する傾向にある。生物粒子の粒径は、微生物の種類毎に異なる。また、非生物粒子の粒径も、種類毎に異なる。そのため、散乱光の強度から、流体に含まれる被測定粒子の種類を特定することが可能である。

[0021] また、生物粒子に励起光を照射すると、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)及びリボフラビン等が、蛍光を発する。非生物粒子に光を照射しても、非生物粒子が蛍光帯域の光を発する場合がある。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。ポリスチレン粒子も蛍光を発し、その後退色する。

[0022] さらに、例えば、気体中に二酸化窒素(NO_2)を含む窒素酸化物(NO_x)、硫黄酸化物(SO_x)、オゾンガス(O_3)、酸化アルミ系のガス、アルミ合金、ガラス粉末、並びに大腸菌及びカビ等の異物を除染するための除染ガス等が含まれていると、これらのミエ散乱を起こす粒子よりも小さいこともある気体含有物質が光を受けて蛍光帯域の光を発する。

[0023] 例えば、二酸化窒素は、光を吸収すると、赤方偏移した光を放出して基底状態に戻る。二酸化窒素の吸収スペクトルは、波長440nm付近にピークを有するが、100から200nm程度の広い帯域を有する。そのため、二酸化窒素の存在下、405nmの波長を有する光でNADH由来の蛍光及びフラビン由来の蛍光を励起しようとする、NADH及びフラビンと励起光の吸収スペクトルが重なる二酸化窒素においても蛍光が励起されうる。また、二酸化窒素は、物質が燃焼するときに、気体中の窒素と酸素が反応して発生する。そのため、元々検査対象の気体中に二酸化窒素が含まれていなくても、検査対象の気体に励起光として高いビーム密度を有するレーザ光あるいは強力な電磁放射線を照射すると、気体中の物質が燃焼して二酸化窒素が生じ、二酸化窒素が蛍光を発することもある。さらに、一酸化窒素とオゾンが反応して二酸化窒素を形成し、蛍光を発することもある。

[0024] 二酸化窒素については、特開2003-139707号公報、Joel A. Thorntonら著、「Atmospheric NO₂: In Situ Laser-Induced Fluorescence Detection at Parts per Trillion Mixing Ratios」、Analytical Chemistry、Vol. 72、No. 3、February 1、2000、pp.528-539、及びS.A.Nizkorodovら著、「Time-resolved fluorescence of NO₂ in a magnetic field」、Volume 215、number 6、CHEMICAL PHYSICS LETTERS、17 December 1993、pp. 662-667参照。硫黄酸化物については、特開2012-86105号公報参照。

[0025] 複数の波長において物質が発する蛍光帯域の光の強度を測定すると、ある波長の光の強度に対する他の波長の光の強度の相関が、物質毎に異なる。例えば、図1は、励起光を照射された表皮ブドウ球菌、枯草菌芽胞、大腸菌、ガラス、及びアルミニウムのそれぞれが発した蛍光帯域の光について、横軸に530nm以上の帯域における波長の光強度を、縦軸に440nm付近の帯域における波長の光強度をプロットしたグラフである。図1に示すように、440nm付近の帯域における波長の光強度に対する530nm以上の帯域における波長の光強度の比は、非生物において小さく、微生物粒子において大きくなる傾向にある。したがって、複数の波長毎に物質が発した蛍光帯

域の光の強度を測定し、それらの相関をとることで、その物質が生物であるか非生物であるかを識別可能である。

[0026] 例えば、図2において、第1の蛍光帯域の光の強度を表す横軸を x 軸、第2の蛍光帯域の光の強度を表す縦軸を y 軸とすると、生物と非生物との識別境界を与える関数 $y = f(x)$ を画定することが可能である。図2の例においては、 $y > f(x)$ の領域にプロットされる光強度を与える粒子は、非生物のクラスに分類することが可能であり、 $y < f(x)$ の領域にプロットされる光強度を与える粒子は、生物のクラスに分類することが可能である。

[0027] さらに、上述したように、粒子で生じる散乱光の強度は、粒子の種類によって異なる。そのため、図3に示すように、 x 軸、 y 軸、及び散乱光の強度を表す z 軸を含む3次元座標系に、複数種類の既知の生物粒子及び非生物粒子のそれぞれについて、光を照射したときに生じる第1の波長を有する蛍光帯域の光の強度の測定値、第2の波長を有する蛍光帯域の光の強度の測定値、及び散乱光の強度の測定値をプロットし、生物と非生物との識別境界を与える関数 $f(x, y, z)$ を画定することが可能である。

[0028] ここで、生物粒子のクラスと、非生物粒子のクラスと、を線形分離すると、図4に示すように、本来、生物粒子のクラスに分類されるべき粒子が非生物粒子に分類されたり、非生物粒子のクラスに分類されるべき粒子が生物粒子に分類されたりする場合がある。これに対し、図5に示すように、生物粒子のクラスと、非生物粒子のクラスと、を非線形分離すると、本来、生物粒子のクラスに分類されるべき粒子が非生物粒子に分類されたり、非生物粒子のクラスに分類されるべき粒子が生物粒子に分類されたりすることを低減することが可能となる。

[0029] 生物と非生物とを非線形分離する識別境界を与える関数 $f(x, y, z)$ は、学習データから、各データ点との距離が最大となるように識別境界を求めるサポートベクターマシン(SVM)のような非線形な識別器によって画定可能である。なお、識別器は、分類器や判別器とも呼ばれる。非線形的な識別器はサポートベクターマシンに限られない。例えば、識別器を多数組み

合わせることにより精度を高めたブースティング、脳機能に見られる特性を計算機上にシミュレートしたニューラルネットワーク、その他、決定木、最近傍探索、及び事例ベース推論等の手法を用いる識別器が使用可能である。

[0030] 例えば、光を照射される粒子に、微生物粒子、微生物粒子よりも粒径の大きい非微生物粒子、及び微生物粒子よりも粒径の小さい非微生物粒子が含まれていると、3次元座標系において、例えば図6に示すように、識別境界を与える関数 $f(x, y, z)$ で囲まれる空間にプロットされる光強度を与える粒子は、生物のクラスに分類することが可能であり、例えば図7に示すように、関数 $f(x, y, z)$ で囲まれる空間の外側にプロットされる光強度を与える粒子は、非生物のクラスに分類することが可能である。

[0031] この場合、予め、3次元座標系に、生物と非生物との識別境界を与える関数 $f(x, y, z)$ を画定し、その後、未知の粒子に検査光を照射したときに生じる第1の波長を有する蛍光帯域の光、第2の波長を有する蛍光帯域の光、及び散乱光の強度を測定して、測定値が関数 $f(x, y, z)$ で囲まれる空間にプロットされる場合は、測定された粒子は生物であると判定し、測定値が関数 $f(x, y, z)$ で囲まれる空間の外側にプロットされる場合は、測定された粒子は非生物であると判定することが可能である。

[0032] 例えば、識別境界を与える多変数関数 $f(x, y, z)$ が、一組の独立変数 (x, y) に対し、従属変数 z の値を2つ出力する多価関数である場合、図6及び図7を参照して、一組の (x_1, y_1) の値の第1及び第2の蛍光帯域の光の強度を与え、かつ、識別境界における散乱光の強度の第1の境界値よりも大きい散乱光の強度の測定値を与える粒子は非生物粒子である。また、一組の (x_1, y_1) の値の第1及び第2の蛍光帯域の光の強度を与え、かつ、散乱光の強度の第1の境界値よりも小さい散乱光の強度の測定値を与え、さらに、識別境界における散乱光の強度の第2の境界値よりも大きい散乱光の強度の測定値を与える粒子は生物粒子である。また、一組の (x_1, y_1) の値の第1及び第2の蛍光帯域の光の強度を与え、かつ、識別境界における散乱光の強度の第2の境界値よりも小さい散乱光の強度の測定値を与える粒子は

非生物粒子である。ただし、識別境界の形状は、サンプルによって変わりを。

[0033] ここで、本発明の第 1 の実施の形態に係る環境分析装置が備える粒子検出装置 1 は、図 8 に示すように、流体に検査光を照射する光源 10 と、検査光を照射された流体中の粒子で生じる反応光を検出する光検出器 15 と、反応光に基づき、粒子を分類する粒子分類部 301 と、分類された粒子の量を計数する計数部 302 と、分類ごとに粒子の量の警報閾値を保存する閾値保存部 352 と、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、警報を発する警報部 303 と、を備える。粒子分類部 301、計数部 302、及び警報部 303 は、例えば、中央演算処理装置（CPU）300 に含まれる。閾値保存部 352 は、例えば、CPU 300 に接続された記憶装置 350 に含まれる。

[0034] CPU 300 には、出力装置 401 が接続されている。出力装置 401 としては、例えば、ディスプレイ、プリンタ、及び音響装置等が使用可能である。

[0035] 検査光を照射された被測定粒子で生じる反応光としては、複数の波長における蛍光、及び散乱光が挙げられる。光検出器 15 は、例えば、第 1 の波長を有する第 1 の反応光の強度、第 2 の波長を有する第 2 の反応光の強度、及び第 3 の波長を有する第 3 の反応光の強度の測定値を測定する。第 1 の波長と、第 2 の波長と、第 3 の波長と、は異なる。以下、第 1 及び第 2 の反応光が蛍光帯域の光であり、第 3 の反応光が散乱光である例を説明する。なお、「蛍光帯域の光」とは、蛍光、自家蛍光、及び必ずしも蛍光ではないが、波長帯域が蛍光と重なる光を含む。また、以下、第 1 分類の粒子が生物粒子であり、第 2 分類の粒子が非生物粒子である例を説明する。

[0036] 粒子検出装置 1 の記憶装置 350 は、第 1 分類の粒子のクラスと第 2 分類の粒子のクラスを非線形分離する識別境界を保存する境界情報保存部 351 をさらに備える。粒子分類部 301 は、第 1 から第 3 の反応光の強度の測定値と識別境界とに基づき、被測定粒子を第 1 及び第 2 の分類の粒子のクラス

のいずれかに分類する。

[0037] 粒子検出装置 1 によって粒子を含むか否かが検査される気体は、ノズル 40 から噴出される。ノズル 40 から噴出された流体に向けて、光源 10 から広帯域波長の励起光が、検査光として照射される。なお、液体が検査される場合は、液体が流れるフローセル等に向けて、光源 10 から広帯域波長の検査光が照射される。以下、流体が気体である例を説明する。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。検査光の波長は、例えば 250 ないし 550 nm である。検査光は、可視光であっても、紫外光であってもよい。検査光が可視光である場合、検査光の波長は、例えば 400 ないし 550 nm の範囲内であり、例えば 405 nm である。検査光が紫外光である場合、検査光の波長は、例えば 300 ないし 380 nm の範囲内であり、例えば 340 nm である。ただし、検査光の波長は、これらに限定されない。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。

[0038] 光検出器 15 は、ノズル 40 から噴出された流体に含まれ、検査光を照射された被測定粒子で生じる第 1 の蛍光帯域の光の強度及び第 2 の蛍光帯域の光の強度を測定する蛍光強度測定器 102 と、検査光を照射された被測定粒子で生じる散乱光を測定する散乱光測定器 105 と、を備える。光源 10 と、蛍光強度測定器 102 と、散乱光測定器 105 と、は、筐体 30 に設けられている。また、蛍光強度測定器 102 及び散乱光測定器 105 は、CPU 300 に電氣的に接続されている。

