

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関

国際事務局

(43) 国際公開日

2018年6月14日(14.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/105462 A1

(51) 国際特許分類:

G01N 15/14 (2006.01)

(72) 発明者: 梅原 康敏 (UMEHARA, Yasutoshi);
〒1838705 東京都府中市住吉町二丁目30-7
東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号 :

PCT/JP2017/042854

(22) 国際出願日 : 2017年11月29日(29.11.2017)

(25) 国際出願の言語 : 日本語

(26) 国際公開の言語 : 日本語

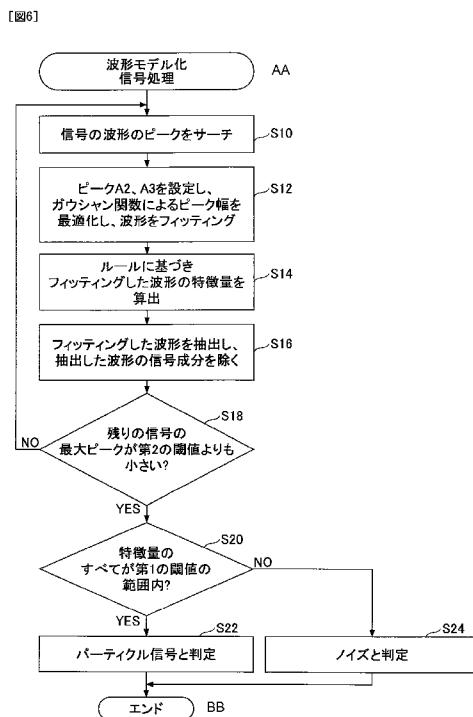
(30) 優先権データ :
特願 2016-238691 2016年12月8日(08.12.2016) JP

(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1
番1号 丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 16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, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: SIGNAL PROCESSING METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 信号処理方法及びプログラム



S10 Search for signal waveform peak
 S12 Set peaks A2, A3, optimize peak width according to Gaussian function, and fit waveform
 S14 Calculate characteristic value of fitted waveform on the basis of rule
 S16 Extract fitted waveform, remove signal component of extracted waveform
 S18 Is maximum peak of remaining signal smaller than second threshold?
 S20 Are all characteristic values within first threshold range?
 S22 Determine to be particle signal
 S24 Determine to be noise
 AA Waveform modeling signal processing
 BB End

(57) Abstract: Provided is a signal processing method in which a computer executes the processes of: detecting a signal of light radiated onto a fluid object being inspected; searching for a waveform peak in the detected signal; fitting the width of the waveform of the searched peak; calculating a characteristic value of the fitted waveform; and determining, on the basis of whether the characteristic value of the calculated waveform falls within a pre-determined threshold range, whether the signal with the fitted waveform is a signal representing a fine particle in the object being inspected.



MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)： ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ヨーラシア (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：流体の被検査体に照射した光の信号を検出し、検出した前記信号の波形のピークをサーチし、サーチした前記ピークの波形の幅をフィッティングし、前記フィッティングした波形の特徴量を算出し、算出した前記波形の特徴量が予め定められた閾値の範囲内かに基づき、前記フィッティングした波形の信号が前記被検査体の中の微粒子を示す信号か否かを判定する処理をコンピュータが実行する信号処理方法が提供される。

明 細 書

発明の名称：信号処理方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、信号処理方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 液体又は気体に照射される検査光が、液体又は気体に含まれる微粒子により遮光されることを利用して液体等の被検査体内の微粒子を検出することが提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

[0003] また、試料溶液内における顕微鏡の光検出領域の位置を移動させながら、光検出領域から実質的に一定の背景光を含む光を検出して時系列の光強度データを生成し、そのデータにおいて発光しない単一粒子が光検出領域内へ侵入した際に生じる光強度の低下を単一粒子の各々の存在を表す信号として検出することが提案されている（例えば、特許文献2を参照）。

[0004] 上記の特許文献では、検査対象の信号と予め特定された波形のテンプレートとのマッチングの結果に応じて検査対象の信号中の目的とする信号とノイズとを分別する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-14702号公報

特許文献2：国際公開第2013/031309号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献では、目的とする信号の周波数帯域とノイズの周波数帯域とは異なる。また、目的とする信号の強度（スペクトラム）が、ノイズの強度よりも大きい。検査対象の信号に以上の特徴がある場合、上記特許文献では、検査対象の信号中の目的とする信号とノイズとを区別することは容易である。

[0007] これに対して、S/N比（ノイズ対信号比）が例えば2以下のような低S/N比の信号であって、目的とする信号の周波数帯域とノイズの周波数帯域が近い場合、目的とする信号とノイズとを分別することは困難である。

[0008] 更に、上記特許文献が検査対象とする信号は、ガウシャン波形やローレンツ形状等で表せる比較的単純な波形の信号である。これに対して、複雑な波形な信号を検査対象とした場合、上記特許文献に開示された信号処理方法では、目的とする信号とノイズとを分別することは更に難しくなる。

[0009] 上記課題に対して、一側面では、本発明は、液体又は気体の中の微粒子の検出において、S/N比の高低にかかわらず検出信号から目的とする微粒子の信号を精度よく判定することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、一の態様によれば、流体の被検査体に照射した光の信号を検出し、検出した前記信号の波形のピークをサーチし、サーチした前記ピークの波形の幅をフィッティングし、前記フィッティングした波形の特徴量を算出し、算出した前記波形の特徴量が予め定められた閾値の範囲内かに基づき、前記フィッティングした波形の信号が前記被検査体の中の微粒子を示す信号か否かを判定する、処理をコンピュータが実行する信号処理方法が提供される。

発明の効果

[0011] 一の側面によれば、液体又は気体の中の微粒子の検出において、S/N比の高低にかかわらず検出信号から目的とする微粒子の信号を精度よく判定することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]—実施形態に係る洗浄装置の縦断面の一例を示す図。

[図2]—実施形態に係る測定機構の縦断面の一例を示す図。

[図3]レーザ光源から出力された光の信号の一例を示す図。

[図4]—実施形態に係る波形モデルの定義の一例を示す図。

[図5]ガウシャン関数をベースとしたHermite-Gaussモード式を

用いてパーティクル経路の検出される確率の高い領域を算出した結果例を示す図。

[図6]一実施形態に係る波形のモデル化による信号処理の一例を示すフローチャート。

[図7]一実施形態に係る波形のピークのサーチを説明するための図。

[図8]一実施形態に係る波形のフィッティングを説明するための図。

[図9]一実施形態に係る特徴量のルールの閾値の一例を示す図。

[図10]一実施形態に係る波形の抽出と残信号を説明するための図。

[図11]一実施形態に係るルールに基づく信号の判定結果の一例を示す図。

[図12]一実施形態に係る検出信号及び波形の特徴量と判定結果の一例を示す図。

[図13]一実施形態に係るS/N比に応じた信号処理の一例を示すフローチャート。

[図14]波形のテンプレートとのマッチングによる波形抽出の一例を示す図。

[図15]一実施形態に係る波形抽出の一例を示す図。

[図16]一実施形態に係る制御装置のハードウェア構成の一例を示す図。

[図17]一実施形態に係る測定装置の構成の一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の構成については、同一の符号を付することにより重複した説明を省く。

[0014] [洗浄装置の全体構成]

まず、本実施形態に係る洗浄装置100の一例について、図1を参照しながら説明する。洗浄装置100は、レジストパターン形成装置等に組み込まれ得る。洗浄装置100は、ウェハWを略水平に支持する基板支持部31と回転機構32とカップ41とを有する。

[0015] 基板支持部31は、ウェハWの裏面中央の領域を下方から支持する円板である。回転機構32は、基板支持部31とともにウェハWを回転させる。ま

た、回転機構32は、昇降可能になっている。

- [0016] カップ41の上面には、ウェハWより大口径の開口部41aが設けられ、開口部41aを介し搬送アームとの間でウェハWの受け渡しが行われる。
- [0017] 洗浄装置100は、ウェハWの表面を洗浄するための表面洗浄ノズル6を有する。表面洗浄ノズル6は、洗浄液ノズル61とガスノズル62とを有する。洗浄液ノズル61は、ウェハWの表面に向けて、当該表面に付着したパーティクルを洗い流すための洗浄液（例えばDIW：De-Ionized Water）を供給する。ガスノズル62は、ウェハWの表面に向けてウェハ表面の洗浄液の乾燥を促進するために、例えば窒素（N₂）等の気体を供給する。
- [0018] 洗浄液ノズル61及びガスノズル62は、例えば共通の支持部63に支持されて、駆動機構によりウェハWの径方向に移動自在及び上下方向に昇降自在に構成されている。
- [0019] 表面洗浄ノズル6の洗浄液ノズル61及びガスノズル62は、それぞれ供給路61a, 62aを介して洗浄液（DIW）源65及び窒素ガス源66に接続されている。
- [0020] 洗浄液源65及び窒素ガス源66等は、塗布、現像装置全体の動作を制御する制御装置200により制御される。制御装置200は、メモリを有するコンピュータからなる。メモリには塗布、現像装置全体の動作を制御するためのプログラムが格納されている。制御装置200は、プログラムに設定された手順に従い洗浄装置100の動作を制御する。なお、メモリは、例えばハードディスク、コンパクトディスク、マグネットオプティカルディスク、メモリーカード等の記憶手段により実現される。
- [0021] 以上に説明した洗浄装置100には、洗浄液源65から供給される洗浄液に含まれるパーティクルを測定するための測定機構300が設けられている。本実施形態では、測定機構300は、洗浄液ノズル61から上流へ10cm～20cm程度の離れた供給路61aに設けられている。測定機構300は、供給路61aに流れる洗浄液中のパーティクルの状態を測定する。
- [0022] なお、本実施形態における被検査体は、ウェハを洗浄する薬液、有機液、

水等の液体であってもよく、減圧した空気等の気体であってもよい。以下に測定機構300の詳細を説明する。

[0023] [測定機構]

測定機構300では、図2に示すように、供給路61aに流れる洗浄液中のパーティクルを検出するために洗浄液にレーザ光を照射する。具体的には、洗浄液ノズル61の吐出口付近の10cm～20cm程度上流の供給路61aに設けられた計測部305に向けてレーザ光源301からレーザ光が射される。レーザ光は、計測部305の内部に流れる洗浄液に含まれるパーティクルによって散乱する。検出器302は、レーザ光を受光し、光電変換により電気信号（以下、「検出信号」という。）に変換し、検出信号を解析して洗浄液中のパーティクルの状態を検出する。これにより、ナノレベルのパーティクルの状態を検出することができる。本実施形態では、検出器302に第1検出器303及び第2検出器304が用いられる。

[0024] 第1検出器303及び第2検出器304は、受光したレーザ光を電気に変換するフォトディテクタである。本実施形態では、第1検出器303及び第2検出器304のそれぞれが検出した検出信号の差分信号（以下、「検出信号」ともいう。）を使用して洗浄液中のパーティクルの状態を検出する。差分信号を使用することで、第1検出器303及び第2検出器304のそれぞれが検出した検出信号に含まれるノイズ成分が相殺され、ノイズ成分の少ない信号に基づき解析を行うことができる。

[0025] ただし、検出器は、第1検出器303又は第2検出器304のいずれかであってもよい。この場合、差分信号でなく、検出器が検出した検出信号に基づき解析が行われる。

[0026] 明視野光学系の液中及び気中のナノパーティクルの検出では、パーティクルを検出した信号中にレーザ光源301や検出器302で生じたノイズが含まれる。よって、第1検出器303及び第2検出器304のそれぞれが検出した検出信号の差分信号にもノイズが含まれる。差分信号や検出信号中のノイズ成分が信号と同一又は比較的近い周波数帯域である場合、信号（以下、

「パーティクル信号」という。)とノイズを区別することは容易ではない。特に、本実施形態において扱う、粒径が20nm以下のナノレベルのパーティクルの検出では、低SN比の条件での測定を行う必要があるが、SN比が2よりも小さい場合、パーティクル信号とノイズとの区別を精度良く行うことが課題となる。

[0027] そこで、本実施形態では、波形のモデル化により信号波形の抽出を行い、ノイズの波形と区別することで名目上のSN比を高め、SN比が2よりも小さいレベルの信号においても99%程度の確率でパーティクル信号を検出できる信号処理方法を提供する。

[0028] [レーザ光源の信号例]

レーザ光源301が output するレーザ光の出力強度にはバラツキが生じる。レーザ光源301の信号の一例を図3に示す。図3の横軸は周波数を示し、縦軸は出力されたレーザ光の光電変換後の電圧を示す。

[0029] 波形aは、レーザ光源301のパワーを0にしたときのレーザ光源301から出力される信号の一例である。波形bは、レーザ光源301のパワーを12(mW/ch)にしたときのレーザ光源301から出力される信号の一例である。波形cは、レーザ光源301のパワーを9(mW/ch)にしたときのレーザ光源301から出力される信号の一例である。図3に示す波形bにおいて、 3×10^5 (Hz)及び 1×10^6 (Hz)の高い周波数側で、破線の枠で囲ったレーザ光源301のノイズが、パーティクル信号と近い周波数帯域に存在することを示している。

