

(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
2020年1月2日(02.01.2020)



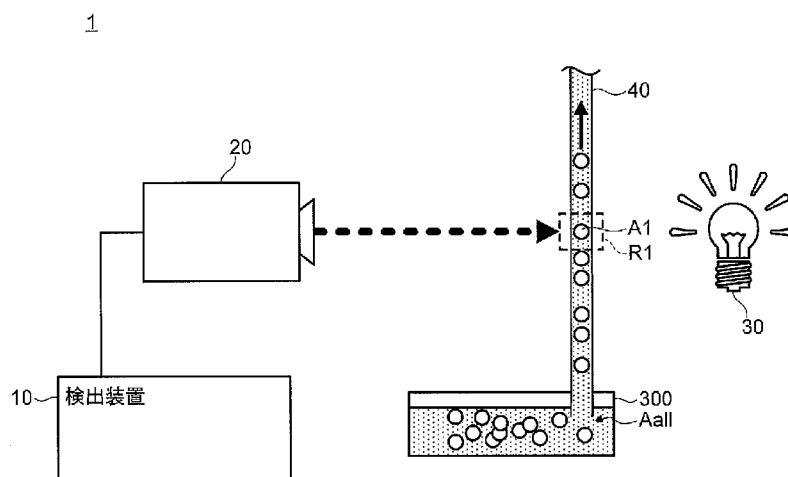
(10) 国際公開番号

WO 2020/004353 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 15/14 (2006.01) *G01N 37/00* (2006.01)
G01N 15/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/025025
- (22) 国際出願日: 2019年6月25日(25.06.2019)
- (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 2018-124245 2018年6月29日(29.06.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社エンプラス (ENPLAS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 誠一郎 (SUZUKI, Seiichiro). 砂永 伸也 (SUNAGA, Nobuya).
- (74) 代理人: 特許業務法人鷺田国際特許事務所 (WASHIDA & ASSOCIATES); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1-23-7 新宿ファーストウェスト8階 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, JO, 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,

(54) Title: DETECTION DEVICE, DETECTION METHOD, AND DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 検出装置、検出方法、及び検出プログラム



10 Detection device

(57) Abstract: Provided is a detection device that enables, with a simple method and with high accuracy, detection of the particle size distribution or the number of particles contained in a particle group to be observed. The detection device is for detecting the overall state of particles which were transferred one by one in a flow path (40), the detection device being provided with: an input unit (10X) for acquiring sensor values of an image sensor (20) that continuously images, temporally, a prescribed region of the flow path (40); and a calculation unit (10Y) that estimates the number of particles

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))

or the particle size distribution of particles contained in the transferred particle group, on the basis of the temporal change of the sensor value distribution of the image sensor (20) in the width direction of the flow path (40).

(57) 要約：簡易な手法で、且つ、高精度に、観察対象の粒子群に含まれる粒子の粒子サイズの分布や、又は粒子の個数を検出し得る検出装置を提供する。流路（40）内を一個ずつ移送される粒子の全体としての状態を検出する検出装置であって、流路（40）の所定領域を時間的に連続して撮像するイメージセンサ（20）のセンサ値を取得する入力部（10X）と、流路（40）の幅方向におけるイメージセンサ（20）のセンサ値の分布の時間的変化に基づいて、移送された前記粒子群に含まれる粒子の粒子サイズの分布、又は粒子の個数を推定する演算部（10Y）と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 検出装置、検出方法、及び検出プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、検出装置、検出方法、及び検出プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、流路中を通流する粒子を撮像して、画像情報に基づいて、当該粒子の粒子サイズ等を検出する検出装置が知られている。この種の検出装置は、例えば、ドロップレット（液滴）、細胞、マイクロカプセル、マイクロバブル、又はマイクロポリマー等の種々の微粒子の状態を検出する用途に適用される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2016／004815号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、この種の検出装置の応用として、観察対象の粒子群に含まれる粒子の粒子サイズの分布や、又は粒子の個数を検出する要請がある。

[0005] 一般に、この種の検出装置においては、粒子領域を検出する処理や、又はテンプレートマッチング処理等の画像解析アルゴリズムを用いて、画像情報から粒子の粒子サイズ等の検出を行っている。この点、かかる画像解析アルゴリズムは、一枚の画像のみに対して画像処理を行う上では有用であるが、処理対象の画像数が多い場合等においては、処理負荷及び処理速度の点で、実用的とは言えない。特に、かかる画像解析アルゴリズムを用いて、流路中を順次に通流する多数の粒子を撮像する場合には、処理対象の画像数も増大するため、かかる処理負荷及び処理速度が問題となる場合がある。

[0006] 本開示は、上記問題点に鑑みてなされたもので、簡易な手法で、且つ、高精度に、観察対象の粒子群に含まれる粒子の粒子サイズの分布や、又は粒子

の個数を検出し得る検出装置、検出方法、及び検出プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 前述した課題を解決する主たる本開示は、
流路内を一個ずつ移送される粒子の粒子群全体としての状態を検出する検出装置であって、
前記流路の所定領域を時間的に連続して撮像するイメージセンサのセンサ値を取得する入力部と、
前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的変化に基づいて、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の粒子サイズの分布、又は前記粒子の個数を推定する演算部と、
を備える検出装置である。
- [0008] 又、他の局面では、
流路内を一個ずつ移送される粒子の粒子群全体としての状態を検出する検出方法であって、
前記流路の所定領域を時間的に連続して撮像するイメージセンサのセンサ値を取得する工程と、
前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的変化に基づいて、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の粒子サイズの分布、又は前記粒子の個数を推定する工程と、
を備える検出方法である。
- [0009] 又、他の局面では、
流路内を一個ずつ移送される粒子の粒子群全体としての状態を検出する検出プログラムであって、
コンピュータに、
前記流路の所定領域を時間的に連続して撮像するイメージセンサのセンサ値を取得する処理と、
前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的

変化に基づいて、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の粒子サイズの分布、又は前記粒子の個数を推定する処理と、

を実行させる検出プログラムである。

発明の効果

[0010] 本開示に係る検出装置によれば、観察対象の粒子群に含まれる粒子の粒子サイズの分布や、又は粒子の個数を、簡易な手法で、且つ、高精度に、検出可能である。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施形態に係る検出システムの構成の一例を示す図である。

[図2]図2A及び図2Bは、ドロップレット生成装置の構成の一例を示す図であり、図2Aは、ドロップレット生成装置100を上方から見た平面図であり、図2Bは、ドロップレット生成装置100を上方から見た斜視図である。

[図3]第1の実施形態に係る検出装置の構成の一例を示す図

[図4]図4A、図4B及び図4Cは、第1の実施形態に係る粒子幅算出部におけるDistance値の算出方法について、説明する図であり、図4Aは、動画画像中の一枚の画像を示す図であり、図4Bは、図4AのT1-T1'の行における画素値の分布を示すグラフであり、図4Cは、図4AのT2-T2'の行における画素値の分布を示すグラフである。

[図5]図5A及び図5Bは、第1の実施形態に係る粒子幅算出部における粒子A1の中心領域のDistance値の算出方法の詳細について、説明する図であり、図5Aは、図4Aと同一の画像であり、図5Bは、粒子A1の中心部分に相当するT3-T3'の行の画素値の分布を示す図である。

[図6]図6A及び図6Bは、第1の実施形態に係る粒子幅算出部における粒子A1の前端部及び後端部のDistance値の算出方法の詳細について、説明する図であり、図6Aは、図4Aと同一の画像であり、図6Bは、粒子A1の前端部に相当するT4-T4'の行の画素値の分布を示す図である。

[図7]図7A及び図7Bは、第1の実施形態に係る一枚の画像のDistance値の

配列情報を示す図であり、図 7 A は、図 4 A と同一の画像である。図 7 B は、図 7 A の画像における Distance 値の配列情報をグラフ化した図である。

[図8]図 8 A 及び図 8 B は、第 1 の実施形態に係るデータ連結部における Distance 値の連結方法について、説明する図であり、図 8 A は、あるタイミングで撮像された画像と、当該第 1 の画像の各ラインにおける Distance 値を表す図であり、図 8 B は、第 1 の画像に続いて撮像された画像と、当該第 2 の画像の各ラインにおける Distance 値を表す図である。

[図9]第 1 の実施形態に係るデータ連結部における Distance 値の連結方法について、説明する図

[図10]第 1 の実施形態に係る一の粒子と他の粒子が密着していない状態の Distance 値の連結データの一例を示す図

[図11]図 1 1 A、図 1 1 B 及び図 1 1 C は、第 1 の実施形態に係るデータ補正部における補正処理について、説明する図であり、図 1 1 A は、所定の Distance 値の位置特定について説明する図であり、図 1 1 B は、Distance 値の置換について説明する図であり、図 1 1 C は、Distance 値の微分値算出について説明する図である。

[図12]第 1 の実施形態に係るデータ補正部における補正処理について、説明する図

[図13]第 1 の実施形態に係るデータ補正部における補正処理について、説明する図

[図14]図 1 4 A、図 1 4 B、図 1 4 C 及び図 1 4 D は、第 1 の実施形態に係る粒子サイズ算出部によって算出された粒子の直径と、従来技術に係る手法によって算出された粒子の直径を比較した図であり、図 1 4 A は、第 1 の例を示す図であり、図 1 4 B は、第 2 の例を示す図であり、図 1 4 C は、第 3 の例を示す図であり、図 1 4 D は、第 4 の例を示す図である。

[図15]第 1 の実施形態に係る検出装置が行う画像解析処理のフローの一例を示す図

[図16]第 2 の実施形態に係る検出装置の構成の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0012] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0013] (第1の実施形態)

以下、図1を参照して、本実施形態に係る検出装置が適用される検出システムの構成の一例について説明する。

[0014] 図1は、本実施形態に係る検出システム1の構成の一例を示す図である。

[0015] 検出システム1は、検出装置10、イメージセンサ20、光源30、及び、流路40を備えている。

[0016] 検出システム1は、貯留槽300内に存在する粒子群A a l lの状態（典型的には、粒子群A a l lに含まれる粒子の粒子サイズの分布、及び粒子の個数）を検出する装置である。本実施形態に係る検出システム1は、例えば、ドロップレット生成装置の性能試験の用途に適用され、ドロップレット生成装置において生成された液滴状の粒子（ドロップレットとも称される）の状態を検出する。

[0017] 図2は、ドロップレット生成装置100の構成の一例を示す図である。図2Aは、ドロップレット生成装置100を上方から見た平面図であり、図2Bは、ドロップレット生成装置100を上方から見た斜視図である。

[0018] ドロップレット生成装置100は、基板110に形成された貫通孔（第1液体導入口120、第2液体導入口140、及びドロップレット取出口200）、及び溝（第1流路130、第2液体共通流路150、第2流路160、第3流路170、ドロップレット生成部180、及びドロップレットが移送されるドロップレット流路190）によって構成されている。

[0019] 具体的には、基板110には、当該基板110を貫通するように、第1液体を導入する第1液体導入口120、第2液体を導入する第2液体導入口140、及び、生成されたドロップレットを取り出すドロップレット取出口200が形成されている。