[0039] 蛍光強度測定器 102 は、被測定粒子が発する蛍光帯域の光を検出する。蛍光強度測定器 102 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 20A 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 20B 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 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。

[0040] 第1の受光素子20Aには、第1の受光素子20Aで生じた電流を増幅する増幅器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、増幅器21Aで増幅された電流を受け取り、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23Aが接続されている。光強度算出装置23Aには、光強度算出装置23Aが算出した光の強度を保存する光強度記憶装置24Aが接続されている。

[0041] 第2の受光素子20Bには、第2の受光素子20Bで生じた電流を増幅する増幅器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、増幅器21Bで増幅された電流を受け取り、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23Bが接続されている。光強度算出装置23Bには、光強度算出装置23Bが算出した光の強度を保存する光強度記憶装置24Bが接続されている。

[0042] 散乱光測定器105は、検査光を照射された被測定粒子で生じる散乱光を検出する。散乱光測定器105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。

[0043] 散乱光受光素子50には、散乱光受光素子50で生じた電流を増幅する増幅器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、増幅器51で増幅された電流を受け取り、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53が接続されている。光強度算出装置53には、光強度算出装置53が算出した散乱光の強度を保存する光強度記憶装置54が接続されている。

[0044] 境界情報保存部351に保存される識別境界は、例えば、第1の蛍光帯域

の光の強度、第2の蛍光帯域の光の強度、及び散乱光の強度を変数とする多変数関数で与えられる。境界情報保存部351は、例えば、多変数関数を含む3次元座標系を保存する。3次元座標系は、第1の蛍光帯域の光の強度を示すx座標と、第2の蛍光帯域の光の強度を示すy座標と、散乱光の強度を示すz座標と、からなる。3次元座標系は、例えば図9に示すように、Nを整数として、 $N \times N \times N$ 個のセルからなる3次元テーブルで表現される。この場合、例えば、x方向のセルには0番からN-1番までのインデックスが付されており、y方向のセルにも0番からN-1番までのインデックスが付されており、z方向のセルにも0番からN-1番までのインデックスが付されている。

[0045] 例えば、3次元テーブルが、 $256 \times 256 \times 256$ 個のセルからなる場合、x方向のセルには0番から255番までのインデックスが付されており、y方向のセルにも0番から255番までのインデックスが付されており、z方向のセルにも0番から255番までのインデックスが付されている。

[0046] 光の強度は、例えば0から5V等の範囲内の電圧信号で表される。光の強度を、離散的なインデックスIに変換するには、例えば以下の(1)式を用いる。

$$I = [N_I * (S_D / S_M)] \quad (1)$$

ここで、 N_I はインデックス数であり、例えば256である。 S_D は電圧信号で表された光の強度の測定値である。 S_M は電圧信号で表された光の強度がとりうる最大値である。(1)式で算出されるインデックスIは、0から255までの整数となる。

[0047] 生物粒子のクラスと非生物粒子のクラスを非線形分離する多変数関数によって画定された生物粒子のクラスの領域に含まれる各セルには、生物粒子のクラスの識別子が付されている。また、生物粒子のクラスと非生物粒子のクラスを非線形分離する多変数関数によって画定された非生物粒子の領域に含まれる各セルには、非生物粒子のクラスの識別子が付されている。さらに、蛍光強度の所定の閾値によって確定された、蛍光強度が所定の閾値以下の領

域に含まれる各セルには、非蛍光粒子のクラスの識別子が付されている。したがって、3次元テーブルの(x, y, z)座標のセルを特定すれば、特定されたセルから、生物粒子のクラスの識別子、非生物粒子のクラスの識別子、又は非蛍光粒子のクラスの識別子を取得することが可能である。

[0048] 図8に示す粒子分類部301は、例えば上記(1)式を用いて、被測定粒子が発した第1の蛍光帯域の光の強度の測定値と、第2の蛍光帯域の光の強度の測定値と、散乱光の強度の測定値と、に対応する、境界情報保存部351に保存されている3次元テーブルにおける座標(x, y, z)のセルを特定する。さらに、粒子分類部301は、特定された座標(x, y, z)のセルにおける識別子が生物粒子のクラスであった場合は、被測定粒子を生物粒子のクラスに分類する。また、粒子分類部301は、特定された座標(x, y, z)のセルにおける識別子が非生物粒子のクラスであった場合は、被測定粒子を非生物粒子のクラスに分類する。さらに、粒子分類部301は、特定された座標(x, y, z)のセルにおける識別子が非蛍光粒子のクラスであった場合は、被測定粒子を非蛍光粒子のクラスに分類する。なお、粒子分類部301は、蛍光粒子に分類されなかった粒子を、非蛍光粒子として分類してもよい。

[0049] CPU300に含まれる計数部302は、分類ごとに、粒子の量を計数する。例えば、計数部302は、単位時間あたり、あるいは稼働時間当たりの、生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度を計数する。また、計数部302は、単位時間あたり、あるいは稼働時間当たりの、非生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度を計数する。さらに、計数部302は、単位時間あたり、あるいは稼働時間当たりの、非蛍光粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度を計数する。なお、計数部302は、粒子の総量から、蛍光粒子の総量を引いた量を、非蛍光粒子の量として計数してもよい。計数部302は、分類ごとに計数した粒子の量を、出力装置401から出力する。計数部302は、分類ごとに計数した粒子の量を、数値で出力してもよいし、図10に示すようにグラフで出力してもよい。また、計

数部 302 は、分類ごとに計数した粒子の量を、図 8 に示す記憶装置 350 に含まれるデータ保存部 353 に保存する。

[0050] 記憶装置 350 に含まれる閾値保存部 352 は、分類ごとに、粒子の量の警報閾値を保存する。例えば、閾値保存部 352 は、単位時間あたり、あるいは稼働時間当たりの、生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値を保存する。また、閾値保存部 352 は、単位時間あたり、あるいは稼働時間当たりの、非生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値を保存する。さらに、閾値保存部 352 は、単位時間あたり、あるいは稼働時間当たりの、非蛍光粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値を保存する。なお、閾値保存部 352 は、分類される前の粒子の全量の警報閾値を保存してもよい。

[0051] 例えば、検出対象として生物粒子を重視する場合は、生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値は、低く設定される。検出対象として生物粒子を重視しない場合は、生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値は、高く設定される。また、検出対象として非生物粒子を重視する場合は、非生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値は、低く設定される。検出対象として非生物粒子を重視しない場合は、非生物粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値は、高く設定される。また、検出対象として非蛍光粒子を重視する場合は、非蛍光粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値は、低く設定される。検出対象として非蛍光粒子を重視しない場合は、非蛍光粒子のクラスに分類された粒子の数あるいは濃度の警報閾値は、高く設定される。

[0052] CPU 300 に含まれる警報部 303 は、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、警報を発する。例えば、警報部 303 は、図 11 に示すように、計数部 302 が計数した生物粒子のクラスに分類された粒子の量が、閾値保存部 352 に保存されている警報閾値を超えた場合、出力装置 401 を介して警報を発する。また、警報部 303 は、計数部 302 が計数した非

生物粒子のクラスに分類された粒子の量が、閾値保存部 352 に保存されている警報閾値を超えた場合、出力装置 401 を介して警報を発する。さらに、警報部 303 は、計数部 302 が計数した非蛍光粒子のクラスに分類された粒子の量が、閾値保存部 352 に保存されている警報閾値を超えた場合、出力装置 401 を介して警報を発する。

[0053] 第 1 の実施の形態に係る環境分析装置は、図 12 に示すように、粒子の発生源の動画を撮影する撮影装置 3A、3B、3C と、撮影装置 3A、3B、3C が撮影した動画を保存する動画保存部 4 と、をさらに備える。なお、環境分析装置が備える撮影装置の数は特に限定されず、1 台であってもよいし、複数台であってもよい。粒子検出装置 1 と、撮影装置 3A、3B、3C と、動画保存部 4 と、は、例えば、ネットワーク 2 で接続されている。また、図 8 に示すように、粒子検出装置 1 の CPU 300 は、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、撮影装置 3A、3B、3C に発生源を撮影させる撮影装置制御部 304 をさらに備える。

[0054] 図 13 に示すように、撮影装置 3A、3B、3C は、例えば、クリーンルームに配置される。撮影装置 3A、3B、3C は、例えば、粒子検出装置 1 の空気取り込み口周辺の動画を撮影可能なように配置される。空気取り込み口から取り込まれた空気が、図 8 に示すノズル 40 から噴射される。図 13 に示す粒子検出装置 1 の空気取り込み口は、粒子の発生源と予想される場所、及びその近傍であることが好ましい。粒子の発生源と予想される場所の例としては、搬送装置等を含む製造装置、及び作業場や通路等の作業者が現れる頻度の高い場所が挙げられる。粒子の発生源は、分類された粒子の種類ごとに予想されてもよい。

[0055] 図 8 に示す撮影装置制御部 304 は、図 14 に示すように、分類ごとに、計数部 302 が計数した粒子の量が、閾値保存部 352 に保存されている警報閾値を超えた場合、図 12 及び図 13 に示す撮影装置 3A、3B、3C に、粒子の発生源の撮影を開始させ、撮影した動画を動画保存部 4 に保存させる。

[0056] また、図 8 に示す撮影装置制御部 304 は、分類ごとに、計数部 302 が計数した粒子の量が、閾値保存部 352 に保存されている警報閾値を下回った場合、図 12 及び図 13 に示す撮影装置 3A、3B、3C に、粒子の発生源の撮影及び動画の保存を停止させる。ただし、図 8 に示す撮影装置制御部 304 は、分類ごとに、計数部 302 が計数した粒子の量が、閾値保存部 352 に保存されている警報閾値を下回った場合、所定の時間が経過してから、図 12 及び図 13 に示す撮影装置 3A、3B、3C に、粒子の発生源の撮影及び動画の保存を停止させてもよい。

[0057] なお、動画の撮影終了後に動画の保存プロセスが継続されている場合であっても、分類ごとに、計数部 302 が計数した粒子の量が、閾値保存部 352 に保存されている警報閾値を超えた場合、図 8 に示す撮影装置制御部 304 は、図 12 及び図 13 に示す撮影装置 3A、3B、3C に、粒子の発生源の撮影を開始させ、マルチタスクにより、撮影した動画を動画保存部 4 に保存させる。

[0058] 以上説明した第 1 の実施の形態に係る環境分析装置は、分類ごとに計数した粒子の量が、分類ごとに設定された閾値を超えた場合に、粒子の発生源を撮影することが可能である。そのため、常時、粒子の発生源を監視する場合と比較して、例えば、動画保存部 4 の容量を低下させることが可能であり、装置の運用コスト等を低下させることが可能である。また、閾値以上の量の微生物が検出された場合は、クリーンルームを清掃あるいは滅菌あるいは殺菌するなどの処置をすることが可能である。また、閾値以上の量の非生物粒子が検出された場合は、非生物粒子の発生源となった装置の劣化状況を把握したり、装置のメンテナンスを行うなどの対処をしたりすることが可能である。

[0059] (第 2 の実施の形態)

第 2 の実施の形態に係る環境分析システムにおいては、図 8 に示す閾値保存部 352 が、図 15 に示すように、警報閾値よりも低い警告閾値をさらに保存する。例えば、第 2 の実施の形態において、図 8 に示す撮影装置制御部