[0030] 図3に示すレーザ光源301から出力される光は、供給路61aを流れる液体(被検査体の一例)に照射され、被検査体の中のパーティクル(微粒子)によって散乱する。したがって、第1検出器303及び第2検出器304が検出する検出信号は、被検査体中のパーティクルにより生じた散乱光の信号である。検出信号は、レーザ光源301、第1検出器303及び第2検出器304にて主に発生するノイズを含んでいる。

[0031] 検出信号におけるSN比(ノイズ対信号比)が例えば2以下のような低S

N比（つまり、信号に対するノイズ成分が多い）の信号であって、目的とする信号（本実施形態ではパーティクル信号）とノイズとの周波数帯域が比較的近いところにある場合、信号とノイズとを分けることは難しい。ガウシャン波形等で表せる比較的単純な波形の信号と比べて、複雑な波形の検出信号の場合には、更にパーティクル信号とノイズとを分けることは困難になる。

[0032] そこで、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理では、検出信号におけるS/N比の高低にかかわらず、検出信号からパーティクル信号とノイズとを精度よく区別する手法を以下に提案する。

[0033] (波形モデル定義)

まず、本実施形態で行う波形モデルの定義について、図4を参照しながら説明する。図4の横軸は時間、縦軸は信号強度を示す。本実施形態では、単純なガウシャン波形でのモデル化を行う。検出信号に含まれる波形には、任意性があり、例えば、必ずしも正負が異なる波のピークが発生しない非対称な波形も含まれる。そこで、本実施形態では、波形の特徴に合わせて波形モデルを定義することが可能である。

[0034] 本実施形態に係る波形モデルは、交差したガウシャン波形の差分により定義される。図4に示す波形の例では、波形の正のピークの高さA₂、負のピークの高さA₃、それらのピーク間の時間Offsetにより、波形をモデル化する。その際、まず波形のピークの位置を合わせ、そのピークの波の幅を最小にすることで波形がモデル化される。波の幅は、ガウシャン関数を示す式(1)の「ω」で示される。より具体的には、検出信号の波形モデルを定義する際、正のピークの高さA₂の波形の幅や、負のピークの高さA₃の波形の幅は、ガウシャン関数のωで表され、ωを最小することで、これらの波形の幅のフィッティングが可能になる。

[0035]

[数1]

$$I_{mm}(x, y) = I_0 \left[H_m \left(\frac{\sqrt{2}x}{\omega} \right) \exp \left(-\frac{x^2}{\omega^2} \right) \right]^2 \left[H_n \left(\frac{\sqrt{2}y}{\omega} \right) \exp \left(-\frac{y^2}{\omega^2} \right) \right]^2 \quad \dots (1)$$

$$H_0(x) = 1 \quad H_1(x) = 2x$$

レーザビームスポットの強度分布を表すガウシャン関数を示す式（1）では、 $I(x, y)$ は、検出信号に対応する散乱光の x 方向及び y 方向のレーザビームスポットの強度プロファイルを示す。

[0036] 式（1）は、単純なガウシャン関数ではなく物理学的には “Hermite-Gauss モードのレーザ光パターンであり、Hermite 多項式の係数 H_k を組み合わせた関数として表される。Hermite 多項式の係数 H_k を組み合わせた関数については、例えば、https://en.wikipedia.org/wiki/Transverse_mode#Laser_modes に説明されている。

[0037] また、この関数で表される物理量は、レーザの共振時に発生するレーザの進行方向に対して垂直方向に発生するビームが分割される現象を示す。本実施形態では、レーザビームを位相シフト板に透過させることで同様な 2 分割パターンを生成するが、この際に生成する 2 分割ビームスポットが、Hermite-Gauss モードの 10 のパターンで近似できるために、本実施形態ではこの関数を用いる。システム上は、実際には、図 5 の 00 モードのビームパターンを、図 2 に示す分割された第 1 検出器 303 及び第 2 検出器 304 をまたぐように光学系を設置することで図 5 の 00 モードと 10 モードでほとんどの差のない結果が得られる。00 モードでは、本実施形態の信号波形処理と同じ関数が使える。また、10 モードでは上記式（1）にて示される関数が使える。よって、本実施形態では両方のモードに適用することが可能である。

[0038] ガウシャン関数は、パーティクルの経路となり、図 2 の計測部 305 で表される部分のパーティクルの通過する際の検出できる確率を算出することが

できる。本実施形態では、パーティクルが通るレーザ光パターンが図5の10モードのものでは、パーティクルの経路の確率ではなく、その領域を通過するパーティクルの散乱光や影を誘起し、その光の変化が各光検出器にはいった場合の検出感度の強度を表す。

[0039] 図2及び図5に示すように、白で示した光の間に黒の部分があり、この黒い部分は、位相シフトによる干渉で光が相殺された部分である。この部分をパーティクルが通過することが、システム全体の感度を向上させることに貢献する。この領域を多くのパーティクルが通過するように、光学系、フローセル、光検出器の位置関係をシステムで設定する。設定の結果、この部分を通過するパーティクルの信号強度は、2つの光検出器（第1検出器303及び第2検出器304）の差分信号を強くすることになるため、感度が高くなる。

[0040] この黒の部分がパーティクルが透過していることを示す。つまり、黒の部分は、パーティクルにより光が遮断された領域に対応する。

[0041] [波形のモデル化による信号処理]

次に、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理について、図6を参照しながら説明する。図6は、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理の一例を示すフローチャートである。本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理は、主に制御装置200により、波形のサーチ→波形のフィッティング→特徴量の抽出→ルールに基づく特徴量の評価→波形を差し引いた残信号の生成→信号判定の順で実行される。

[0042] (波形サーチ)

本処理が開始されると、制御装置200は、第1検出器303及び第2検出器304が検出した信号を取得し、その差分を検出信号として検出信号の波形のピークをサーチする（ステップS10）。

[0043] 検出信号の波形のピークをサーチする場合、制御装置200は、図7の上図に示すように、予め、検出信号の波形（元波形）に対して、S-Goly Filterによりフィルタ処理を行い、フィルタ処理後の波形に対し

てピークのサーチを実行してもよい。図7の下図に示すように、ピークのサーチでは、例えば、1024個のデータ中の最大ピーク（Max）、最小ピーク（Min）及びその近傍のピークをサーチしてもよい。図7に示すように、検出信号の波形は、必ずしも上下対称な波形とはならず、非対称な形状の波を含む。

[0044] (波形フィッティング)

図6に戻り、次に、制御装置200は、サーチした結果、最大ピークの高さA2及び最小ピークの高さA3を設定し、ガウシャン関数を示す式(1)を用いて最大ピーク及び最小ピークの幅を最適化(最小化)することで、波形をフィッティングする(ステップS12)。

[0045] 例えば、制御装置200は、図8の上図に示すように、まず、サーチ結果から、最大ピークの高さA2及び最小ピークの高さA3を設定する。ただし、A2及びA3を設定する波のピークは、最大及び最小のピーク以外のピークでもよい。次に、制御装置200は、図8の下図の左側に示すように、ガウシャン関数により波形の幅をフィッティングする。ここでは、ガウシャン関数を示す式(1)の ω 値と相関のあるパラメータのみを抽出している。制御装置200は、ピークの位置と高さA2、A3を揃えて、各ピークの幅をフィッティングさせる。つまり、図8の下図の右側に示すように、最大ピークの高さA2の波形と最小ピークの高さA3の波形とを正規化し、それらの波形を示すガウシャン関数の ω の差分の2乗和の最小値が、最大ピーク及び最小ピークの幅となる。

[0046] (ルールに基づく特徴量の評価)

図6に戻り、次に、制御装置200は、予め設定されているルールに基づき、フィッティングした波形の特徴量を算出する(ステップS14)。例えば、設定したルールとルールに示した特徴量の閾値の一例を図9に示す。図9の各閾値は、特徴量毎に設定された第1の閾値の一例である。

[0047] 図9に示すルールでは、ルール1では、最大ピークの高さA2の波形と最小ピークの高さA3の波形とを正規化して、それらの正規化した波形の差分

の2乗和の最小値D_{i f f}が、波形の特徴量の一つとして定められている。

正規化した波形の差分の2乗和の最小値D_{i f f}の閾値は、0～0.08に設定されている。

[0048] ルール2では、最大ピークの高さA₂の波形と最小ピークの高さA₃の波形の偏りRが、波形の特徴量の一つとして定められている。波形の偏りRは、最大ピークの高さA₂と最小ピークの高さA₃の比(A₂／A₃)である。波形の偏りRの閾値は、1.1～2.0に設定されている。

[0049] ルール3では、ピークの幅O_{f f s e t}が、波形の特徴量の一つとして定められている。ピークの幅O_{f f s e t}の閾値は、0～60に設定されている。また、ルール3では、最大ピークの高さA₂の波形の幅と最小ピークの高さA₃の波形の幅ωが、波形の特徴量の一つとして定められている。波形の幅ωは、式(1)のガウシャン関数により求められる。波形の幅ωの閾値は、0～5.0に設定されている。制御装置200は、各ルールに基づき、フィッティングした波形の各特徴量を算出する。

[0050] (波形を差し引いた残信号の生成)

図6に戻り、次に、制御装置200は、フィッティングした波形の成分を抽出し、その波形の成分を検出信号から差し引く(ステップS16)。例えば、図10の(a)に示すように、制御装置200は、フィッティングした波形S1の成分を抽出する。そして、図10の(b)に示すように、制御装置200は、検出信号から波形S1の成分を除く。検出信号から波形S1の成分を除いた、図10の(b)に示す残信号が、次の解析対象となる。

[0051] 図6に戻り、次に、制御装置200は、残信号の最大ピークが予め定められた閾値(第2の閾値)よりも小さいかを判定する(ステップS18)。制御装置200は、残信号の最大ピークが第2の閾値よりも大きいと判定した場合、ステップS10に戻り、ステップS18にて残信号の最大ピークが予め定められた第2の閾値よりも小さいと判定されるまで、ステップS10～S18の処理を繰り返す。

[0052] これにより、ステップS10～S18の処理が繰り返される度に、検出信

号からフィッティングした波形の特徴量を算出後、フィッティングした波形成分が検出信号から除かれる。図10の(c)には、特徴量を算出した後、フィッティングした波形S1～S3の信号成分が順に検出信号から差し引かれる一例が示されている。

[0053] (信号判定)

図6に戻り、ステップS18において、制御装置200は、残信号の最大ピークが第2の閾値よりも小さいと判定した場合、フィッティングした各波形の特徴量のそれぞれが、第1の閾値のうちの各特徴量に対応する閾値の範囲内であるかを判定する(ステップS20)。ここでは、例えばルール1～ルール3に示した4つの特徴量の全てがそれぞれの閾値の範囲内である場合、制御装置200は、特徴量のすべてが第1の閾値の範囲内であると判定し、判定対象の波形の信号は、パーティクル信号であると判定し(ステップS22)、本処理を終了する。

[0054] 一方、4つの特徴量のうちの一つでも第1の閾値の範囲外である場合、制御装置200は、特徴量に対応する閾値の範囲外であると判定し、判定対象の波形の信号は、ノイズであると判定し(ステップS24)、本処理を終了する。例えば、図11に、図9のルールに基づくフィッティングした波形の信号の判定結果の一例を示す。図11の(a)はノイズと判定され、図11の(b)及び図11の(c)はパーティクル信号と判定されている。

[0055] 以上に説明した、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理によれば、抽出した信号の波形の特徴量が、第1の閾値の範囲内の場合、フィッティングした波形の信号はパーティクル信号であると判定される。また、抽出した波形の特徴量が、第1の閾値の範囲外の場合、フィッティングした波形の信号はノイズであると判定される。

[0056] これにより、検出信号からパーティクル又はノイズと判定された波形を取り除くことができる。これにより、名目上のS/N比を改善することができる。この結果、液体又は気体の中の微粒子の検出において、S/N比の高低にかかわらず検出信号から目的とする微粒子の信号を精度よく判定することができる。

きる。

[0057] また、従来の正規化相互相関法（X C O R : cross correlation）では、予め定めたテンプレートの波形と検出信号とを比較してマッチングスコアを生成し、波形がテンプレートと類似する、マッチングスコアの高い波形を信号と判定する。正規化相互相関法では、信号から除外されてノイズと判定された波形中に本来的な信号の成分があり、誤判定がなされる可能性がある。これに対して、本実施形態に係る信号処理では、テンプレートによるマッチングではなく、波形をモデル化して抽出し、抽出した波形の特徴量が第1の閾値の範囲内であるかを判定することで、その判定結果に基づき、抽出した波形の信号がパーティクル信号かノイズかが判定される。これにより、従来の正規化相互相関法では波形がテンプレートと類似しないためにノイズと判定された信号が、本実施形態ではパーティクル信号と判定され得る。これにより、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理によれば、任意性の高い波形の検出信号に対して、より精度の高いパーティクル信号の検出が可能になる。

[0058] (判定結果の精度)

例えば、図12には、本実施形態に係る検出信号、及び検出信号から抽出した波形の特徴量と抽出した波形の信号に対する判定結果の一例を示す。図12の上段は、レーザ光源301から出力されるレーザ光のスポットの直径が1.2 μm、レーザ光のビームのパワーが20 mW、検出器302が一つのときの検出信号の分布の一例を示す。図12の上段左のグラフで示す検出信号のS/N比は1.2であり、中央のグラフで示す検出信号のS/N比は1.5であり、右のグラフで示す検出信号のS/N比は2.0である。

