

(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28日(28.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/221394 A1

(51) 国際特許分類:

A61B 5/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2016/068770

(22) 国際出願日:

2016年6月24日(24.06.2016)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED)

[JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 勝木 隆史 (KATSUKI Takashi);

〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 服部 毅 巖 (HATTORI, Kiyoshi);

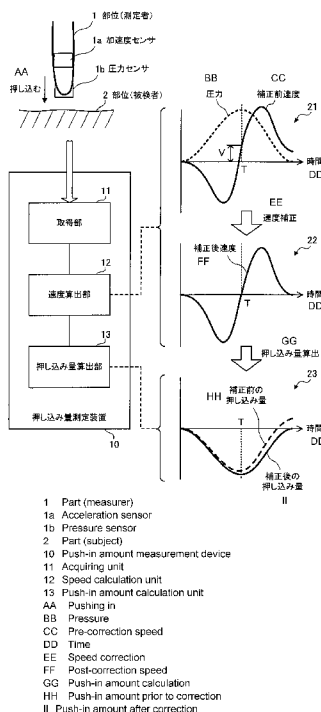
〒1920082 東京都八王子市東町9番8号 八王子東町センタービル 服部特許事務所 Tokyo (JP).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,

(54) Title: PUSHING AMOUNT MEASUREMENT DEVICE, PUSHING AMOUNT MEASUREMENT METHOD, AND PUSHING AMOUNT MEASUREMENT PROGRAM

(54) 発明の名称: 押し込み量測定装置、押し込み量測定方法および押し込み量測定プログラム



(57) Abstract: Through the present invention, the precision of measuring an amount of pushing into a part of a human body is enhanced. During execution of a push-in operation in which a part (1) of a measurer pushes into a part (2) of a subject, an acquiring unit (11) acquires a detection result from an acceleration sensor (1a) mounted to the part (1) and a detection result from a pressure sensor (1b) mounted to a pushing-in surface of the part (1). A speed calculation unit (12) calculates a plurality of first speeds of the part (1) at each of a plurality of measurement timings from the start of the push-in operation by integrating the acceleration detected by the acceleration sensor (1a), corrects each of the plurality of first speeds so that the speed at the timing (T) at which the pressure detected by the pressure sensor (1b) is at maximum is 0, and calculates a plurality of second speeds. A push-in amount calculation unit (13) integrates the plurality of second speeds and thereby calculates the amount of pushing in of the part (1).

(57) 要約: 人体の部位に対する押し込み量の測定精度を向上させる。取得部(11)は、測定者の部位(1)が被検者の部位(2)を押し込む押し込み動作の実行中に、部位(1)に装着された加速度センサ(1a)による検出結果と、部位(1)の押し込み面に装着された圧力センサ(1b)による検出結果とを取得する。速度算出部(12)は、加速度センサ(1a)によって検出された加速度を積分することで、押し込み動作の開始からの複数の測定タイミングのそれぞれにおける部位(1)の複数の第1の速度を算出し、複数の測定タイミングのうち、圧力センサ(1b)によって検出された圧力が最大となるタイミング(T)における速度が0になるように、複数の第1の速度をそれぞれ補正して複数の第2の速度を算出する。押し込み量算出部(13)は、複数の第2の速度を積分することで、部位(1)の押し込み量を算出する。

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))

明 細 書

発明の名称：

押し込み量測定装置、押し込み量測定方法および押し込み量測定プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、押し込み量測定装置、押し込み量測定方法および押し込み量測定プログラムに関する。

背景技術

[0002] 漢方医学の診断方法の1つとして、腹部を押し込んで押し込み量や圧力などを測る「腹診」がある。腹診は、漢方医によって経験的・感覚的に実施されていたが、近年、各種のセンサを用いて腹診の診断結果を客観化する方法が研究されている。

[0003] また、センサを用いた人体に関する測定技術として、次のような測定方法が提案されている。この方法では、被検者の指の指尖部に、加速度センサ、発光部および受光部が一体化された脈波検出部が装着される。受光部の受光レベルによって、人が物を押圧する際の押圧情報が検知される。また、加速度センサによる加速度情報の二重積分処理により、変位情報が生成される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平10-211172号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 腹診における押し込み量の測定では、例えば、治具によって固定されたゲージやモーションキャプチャカメラを用いる方法が考えられる。しかし、この方法は、診察ベッドの周囲にカメラやゲージを固定するための大がかりな固定機構が必要となる。

[0006] これに対して、3次元加速度センサを用いたコンパクトな装置構成によって押し込み量を測定する方法も考えられる。例えば、医師は、指に加速度センサを取り付けた状態で、患者の腹部を指で押し込む。押し込みの動きに応じて加速度センサから得られた測定値を2回積分することで、理論的には押し込み量を指の変位量として得ることができる。しかし、この方法は、他軸感度の影響によって測定精度が低下しやすいという問題がある。

[0007] また、以上の問題は腹部に限らず、人体の他の部位に対する押し込みを行う際にも起こり得る。

1つの側面では、本発明は、人体の部位に対する押し込み量の測定精度を向上させることが可能な押し込み量測定装置、押し込み量測定方法および押し込み量測定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