304は、分類ごとに、粒子の量が警告閾値を超えた場合、撮影装置3A、3B、3Cに発生源を撮影させるが、撮影した動画を動画保存部4に保存させない。その後、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた場合、撮影装置制御部304は、撮影装置3A、3B、3Cに発生源の撮影を継続させ、さらに撮影した動画を動画保存部4に保存させる。

[0060] また、図8に示す撮影装置制御部304は、分類ごとに、計数部302が計数した粒子の量が、閾値保存部352に保存されている警告閾値を下回った場合、図12及び図13に示す撮影装置3A、3B、3Cに、粒子の発生源の撮影及び動画の保存を停止させる。

[0061] 以上説明した第2の実施の形態に係る環境分析装置によれば、分類ごとに、粒子の量が警報閾値を超えた時点から動画の撮影の開始までのタイムラグを抑制することが可能となる。

[0062] (第3の実施の形態)

第3の実施の形態に係る環境分析装置において、図16に示す閾値保存部352に保存される、粒子の分類ごとの粒子の量の警報閾値は、図12及び図13に示す撮影装置3A、3B、3Cごとに設定される。具体的には、撮影装置3Aが動画の撮影を開始する粒子の分類ごとの警報閾値と、撮影装置3Bが動画の撮影を開始する粒子の分類ごとの警報閾値と、撮影装置3Cが動画の撮影を開始する粒子の分類ごとの警報閾値と、が、閾値保存部352に保存される。警告閾値についても同様である。

[0063] また、図16に示すCPU300は、粒子検出装置1の複数の空気取り込み口のそれぞれから取り込んだ空気で過去に検出された分類ごとの粒子の量に応じて、警報閾値及び警告閾値を補正する閾値補正部305をさらに備える。

[0064] 例えば、第1の空気取り込み口で取り込んだ空気において、生物粒子のクラスに分類された粒子が過去に多く検出された場合、閾値補正部305は、第1の空気取り込み口で取り込む空気に対して、生物粒子のクラスに分類される粒子の量の警報閾値を低くする補正をする。

[0065] また例えば、第2の空気取り込み口で取り込んだ空気において、非生物粒子のクラスに分類された粒子が過去に多く検出された場合、閾値補正部305は、第2の空気取り込み口で取り込む空気に対して、非生物粒子のクラスに分類される粒子の量の警報閾値を低くする補正をする。

[0066] さらに例えば、第3の空気取り込み口で取り込んだ空気において、非蛍光粒子のクラスに分類された粒子が過去に多く検出された場合、閾値補正部305は、第3の空気取り込み口で取り込む空気に対して、非蛍光粒子のクラスに分類される粒子の量の警報閾値を低くする補正をする。

[0067] 以上説明した第3の実施の形態に係る環境分析装置によれば、過去の粒子の検出傾向に基づいて閾値を補正し、例えば、特定の分類の粒子の発生を、より頻繁に監視することが可能となる。

[0068] (第4の実施の形態)

第4の実施の形態に係る環境分析装置は、図17に示すように、クリーンルームへの作業者の入退室の時間を、作業者が装着している識別ICタグ等を用いて記録する、図18に示す作業者記録部306をさらに備える。作業者記録部306の、作業者のクリーンルームへの入退室の時間の記録を、データ保存部353に保存する。

[0069] 環境分析装置は、時系列における、分類ごとに発生した粒子の量のデータと、時系列における、入退室した作業者のデータと、を併合した併合データを生成する併合部307をさらに備える。併合部307は、併合データをデータ保存部353に保存し、出力装置401から出力する。第4の実施の形態によれば、例えば、併合データに基づき、それぞれの作業者がクリーンルームに入室している際に発生しやすい粒子の分類を把握することが可能となる。

[0070] (第5の実施の形態)

第5の実施の形態においては、図19に示すように、クリーンルームで実施される作業工程の時系列データが、図18に示すデータ保存部353に保存される。第5の実施の形態において、併合部307は、時系列における、

分類ごとに発生した粒子の量のデータと、時系列における、実施された作業工程のデータと、を併合した併合データを生成する。併合部307は、併合データをデータ保存部353に保存し、出力装置401から出力する。

[0071] 第5の実施の形態によれば、例えば、併合データに基づき、それぞれの作業工程が実施されている際に発生しやすい粒子の分類を把握することが可能となる。なお、併合部は、時系列における、分類ごとに発生した粒子の量のデータと、時系列における、実施された作業工程のデータと、時系列における、入退室した作業者のデータと、を併合した併合データを生成してもよい。

[0072] (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、実施の形態においては、第1及び第2の光が蛍光帯域の光であり、第3の光が散乱光である例を説明したが、第1ないし第3の光は、波長が異なっていれば、任意である。また、実施の形態においては、第1分類の粒子が生物粒子であり、第2分類の粒子が非生物粒子である例を説明したが、第1分類の粒子がある種の生物粒子であり、第2分類の粒子が他種の生物粒子であってもよい。あるいは、第1分類の粒子がある種の非生物粒子であり、第2分類の粒子が他種の非生物粒子であってもよい。粒子の分類の仕方は任意である。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

[0073] 1 粒子検出装置
2 ネットワーク
3 A、3 B、3 C 撮影装置
4 動画保存部
10 光源

- 1 1 光源駆動電源
- 1 2 電源制御装置
- 1 5 光検出器
- 2 0 A、2 0 B 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
- 1 0 2 蛍光強度測定器
- 1 0 5 散乱光測定器
- 3 0 0 中央演算処理装置
- 3 0 1 粒子分類部
- 3 0 2 計数部
- 3 0 3 警報部
- 3 0 4 撮影装置制御部
- 3 0 5 閾値補正部
- 3 0 6 作業者記録部
- 3 0 7 併合部
- 3 5 0 記憶装置
- 3 5 1 境界情報保存部
- 3 5 2 閾値保存部

3 5 3 データ保存部

4 0 1 出力装置

請求の範囲

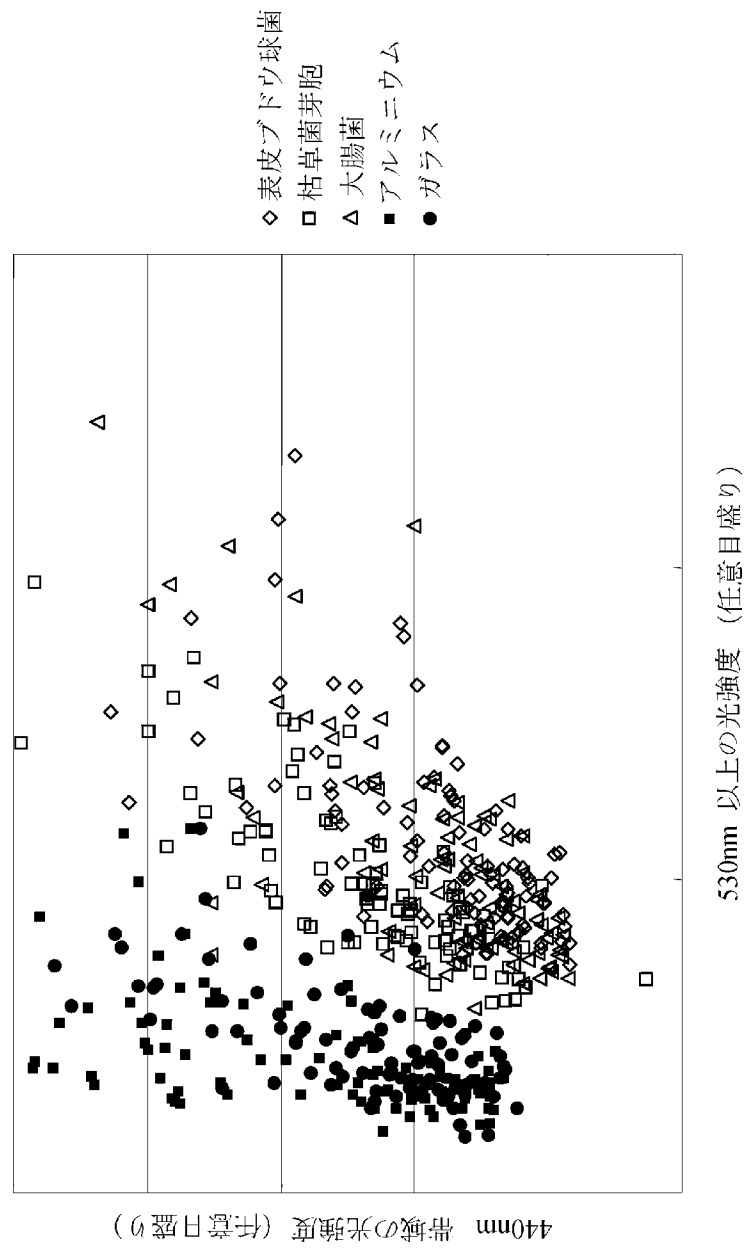
- [請求項1] 流体に検査光を照射する光源と、
前記検査光を照射された流体中の粒子で生じる反応光を検出する光検出器と、
前記反応光に基づき、前記粒子を分類する粒子分類部と、
前記分類された粒子の量を計数する計数部と、
分類ごとに前記粒子の量の警報閾値を保存する閾値保存部と、
前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警報閾値を超えた場合、警報を発する警報部と、
前記粒子の発生源を撮影する撮影装置と、
前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警報閾値を超えた場合、前記撮影装置に前記発生源を撮影させる撮影装置制御部と、
を備える、環境分析システム。
- [請求項2] 前記撮影装置が動画を撮影し、
前記動画を保存する動画保存部をさらに備え、
前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警報閾値を超えた場合、前記撮影装置制御部が、前記撮影装置に、撮影した前記動画を前記動画保存部に保存させる、
請求項1に記載の環境分析システム。
- [請求項3] 前記閾値保存部が、前記警報閾値よりも低い警告閾値をさらに保存し、
前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警告閾値を超えた場合、前記撮影装置制御部が、前記撮影装置に前記発生源を撮影させる、
請求項1又は2に記載の環境分析システム。
- [請求項4] 前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警告閾値を下回った場合、前記撮影装置制御部が、前記撮影装置に前記発生源の撮影を停止させる、
請求項3に記載の環境分析システム。

- [請求項5] 前記撮影装置を複数備え、
前記複数の撮影装置が、前記分類された粒子のそれぞれの発生源を撮影する、
請求項1から4のいずれか1項に記載の環境分析システム。
- [請求項6] 流体に検査光を照射することと、
前記検査光を照射された流体中の粒子で生じる反応光を検出することと、
前記反応光に基づき、前記粒子进行分类することと、
前記分類された粒子の量を計数することと、
分類ごとに前記粒子の量の警報閾値を用意することと、
前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警報閾値を超えた場合、警報を発することと、
前記粒子の発生源を撮影する撮影装置を用意することと、
前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警報閾値を超えた場合、前記撮影装置に前記発生源を撮影させることと、
を備える、環境分析方法。
- [請求項7] 前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警報閾値を超えた場合、前記撮影装置に、撮影した動画を動画保存部に保存させることをさらに備える、請求項6に記載の環境分析方法。
- [請求項8] 前記警報閾値よりも低い警告閾値を用意することと、
前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警告閾値を超えた場合、前記撮影装置に前記発生源を撮影させることと、
をさらに備える、請求項6又は7に記載の環境分析方法。
- [請求項9] 前記分類ごとに、前記粒子の量が前記警告閾値を下回った場合、前記撮影装置に前記発生源の撮影を停止させることをさらに備える、請求項8に記載の環境分析方法。
- [請求項10] 前記撮影装置を複数用意し、
前記複数の撮影装置に、前記分類された粒子のそれぞれの発生源を