- [0020] 又、基板 110 の上面には、第 1 流路 130、第 2 液体共通流路 150、第 2 流路 160、第 3 流路 170、ドロップレット生成部 180、及びドロップレット流路 190 が形成されている。ここで、第 1 流路 130 は、第 1 液体導入口 120 から導入される第 1 液体（例えば、細胞等を含む液体）をドロップレット生成部 180 に供給する。一方、第 2 液体共通流路 150、第 2 流路 160 及び第 3 流路 170 は、第 2 液体導入口 140 から導入される第 2 液体（例えば、第 1 液体と相溶せず、かつ第 1 液体を変性させないオイル等）をドロップレット生成部 180 に供給する。
- [0021] ドロップレット生成部 180 は、第 1 流路 130 から供給される第 1 液体と、第 2 流路 160 及び第 3 流路 170 供給される第 2 液体とを合流する合流部である。ドロップレット生成部 180 には、第 1 流路 130 からの第 1 液体と、第 2 流路 160 及び第 3 流路 170 からの第 2 液体とが、同時に供給され、これによって、第 2 液体が第 1 液体の周囲を包み込むようにして、順次、ドロップレットが生成される。そして、生成されたドロップレットは、ドロップレット流路 190 を介して、ドロップレット取出口 200 に移送される。
- [0022] ドロップレット生成装置 100 に生成された粒子は、ドロップレット取出口 200 を介して、貯留槽 300 に貯留される。尚、図 1 では、ドロップレット生成装置 100 は、貯留槽 300 から取り外された状態を示している。
- [0023] ドロップレット生成装置 100 に生成された粒子は、例えば、直径が 0.1 ～ 1000 μm 程度の液滴状の粒子であって、細胞、核酸又はタンパク質等の被分析物を内包する水又は血液等の液滴である。そして、貯留槽 300 内には、例えば、当該粒子が、オイル（第 2 液体）中に、貯留されている。
- [0024] 本実施形態に係る検出システム 1 は、このようにして生成された粒子群 Aa11 の状態を検出することで、ドロップレット生成装置 100 が均一な粒径の粒子を生成することができるか、又は、所望の速度で粒子を生成することができるか等の性能試験を行う。
- [0025] 図 1 に戻って、本実施形態に係る検出システム 1 の構成について、説明す

る。

[0026] 貯留槽 300 に貯留された粒子群 A a l l に含まれる粒子は、検出システム 1 による検出の際には、流路 40 内を一個ずつ順番に移送される。ここでは、流路 40 の一端が貯留槽 300 内に配設され、他端が吸引ポンプ（図示せず）に接続されることによって、貯留槽 300 内の粒子が、貯留槽 300 内の液体と共に、流路 40 内を一個ずつ移送されている。尚、図 1 の矢印は、粒子の通流方向を表している。

[0027] 流路 40 は、例えば、透過性の部材によって構成されたガラス管である。流路 40 は、例えば、短手断面が円形状を呈している。そして、流路 40 の直径は、流路 40 内を粒子が一個ずつ通流するように、例えば、ドロップレット生成装置 100 に生成される典型的な粒子の粒子サイズにあわせて設定されている。

[0028] イメージセンサ 20 は、例えば、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサ又は CCD (Charge Coupled Device) センサであって、流路 40 の所定位置に設定した撮像対象領域 R 1 から到来する光の光強度を電気信号に変換する。イメージセンサ 20 は、例えば、撮像対象領域 R 1 を時間的に連続して撮像する。本実施形態に係るイメージセンサ 20 は、例えば、一枚あたり 300 画素×300 画素を有する画像を、150 f p s のフレームレートの動画像として生成する。

[0029] イメージセンサ 20 の撮像対象領域 R 1 は、少なくとも流路 40 の幅方向（流路 40 の径方向を表す。以下同じ）の一端から他端までが画像内に映るように、設定されている。又、本実施形態に係るイメージセンサ 20 は、二次元領域を撮像するエリアセンサである。尚、イメージセンサ 20 は、光学レンズを用いて、撮像対象領域 R 1 を数倍に拡大して撮像している。

[0030] 光源 30 は、例えば、白色ランプである。光源 30 は、イメージセンサ 20 から見て、流路 40 の背面側に配設されている。光源 30 から発される光は、イメージセンサ 20 が流路 40 内を通流する粒子を撮像する際に、粒子と当該粒子の周囲との間のコントラストを高める。

[0031] 検出装置 10 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、入力ポート、及び、出力ポート等を含んで構成される一般的なコンピュータである。検出装置 10 は、イメージセンサ 20 からセンサ情報を取得し、撮像対象領域 R1 の流路 40 の幅方向におけるセンサ値の分布に基づいて、流路 40 の幅に対する粒子の占有幅（以下、「Distance 値」又は「粒子幅」と称する）を算出する。そして、検出装置 10 は、Distance 値の時間的変化に基づいて、粒子群 Aa11 の状態を推定する。

[0032] 尚、検出装置 10 が有する機能は、例えば、CPU が ROM や RAM に格納された制御プログラムや各種データを参照することによって実現される。

[0033] [画像解析処理について]

次に、図 3 ～ 図 15 を参照して、本実施形態に係る検出装置 10 が行う画像解析処理について説明する。

[0034] 図 3 は、本実施形態に係る検出装置 10 の構成の一例を示す図である。

[0035] 本実施形態に係る検出装置 10 は、入力部 10X と演算部 10Y とを備えている。入力部 10X は、センサ情報取得部 11 によって構成され、演算部 10Y は、粒子幅算出部 12、データ連結部 13、データ補正部 14、粒子個数算出部 15、及び、粒子サイズ算出部 16 によって構成されている。

[0036] <センサ情報取得部 11 について>

センサ情報取得部 11 は、イメージセンサ 20 から、当該イメージセンサ 20 が生成したセンサ情報を取得する。センサ情報取得部 11 は、例えば、イメージセンサ 20 から、貯留槽 300 内に貯留された粒子群 Aa11 から粒子の移送が開始されてから、貯留槽 300 内のすべての粒子群 Aa11 の移送が完了するまでの間の動画像の情報を取得する。

[0037] 尚、動画像は、連続的に生成された複数の静止画像（以下、単に「画像」と略称する）によって構成されている。

[0038] 本実施形態に係るセンサ情報取得部 11 は、イメージセンサ 20 から、光強度に係るセンサ値が、256 階調で表現された画素値に変換されたセンサ

情報を取得している。但し、センサ情報取得部 11 は、イメージセンサ 20 が検出した光強度に係るセンサ値を、そのままの状態を取得してもよい。換言すると、後述する粒子幅算出部 12、データ連結部 13、データ補正部 14、粒子サイズ算出部 15、及び、粒子個数算出部 15 は、イメージセンサ 20 が検出した光強度に係るセンサ値をそのまま用いて演算処理を行ってもよい。

[0039] <粒子幅算出部 12 について>

粒子幅算出部 12 は、流路 40 の幅方向におけるイメージセンサ 20 のセンサ値の分布に基づいて、粒子の Distance 値（流路 40 の幅に対する粒子幅）を算出する。

[0040] 図 4 は、本実施形態に係る粒子幅算出部 12 における Distance 値の算出方法について、説明する図である。

[0041] 図 4 A は、動画像中の一枚の画像を示している。図 4 A のプラス X 方向が流路 40 の幅方向の一端側に相当し、プラス Y 方向が粒子の通流方向に相当する。即ち、ここでは、画像の行方向が、流路 40 の幅方向に相当する。尚、以下では、プラス Y 方向を粒子の前端側、マイナス Y 方向を粒子の後端側とも称する。

[0042] 尚、本実施形態では、イメージセンサ 20 が検出した光強度に係るセンサ値は、画像中の画素値 [Gray Value] として 256 階調で表現されている。即ち、撮像対象領域 R1 から到来する光の光強度が強い領域（画像中の白色の領域）は「256」の画素値で表現され、撮像対象領域 R1 から到来する光の光強度が低い領域（画像中の黒色の領域）は「0」の画素値で表現されている。

[0043] 図 4 A において、リング状の物体 A1 は、図 1 の撮像対象領域 R1 に映る粒子 A1 である。又、図 4 A 中の粒子 A1 の両側の ±Y 方向に沿って延在する黒色領域は、流路 40（ここでは、ガラス管）の縁部である。ここでは、粒子 A1 は、液滴状であるため、当該粒子 A1 の中心部分は光源 30 からの光を透過して白色に撮像され、当該粒子 A1 の輪郭部分のみが光を透過させ

ずに黒色に撮像されている。

[0044] 図4 Bは、図4 AのT 1－T 1'の行における画素値の分布を示すグラフである。図4 Cは、図4 AのT 2－T 2'の行における画素値の分布を示すグラフである。図4 B及び図4 Cにおいて、横軸は流路4 0の幅方向の位置を示し、縦軸は各画素の画素値を示している。尚、本実施形態では、画素値「1 0 0」を、粒子の存在の有無を判定するための閾値として設定している。

[0045] 図4 B、図4 Cのグラフにおいて、画素値が「1 0 0」よりも小さくなっているa－b間の領域及びc－d間の領域は、ガラス管の縁部である。

[0046] 又、図4 Cのグラフにおいて、画素値が「1 0 0」よりも小さくなっているe－f間の領域及びg－h間の領域は、それぞれ、粒子A 1の輪郭部分である。つまり、図4 Cのグラフにおいては、e－h間の距離が、流路4 0の幅方向のうちの粒子A 1の占有幅、即ちDistance値に相当する。

[0047] 粒子幅算出部1 2は、図4 B、図4 Cに示すような流路4 0の幅方向における画素値の分布情報から、Distance値を算出する。具体的には、粒子幅算出部1 2は、T 2－T 2'の行（図4 C）においては、Distance値を、e－h間の距離に相当する1 1 0画素と算出する。一方、粒子幅算出部1 2は、T 1－T 1'の行（図4 B）においては、粒子A 1が存在する領域ではないため、Distance値を0画素と算出する。

[0048] つまり、本実施形態に係るDistance値は、画像内の各行において粒子A 1が占有する画素数として算出される。

[0049] 図5、図6は、粒子幅算出部1 2におけるDistance値の算出方法の詳細について、説明する図である。図5は、粒子A 1の中心領域のDistance値の算出方法を示す図であり、図6は、粒子A 1の前端部及び後端部のDistance値の算出方法を示す図である。

[0050] 尚、図5 A、図6 Aは、いずれも、図4 Aと同一の画像である。又、図5 Bは、粒子A 1の中心部分に相当するT 3－T 3'の行の画素値の分布を示す図であり、図6 Bは、粒子A 1の前端部に相当するT 4－T 4'の行の画

素値の分布を示す図である。

[0051] 本実施形態に係る粒子A 1は、液滴状であり、図5 Bと図6 Bを比較すると分かるように、粒子A 1の前端部及び後端部の流路4 0の幅方向における画素値の分布は、粒子A 1の中心部分とは異なる分布特性を示す。

[0052] そこで、本実施形態に係る粒子幅算出部1 2は、各行における画素値の分布のパターンに基づいて、粒子A 1が存在しない領域、粒子A 1の中心部分の領域R 2、及び、粒子A 1の前端部又は後端部の領域R 3の3種類に分類して、Distance値を算出している。

[0053] 具体的には、粒子幅算出部1 2は、一行の画素値の分布の中で、画素値が「1 0 0」である位置が4箇所の場合には粒子A 1が存在しないと識別する（図4 Bを参照）。又、粒子幅算出部1 2は、一行の画素値の分布の中で、画素値が「1 0 0」である位置が8箇所の場合には、粒子A 1の中心部分の領域R 2と識別し（図5 Bを参照）、e - h間の距離（即ち、画素値が「1 0 0」である位置のうちのマイナスX方向側から3つ目の位置と6つ目の位置の間の距離）をDistance値として算出する。一方、粒子幅算出部1 2は、一行の画素値の分布の中で、画素値が「1 0 0」である位置が6箇所の場合には、粒子A 1の前端部又は後端部の領域R 3と識別し（図6 Bを参照）、i - j間の距離（即ち、画素値が「1 0 0」である位置のうちのマイナスX方向側から3つ目の位置と4つ目の位置の間）をDistance値として算出する。

[0054] これによって、粒子A 1の端部領域におけるDistance値の算出精度を高めている。

[0055] 粒子幅算出部1 2は、このような手法によって、一枚の画像の各行の画素値の分布から、各行のDistance値を算出する。尚、本実施形態では、一枚の画像は、300画素×300画素によって構成されているため、粒子幅算出部1 2は、一枚の画像から、300行分のDistance値を生成する。

[0056] 図7は、一枚の画像のDistance値の配列情報を示す図である。図7 Aは、図4 Aと同一の画像である。図7 Bは、図7 Aの画像におけるDistance値の