[0059] 図12の下段は、各検出信号からフィッティングにより抽出した波形の特徴量の分布と、抽出した波形が信号又はノイズのいずれかを判定した結果及びミスカウントの確率を示す。

[0060] 図12の下段の3次元座標の3つの軸には、3つの特徴量である「A2/A3比」、「Offset」、「Diff」が示されている。図12の上段

の検出信号から、図12の下段の特徴量を持つ波形が抽出されたことが示されている。本実施形態に係る信号処理によれば、図12の下段の「○」が示す特徴量を有する波形成分はパーティクル信号と判定され、図12の下段の「×」が示す特徴量を有する波形成分はノイズと判定されている。

[0061] このようにして、ルールで設定した特徴量及び各特徴量に対する閾値（第1の閾値）条件で評価を行った結果、従来の信号処理では、信号波形の認識が困難であったS/N比が1.2程度の信号においてもミスカウントが0.2%となった。また、S/N比が1.5の信号ではミスカウントは0.05%となり、S/N比が2.0の信号ではミスカウントは0%となった。この結果から、本実施形態に係る波形のモデル化の信号処理では、検出信号に含まれる信号又はノイズ成分の区別を99%以上の精度で行うことができるることがわかる。

[0062] [S/N比に応じた信号処理]

次に、本実施形態に係るS/N比に応じた信号処理の一例について、図13を参照しながら説明する。図13は、本実施形態に係るS/N比に応じた信号処理の一例を示すフローチャートである。

[0063] 本処理が開始されると、制御装置200は、検出器302から検出信号を取得する（ステップS30）。検出信号は、一つの検出器が検出した信号であってもよいし、二つの検出器が検出した信号の差分であってもよい。

[0064] 次に、制御装置200は、検出信号を正規化相互通関法（XOR）を用いてテンプレートの波形とマッチングし、マッチングスコア（検出信号の相互通関値）を求め、マッチングスコアからS/N比を算出する（ステップS32）。

[0065] 図14は、波形のテンプレートとのマッチングによる波形抽出の一例を示す。制御装置200は、正規化相互通関法（XOR）では、特徴波形のテンプレートを検出信号内の特徴波形部分とマッチングさせる。制御装置200は、マッチングスコアが閾値以上の場合、その波形を検出信号（パーティクル信号）と判定する。

- [0066] 図13に戻り、次に、制御装置200は、S/N比が1.5以上かを判定する（ステップS34）。制御装置200は、S/N比が1.5以上であると判定した場合、図14に一例を示す正規化相互相関法（XCOR）によるマッチングスコアによって、検出信号がパーティクル信号か否かを判定する（ステップS36）。その後、制御装置200は、ステップS30に戻って次の検出信号を取得し、ステップS30以降の処理を繰り返す。
- [0067] 一方、ステップS34において、S/N比が1.5未満であると判定された場合、制御装置200は、S/N比が1.2以上であるかを判定する（ステップS38）。制御装置200は、S/N比が1.2以上であると判定した場合、図6に示した本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理を実行し（ステップS40）、ステップS30に戻る。一方、ステップS38において、制御装置200は、S/N比が1.2未満であると判定した場合、直ちにステップS30に戻る。
- [0068] これによれば、S/N比が1.5以上であれば正規化相互相関法（XCOR）を用いた信号処理では所定以上の精度を得ることができる。よって、S/N比が1.5以上の場合、例えば図14に示す正規化相互相関法（XCOR）を用いた信号処理により、パーティクル信号が検出される。
- [0069] 一方、S/Nが1.5未満の場合、正規化相互相関法（XCOR）を用いた信号処理では所定以上の精度を得ることができない。よって、S/N比が1.5未満の場合、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理（図6）が実行されることで、例えば図15に示すように、正規化相互相関法（XCOR）ではノイズに埋もれて検出できなかった特徴波形（パーティクル信号）を検出することができる。
- [0070] このように、S/N比が1.5～2未満になると、検出信号中のパーティクル信号とノイズとの区別がつき難い。S/NRが1.5～2以上になると、検出信号中のパーティクル信号とノイズとの区別がつき易い。よって、S/N比に応じて、検出信号の信号処理方法を変えることで、S/N比の高低にかかわらず、検出信号からパーティクル信号かノイズかを精度よく判定することが

できる。また、S/N比に応じて、検出信号の信号処理方法を変えることで、処理の付加を軽減することができる。

[0071] なお、図13のステップS38では、S/N比の下限値を1.2とした。しかしながら、S/N比の下限値は1.2以外の数値（例えば、1.0）であってもよいし、S/N比の下限値は設けなくてもよい。また、図13のステップS34では、検出信号の信号処理方法を変えるS/N比の値を1.5とした。しかしながら、これに限らず、ステップS34では、S/N比が2以上等、1.5～2の範囲のいずれかの値を検出信号の信号処理方法を変えるS/N比の値としてもよい。

[0072] (制御装置のハードウェア構成)

最後に、制御装置200のハードウェア構成の一例について、図16を参照しながら簡単に説明する。制御装置200は、パーソナルコンピュータやタブレット型の端末等の情報処理装置である。制御装置200は、入力装置101、表示装置102、外部I/F103、RAM(Random Access Memory)104、ROM(Read Only Memory)105、CPU(Central Processing Unit)106、通信I/F107、及びHDD(Hard Disk Drive)108などを備え、それぞれがバスBで相互に接続されている。

[0073] 入力装置101は、キーボードやマウスなどを含み、制御装置200に各操作信号を入力するために用いられる。表示装置102は、ディスプレイなどを含み、各種の処理結果を表示する。通信I/F107は、制御装置200をネットワークに接続するインターフェースである。これにより、制御装置200は、通信I/F107を介して、他の機器（検出器302等）とデータ通信を行うことができる。これにより、制御装置200は、検出器302からレーザ光の検出信号を取得する。

[0074] HDD108は、プログラムやデータを格納している不揮発性の記憶装置である。格納されるプログラムやデータには、制御装置200の全体を制御する基本ソフトウェア及びアプリケーションソフトウェアがある。例えば、HDD108には、各種のデータベースやプログラム等が格納されてもよい

。

- [0075] 外部 I/F 103 は、外部装置とのインターフェースである。外部装置には、記録媒体 103a などがある。これにより、制御装置 200 は、外部 I/F 103 を介して記録媒体 103a の読み取り及び／又は書き込みを行うことができる。記録媒体 103a には、CD (Compact Disk)、及び DVD (Digital Versatile Disk)、ならびに、SD メモリーカード (SD Memory card) や USB メモリ (Universal Serial Bus memory) 等がある。
- [0076] ROM 105 は、電源を切っても内部データを保持することができる不揮発性の半導体メモリ (記憶装置) である。ROM 105 には、ネットワーク設定等のプログラム及びデータが格納されている。RAM 104 は、プログラムやデータを一時保持する揮発性の半導体メモリ (記憶装置) である。
- [0077] CPU 106 は、上記記憶装置 (例えば「HDD 108」や「ROM 105」など) から、プログラムやデータを RAM 104 上に読み出し、処理を実行することで、装置全体の制御や搭載機能を実現する演算装置である。例えば、記憶装置には、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理のプログラムが記憶されていて、CPU 106 は、上記記憶装置から前記プログラムを読み出し、プログラムに示される手順で処理を実行することで、検出信号に含まれるパーティクル信号及びノイズの判定が可能になる。
- [0078] 以上、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理によれば、液体又は気体の中のパーティクルの検出において、S/N 比の高低にかかわらず検出信号から目的とするパーティクルの信号を精度よく判定することができる。
- [0079] 従来の信号処理では、比較的単純な (特徴部の少ない) ガウシャン関数による波形等で表せる信号が解析対象となっていたのに対して、本実施形態に係る信号処理の対象は、例えば、2 以上のフォトディテクタ (例えば、図 2 の第 1 及び第 2 検出器) の差分信号であり、信号波形が複雑化している。つまり、複雑化した波形の信号は、信号に含まれる特徴部 (パラメータ) が増えた信号である。以上から、2 以上のフォトディテクタの差分信号は、本実施形態に係る信号処理が抽出する特徴量の抽出がし易い信号であり、その結

果、本実施形態に係る特徴量に基づくパーティクル信号又はノイズの判定精度が向上しているとも考えられる。

- [0080] また、レーザ光源301や検出器302には、比較的ノイズ成分が多いけれども安価な機器が存在する。その場合、S/N比が1.5～2.0以下となる場合であっても安価な機器を使用したい場合がある。また、水等よりも有機液中ではさらにS/N比は低くなる傾向がある。このように、S/N比が1.5～2.0以下となる場合においても、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理により、検出信号からパーティクル信号とノイズとを精度よく区別することができる。
- [0081] なお、本実施形態に係る波形のモデル化による波形の抽出と信号判定結果を蓄積し、機械学習させることもできる。その際、予めバラツキの範囲を閾値により定義して、特徴量が閾値の範囲外にあれば、その信号は機械学習の対象とせずに廃棄する。このようにして、機械学習精度を高めることで、制御装置200は、学習した結果に基づき記憶部に蓄積したパーティクル信号の波形から、リアルタイムに最適な波形を抽出して、本実施形態に係る波形のモデル化による信号処理に適用するようにもよい。
- [0082] 以上、信号処理方法及びプログラムを上記実施形態により説明したが、本発明にかかる信号処理方法及びプログラムは上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。上記複数の実施形態に記載された事項は、矛盾しない範囲で組み合わせができる。
- [0083] 本発明は、各種装置に取付けられた管内を流れる液体又は気体の被検査体の中のパーティクル等の微粒子の検出において、S/N比の高低にかかわらず検出信号から微粒子を示す信号か否かを精度よく判定する。例えば、本発明は、容量結合型プラズマ（CCP:Capacitively Coupled Plasma）装置、誘導結合型プラズマ（ICP:Inductively Coupled Plasma）処理装置、ラジアルラインスロットアンテナを用いたプラズマ処理装置、ヘリコン波励起型プラズマ（HWP:Helicon Wave Plasma）装置、電子サイクロotron共鳴プラズマ

(E C R : Electron Cyclotron Resonance Plasma) 装置、表面波プラズマ処理装置等の装置にも適用できる。

- [0084] 本実施形態にかかる信号処理方法は、流体（液体又は気体）の被検査体の中のパーティクル等の微粒子を検出する様々な測定装置において適用可能である。上記実施形態では、その構成の一例として図1及び図2を挙げて洗浄装置100内の測定機構300について説明した。他の構成としては、図17に示すようなレーザ散乱光を利用するパーティクルモニタ133（指標測定装置）が挙げられる。
- [0085] 図17において、パーティクルモニタ133は、レーザ光を発振するレーザ発振器134と、チャンバ112内の散乱光を観測するCCDカメラ135と、レーザ発振器134及びCCDカメラ135に接続されたパルスジェネレータ136とを備える。
- [0086] レーザ発振器134は、チャンバ112に設けられたスリット窓137を介してエッチング等の処理実行中のチャンバ112内に向けてレーザ光を発振する。チャンバ112内のパーティクルpは、レーザ光によって照射されると散乱光を発生する。この発生した散乱光は、スリット窓138を介してCCDカメラ135によって観測される。このとき、散乱光の発生回数や強度がチャンバ112内に浮遊するパーティクルpの量に対応する。したがって、パーティクルモニタ133は散乱光の発生回数や強度を通じてチャンバ112内に浮遊するパーティクルpの量を計測する（指標計測ステップ）。そして、計測されたパーティクルpの量が計測結果としてインターネット131等によってPC132に送信される。
- [0087] なお、パルスジェネレータ136は、レーザ発振器134及びCCDカメラ135に同期信号を発信し、これにより、レーザ光の発振のタイミングと散乱光の受光のタイミングとを調整する。
- [0088] また、パーティクルモニタ133は、チャンバ112から該チャンバ112の稼働状況や不具合の有無を表す装置ステータス信号を受信し、且つ該装置ステータス信号をインターネット131等を介してPC132に送信する

送信装置 139 を備える。PC132 は、本実施形態にかかる信号処理を行う。

[0089] 更に、本実施形態にかかる信号処理方法を適用可能な測定装置としては、上記のようにチャンバ 112 内にレーザを照射し、基板上の空間に浮遊するパーティクルを検出する場合に限らない。例えば、本実施形態にかかる信号処理方法は、チャンバ 112 内に載置された基板に真上からレーザを照射し、基板からの反射光を検出することで、基板上に付着するパーティクルを検出する装置に適用することも可能である。

[0090] 本国際出願は、2016年12月8日に出願された日本国特許出願 2016-238691 号に基づく優先権を主張するものであり、その全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

- [0091] 6 表面洗浄ノズル
- 3 1 基板支持部
- 3 2 回転機構
- 4 1 カップ
- 4 1 a 開口部
- 6 1 洗浄液ノズル
- 6 1 a 供給路
- 6 2 ガスノズル
- 6 2 a 供給路
- 6 3 支持部
- 6 5 洗浄液 (D I W) 源
- 6 6 窒素ガス源
- 1 0 0 洗浄装置
- 2 0 0 制御装置
- 3 0 0 測定機構
- 3 0 1 レーザ光源