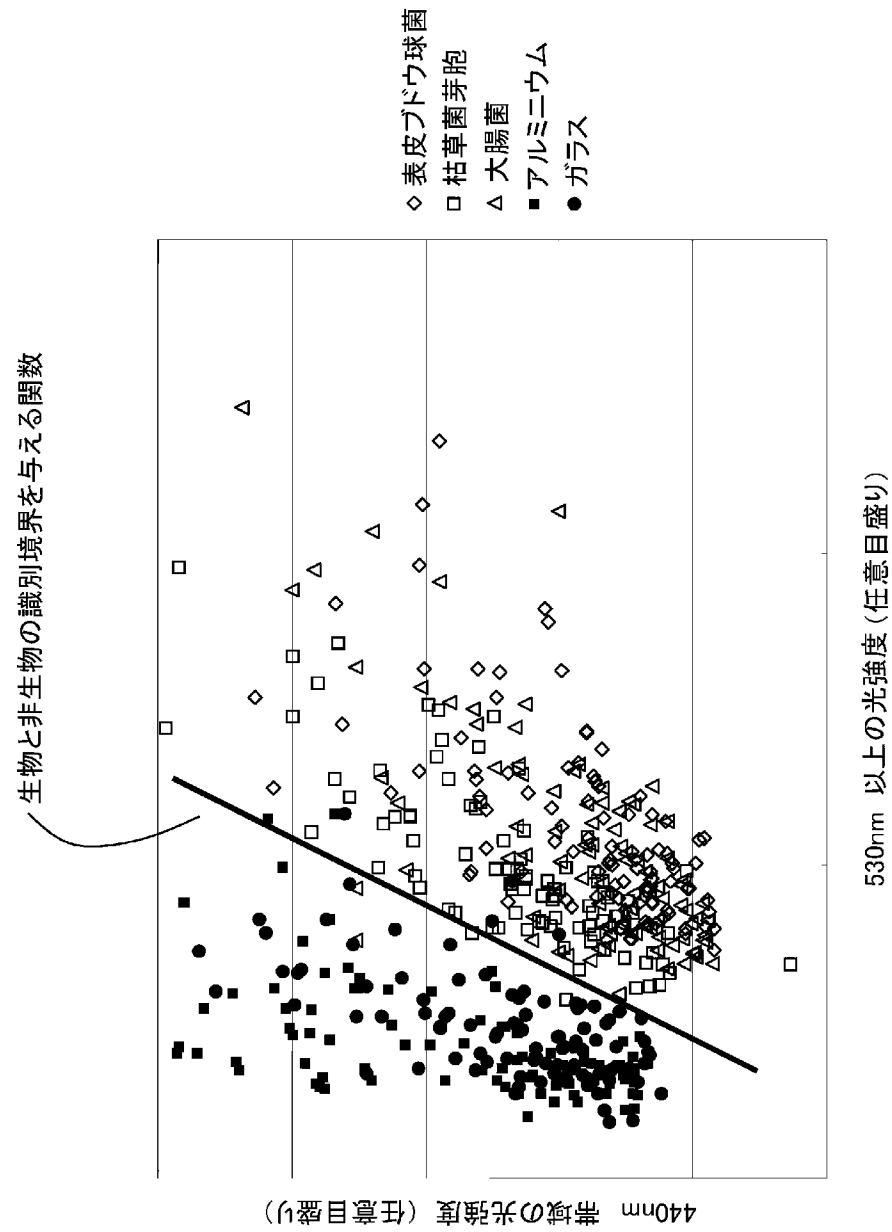
撮影させる、

請求項 6 から 9 のいずれか 1 項に記載の環境分析方法。

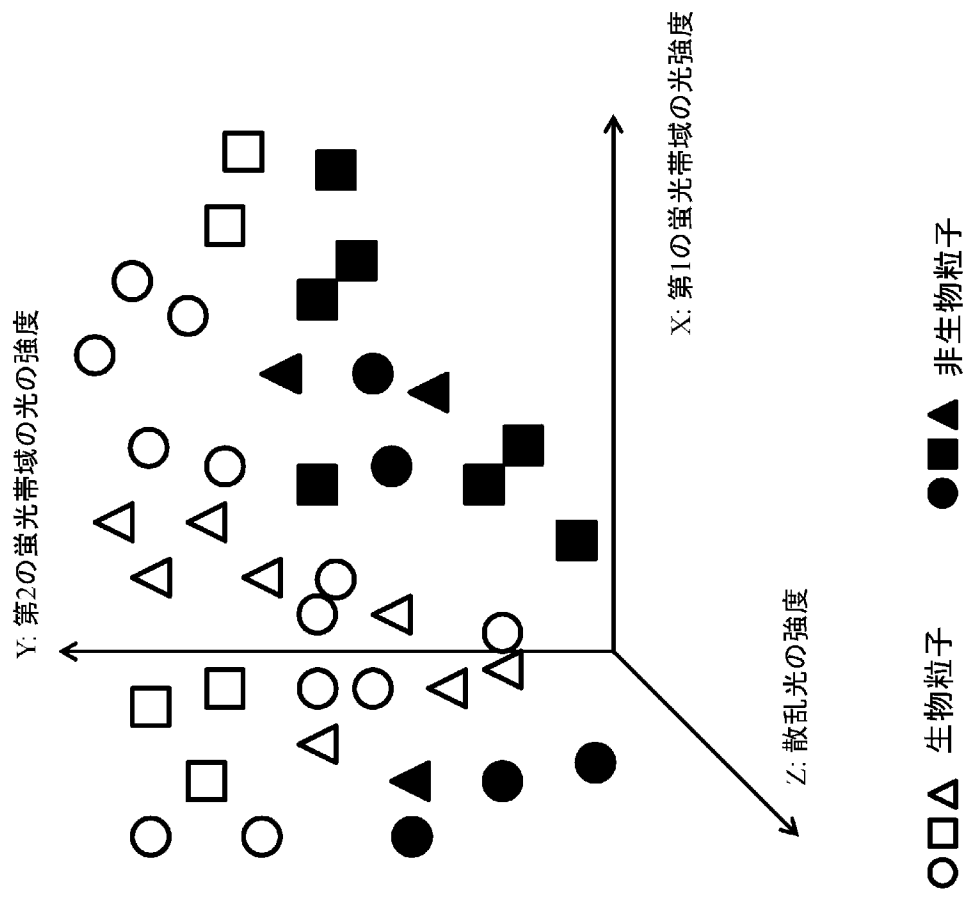
[図1]



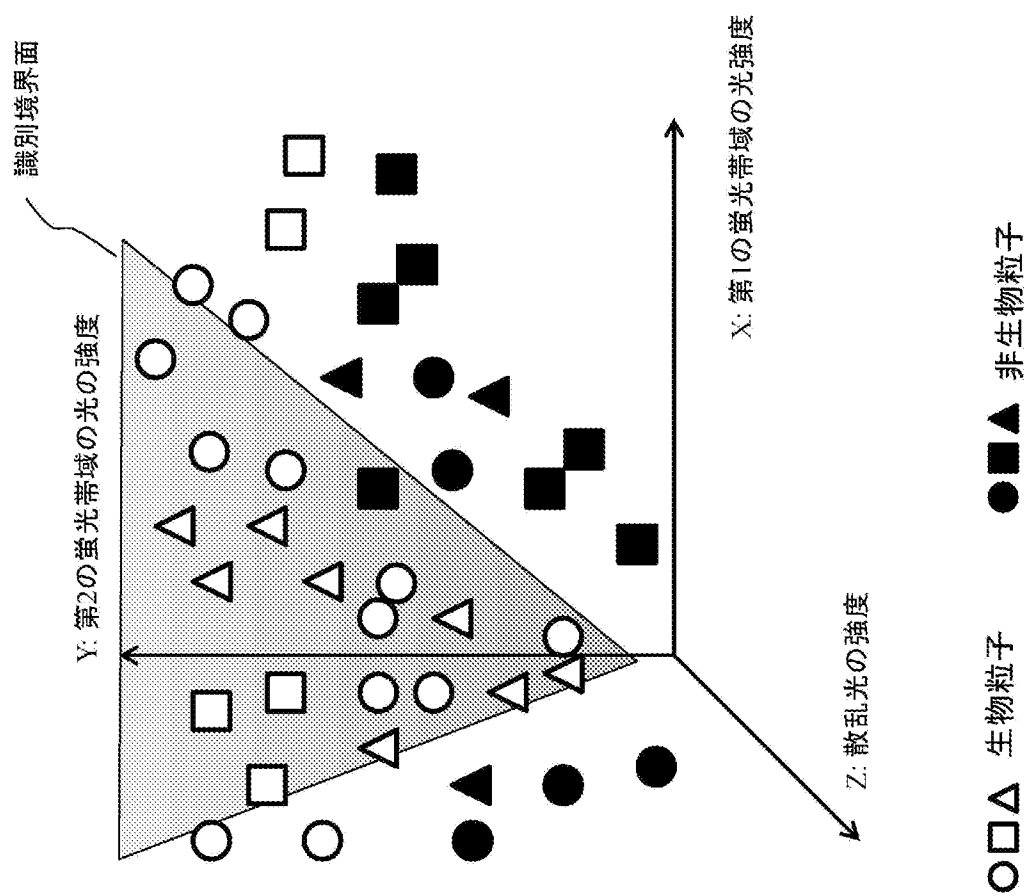
[図2]