配列情報をグラフ化した図である。

[0057] 一つの粒子は、図 7 B に示すように、山なり状のカーブを描く Distance 値の配列情報として表出する。そのため、山なり状のカーブを描く Distance 値の配列を、積算することにより、一つの粒子の粒子サイズを求めることができる（詳細は後述）。

[0058] 粒子幅算出部 12 は、同様の手法により、動画像の各画像について、300 行分の Distance 値を生成する。これによって、動画像の各画像データは、Distance 値の配列情報に変換されることになる。

[0059] <データ連結部 13 について>

データ連結部 13 は、各画像において算出された Distance 値の配列情報を連結する。

[0060] 図 8、図 9 は、データ連結部 13 における Distance 値の連結方法について、説明する図である。図 8 A は、あるタイミングで撮像された画像（以下、「第 1 の画像」又は「第 1 センサ情報」と称する）と、当該第 1 の画像の各ラインにおける Distance 値を表している。図 8 B は、第 1 の画像に続いて撮像された画像（以下、「第 2 の画像」又は「第 2 センサ情報」と称する）と、当該第 2 の画像の各ラインにおける Distance 値を表している。

[0061] 図 9 は、第 1 の画像の各ラインにおける Distance 値と第 2 の画像の各ラインにおける Distance 値を連結したデータ（図 9 の右側のグラフ）を表している。尚、図 9 の左側の画像は、当該連結データに対応する第 1 の画像と第 2 の画像の合成画像である。図 9 において、点線領域 R a は第 1 の画像の領域、一点鎖線領域 R b は第 2 の画像の領域を表している。但し、図 9 の合成画像は、データ連結部 13 の処理を説明するために示すものであり、実際には、生成されないデータである。

[0062] 一般に、動画像におけるフレームレートは、粒子が通流する速度よりも早いため、連続して生成される画像間には、重複して撮像される領域が発生する。そこで、データ連結部 13 は、重複して撮像された領域同士を重ね合わせるようにして、第 1 の画像の Distance 値と第 2 の画像の Distance 値を連結

する。

[0063] データ連結部 13 は、例えば、第 1 の画像の Distance 値の配列情報と、第 2 の画像の Distance 値の配列情報を比較することにより、第 1 の画像と第 2 の画像との間における重複領域を特定する。そして、データ連結部 13 は、当該重複領域同士を重ね合わせるようにして、第 1 の画像の Distance 値と、第 2 の画像の Distance 値とを連結する。データ連結部 13 は、例えば、第 1 の画像の Distance 値と第 2 の画像の Distance 値との差分を 1 ピクセルずつ算出し、Distance 値の差分の合計値（絶対値）が最小となるよう連結してもよい。

[0064] データ連結部 13 は、このような処理を、動画像中の全画像の Distance 値の配列情報について実行し、全画像の Distance 値を連結したデータを生成する（以下、「Distance 値の連結データ」と称する）。

[0065] <データ補正部 14 について>

データ補正部 14 は、Distance 値の連結データから複数の粒子が密着した領域を抽出し、当該領域の Distance 値を補正する。

[0066] 流路 40 中を通流する粒子は、必ずしも、互いに離間した状態となっておらず、他の粒子と密着するようにして通流する場合がある（図 13 を参照）。このような場合、Distance 値の連結データは、粒子 2 個分の Distance 値が分離されていない状態となっており、粒子サイズの算出精度の悪化、及び、粒子の個数の算出精度の悪化を引き起こす要因となる。データ補正部 14 は、かかる観点から、Distance 値の連結データを補正する。

[0067] まず、検出装置 10 が、Distance 値の連結データから各粒子のデータ領域を特定する方法について、説明する。

[0068] 図 10 は、粒子同士が密着していない状態の Distance 値の連結データの一例を示す図である。尚、図 10 において、領域 L1 が一の粒子のデータ領域に相当し、領域 L2 が一の粒子に続いて通流する他の粒子のデータ領域に相当する。又、Distance 値が 0 付近まで低下した領域 Lt が一の粒子と他の粒子の境界のデータ領域に相当する。

[0069] 流路40内において粒子は、一個ずつ順番に通流するため、一の粒子と他の粒子が密着していない場合、Distance値の連結データには、図10に示すように、一の粒子と他の粒子の間に、Distance値が「0」まで低下する境界領域 L_t が表出する。

[0070] 検出装置10は、Distance値の連結データの当該データ特性を考慮して、粒子の通流する前方向（プラスY方向）から後方向（マイナスY方向）に向かってDistance値を順番に探索し、Distance値が「0」まで低下している領域から、Distance値が所定の閾値（ここでは、「10」）よりも大きくなった位置を一の粒子の領域の開始位置と特定する。そして、検出装置10は、粒子の領域の開始位置から、Distance値が所定の閾値（ここでは、「10」）よりも小さくなる位置までの間を当該粒子の領域と特定する。

[0071] 但し、一の粒子と他の粒子が密着するようにして通流している場合、一の粒子と他の粒子の間の境界領域においても、Distance値は、所定の閾値（ここでは、「10」）以下とならない。そこで、データ補正部14は、一の粒子に係るDistance値の配列情報と他の粒子に係るDistance値の配列情報を互いに分離するべく、当該境界領域におけるDistance値を粒子の前端を識別する際の所定の閾値（ここでは、「10」）以下まで低下させる。

[0072] 図11、図12及び図13は、データ補正部14における補正処理について、説明する図である。尚、図11、図12及び図13は、同一領域のDistance値の配列情報を示している。

[0073] データ補正部14は、一個の粒子の前端と後端の間にDistance値の極小値が存在するか否かを判定し、当該極小値によって、一の粒子と他の粒子が密着している状態及び密着している位置を特定する。

[0074] 具体的には、データ補正部14は、まず、Distance値の連結データから、Distance値が「100」の位置を特定する（図11Aを参照）。次に、データ補正部14は、Distance値の時間的変化のデータのうち、Distance値が「100」以下の位置のDistance値を「0」にする（図11Bを参照）。次に、データ補正部14は、Distance値の微分値（即ち、隣接する画素間におけるD

istance値の差)を算出する(図11Cを参照)。尚、図11Cでは、粒子の通流方向の前方側から後方側(即ち、プラスY方向からマイナスY方向)に向かって、Distance値の微分値を算出している。これによって、表出したDistance値の微分値が「-100」となる位置が、粒子の後端側の位置に該当する。

[0075] 次に、データ補正部14は、図11CのDistance値の微分値に基づいて、粒子の後端側の位置を特定し、当該粒子の後端側の位置を基準として、粒子の通流方向の前方側から後方側(即ち、プラスY方向からマイナスY方向)に向かって30画素分のDistance値を探索する(図12)。この際、データ補正部14は、当該粒子の後方側30画素分の領域において、Distance値の極小値が存在するか(即ち、プラスY方向からマイナスY方向に向かって、Distance値が減少した後に再び増加しているデータ特性となっているか)否かを判定し、Distance値の極小値が存在する場合、当該極小値の位置(図12のX点)を特定する。これにより、データ補正部14は、一の粒子と他の粒子が密着した状態を抽出すると共に、Distance値が極小値となるX点を、隣接する一の粒子と他の粒子の境界位置と特定する。

[0076] 尚、データ補正部14は、この際、粒子の後方側30画素分のDistance値が、単調的に減少している場合には、複数の粒子が密着した状態ではないと判断して、特に、処理を行わない。

[0077] 次に、データ補正部14は、Distance値の連結データのうち、図12で特定したX点の位置におけるDistance値を「0」に補正する(図13を参照)。図13の左グラフは、補正処理を行う前のDistance値の連結データを示す図である。図13の右グラフは、補正処理を行った後のDistance値の連結データを示す図である。

[0078] つまり、補正後のDistance値の連結データは、一の粒子と他の粒子が密着する位置においても、Distance値がゼロまで低下した後に再び増加するようなカーブを描くようなデータとなる(図13の右グラフを参照)。これによって、検出装置10(粒子個数算出部15及び粒子サイズ算出部16)は、

当該Distance値の連結データに基づいて、密着する一の粒子と他の粒子とを分離して、粒子サイズ及び粒子個数の算出を行うことが可能となる。

[0079] 尚、上記では、粒子サイズがおよそ直径100 μ mである粒子の場合のデータ補正方法を示した。データ補正部14は、一の粒子と他の粒子が密着する位置を抽出する際に、Distance値「100」を基準値とした。しかしながら、個々の粒子の粒子サイズ、又は一の粒子と他の粒子が密着する密着度合いは、種々に変化し得る。かかる観点から、データ補正部14は、より好適には、上記したようなDistance値「100」を基準値とした密着位置特定処理に加えて、Distance値「90」を基準値とした密着位置特定処理、及び、Distance値「80」を基準値とした密着位置特定処理を実行する。これによって、より確実に、一の粒子と他の粒子とを分離可能にしたDistance値の連結データに補正することが可能である。

[0080] 尚、目的とする粒子サイズが異なる場合には、データ補正部14におけるDistance値の基準値は、適宜変更しうる。

[0081] <粒子個数算出部15について>

粒子個数算出部15は、データ補正部14で補正したDistance値の連結データに基づいて、粒子群Aa11に含まれる粒子の個数を算出する。

[0082] 粒子個数算出部15は、Distance値の連結データから各粒子のデータ領域を特定し、これによって、粒子群Aa11に含まれる粒子の個数を算出する。具体的には、粒子個数算出部15は、図10を参照して説明したように、まず、補正後のDistance値の連結データを粒子の通流する前方向から後方向に向かってDistance値を順番に探索し、Distance値が0まで低下している領域からDistance値が所定の閾値（ここでは、「10」）よりも大きくなった位置を一の粒子の領域の開始位置と特定する。そして、粒子個数算出部15は、当該粒子の領域の開始位置から、Distance値が所定の閾値（ここでは、「10」）よりも小さくなる位置までの間を当該粒子のデータ領域と特定する。

[0083] そして、粒子個数算出部15は、Distance値の連結データ中における粒子

のデータ領域の個数をカウントすることによって、粒子群A a l lに含まれる全粒子の個数を算出する。

[0084] <粒子サイズ算出部16について>

粒子サイズ算出部16は、データ補正部14で補正したDistance値の連結データに基づいて、粒子群A a l lに含まれる粒子の粒子サイズ（面積又は直径等）の分布を算出する。

[0085] 具体的には、まず、粒子サイズ算出部16は、図10を参照して説明したように、補正後のDistance値の連結データを、粒子の通流する前方向から後方向に向かってDistance値を順番に探索し、補正後のDistance値の連結データ中における各粒子のデータ領域を特定する。

[0086] 次に、粒子サイズ算出部16は、一個の粒子の粒子サイズを算出する際には、当該粒子のデータ領域におけるDistance値を、当該粒子の前端側から後端側まで積算する（図7を参照）。そして、粒子サイズ算出部16は、各粒子のデータ領域に対して同様の処理を実行し、これによって、粒子群A a l lに含まれる各粒子の粒子サイズを算出する。

[0087] このように、粒子サイズ算出部16は、データ補正部14で補正したDistance値の連結データに基づいて、粒子群A a l lに含まれる全粒子の粒子サイズの分布を算出する。尚、このようにして算出された粒子の粒子サイズは、画像内における粒子の面積に相当する。

[0088] 尚、粒子サイズ算出部16は、各粒子を完全球体と仮定して、 $S = \pi \times r^2$ （但し、Sは面積、rは粒子の半直径）の公式から、各粒子の直径（即ち、 $2 \times r$ ）を算出し、粒子群A a l lに含まれる全粒子の直径の分布を算出してもよい。又、粒子サイズ算出部16は、粒子の粒子サイズの単位を、画素数基準の単位から、S l 単位系（例えば、 μm 単位）に変換してもよい。