302 検出器

303 第1検出器

304 第2検出器

305 計測部

請求の範囲

- [請求項1] 流体の被検査体に照射した光の信号を検出し、
検出した前記信号の波形のピークを抽出し、
抽出した前記ピークの波形の幅をフィッティングした後の波形の特
徴量を算出し、
算出した前記波形の特徴量に基づき、前記フィッティングした波形
の信号が前記被検査体の中の微粒子を示す信号であるかを判定する、
処理をコンピュータが実行する信号処理方法。
- [請求項2] 算出した前記波形の特徴量が予め定められた第1の閾値の範囲内で
ある場合、前記フィッティングした波形の信号が前記被検査体の中の
微粒子を示す信号であると判定する、
処理をコンピュータが実行する信号処理方法。
- [請求項3] 検出した前記信号から前記フィッティングした波形の信号成分を除
き、
除いた後の残信号から抽出したピークの波形の幅をフィッティング
し、前記フィッティングした波形の特徴量に基づき、該波形の信号が
前記被検査体の中の微粒子を示す信号か否かを判定する、
請求項1に記載の信号処理方法。
- [請求項4] 前記残信号の最大ピークが、予め定められた第2の閾値よりも小さ
くなるまで、
検出した前記信号から前記フィッティングした波形の信号成分を除
き、
除いた後の残信号から抽出したピークの波形の幅をフィッティング
し、前記フィッティングした波形の特徴量に基づき、該波形の信号が
前記被検査体の中の微粒子を示す信号か否かを判定する、処理を繰り
返す、
請求項3に記載の信号処理方法。
- [請求項5] 算出した前記波形の特徴量が予め定められた第1の閾値の範囲外で

ある場合、前記フィッティングした波形の信号はノイズであると判定する、

請求項 1 に記載の信号処理方法。

[請求項6] 前記フィッティングした波形の特徴量として、フィッティングした前記ピークの波形の幅、フィッティングした前記ピークの波形の幅の差分の2乗和の最小値、フィッティングした正負が異なるピーク間のオフセット、及びフィッティングした前記正負が異なるピークの高さの比率を算出し、

算出した前記波形の特徴量のすべてが、前記第1の閾値のうちの特徴量毎に設定された閾値の範囲内である場合、前記フィッティングした波形の信号が前記被検査体の中の微粒子を示す信号であると判定する、

請求項 1 に記載の信号処理方法。

[請求項7] 検出した前記信号のS/N比が1.5よりも小さい場合、上記信号処理方法を用いて検出した前記信号を処理し、

検出した前記信号のS/N比が1.5以上の場合、正規化相互通関法を用いて検出した前記信号を処理し、前記被検査体の中の微粒子を示す信号であるか否かを判定する、

請求項 1 に記載の信号処理方法。

[請求項8] 流体の被検査体に照射した光の信号を検出する処理は、
洗浄装置に設けられた表面洗浄ノズルに接続される供給管の内部を
流れる洗浄液の被検査体に照射した光の散乱光を検出する、

請求項 1 に記載の信号処理方法。

[請求項9] 流体の被検査体に照射した光の信号を検出する処理は、
チャンバ内に載置された基板上の空間にレーザを照射し、該基板上
の空間に浮遊するパーティクルによる散乱光を検出する、

請求項 1 に記載の信号処理方法。

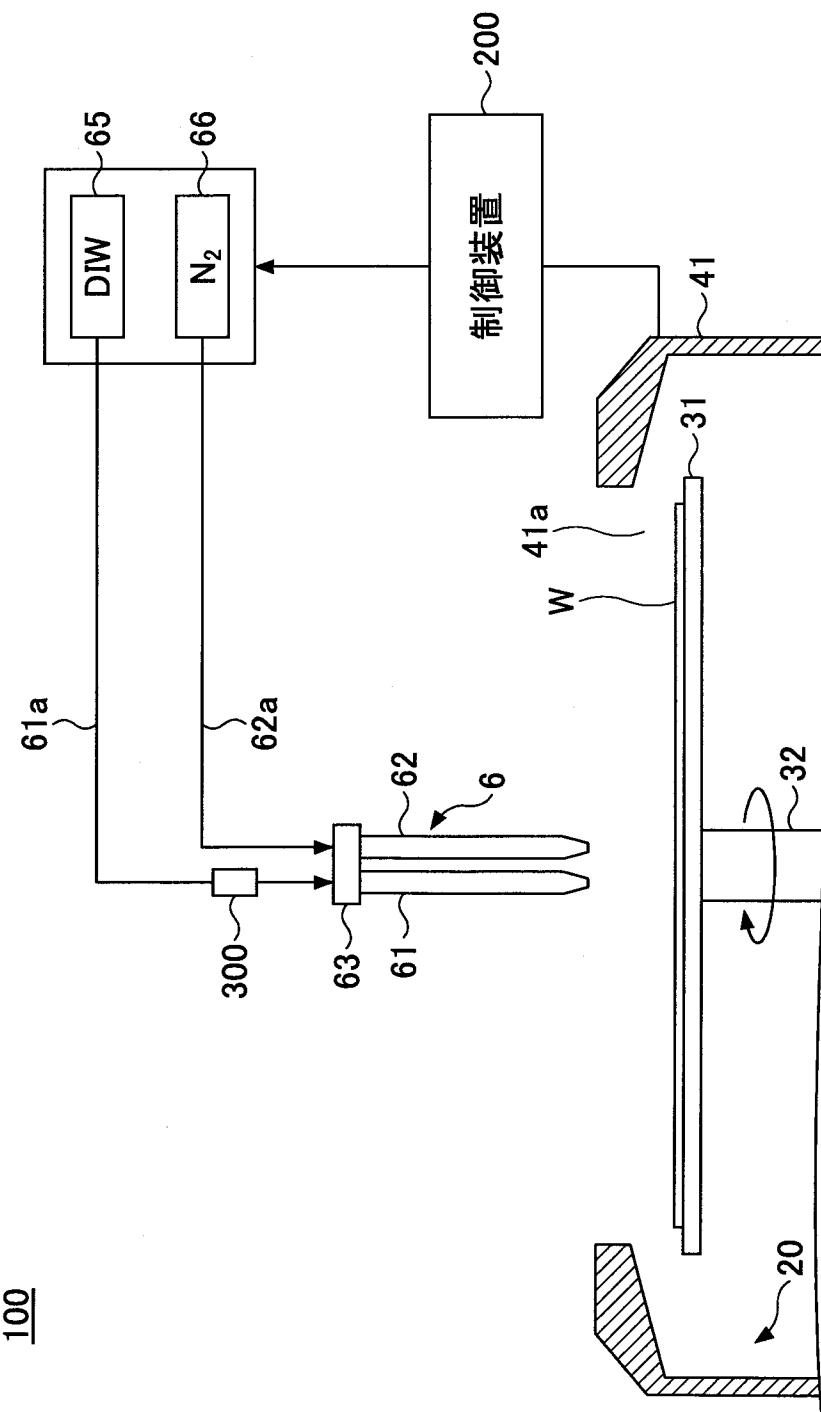
[請求項10] チャンバ内に載置された基板に向けてレーザを照射し、該基板から

の反射光を検出する、

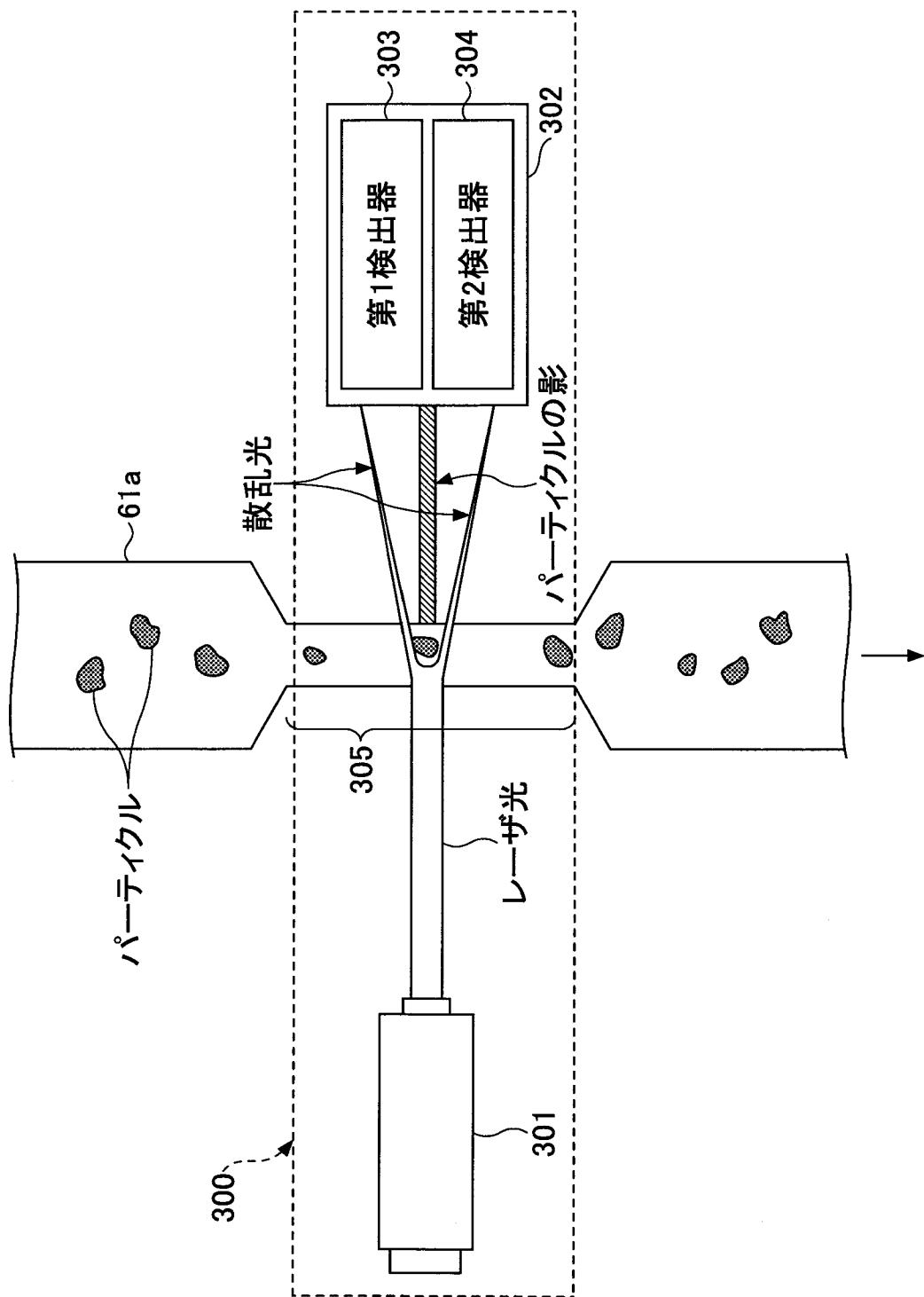
請求項 1 に記載の信号処理方法。

- [請求項11] 流体の被検査体に照射した光の信号を検出し、
検出した前記信号の波形のピークを抽出し、
抽出した前記ピークの波形の幅をフィッティングした後の波形の特
徴量を算出し、
算出した前記波形の特徴量に基づき、前記フィッティングした波形
の信号が前記被検査体の中の微粒子を示す信号であるかを判定する、
処理をコンピュータに実行させるプログラム。

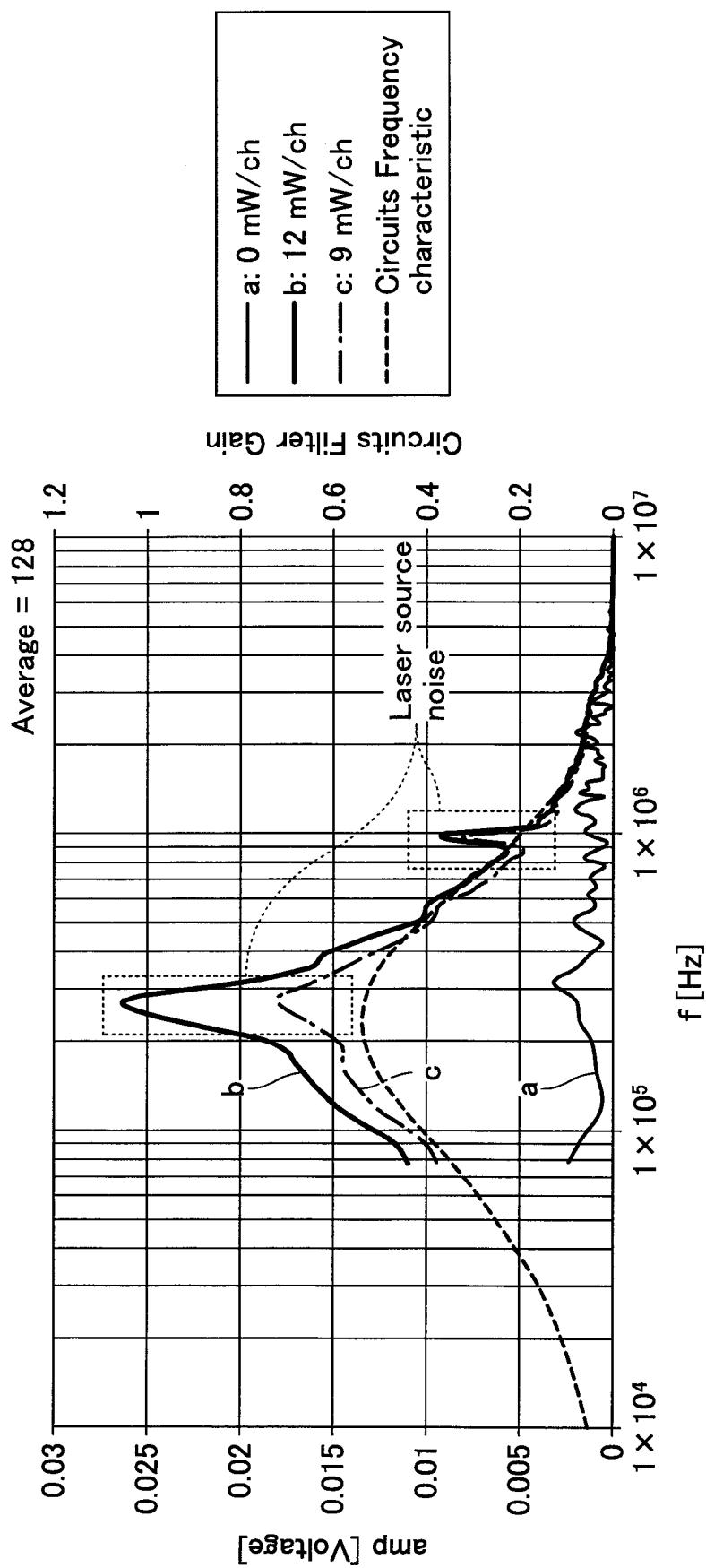
[図1]