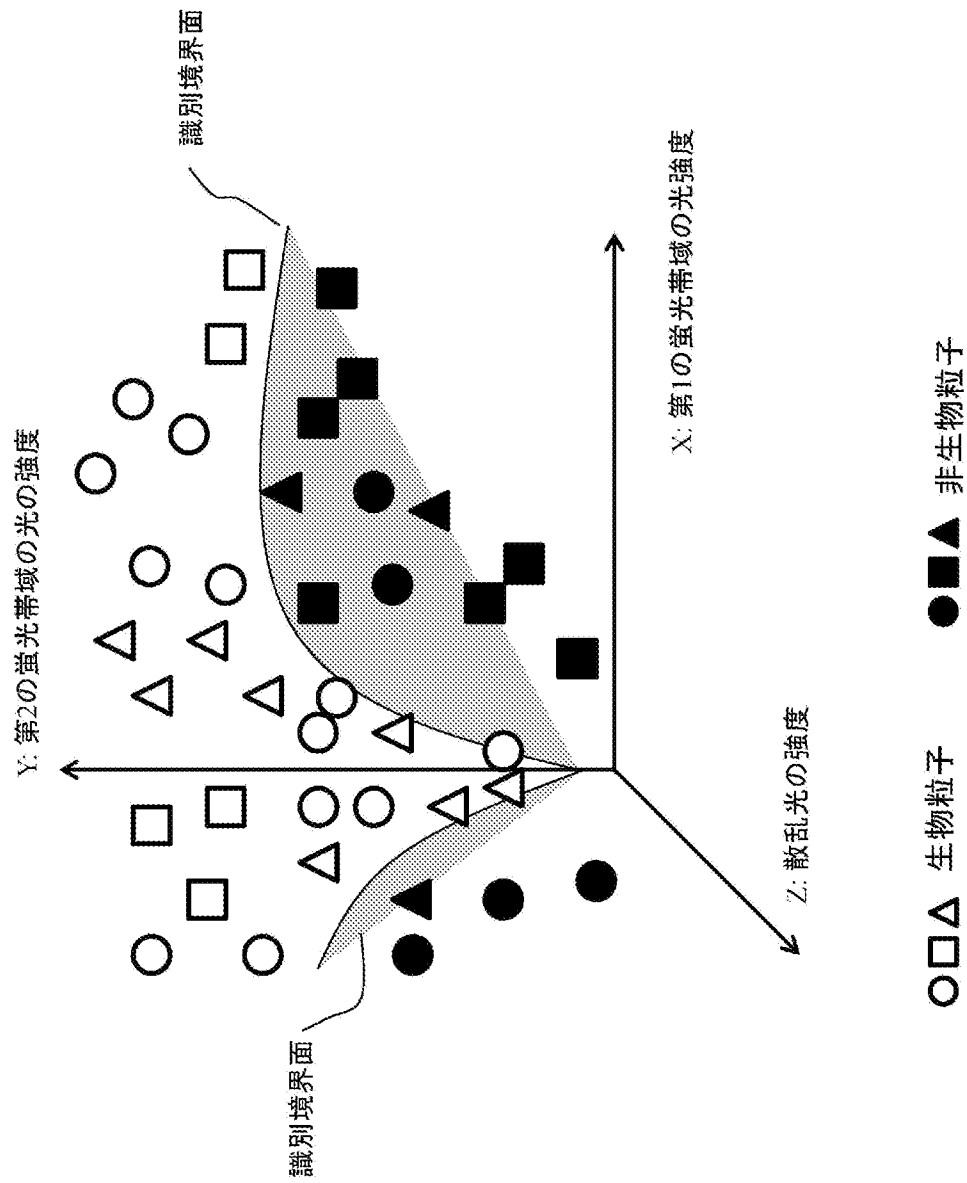
[図3]



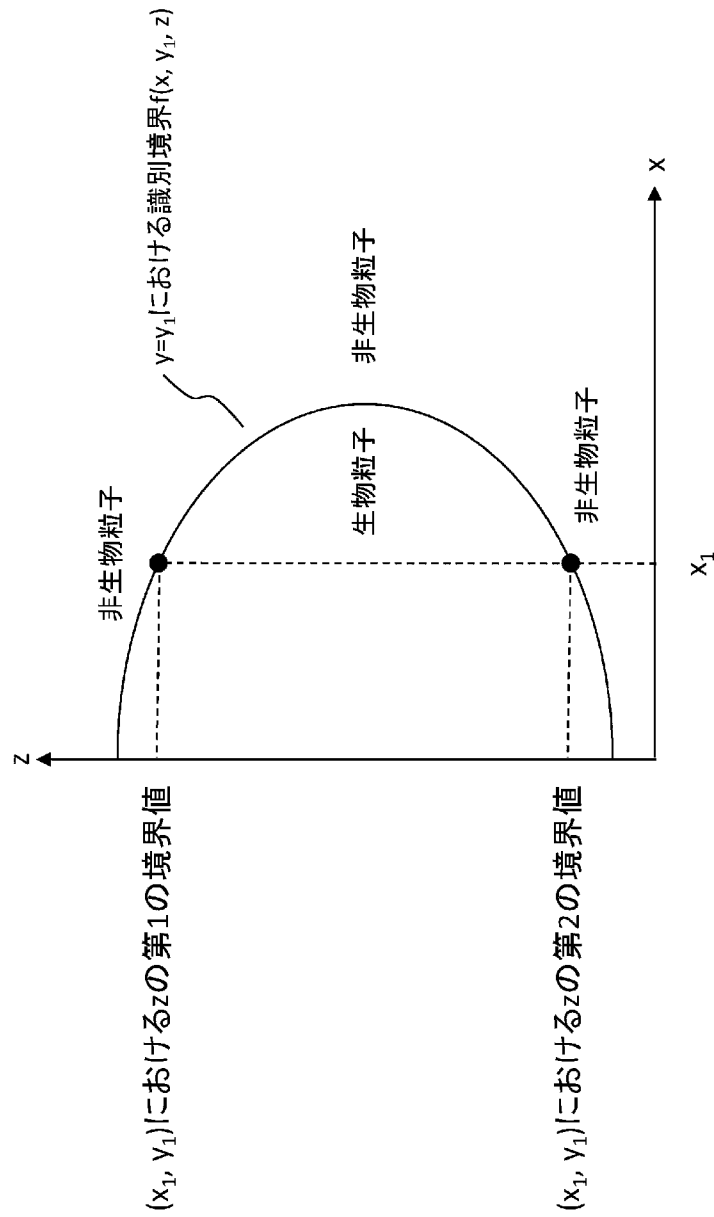
[図4]



[図5]



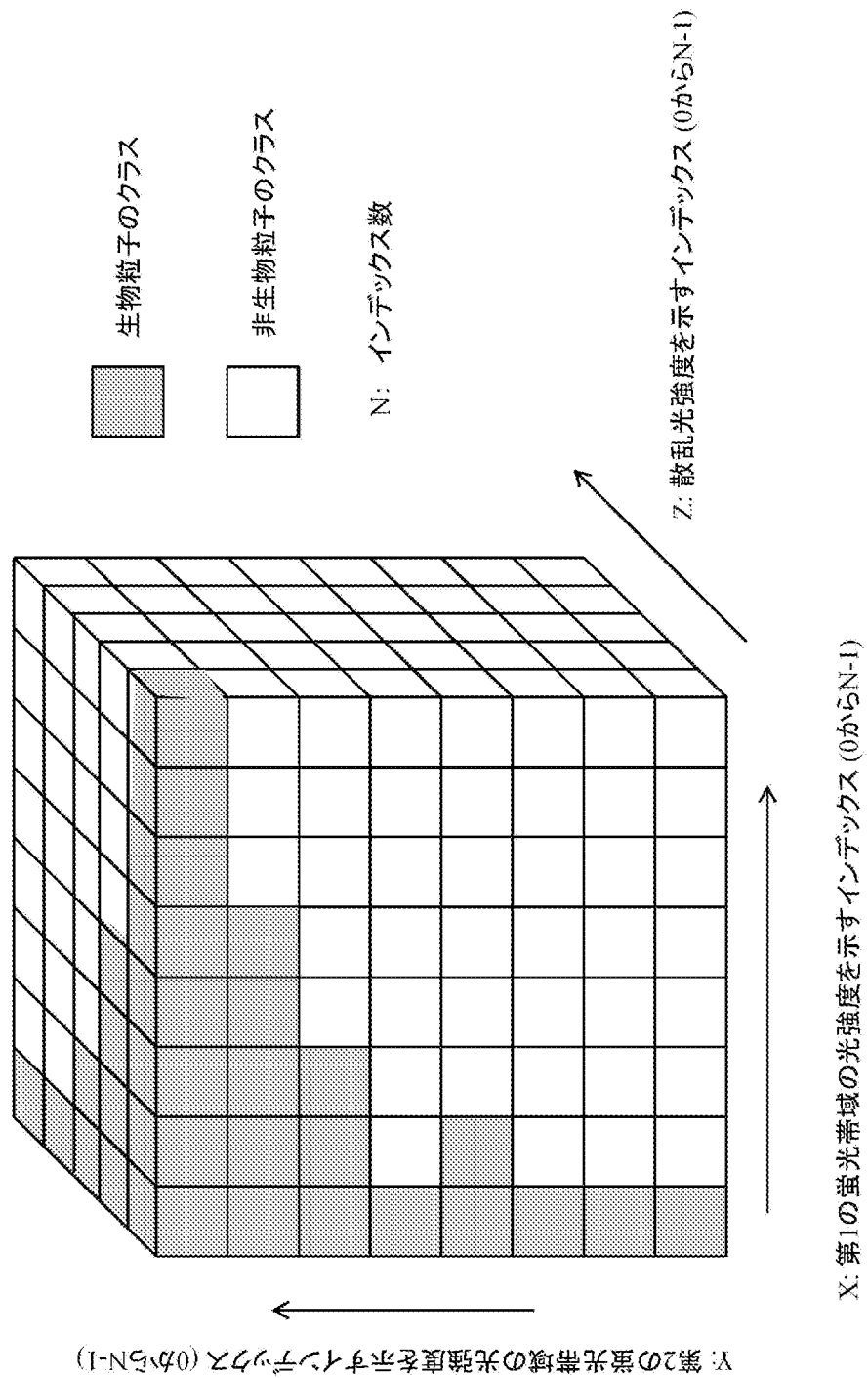
[図6]



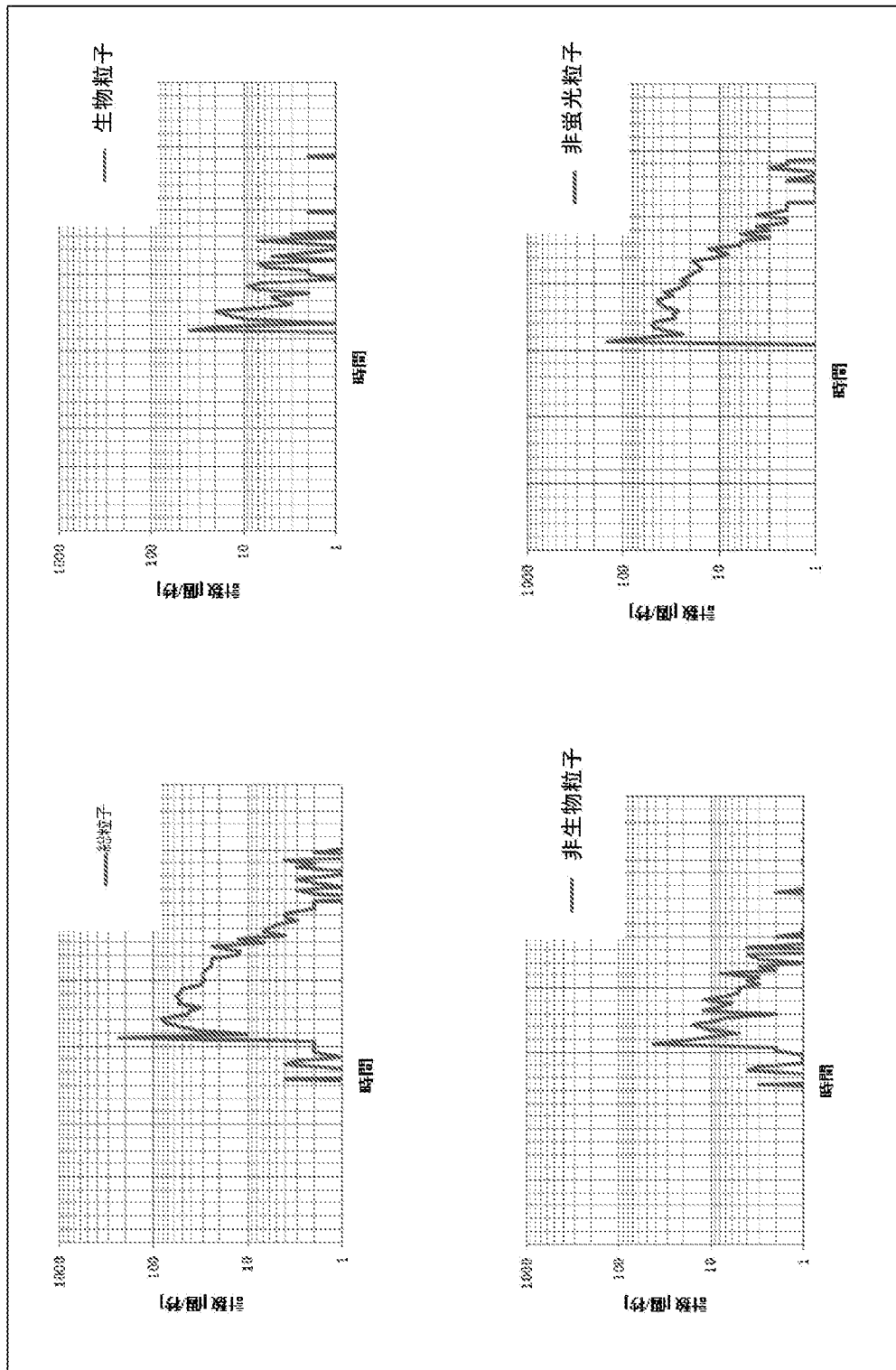
x の測定値が $\hat{x}_1$ 、 y の測定値が $\hat{y}_1$ であり、
 z の測定値が第1及び第2の境界値の間に入れば、粒子は生物