[0089] 図14は、粒子サイズ算出部16によって算出された粒子の直径と、従来技術に係る手法によって算出された粒子の直径を比較した図である。

[0090] 図14A、図14B、図14C、及び図14Dにおいては、それぞれ、画像内に映る粒子の直径が算出されている。

[0091] 従来技術に係る手法としては、公知の画像解析ソフト I m a g e J を用いている。当該手法は、画像内における粒子の領域を手作業で設定させ、当該粒子の領域から当該粒子の直径を算出するものである。尚、当該手法は、高精度に粒子の粒子サイズを算出可能であるものの、手作業を含むため画像処理に長時間を要する。

[0092] 図 1 4 A、図 1 4 B、図 1 4 C、及び図 1 4 D から分かるように、粒子サイズ算出部 1 6 によって算出された粒子のサイズと、従来手法によって算出された粒子のサイズとは、略同一の値となっている。つまり、本実施形態に係る粒子サイズ算出部 1 6 によれば、簡易な手法で、高精度に画像内における粒子を特定することが可能であることが分かる。

[0093] 尚、図 1 4 では、一個の粒子の粒子サイズのみを示しているが、粒子サイズ算出部 1 6 は、粒子群 A a l l に含まれる全粒子の粒子サイズを算出する。

[0094] <画像解析処理のフローについて>

図 1 5 は、本実施形態に係る検出装置 1 0 が行う画像解析処理のフローの一例を示す図である。

[0095] 検出装置 1 0（センサ情報取得部 1 1）は、まず、イメージセンサ 2 0 を用いて、貯留槽 3 0 0 内に貯留された粒子群 A a l l の移送が開始されてから、貯留槽 3 0 0 内の粒子群 A a l l のすべての粒子の移送が完了するまでの間の動画像を取得する（ステップ S 1）。次に、検出装置 1 0（粒子幅算出部 1 2）は、イメージセンサ 2 0 のセンサ値の流路 4 0 の幅方向における分布に基づいて、動画像中の画像それぞれについて、画像の各行の distance 値を算出する（ステップ S 2）。次に、検出装置 1 0（データ連結部 1 3）は、各画像において算出された distance 値を連結する（ステップ S 3）。次に、検出装置 1 0 は（データ補正部 1 4）、ステップ S 3 で生成した distance 値の連結データを、密着する一の粒子と他の粒子とを分離することが可能になるように、補正する（ステップ S 4）。次に、検出装置 1 0（粒子個数算出部 1 5）は、ステップ S 4 で補正した distance 値の連結データに基づいて

、粒子群に含まれる粒子の個数を算出する（ステップS5）。次に、検出装置10（粒子サイズ算出部16）は、ステップS4で補正したdistance値の連結データに基づいて、粒子群に含まれる粒子の粒子サイズの分布を算出する（ステップS6）。

[0096] 尚、ステップS1～ステップS6の各工程の詳細は、上記した通りである。

[0097] このようにして、検出装置10は、粒子群Aa11に含まれる粒子の粒子サイズの分布、及び粒子群Aa11に含まれる粒子の個数を推定する。

[0098] [効果]

以上のように、本実施形態に係る検出装置10は、流路40の所定領域R1を時間的に連続して撮像するイメージセンサ20のセンサ値を取得する入力部10Xと、流路40の幅方向におけるイメージセンサ20のセンサ値の分布の時間的変化に基づいて、移送された粒子の粒子サイズの分布、又は移送された粒子の個数を推定する演算部10Yと、を備えている。

[0099] 従って、本実施形態に係る検出装置10によれば、簡易な手法で、且つ、高精度に、観察対象の粒子群Aa11に含まれる粒子の粒子サイズの分布、又は粒子の個数を検出することができる。特に、本実施形態に係る検出装置10によれば、パターン認識等を用いて画像に映る粒子を識別する手法（例えば、粒子領域を検出する処理や、又はテンプレートマッチング処理）と比較すると、処理負荷が小さく、処理速度の向上を図ることができる点で、有用である。

[0100] 又、特に、本実施形態に係る検出装置10は、光源30から発せられ、流路40を透過した透過光に基づいて、粒子の粒子サイズ等を推定する。従って、本実施形態に係る検出装置10によれば、蛍光剤を含有させて粒子を発光させて粒子の粒子サイズ等を推定する従来公知の手法と比較しても、高精度な推定が可能である。

[0101] （第2の実施形態）

次に、図16を参照して、第2の実施形態に係る検出システム1について

説明する。本実施形態に係る検出システム 1 は、イメージセンサ 20 が線状領域のみを撮像するように構成されている（ラインセンサとも称される）点で、第 1 の実施形態と相違する。尚、第 1 の実施形態と共通する構成については、説明を省略する。

[0102] 図 16 は、第 2 の実施形態に係る検出システム 1 の構成の一例を示す図である。尚、図 16 では、光源 30 及び貯留槽 300 の図示を省略している。

[0103] 本実施形態に係るイメージセンサ 20 は、図 16 に示すように、流路 40 の幅方向における一端と他端との間の領域を含む線状領域のみを撮像対象領域 R1 とする。従って、イメージセンサ 20 によって検出された線状領域のセンサ値の分布は、第 1 の実施形態で説明した図 4 B、図 4 C 等と同様に表出する。

[0104] 本実施形態に係る検出装置 10（粒子幅算出部 12）は、第 1 の実施形態で説明した手法と同様の手法によって、イメージセンサ 20 が検出したセンサ情報から、粒子の Distance 値（即ち、流路 40 の幅に対する粒子の占有幅）を算出する。但し、本実施形態においては、イメージセンサ 20 が検出したセンサ情報の時間的変化の中には、重複領域は存在しないため、検出装置 10 は、異なるタイミングで撮像された撮像対象領域 R1 のセンサ情報を重ね合わせる処理（上記したデータ連結部 13 の処理）を行う必要はない。換言すると、当該イメージセンサ 20 に生成されたセンサ情報は、直接、Distance 値の連結データに変換することができる。

[0105] 以上のように、本実施形態に係る検出装置 10 によれば、イメージセンサ 20 が線状領域のみを撮像するように構成されているため、より一層の処理負荷の軽減及び処理速度の向上を図ることができる。

[0106]（その他の実施形態）

本発明は、上記実施形態に限らず、種々に変形態様が考えられる。

[0107] 上記実施形態では、検出システム 1 による観察対象の一例として、貯留槽 300 に貯留された粒子群 A a 11 を示した。しかしながら、本発明に係る検出システム 1 による観察対象としては、一定時間内に流路 40 内を移送さ

れた粒子であってもよい。例えば、検出システム 1 は、ドロップレット生成装置 100 から生成される粒子を、ドロップレット流路 190 において検出してもよい。

[0108] 又、上記実施形態では、検出システム 1 による観察対象の一例として、液滴状の粒子を示した。しかしながら、本発明に係る検出システム 1 による観察対象としては、固体状の粒子であってもよい。

[0109] 又、上記実施形態では、検出システム 1 の適用対象の一例として、ドロップレット生成装置 100 の性能試験に適用する態様を示した。しかしながら、本発明に係る検出システム 1 の適用対象は、任意であり、例えば、流路 40 内を移送される粒子の品質管理等の用途にも適用し得る。

[0110] 又、上記実施形態では、流路 40 の一例として、ガラス管を示した。しかしながら、流路 40 としては、チューブ、又は、ガラス基板上に形成された溝等が用いられてもよい。

[0111] 又、上記実施形態では、光源 30 の一例として、白色ランプを示した。しかしながら、光源 30 としては、レーザ、発光ダイオード、白熱光源、又は、蛍光光源等が用いられてもよい。

[0112] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

[0113] 本出願は、2018年6月29日出願の特願2018-124245に基づく優先権を主張する。当該出願明細書および図面に記載された内容は、すべて本願明細書に援用される。

産業上の利用可能性

[0114] 本開示に係る検出装置によれば、観察対象の粒子群に含まれる粒子の粒子サイズの分布や、又は粒子の個数を、簡易な手法で、且つ、高精度に、検出可能である。

符号の説明

[0115] 1 検出システム

- 1 0 検出装置
- 1 0 X 入力部
- 1 0 Y 演算部
- 1 1 センサ情報取得部
- 1 2 粒子幅算出部
- 1 3 データ連結部
- 1 4 データ補正部
- 1 5 粒子個数算出部
- 1 6 粒子サイズ算出部
- 2 0 イメージセンサ
- 3 0 光源
- 4 0 流路
- 1 0 0 ドロップレット生成装置
- 3 0 0 貯留槽
- A a 1 1 粒子群

請求の範囲

- [請求項1] 流路内を一個ずつ移送される粒子の粒子群全体としての状態を検出する検出装置であって、
- 前記流路の所定領域を時間的に連続して撮像するイメージセンサのセンサ値を取得する入力部と、
- 前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的変化に基づいて、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の粒子サイズの分布、又は前記粒子の個数を推定する演算部と、
- を備える検出装置。
- [請求項2] 前記演算部は、前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的変化に係るデータを、粒子幅の時間的変化に係るデータに変換する
- 請求項1に記載の検出装置。
- [請求項3] 前記演算部は、前記粒子毎に、前記粒子の前端側から後端側までの間の前記粒子幅の積算値を算出することにより、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の粒子サイズの分布を推定する
- 請求項2に記載の検出装置。
- [請求項4] 前記演算部は、前記粒子の前端と後端の間に前記粒子幅の極小値が存在する場合、当該極小値の位置における前記粒子幅を前記粒子の前端を識別する際の所定値以下まで低下させる
- 請求項2又は3に記載の検出装置。
- [請求項5] 前記演算部は、前記極小値の存在の有無を判定する際、二以上の基準値を用いる
- 請求項4に記載の検出装置。
- [請求項6] 前記演算部は、前記粒子幅の時間的変化に係るデータに基づいて、各別の前記粒子のデータ領域を識別し、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の個数をカウントする
- 請求項2乃至5のいずれか一項に記載の検出装置。

- [請求項7] 前記粒子は、液滴状の粒子である
請求項2乃至6のいずれか一項に記載の検出装置。
- [請求項8] 前記演算部は、前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布が、前記粒子が存在しない領域、前記粒子の中央部分の領域、及び、前記粒子の端部領域のいずれに該当するかを識別して、前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的变化に係るデータを、粒子幅の時間的变化に係るデータに変換する
請求項7に記載の検出装置。
- [請求項9] 前記イメージセンサは、前記イメージセンサから見て前記流路の背部に配設された光源から発せられ、前記流路を透過した光の強度を検出する
請求項1乃至8のいずれか一項に記載の検出装置。
- [請求項10] 前記イメージセンサは、前記流路の幅方向における一端と他端との間の領域を含む二次元領域を撮像する
請求項1乃至9のいずれか一項に記載の検出装置。
- [請求項11] 前記演算部は、第1タイミングで前記イメージセンサに生成された第1センサ情報と、前記第1タイミングに続く第2タイミングで前記イメージセンサに生成された第2センサ情報とを参照して、前記第1センサ情報と前記第2センサ情報との間における重複領域を重ね合わせるようにして、前記第1センサ情報と前記第2センサ情報とを連結する
請求項10に記載の検出装置。
- [請求項12] 前記イメージセンサは、前記流路の幅方向における一端と他端との間の領域を含む線状領域を撮像する
請求項1乃至9のいずれか一項に記載の検出装置。
- [請求項13] 前記粒子群は、貯留槽に貯留された粒子群である
請求項1乃至12のいずれか一項に記載の検出装置。

[請求項14] ドロップレット生成装置の性能試験に適用される

請求項1乃至13のいずれか一項に記載の検出装置。

[請求項15] 流路内を一個ずつ移送される粒子の粒子群全体としての状態を検出する検出方法であって、

前記流路の所定領域を時間的に連続して撮像するイメージセンサのセンサ値を取得する工程と、

前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的変化に基づいて、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の粒子サイズの分布、又は前記粒子の個数を推定する工程と、