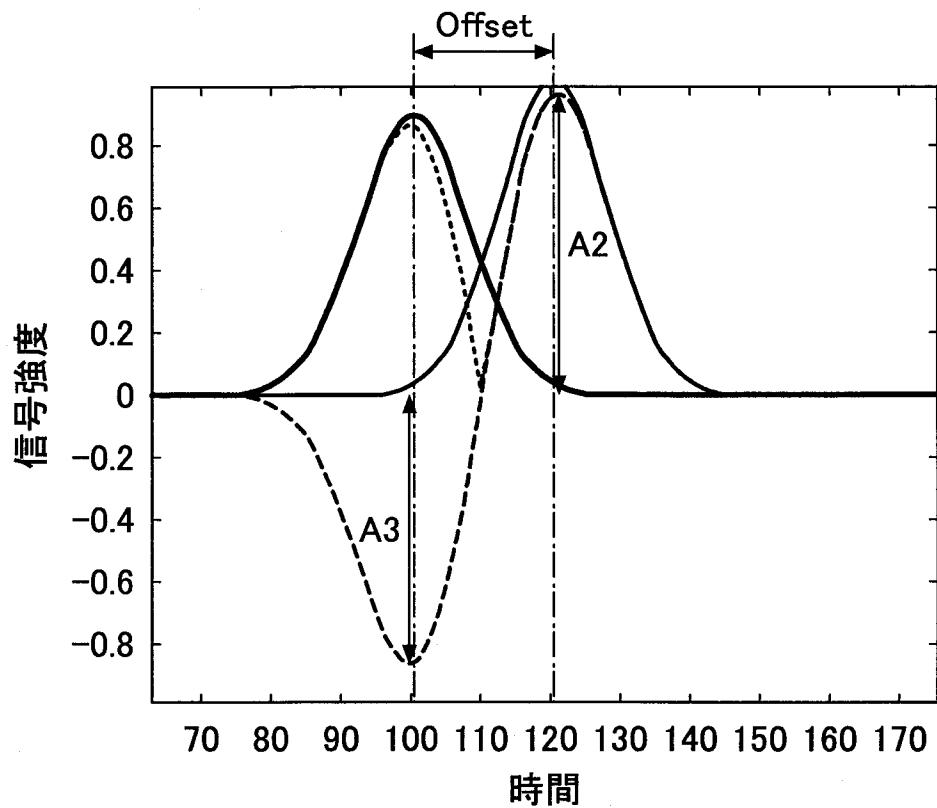
[図2]



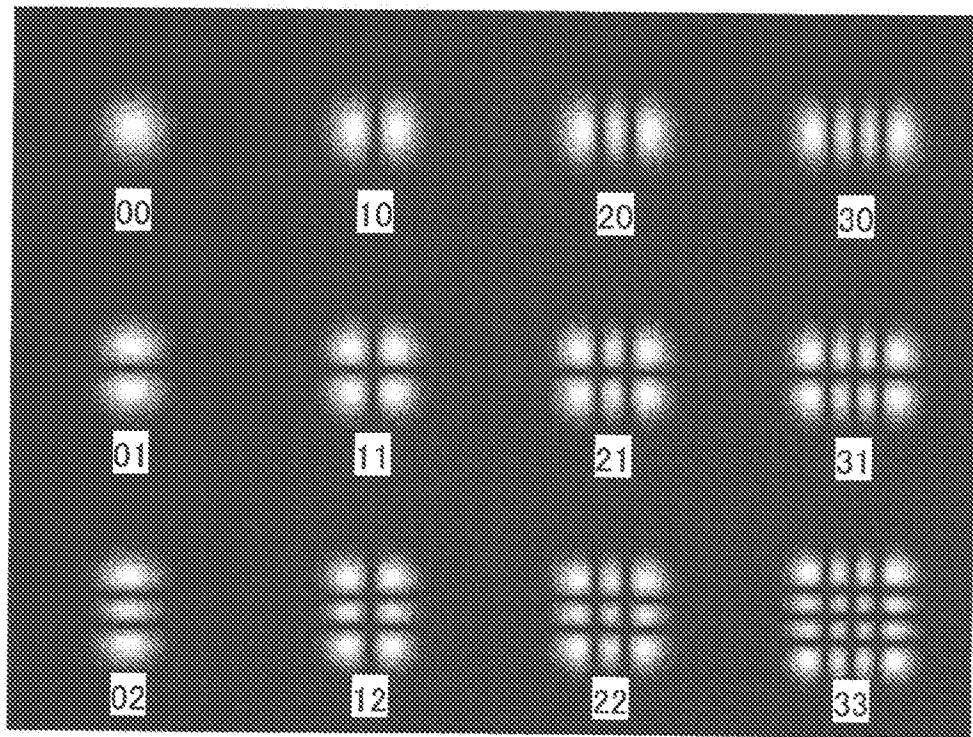
[図3]



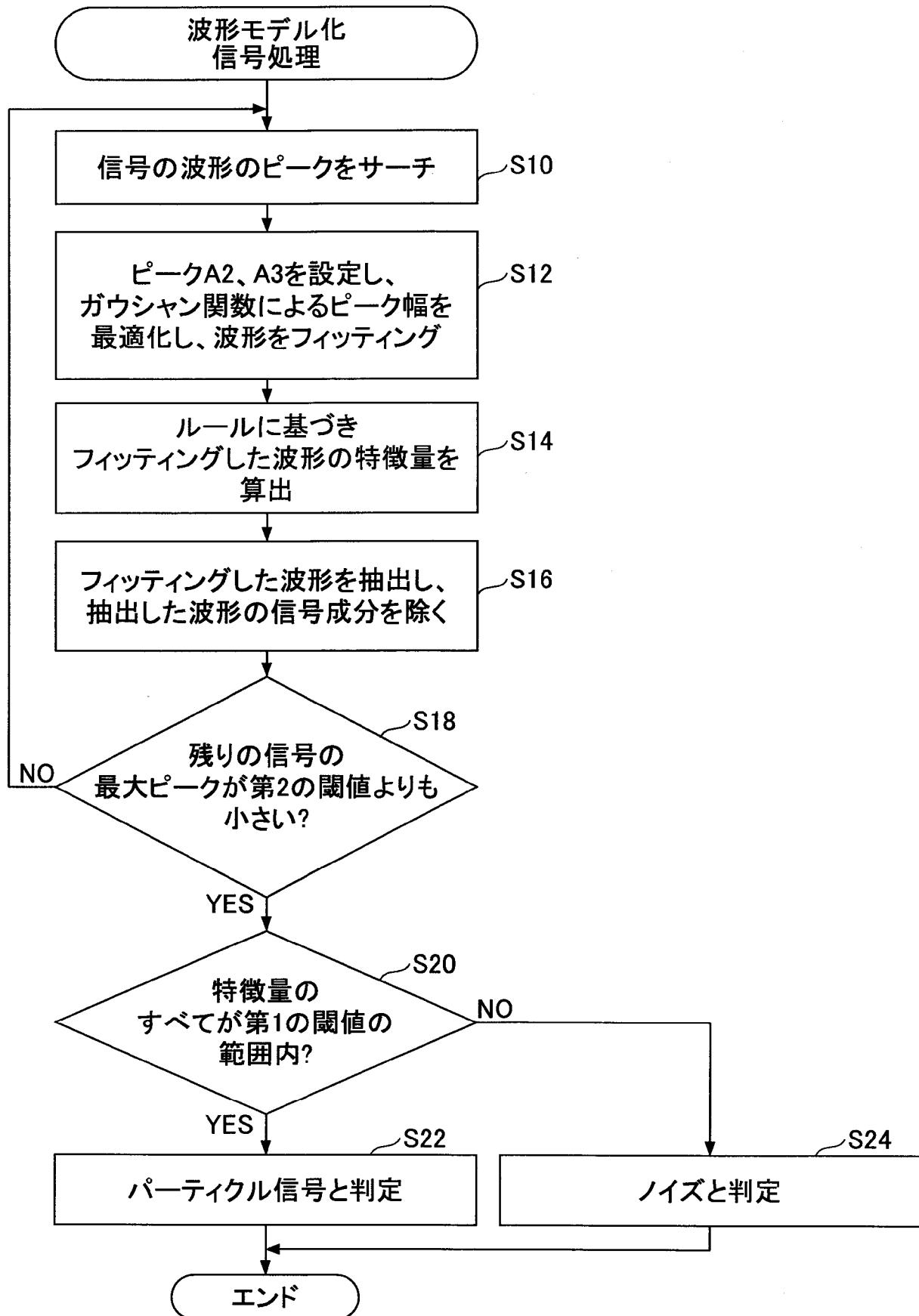
[図4]



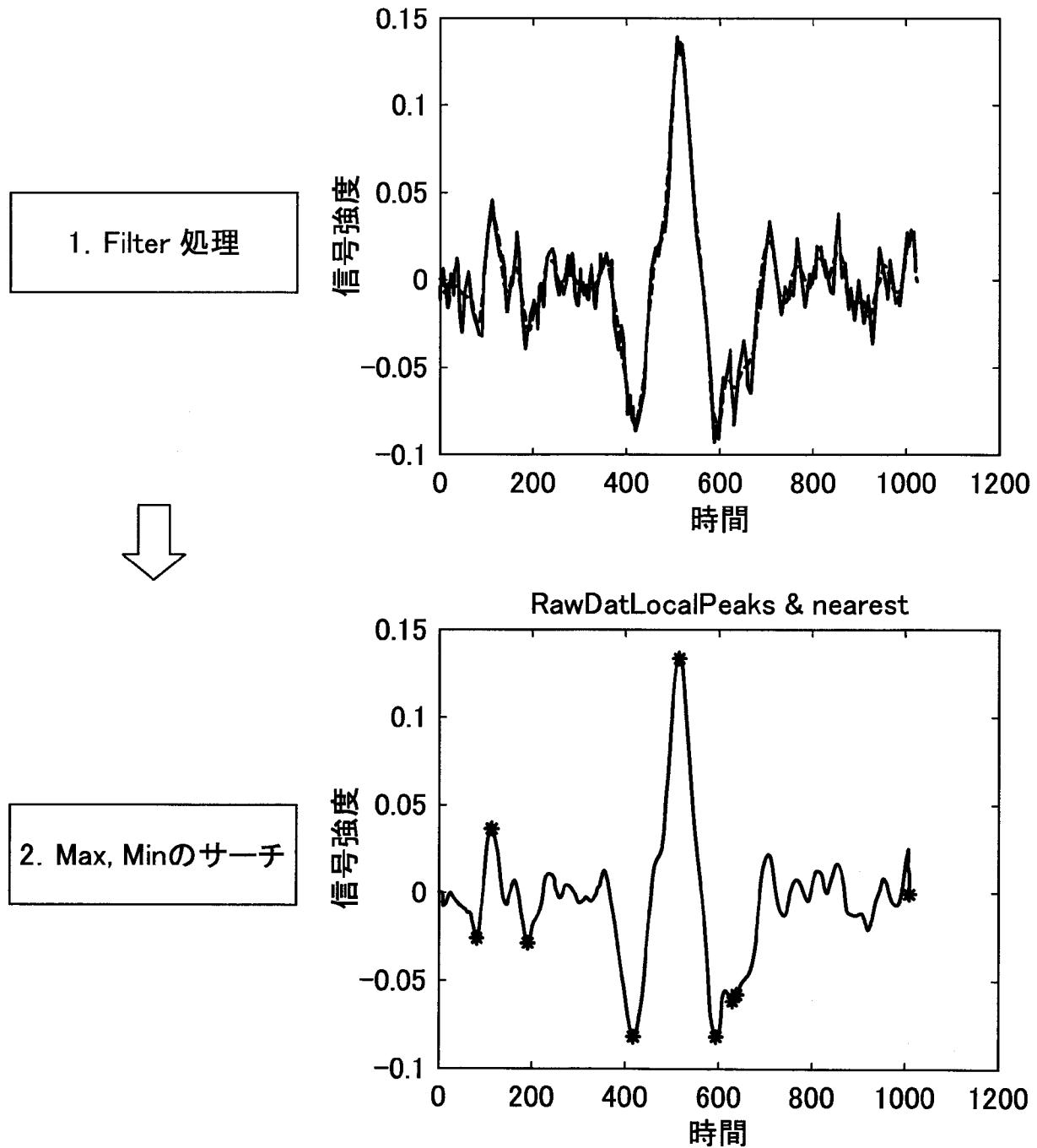
[図5]