[illegible]

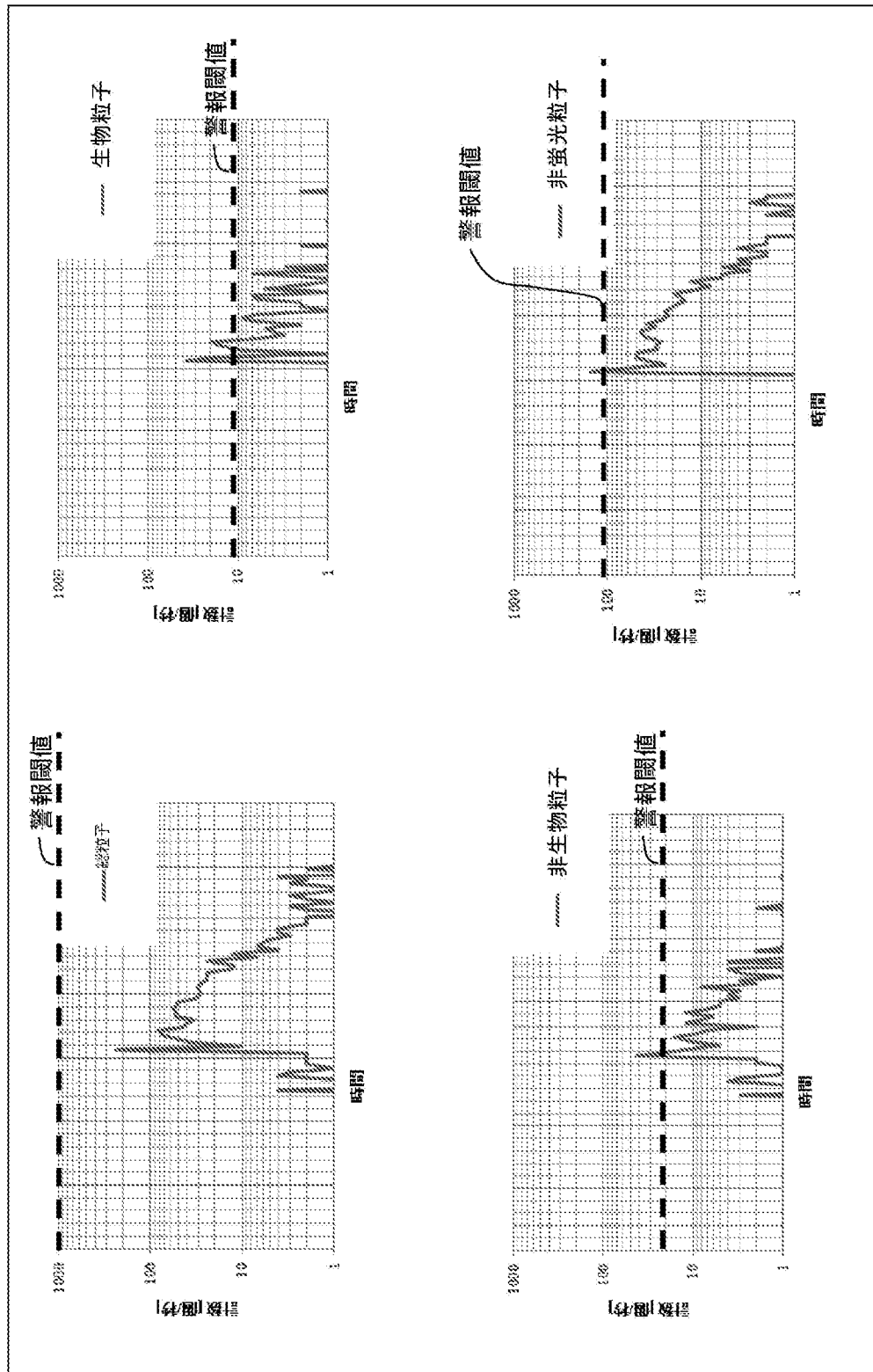
[図9]



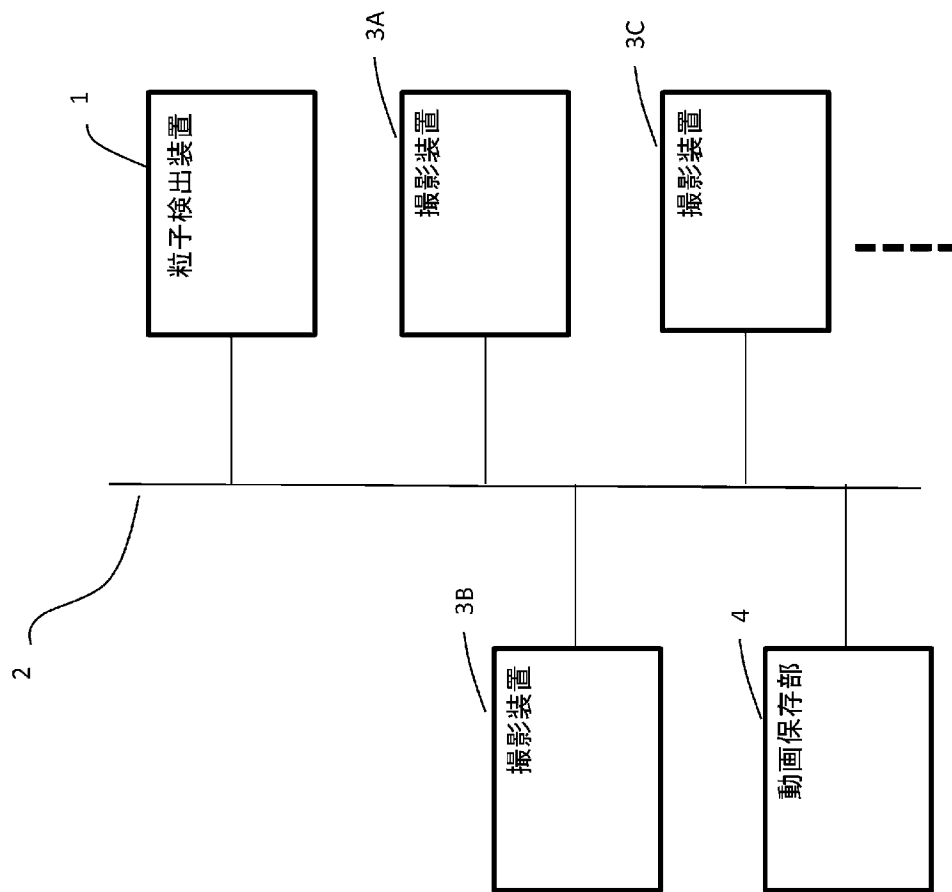
[図10]



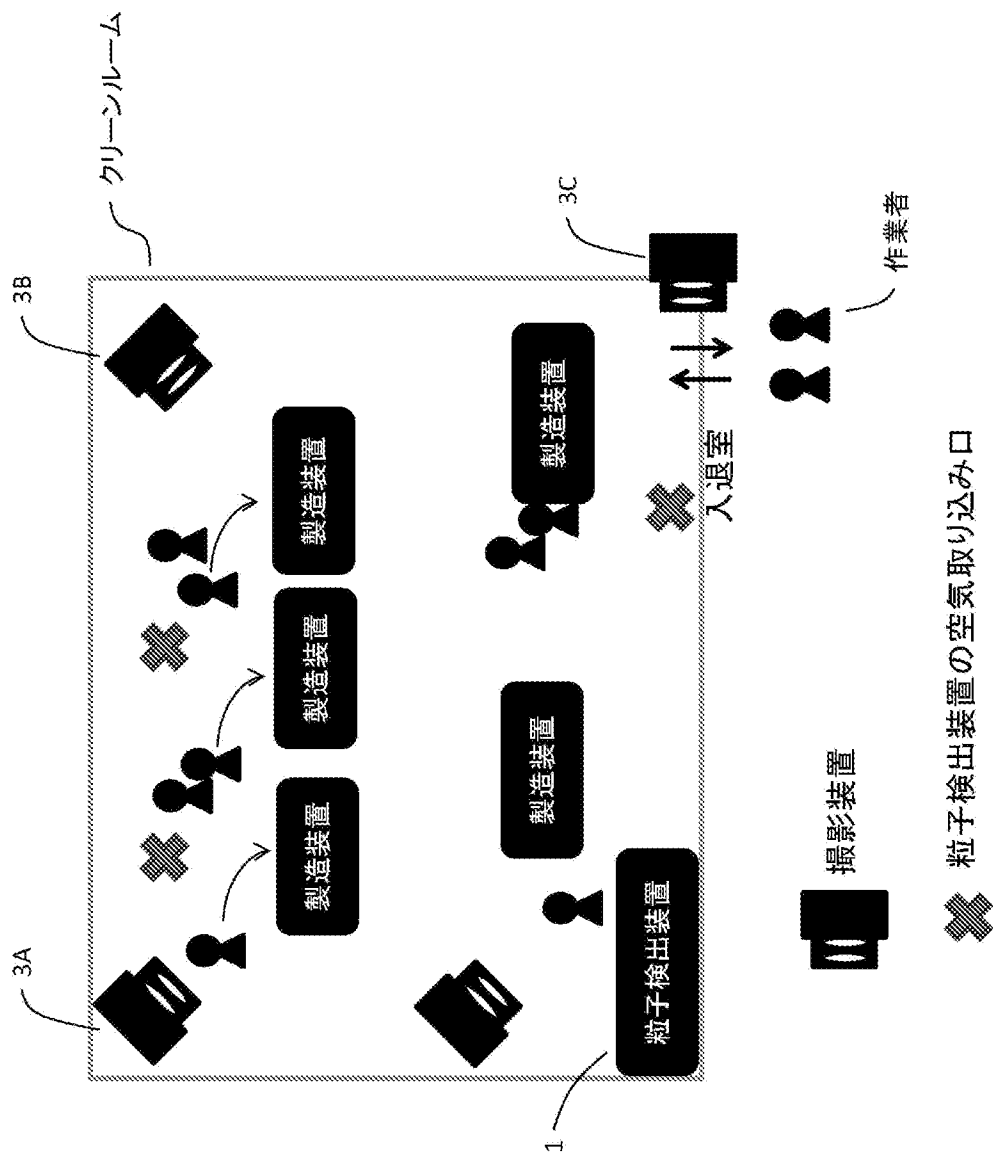
[図11]