を備える検出方法。

[請求項16] 流路内を一個ずつ移送される粒子の粒子群全体としての状態を検出する検出プログラムであって、

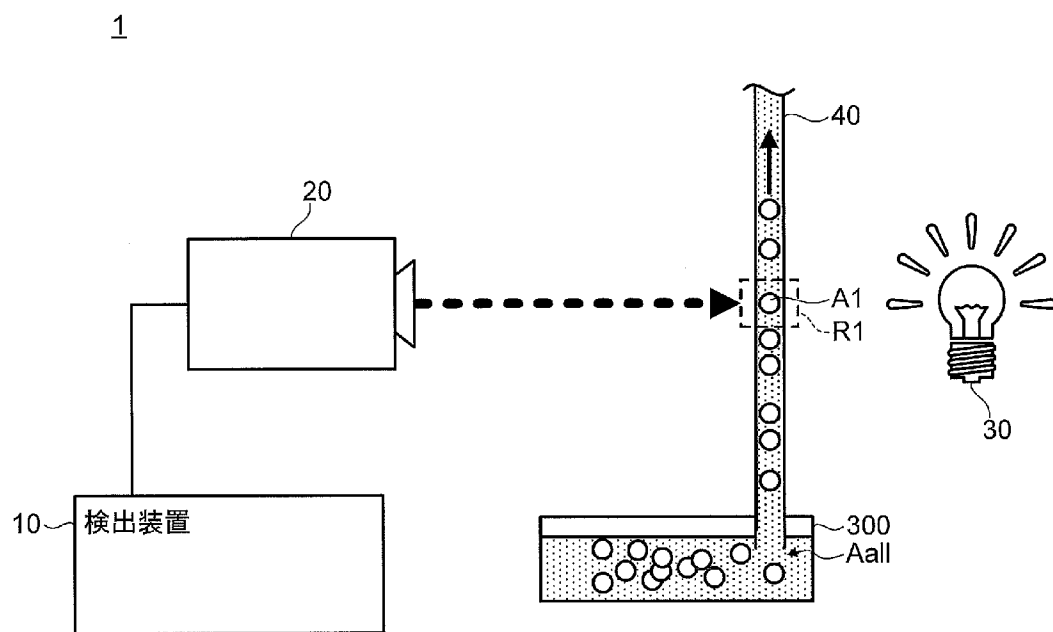
コンピュータに、

前記流路の所定領域を時間的に連続して撮像するイメージセンサのセンサ値を取得する処理と、

前記流路の幅方向における前記イメージセンサのセンサ値の分布の時間的変化に基づいて、移送された前記粒子群に含まれる前記粒子の粒子サイズの分布、又は前記粒子の個数を推定する処理と、

を実行させる検出プログラム。

[図1]



[図2]

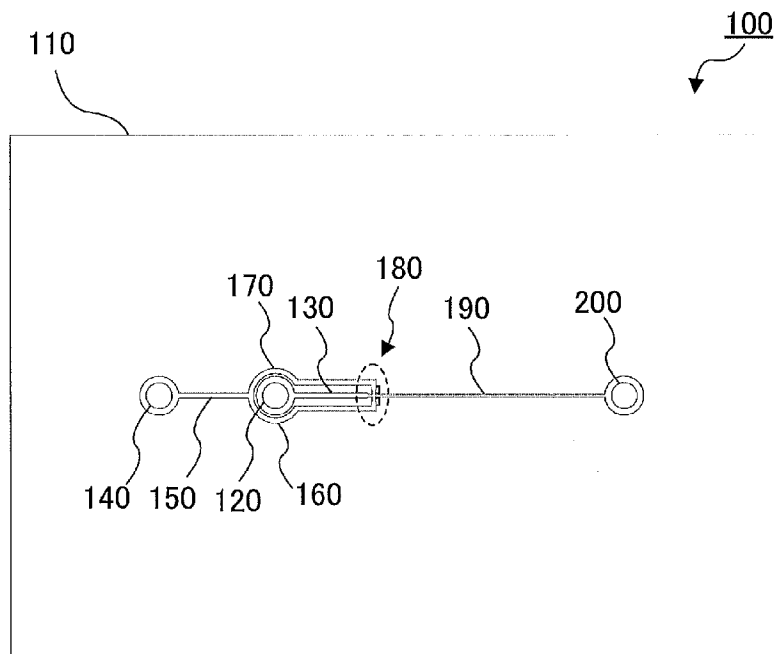


図2A

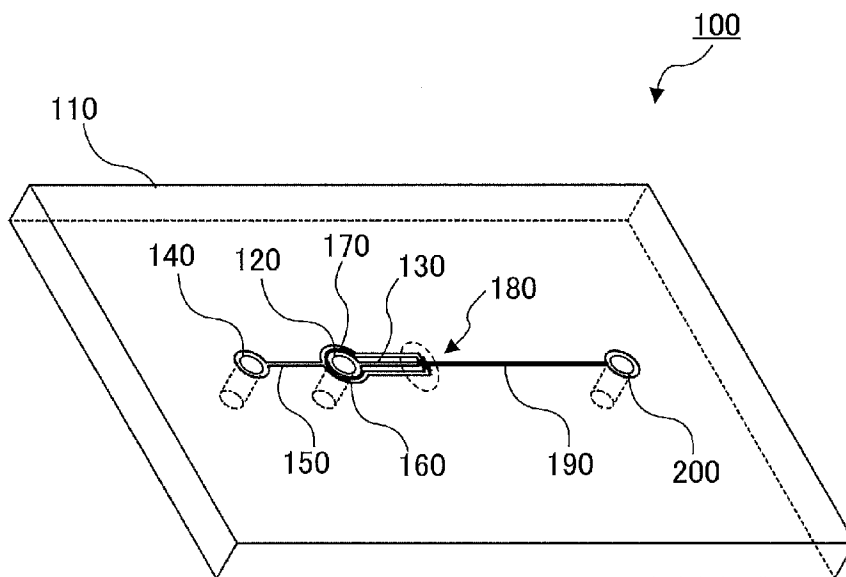
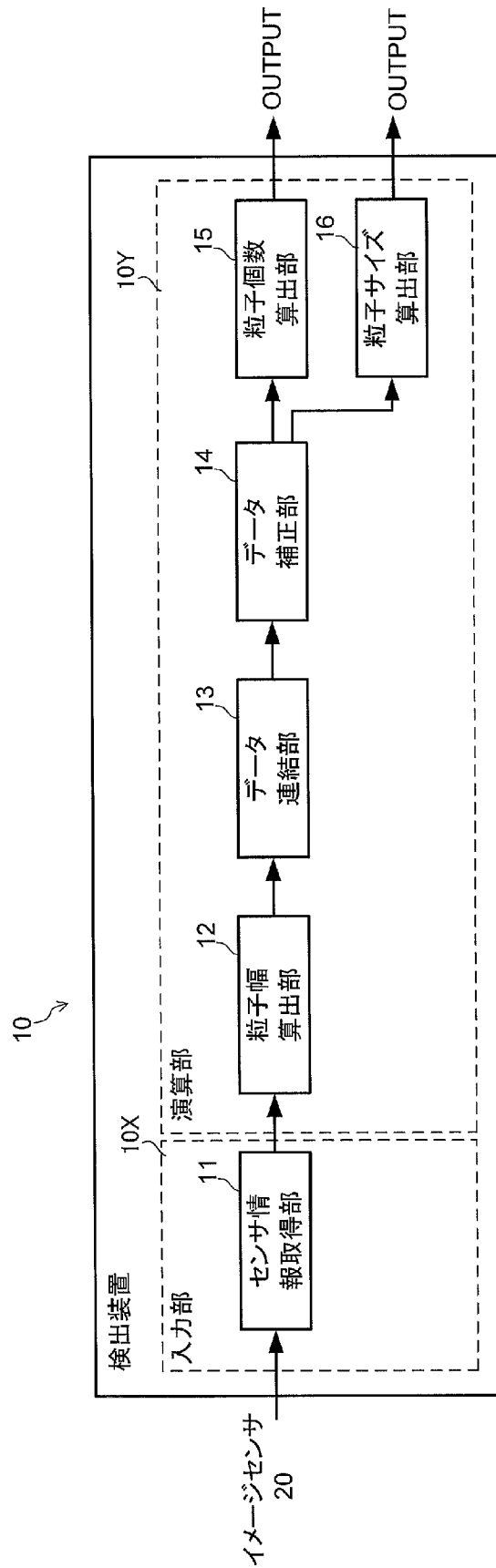


図2B

[図3]



[図4]

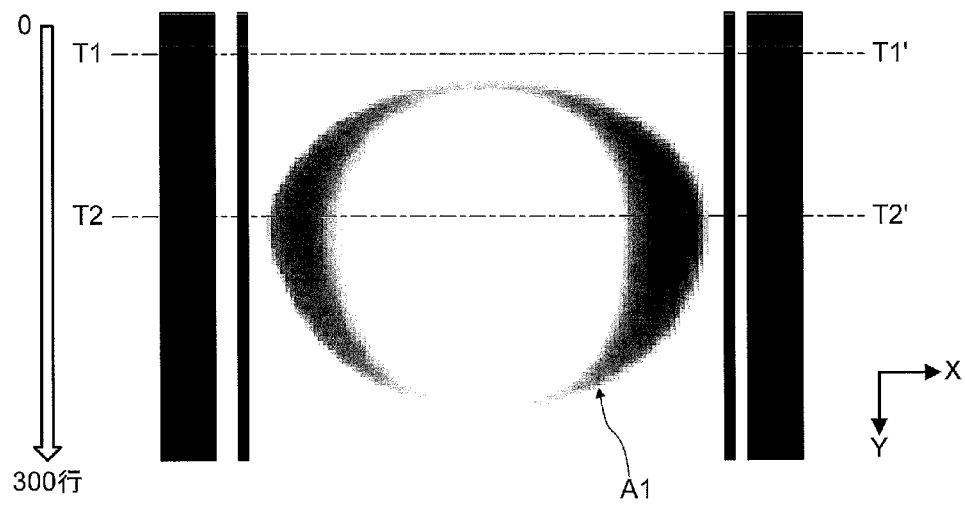


図4A

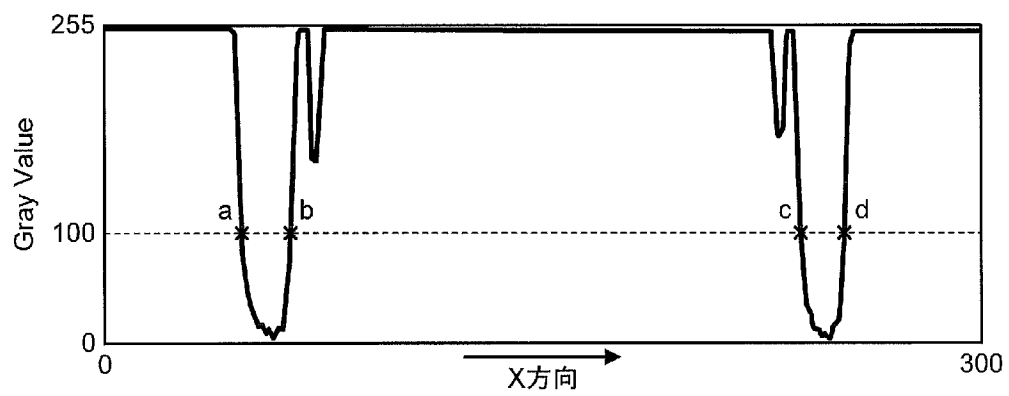


図4B

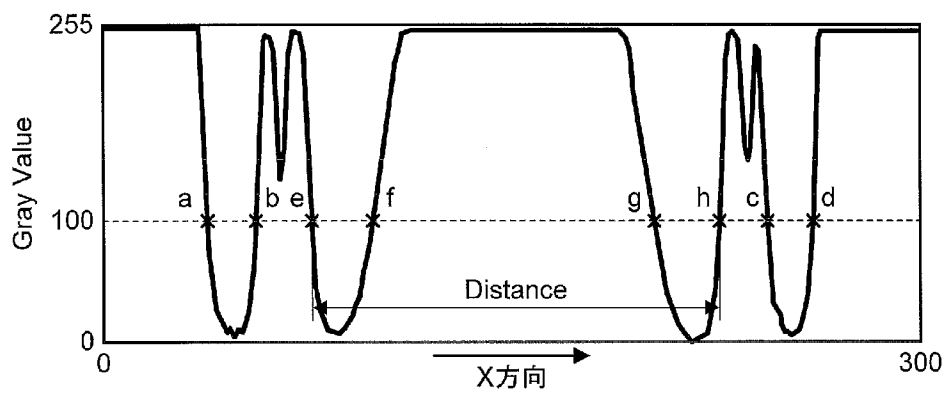


図4C

[図5]