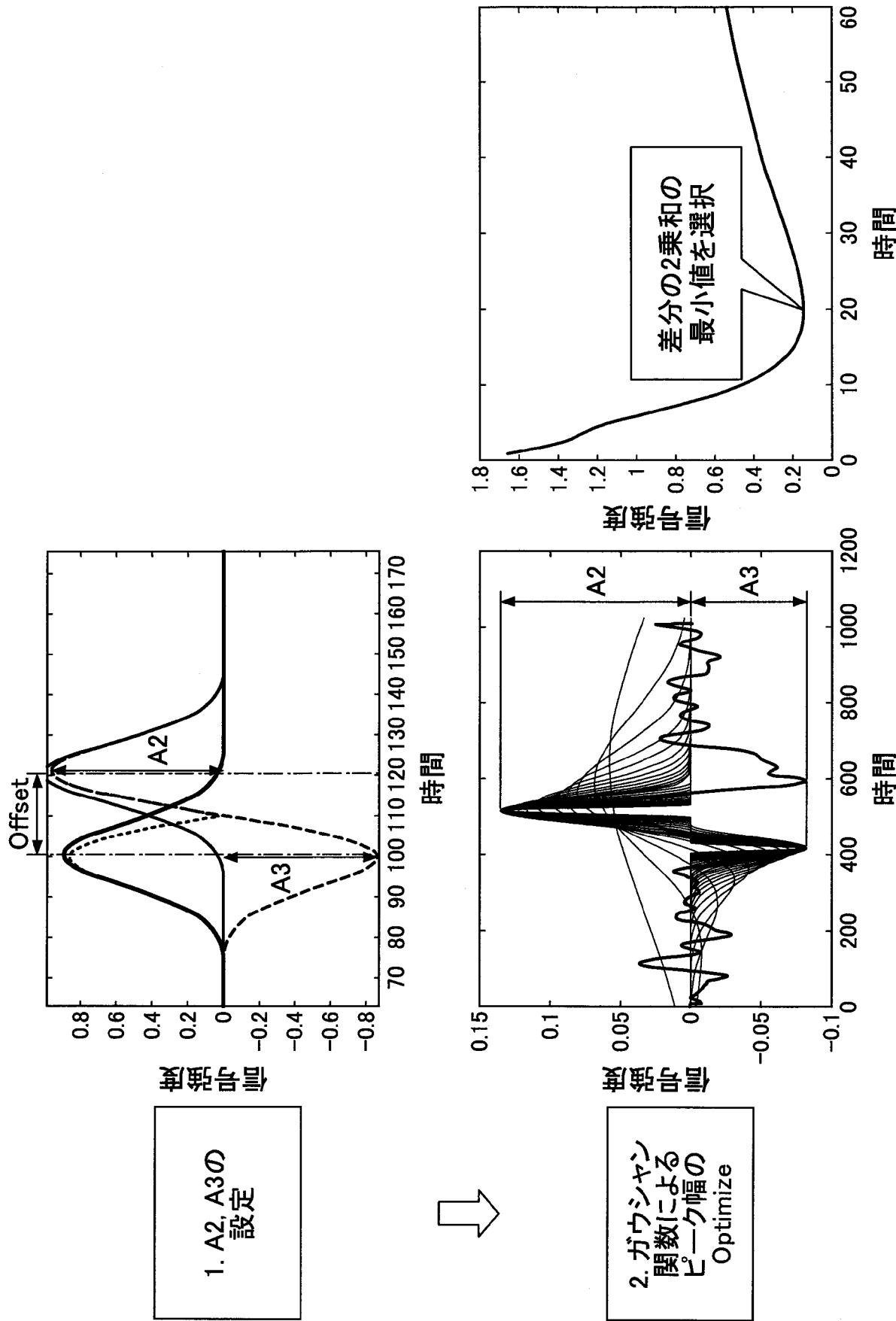
[図6]



[図7]



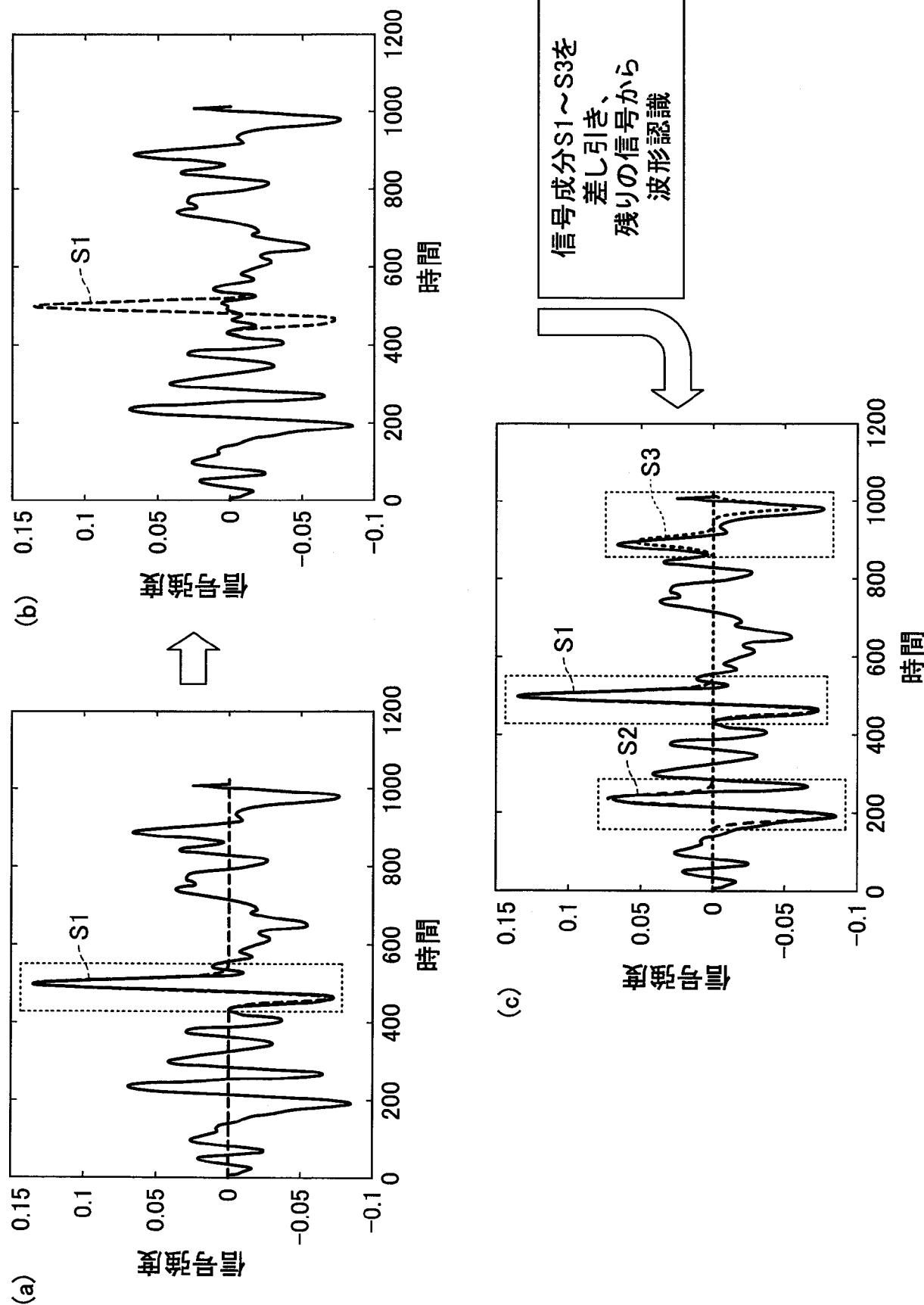
[図8]



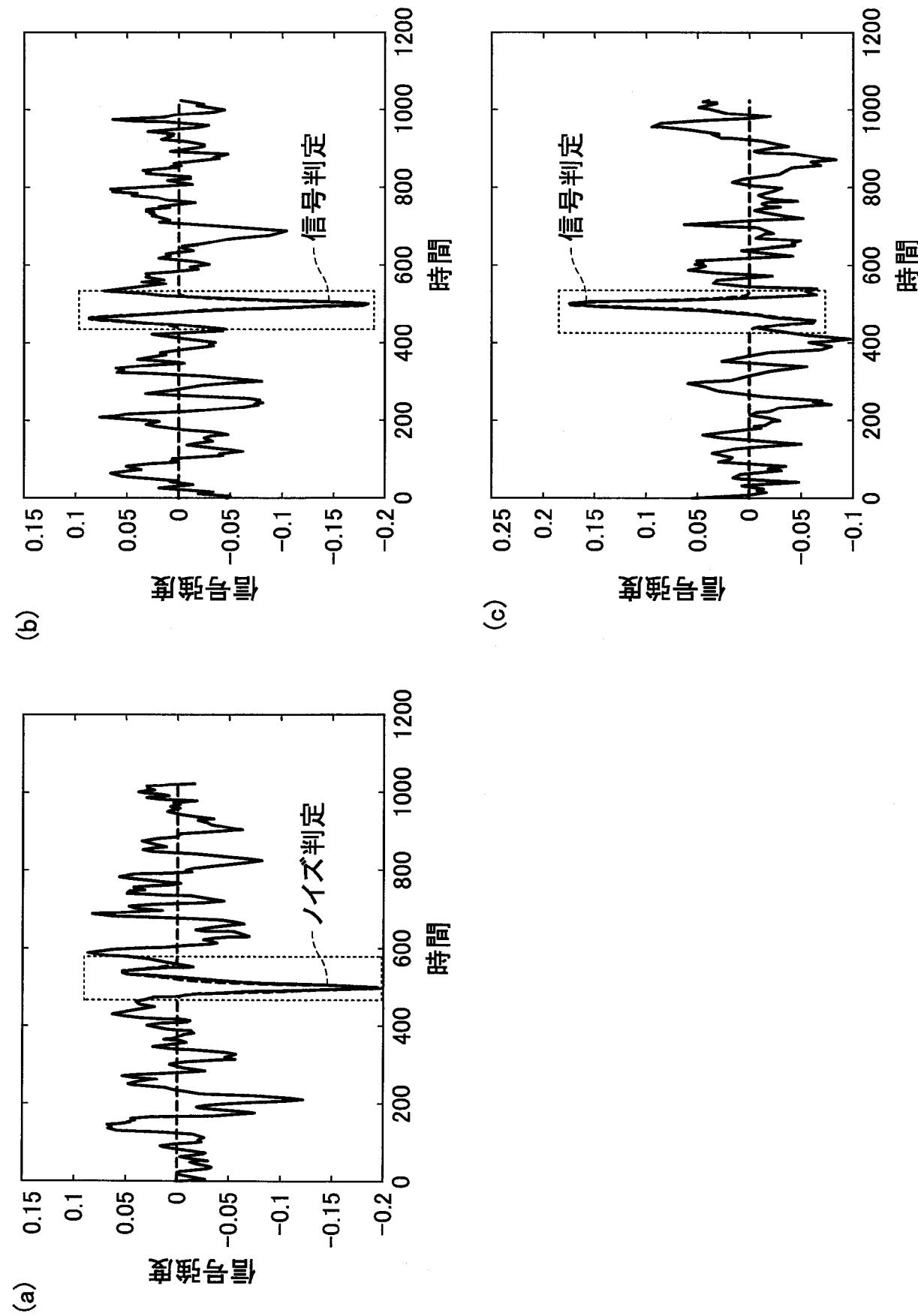
[図9]

NO.	特徴量	閾値
ルール1	正規化した波形の差分の2乗和の最小値Diff	0～0.08
ルール2	波形の偏りR(= A2/A3)	1.1～2.0
ルール3	ピーカの幅Offset 波形の幅 ω (ガウシアン関数)	0～60 0～5.0