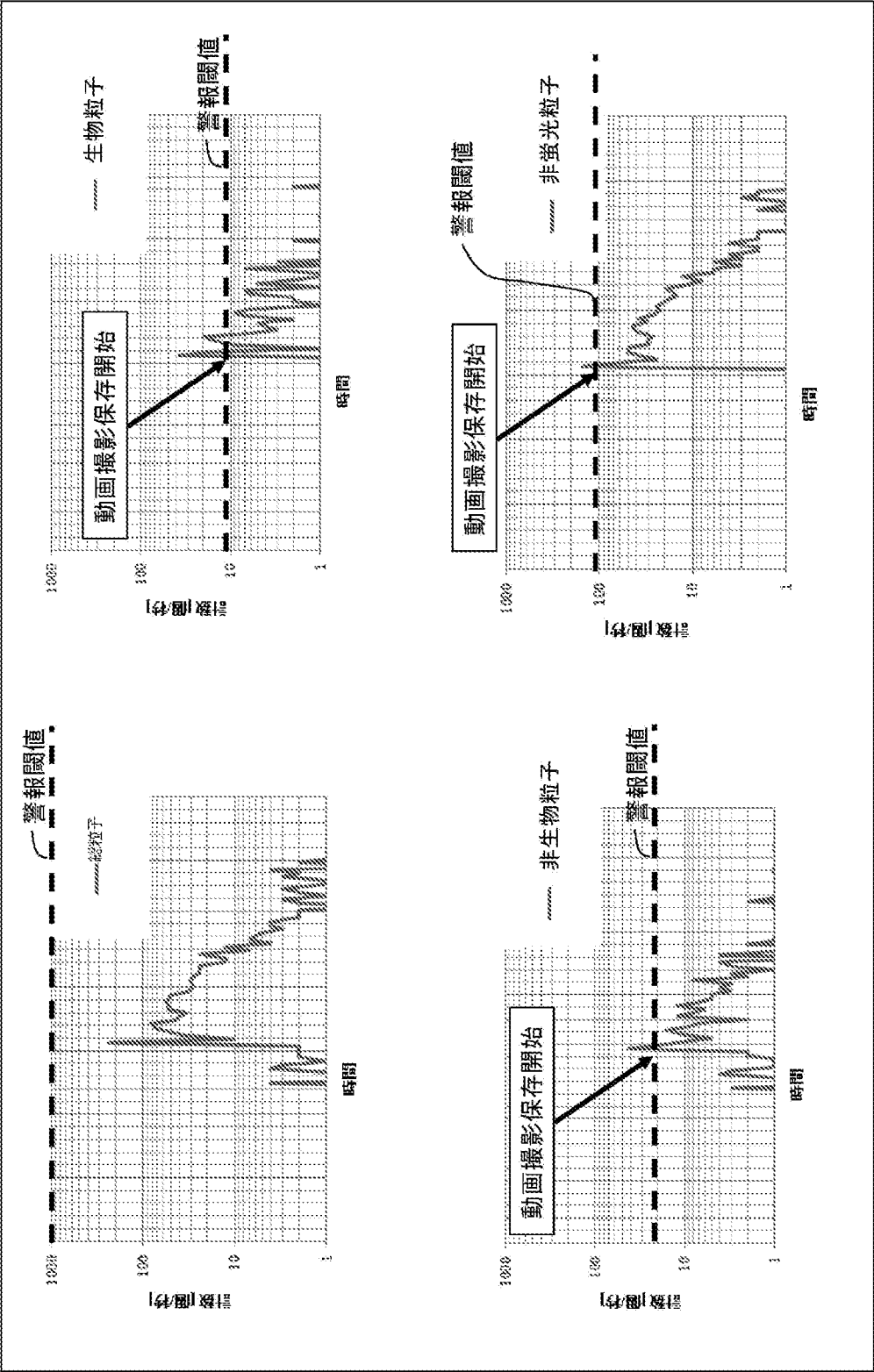
[図12]



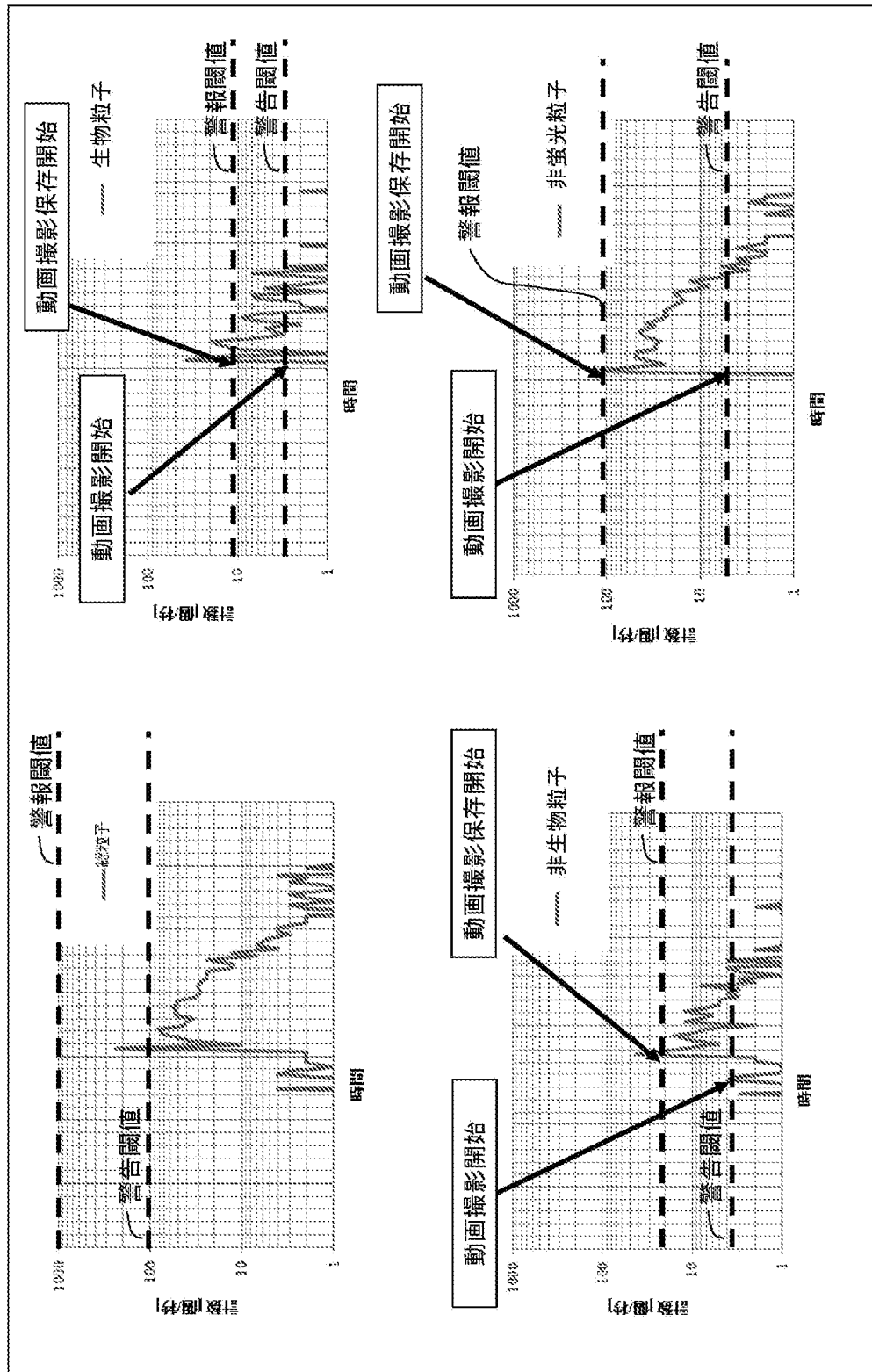
[図13]



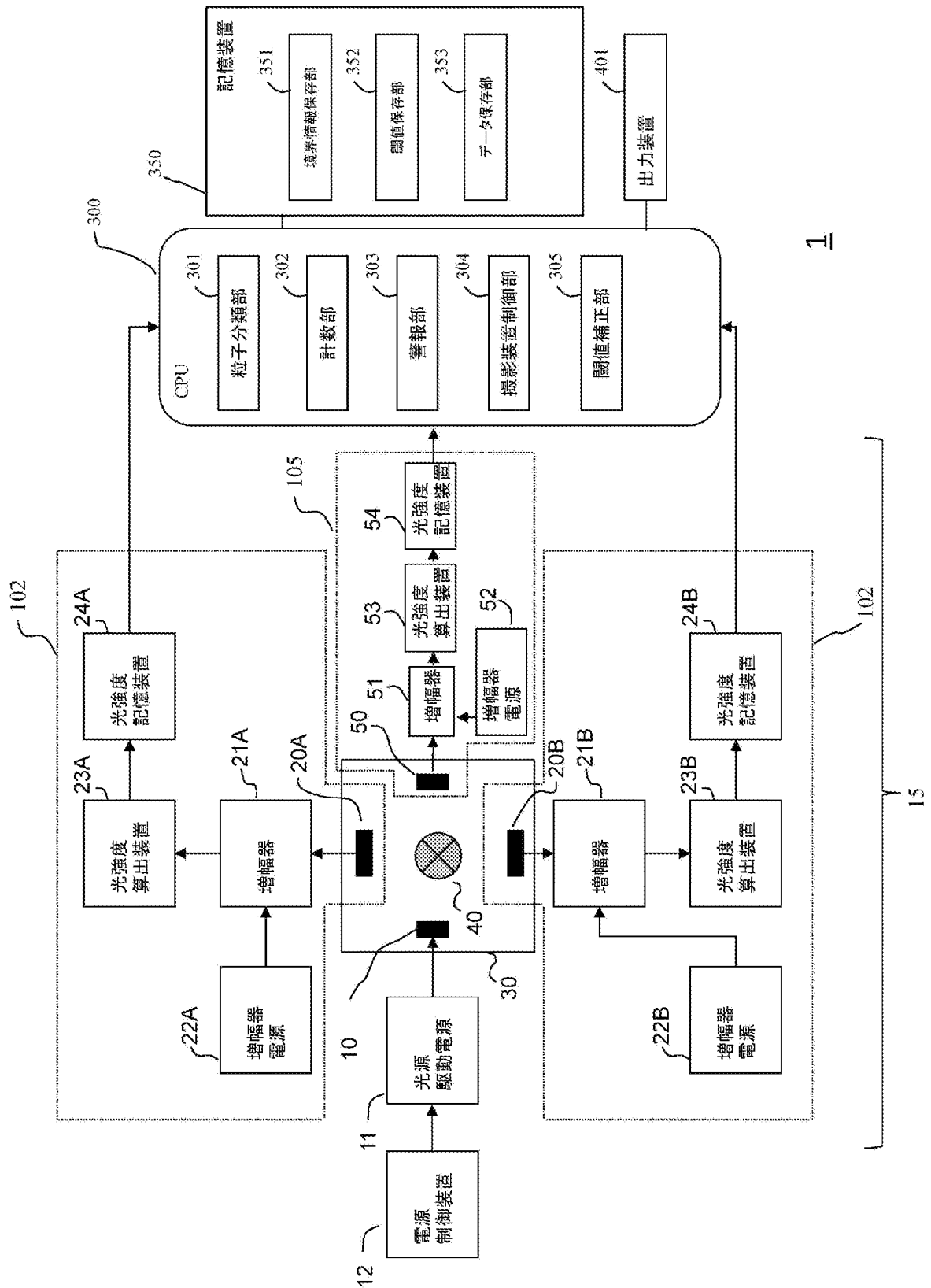
[図14]