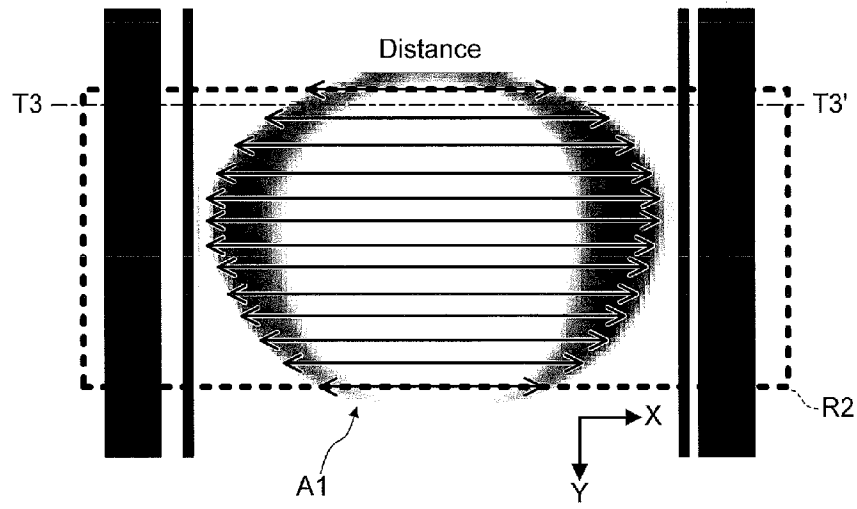


図5A

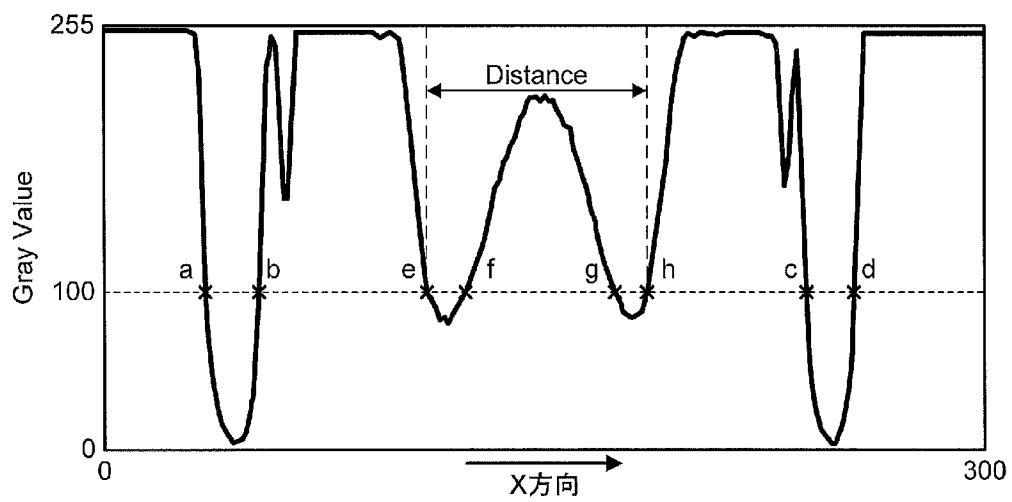


図5B

[図6]

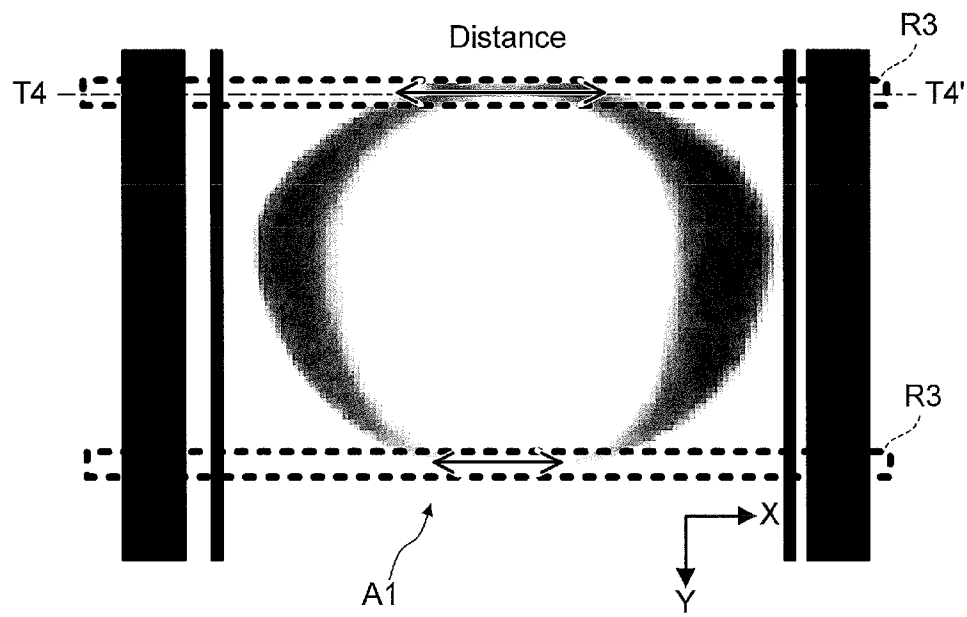


図6A

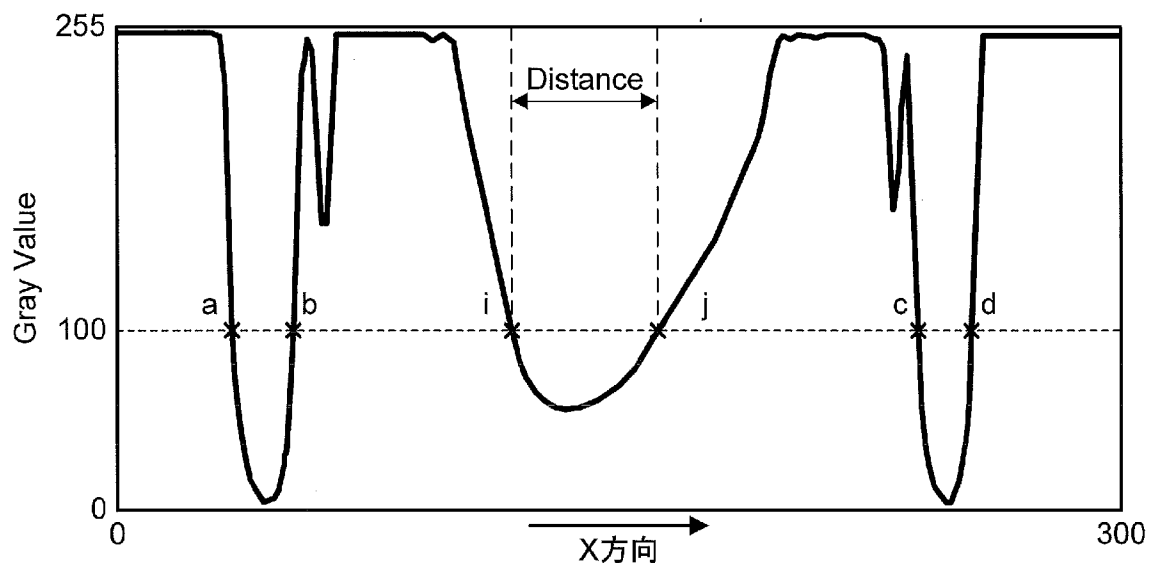


図6B

[図7]

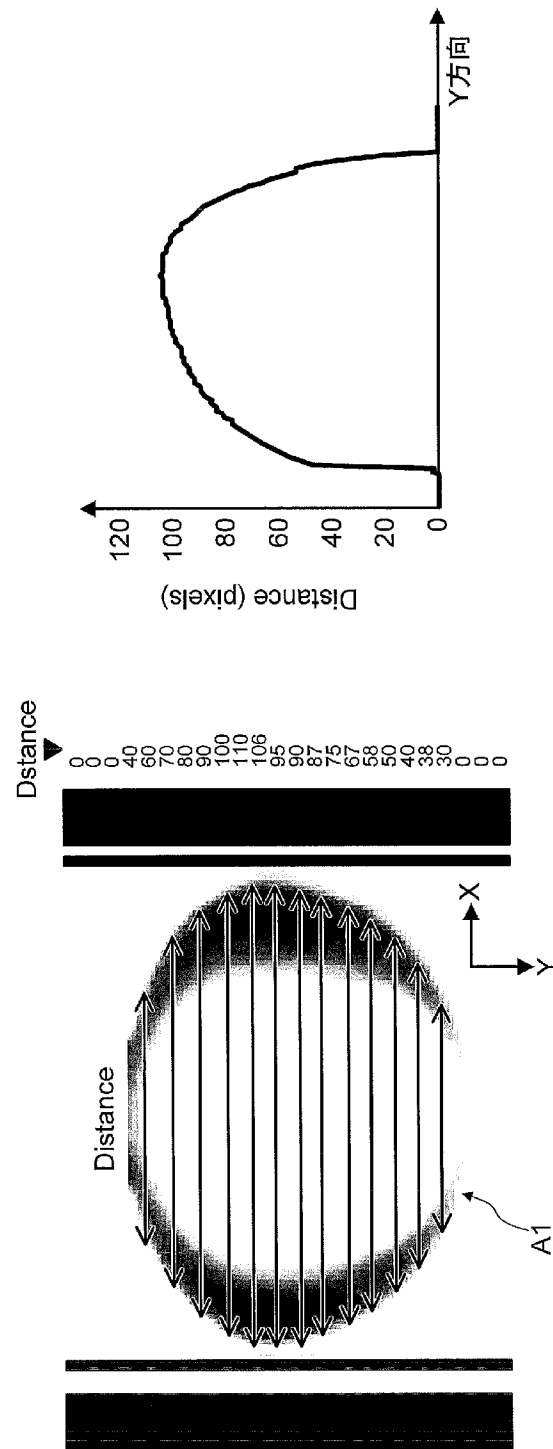
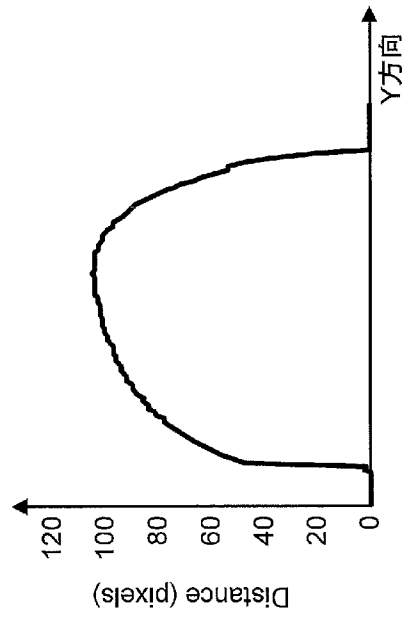


図7B



[図8]