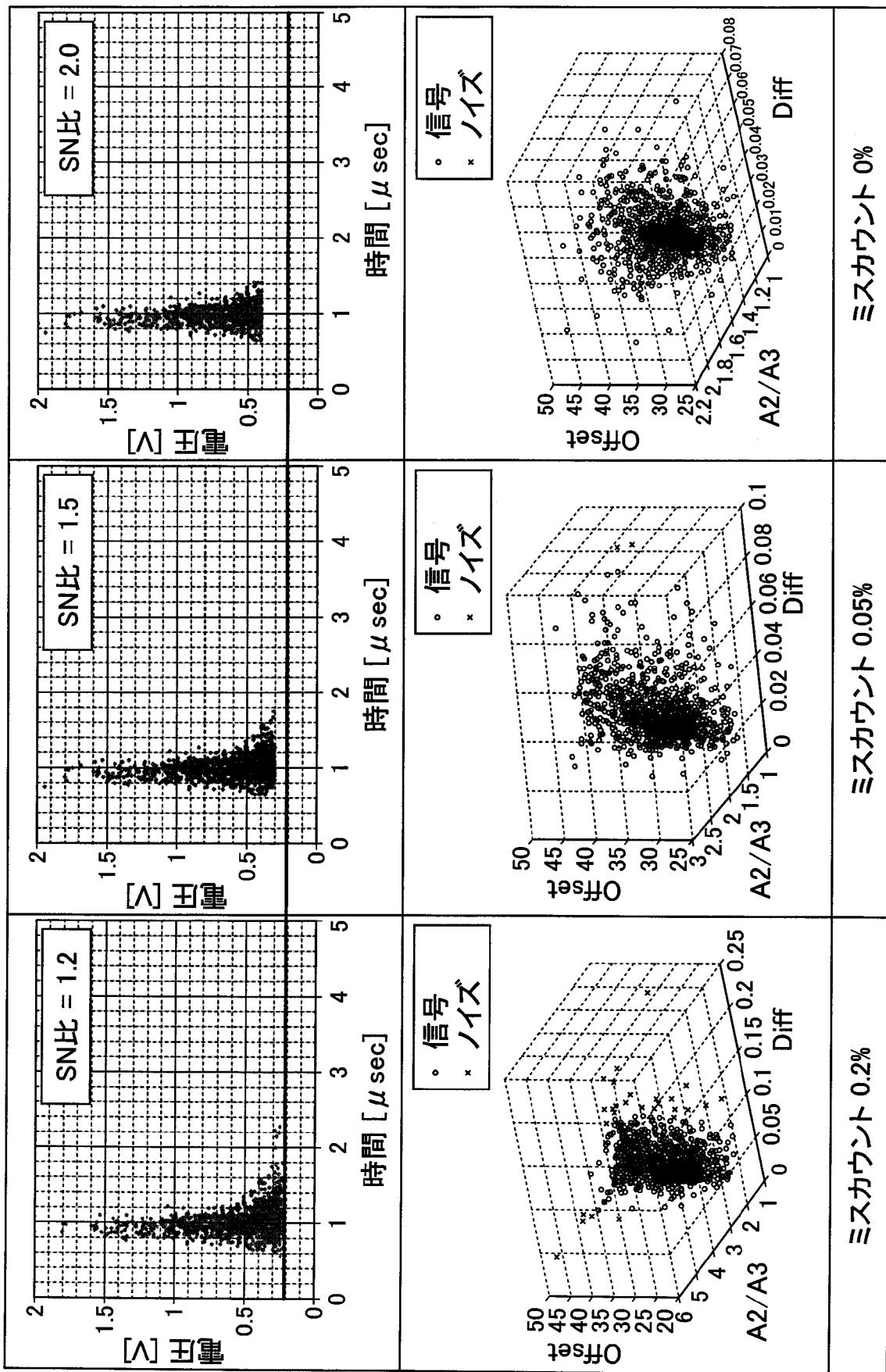
[図10]



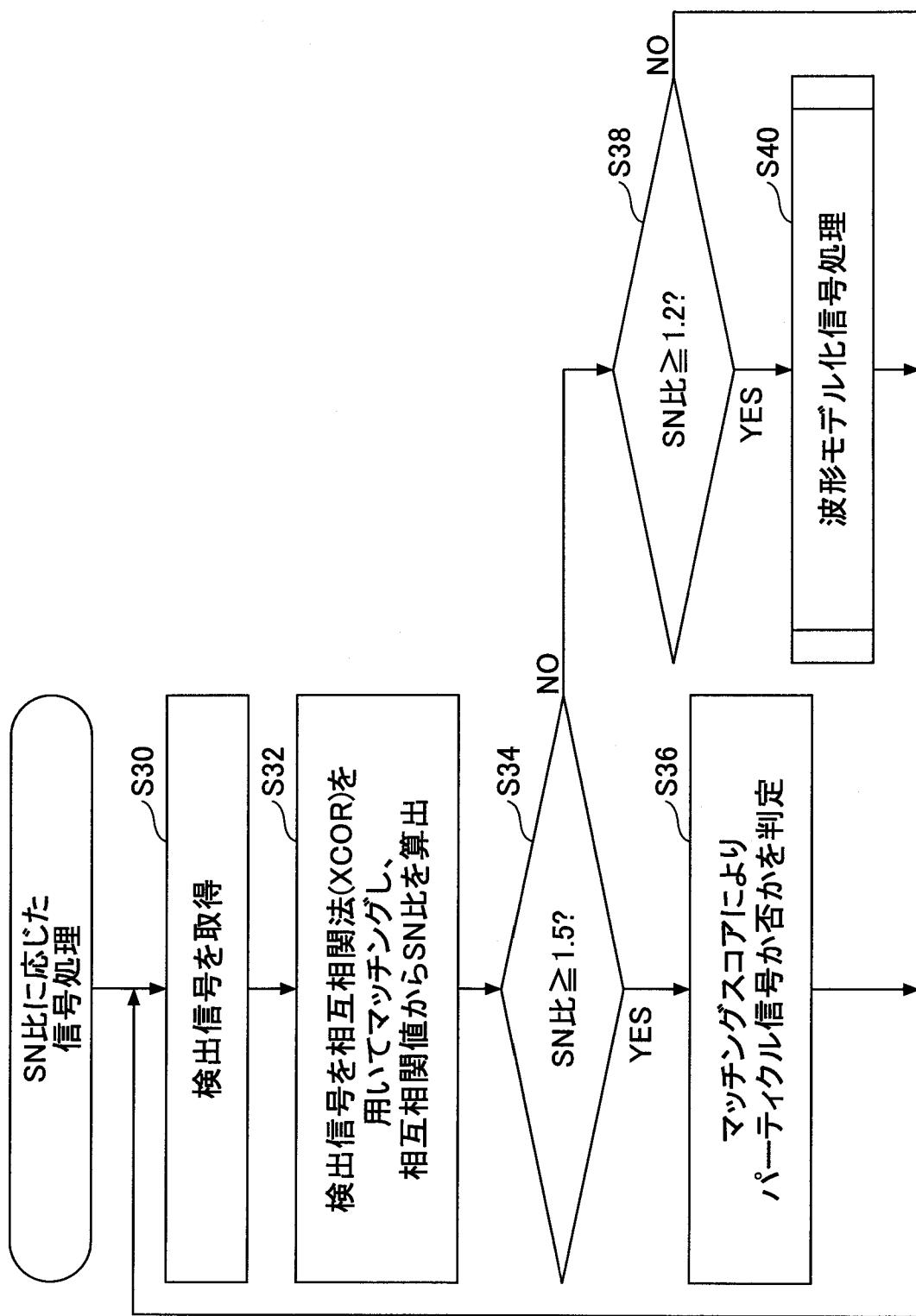
[図11]



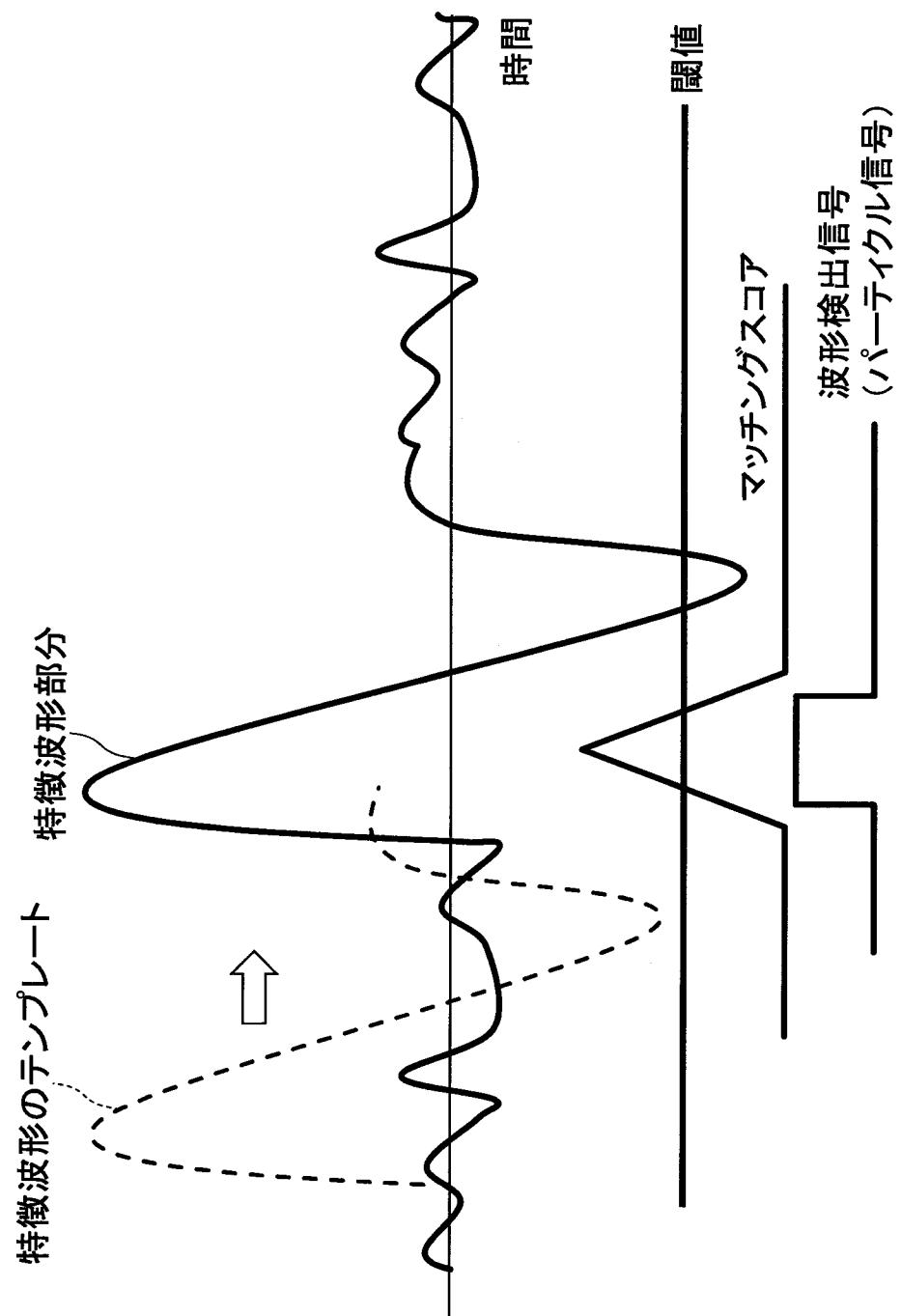
[図12]



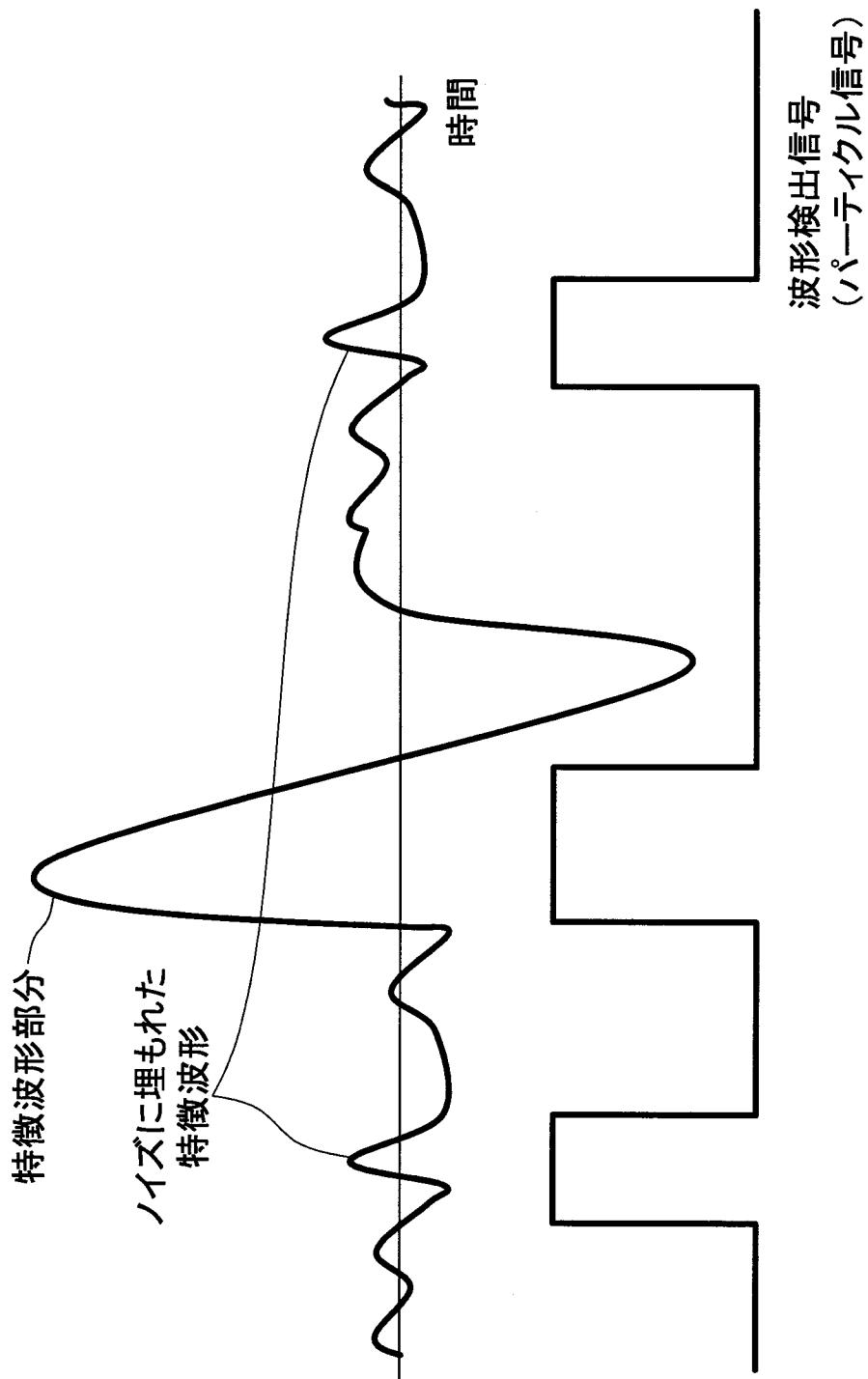
[図13]