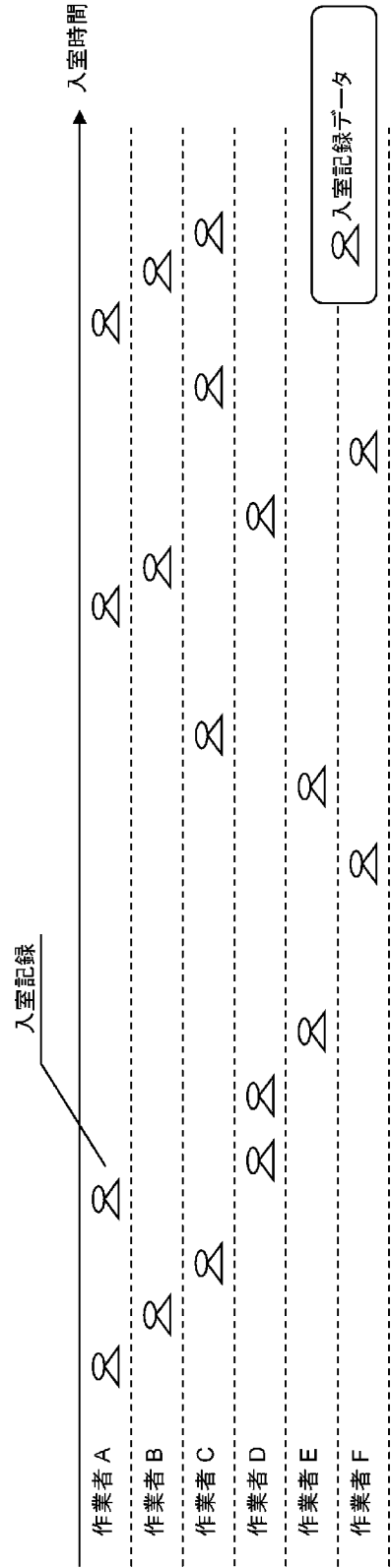
[図15]



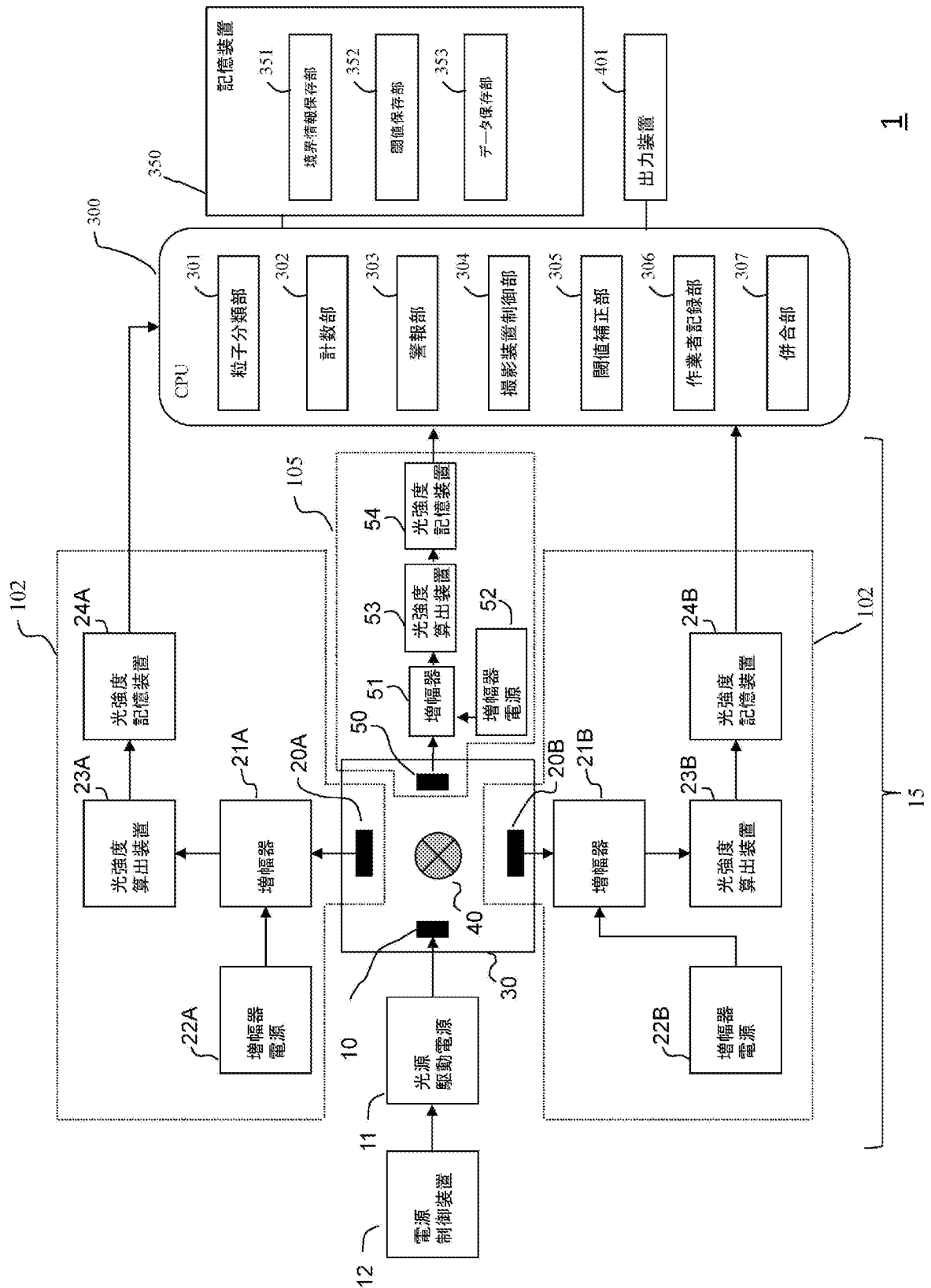
[図16]



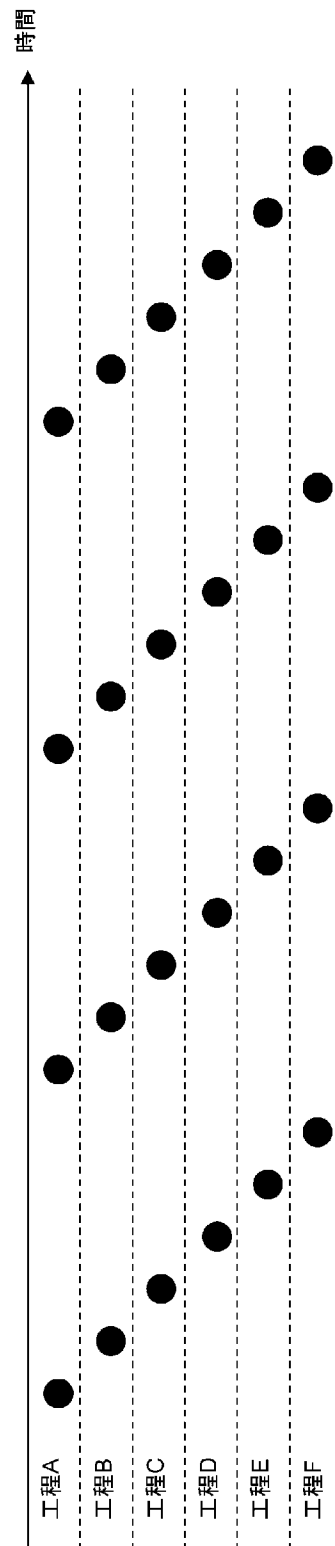
[図17]



4



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/019238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N15/06(2006.01)i, C12M1/34(2006.01)i, G01N15/00(2006.01)i, G01N21/49(2006.01)i, G01N21/64(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)

G01N15/06, C12M1/34, G01N15/00, G01N21/49, G01N21/64, F24F7/06

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.
Y	JP 2007-147519 A (Nidec Sankyo Corp.), 14 June 2007 (14.06.2007), entire text; all drawings & US 2010/0045982 A1 entire text; all drawings	1-10
Y	JP 2016-008958 A (Azbil Corp.), 18 January 2016 (18.01.2016), claim 1; paragraph [0002]; fig. 8 & US 2015/0377786 A1 claim 1; paragraph [0003]; fig. 8 & EP 2960639 A1 & CN 105203445 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
07 August 2017 (07.08.17)

Date of mailing of the international search report
15 August 2017 (15.08.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/019238

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-011962 A (Seiko Instruments Inc.), 17 January 2013 (17.01.2013), paragraphs [0004], [0008], [0018] to [0036]; fig. 2 (Family: none)	1-10
Y	JP 2001-118155 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 April 2001 (27.04.2001), paragraphs [0064], [0065], [0084] (Family: none)	3, 4, 8, 9
A	JP 06-347396 A (NEC Corp.), 22 December 1994 (22.12.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2010-266077 A (Atsuo NOZAKI), 25 November 2010 (25.11.2010), entire text; all drawings & CN 102422094 A	1-10
A	JP 2014-006218 A (Rion Co., Ltd.), 16 January 2014 (16.01.2014), entire text; all drawings & US 2015/0211977 A1 entire text; all drawings	1-10
A	JP 2009-030837 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 12 February 2009 (12.02.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

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, C12M1/34(2006.01)i, G01N15/00(2006.01)i, G01N21/49(2006.01)i, G01N21/64(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, C12M1/34, G01N15/00, G01N21/49, G01N21/64, F24F7/06

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
Y	JP 2007-147519 A (日本電産サンキョー株式会社) 2007.06.14, [全文], [全図] & US 2010/0045982 A1 ([全文], [全図])	1-10
Y	JP 2016-008958 A (アズビル株式会社) 2016.01.18, [請求項1], [0002], [図8] & US 2015/0377786 A1 (Claim. 1, [0003], FIG. 8) & EP 2960639 A1 & CN 105203445 A	1-10
Y	JP 2013-011962 A (セイコーインスツル株式会社) 2013.01.17, [0004], [0008], [0018]-[0036], [図2] (ファミリーなし)	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

07.08.2017

国際調査報告の発送日

15.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

土岐 和雅

2 J

4 4 5 9

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
Y	JP 2001-118155 A (三菱電機株式会社) 2001. 04. 27, [0064], [0065], [0084] (ファミリーなし)	3, 4, 8, 9
A	JP 06-347396 A (日本電気株式会社) 1994. 12. 22, [全文], [全図] (フ ァミリーなし)	1-10
A	JP 2010-266077 A (野崎 淳夫) 2010. 11. 25, [全文], [全図] & CN 102422094 A	1-10
A	JP 2014-006218 A (リオン株式会社) 2014. 01. 16, [全文], [全図] & US 2015/0211977 A1 ([全文], [全図])	1-10
A	JP 2009-030837 A (凸版印刷株式会社) 2009. 02. 12, [全文], [全図] (ファミリーなし)	1-10