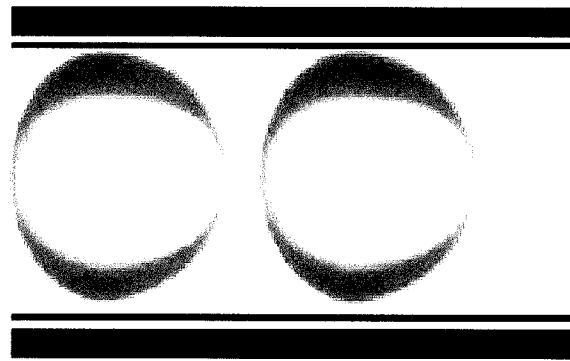
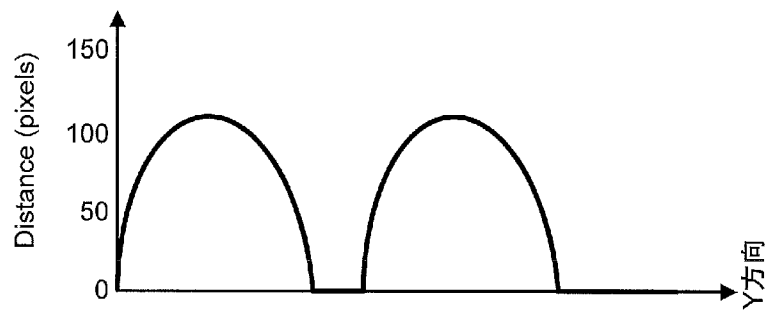


図8B

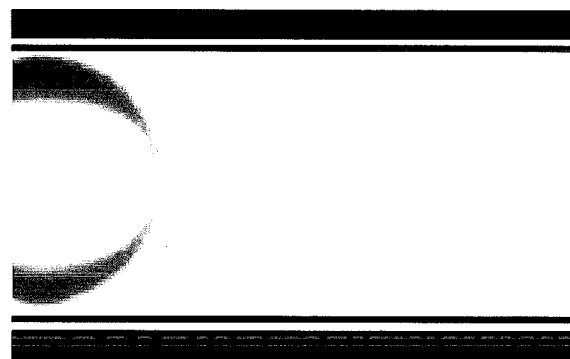
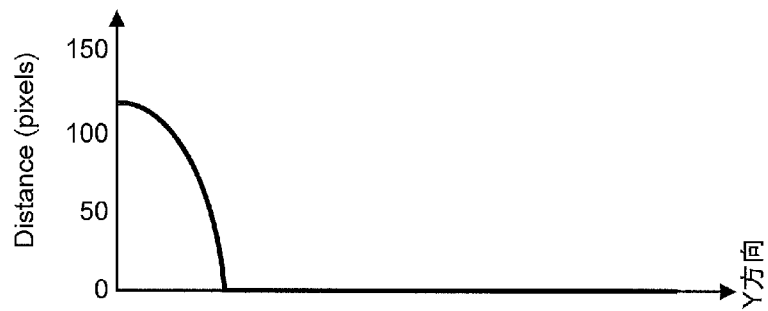
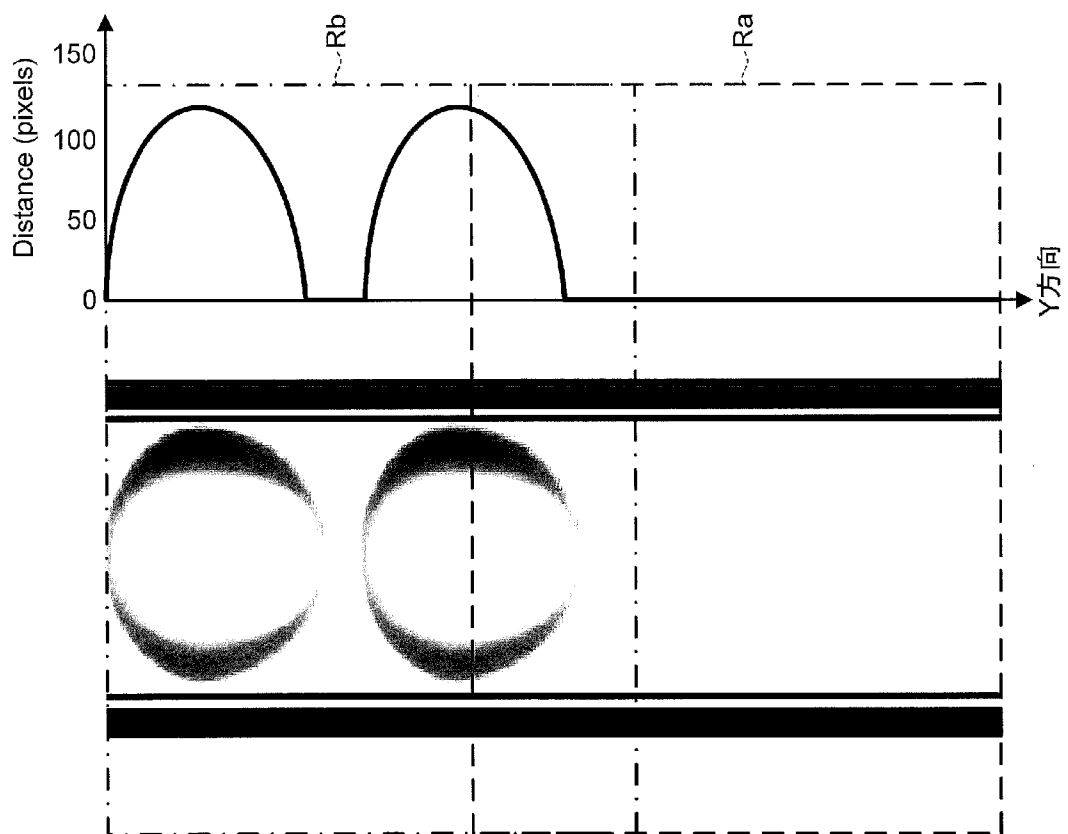
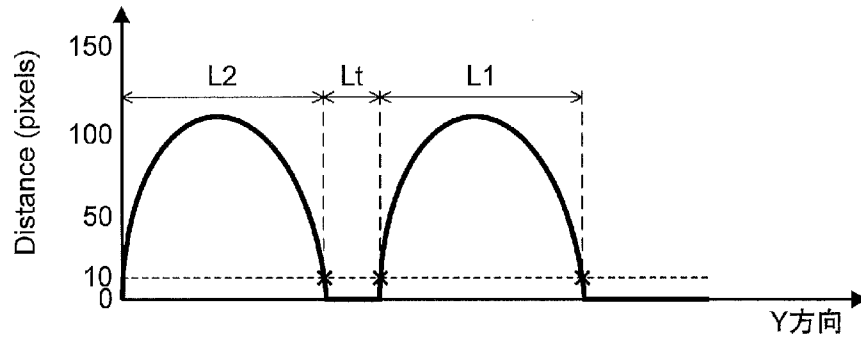


図8A

[図9]



[図10]



[図11]

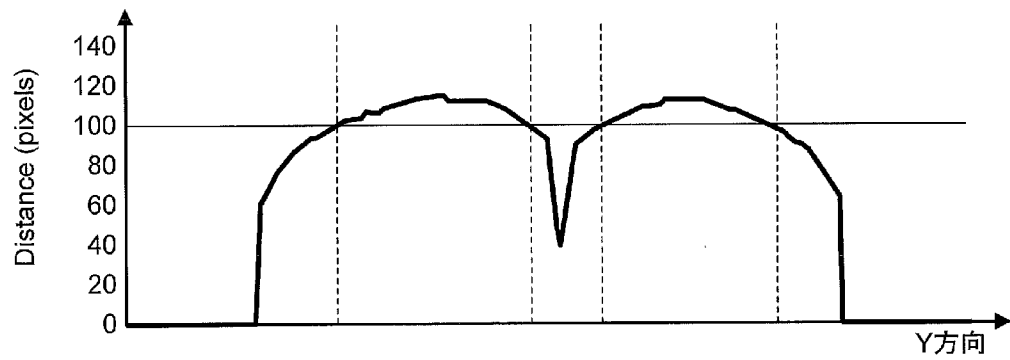


図11A

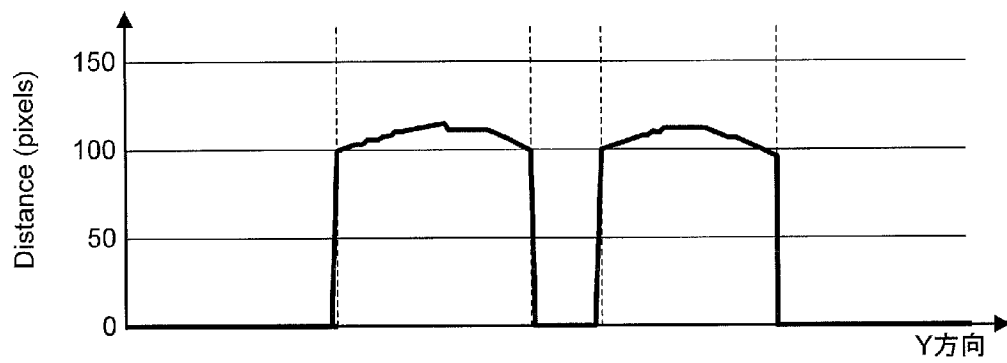
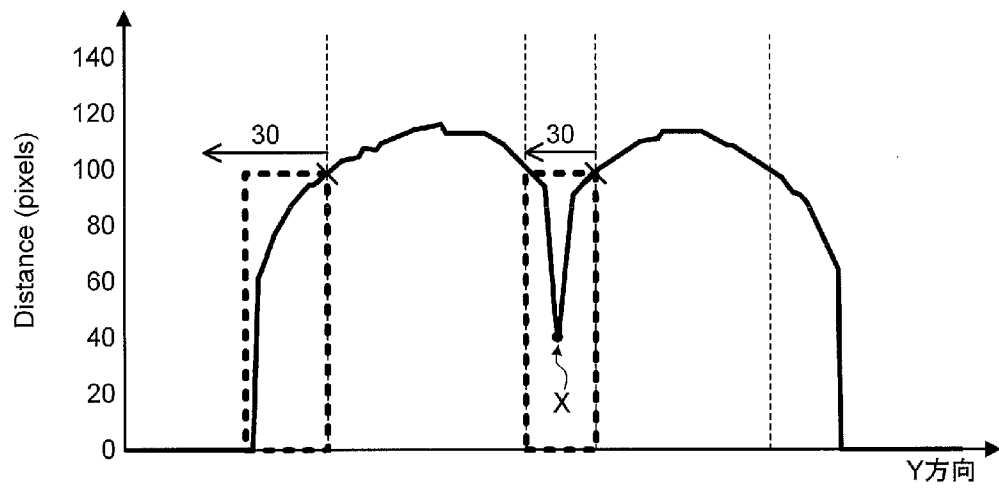