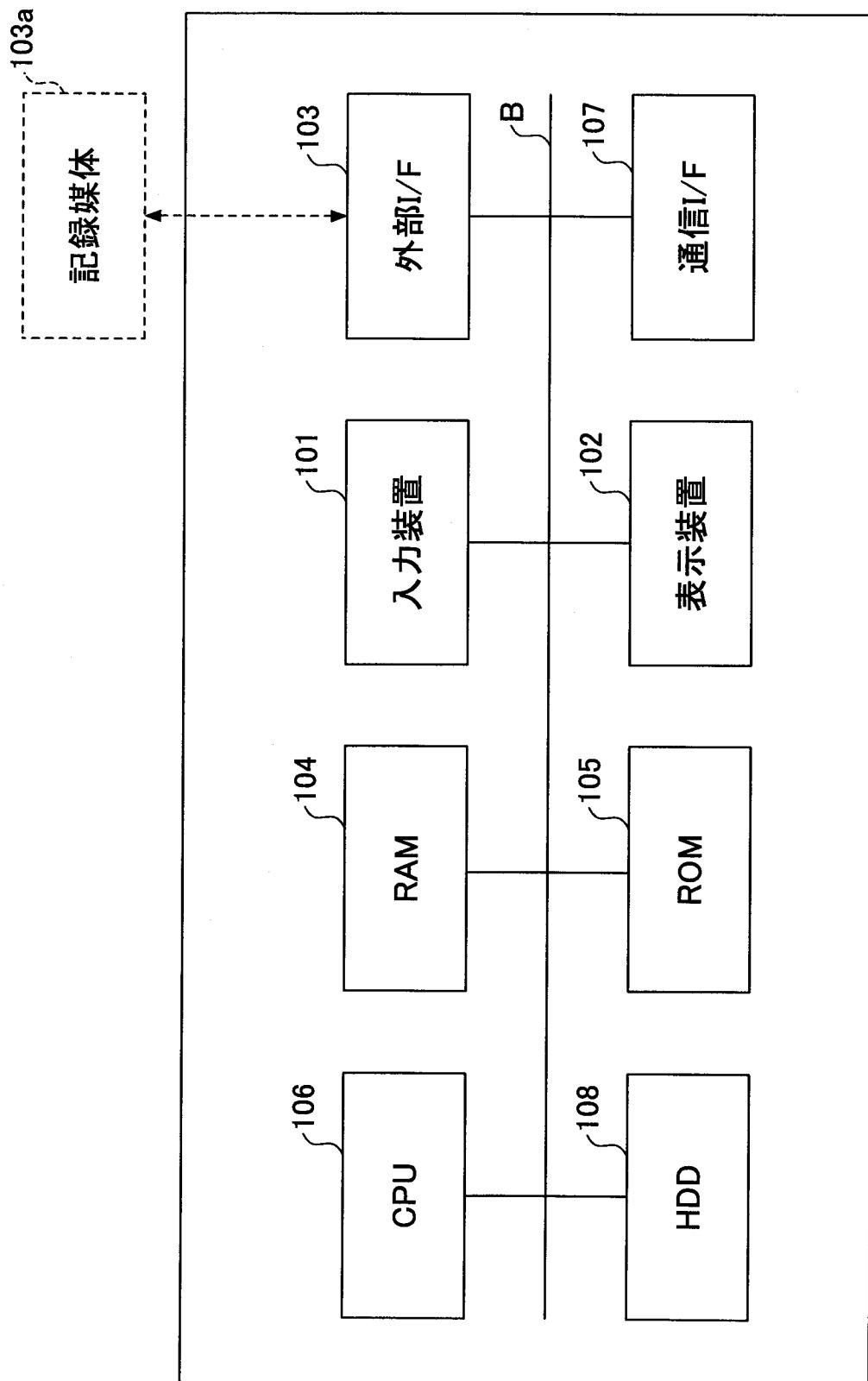
[図14]



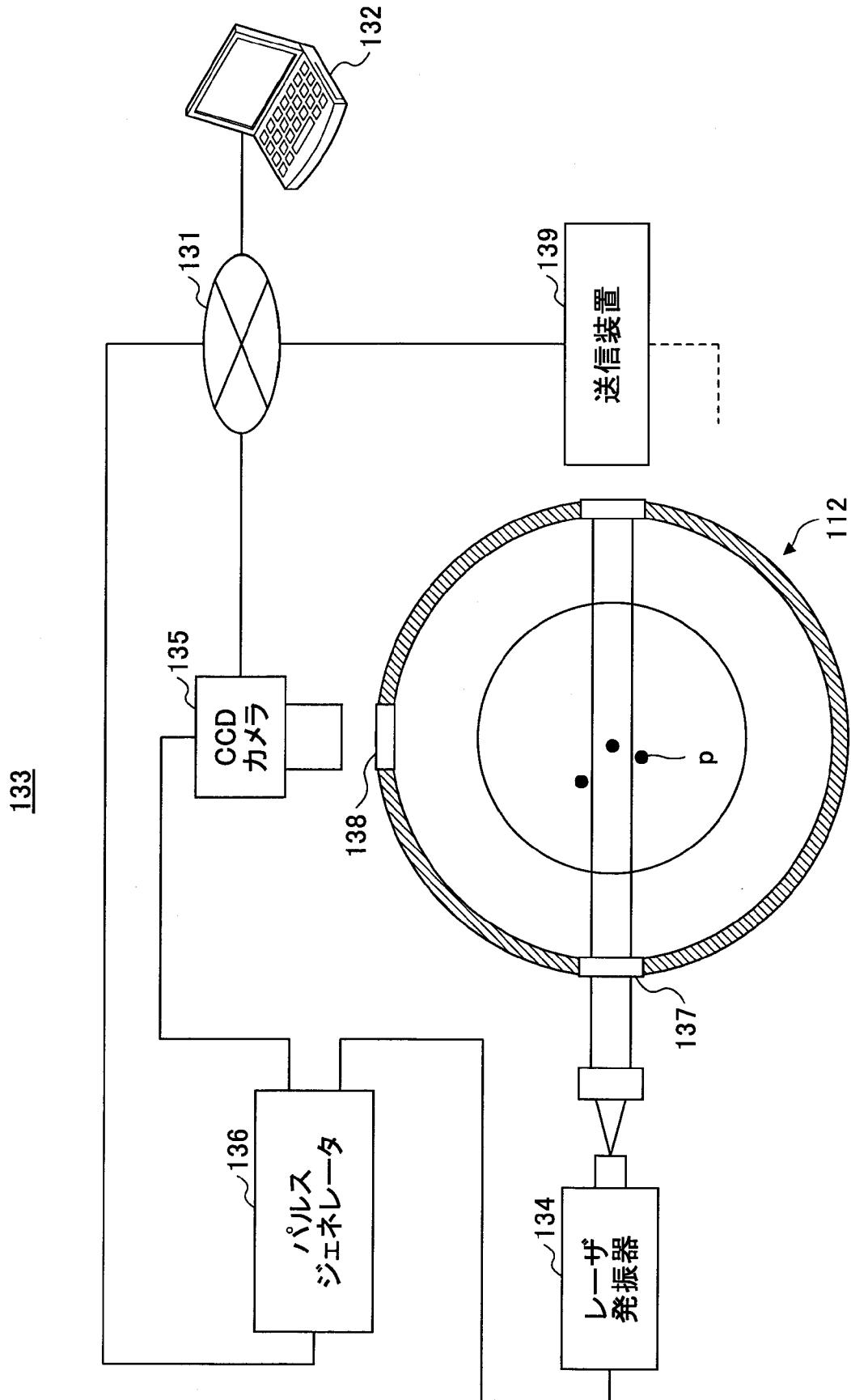
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/042854

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N15/14 (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, H01L21/66, G01N15/06, G01N21/64, G01N21/27

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

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

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/031309 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO.) 07 March 2013,	1–2, 5–6, 11
Y	paragraphs [0037]–[0060], fig. 1–4	7–10
A	& US 2014/0134608 A1, paragraphs [0071]–[0093], fig. 1A–4C & EP 2749868 A1 & CN 103765195 A	3–4
Y	JP 2009-097959 A (TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) 07 May 2009, claim 1 (Family: none)	7



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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
02 February 2018

Date of mailing of the international search report
13 February 2018

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/JP2017/042854

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 05-240770 A (HORIBA LTD.) 17 September 1993, paragraphs [0010]-[0019], fig. 1-7 (Family: none)	8-9
Y	JP 2006-153745 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 15 June 2006, paragraph [0032] & US 2006/0132771 A1, paragraph [0045] & KR 10-2006-0060627 A & CN 1789971 A & TW 200632302 A	9
Y	JP 2003-279484 A (SHARP CORPORATION) 02 October 2003, paragraphs [0048], [0050], [0056] (Family: none)	10
A	WO 2011/108369 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO.) 09 September 2011, entire text, all drawings & US 2012/0318956 A1, entire text, all drawings & EP 2522988 A1 & CN 102782480 A	1-11
A	WO 2015/064628 A1 (KURITA WATER IND LTD.) 07 May 2015, entire text, all drawings & TW 201531688 A	1-11
A	JP 2005-537781 A (IMMUNIVEST CORPORATION) 15 December 2005, entire text, all drawings & US 2006/0024756 A1, entire text, all drawings & WO 2003/069421 A2 & EP 1474772 A2 & KR 10-2004-0105717 A	1-11
A	JP 2005-502875 A (INFICON, INC.) 27 January 2005, entire text, all drawings & US 2003/0076494 A1, entire text, all drawings & WO 2003/023368 A1 & EP 1432972 A1 & KR 10-0934057 B1	1-11

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

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, H01L21/66, G01N15/06, G01N21/64, G01N21/27

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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	WO 2013/031309 A1 (オリンパス株式会社) 2013.03.07, [0037]	1-2, 5-6, 11
Y	- [0060], [図1] - [図4] & US 2014/0134608	7-10
A	A1([0071]-[0093], FIG. 1A-FIG. 4C) & EP 2749868 A1 & CN 103765195 A	3-4
Y	JP 2009-097959 A (株式会社東京精密) 2009.05.07, [請求項1] (フ アミリーなし)	7

※ 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 02.02.2018	国際調査報告の発送日 13.02.2018
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 土岐 和雅 電話番号 03-3581-1101 内線 3252 2 J 4459

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求項の番号
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	
Y	JP 05-240770 A (株式会社堀場製作所) 1993.09.17, [0010] – [0019], [図1] – [図7] (ファミリーなし)	8-9
Y	JP 2006-153745 A (東京エレクトロン株式会社) 2006.06.15, [0032] & US 2006/0132771 A1([0045]) & KR 10-2006-0060627 A & CN 1789971 A & TW 200632302 A	9
Y	JP 2003-279484 A (シャープ株式会社) 2003.10.02, [0048], [0050], [0056] (ファミリーなし)	10
A	WO 2011/108369 A1 (オリンパス株式会社) 2011.09.09, [全文]、[全図] & US 2012/0318956 A1([全文], [全図]) & EP 2522988 A1 & CN 102782480 A	1-11
A	WO 2015/064628 A1 (栗田工業株式会社) 2015.05.07, [全文]、[全図] & TW 201531688 A	1-11
A	JP 2005-537781 A (イムニベスト・コーポレイション) 2005.12.15, [全文]、[全図] & US 2006/0024756 A1([全文], [全図]) & WO 2003/069421 A2 & EP 1474772 A2 & KR 10-2004-0105717 A	1-11
A	JP 2005-502875 A (インフィコン インコーポレイティッド) 2005.01.27, [全文]、[全図] & US 2003/0076494 A1([全文], [全図]) & WO 2003/023368 A1 & EP 1432972 A1 & KR 10-0934057 B1	1-11