図11B

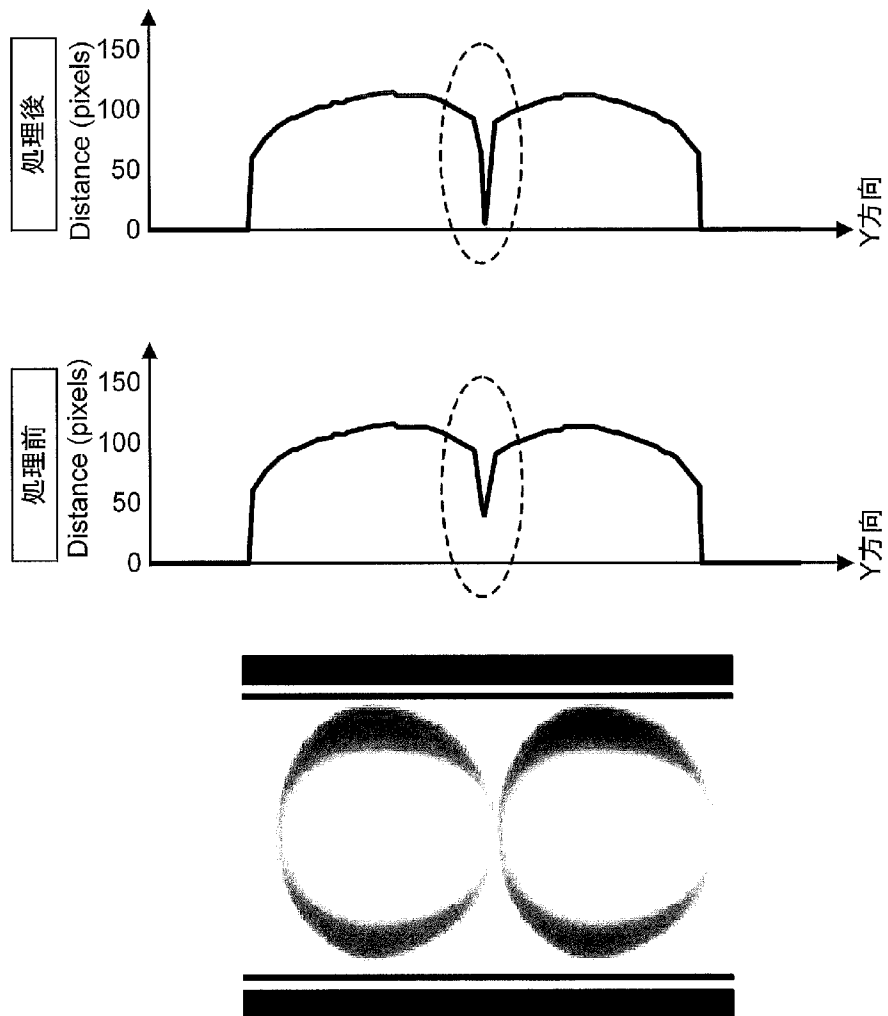


図11C

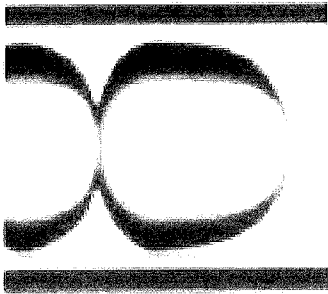
[図12]



[図13]

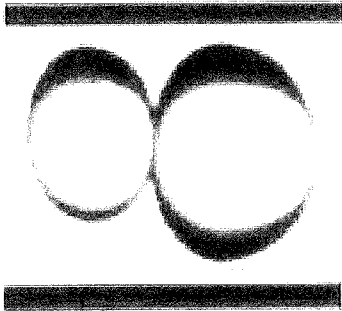


[図14]



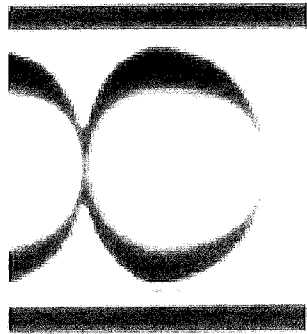
本願発明: 131.97 μm
従来技術: 132.72 μm
差 : -0.75 μm

図14D



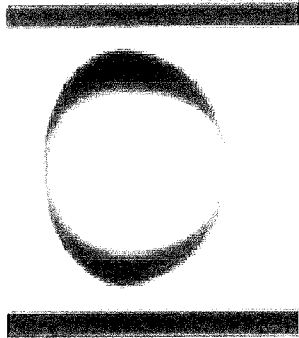
本願発明: 88.70 μm
従来技術: 90.60 μm
差 : -1.89 μm

図14C



本願発明: 117.13 μm
従来構成: 118.23 μm
差 : -1.09 μm

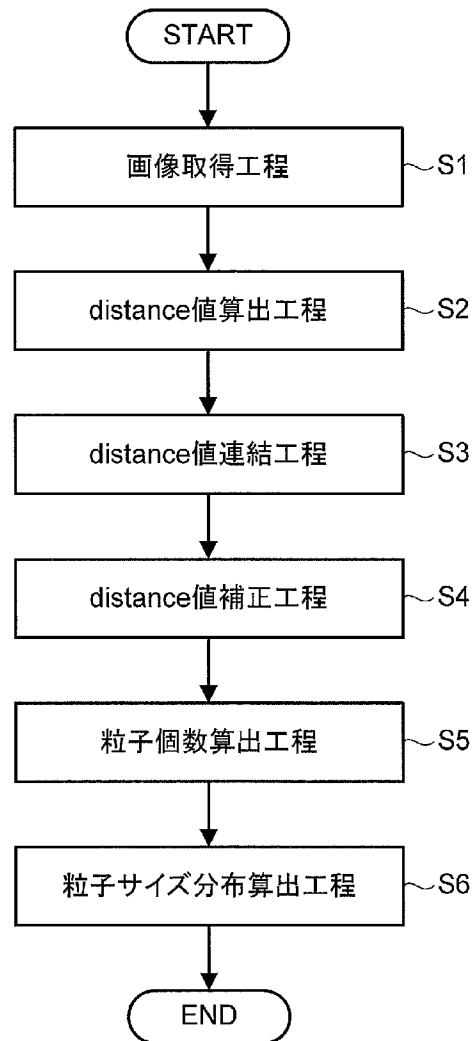
図14B



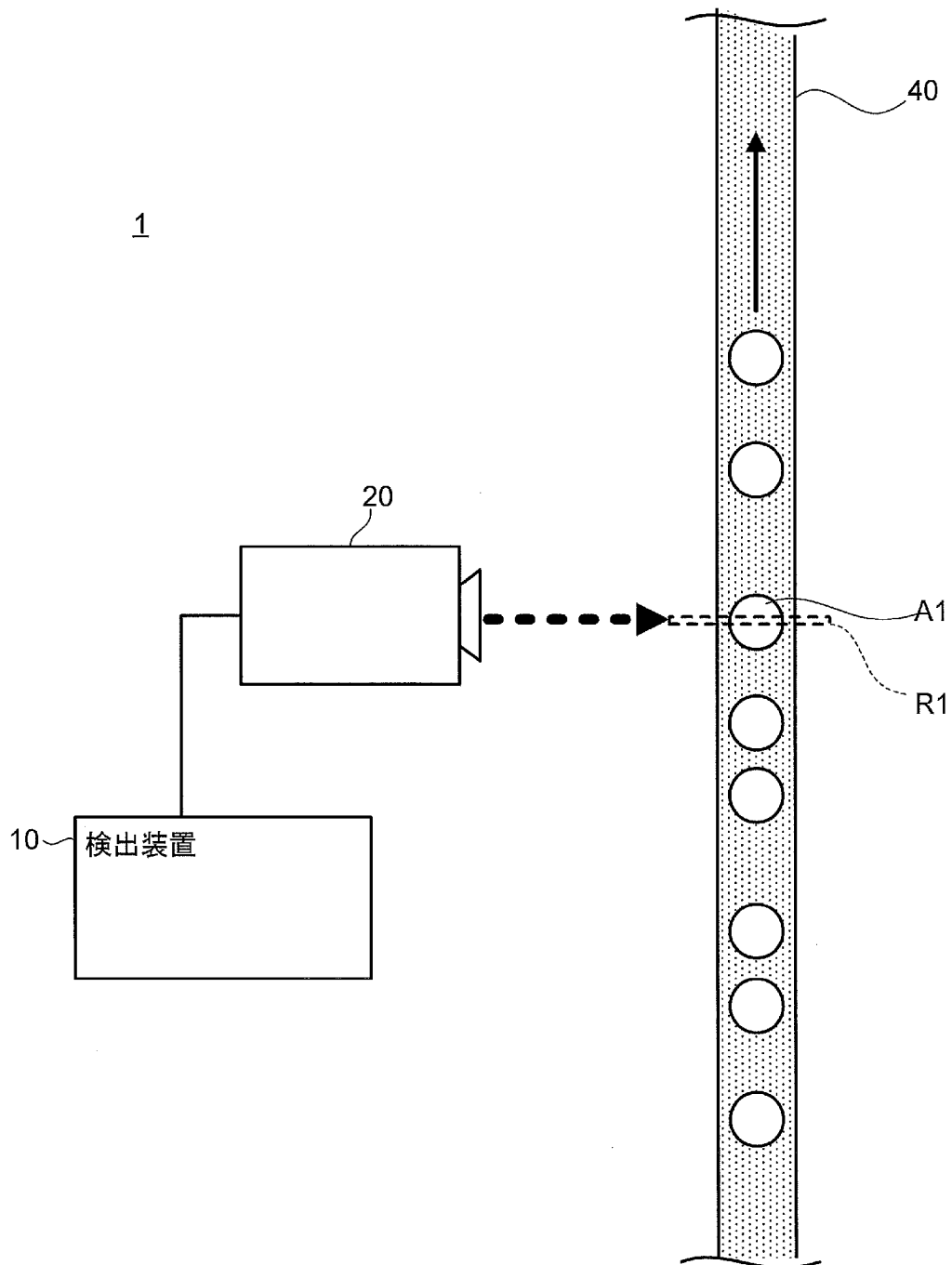
本願発明: 116.83 μm
従来構成: 118.26 μm
差 : -0.42 μm

図14A

[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/025025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01N15/14(2006.01)i, G01N15/10(2006.01)i, G01N37/00(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. G01N15/14, G01N15/10, G01N37/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 A	JP 53-83677 A (RIKAGAKU KENKYUSHO) 24 July 1978, page 2, upper left column, line 19 to lower left column, line 20, page 2, lower right column, lines 1-15, fig. 3 (Family: none)	1-3, 6-16 4-5
Y A	JP 2015-520397 A (MALVERN INSTRUMENTS LIMITED) 16 July 2015, paragraphs [0025], [0032], [0034], [0045], [0046], [0050], fig. 2 & US 2015/0338334 A1, paragraphs [0039], [0065], [0067], [0078], [0079], [0082] & WO 2013/190326 A2 & EP 2864760 A1 & CN 104704343 A	1-3, 6-16 4-5



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
17 September 2019 (17.09.2019)

Date of mailing of the international search report
24 September 2019 (24.09.2019)

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/JP2019/025025

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 2014-507662 A (BIO-RAD LABORATORIES, INC.) 27 March 2014, paragraphs [0012]-[0015], fig. 3 & US 2013/0050782 A1, paragraphs [0027]-[0031], fig. 3 & WO 2012/115979 A1 & EP 2678660 A1	11
A	JP 6-058928 A (TOA MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.) 04 March 1994, paragraphs [0017]-[0026], fig. 1-4 & US 5457526 A, column 5, line 50 to column 8, line 7, fig. 1-4	1-16
A	JP 59-154337 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 03 September 1984, page 2, lower right column, line 17 to page 3, upper left column, line 4 (Family: none)	4-5

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, G01N15/10(2006.01)i, G01N37/00(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. G01N15/14, G01N15/10, G01N37/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 53-83677 A（理化学研究所） 1978.07.24, 第2頁左上欄第19行-左下欄第20行、第2頁右下 欄第1-15及び第3図 (ファミリーなし)	1-3, 6-16 4-5
Y A	JP 2015-520397 A（マルバーン インストゥルメンツ リミテッド） 2015.07.16, 段落 [0025] [0032] [0034] [0045] [0046] [0050] 及び図2 & US 2015/0338334 A1, 段落 [0039] [0065] [0067] [0	1-3, 6-16 4-5

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

17.09.2019

国際調査報告の発送日

24.09.2019

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）

北条 弥作子

2 J

1168

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	078] [0079] [0082] & WO 2013/190326 A2 & EP 2864760 A1 & CN 104704343 A JP 2014-507662 A (バイオーラド ラボラトリーズ インコーポレ イテッド) 2014.03.27, 段落 [0012] - [0015] 及び図3 & US 2013/0050782 A1, 段落 [0027] - [0031] 及び図3 & WO 2012/115979 A1 & EP 2678660 A1	11
A	JP 6-058928 A (東亜医用電子株式会社) 1994.03.04, 段落 [0017] - [0026] 及び図1 - 4 & US 5457526 A, 第5欄第50行 - 第8欄第7行及び図1 - 4	1-16
A	JP 59-154337 A (富士電機株式会社) 1984.09.03, 第2頁右下欄第17行 - 第3頁左上欄第4行 (ファミリーなし)	4-5