[0008] 1つの案では、次のような押し込み量測定装置が提供される。この押し込み量測定装置は、取得部、速度算出部および押し込み量算出部を有する。取得部は、測定者の身体の第1の部位が被検者の身体の第2の部位を押し込む押し込み動作の実行中に、第1の部位に装着された加速度センサによる検出結果と、第1の部位の押し込み面に装着された圧力センサによる検出結果とを取得する。速度算出部は、加速度センサによって検出された加速度を積分することで、押し込み動作の開始からの複数の測定タイミングのそれぞれにおける第1の部位の複数の第1の速度を算出する。また、速度算出部は、複数の測定タイミングのうち、圧力センサによって検出された圧力が最大となる特定タイミングにおける速度が0になるように、複数の第1の速度をそれぞれ補正して複数の第2の速度を算出する。押し込み量算出部は、複数の第2の速度を積分することで、第1の部位の押し込み量を算出する。

[0009] また、1つの案では、上記の押し込み量測定装置と同様の処理がコンピュータによって実行される押し込み量測定方法が提供される。

さらに、1つの案では、上記の押し込み量測定装置と同様の処理をコンピュータに実行させる押し込み量測定プログラムが提供される。

発明の効果

[0010] 1つの側面では、人体の部位に対する押し込み量の測定精度を向上させることができる。

本発明の上記および他の目的、特徴および利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施の形態に係る押し込み量測定装置の構成例および処理例を示す図である。

[図2]第2の実施の形態に係る測定システムの構成例を示す図である。

[図3]測定制御装置のハードウェア構成例を示す図である。

[図4]加速度センサの検出信号に基づく加速度、速度および変位の測定結果の例を示す図である。

[図5]加速度、速度および圧力の測定結果の例を示す図である。

[図6]測定制御装置が備える処理機能の構成例を示すブロック図である。

[図7]腹診時における処理手順の例を示すフローチャートである。

[図8]各センサのサンプリングレートと測定ポイントの間隔との関係の例を示す図である。

[図9]補正前の速度に基づく変位量の算出例を示す図である。

[図10]補正後の速度に基づく変位量の算出例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

〔第1の実施の形態〕

図1は、第1の実施の形態に係る押し込み量測定装置の構成例および処理例を示す図である。押し込み量測定装置10は、測定者の身体の一部1が、被検者の身体の一部2を押し込む押し込み動作が行われた際に、部位1の押し込み量を測定する。例えば、押し込み量測定装置10は、部位1が部位2に対して最も奥まで押し込まれたときの押し込み量（最大押し込み量）を測

定する。部位 1 は、例えば、測定者の手指である。部位 2 は、例えば、被検者の腹部である。なお、本実施の形態では、例として、被検者の部位 2 の表面が上方向を向いた状態で、測定者の部位 1 が下方向に対して押し込まれるものとする。

[0013] 測定者の部位 1 には、加速度センサ 1 a と圧力センサ 1 b とが装着される。加速度センサ 1 a は、押し込み動作の実行中における部位 1 の加速度を検出する。圧力センサ 1 b は、部位 1 の押し込み面に装着され、押し込み動作の実行中に押し込み面にかかる圧力を検出する。

[0014] 押し込み量測定装置 10 は、取得部 11、速度算出部 12 および押し込み量算出部 13 を有する。取得部 11、速度算出部 12 および押し込み量算出部 13 の処理は、例えば、押し込み量測定装置 10 が所定のプログラムを実行することで実現される。

[0015] 取得部 11 は、押し込み動作の実行中における加速度センサ 1 a および圧力センサ 1 b のそれぞれの検出結果を取得する。各検出結果は、例えば一定間隔を空けて、複数回取得される。

[0016] 速度算出部 12 は、加速度センサ 1 a によって検出された加速度を積分することで、押し込み動作の開始からの複数の測定タイミングのそれぞれにおける部位 1 の速度を算出する。以下、各測定タイミングで算出された速度を「補正前速度」と記載する。補正前速度は、例えば、図 1 のグラフ 21 に示すように算出される。

[0017] また、速度算出部 12 は、上記の複数の測定タイミングの中から、圧力センサ 1 b によって検出された圧力が最大となるタイミング T を判別する。ここで、押し込み動作では、部位 2 の最も奥まで部位 1 が押し込まれたとき、押し込み面の圧力が最大となる。この時点、すなわちタイミング T では、部位 1 の速度は 0 になるはずである。しかし、グラフ 21 の例のように、加速度に基づいて算出されたタイミング T における速度 V は、0 にならない場合がある。この主な原因は、他軸感度の影響によるノイズ成分が加速度の検出値に含まれており、このノイズ成分が速度の算出値に現れることにある。

[0018] そこで、速度算出部 12 は、タイミング T における速度が 0 になるように、算出された各補正前速度を補正する。以下、各補正前速度が補正された速度を「補正後速度」と記載する。補正後速度は、例えば、図 1 のグラフ 22 に示すように算出される。

[0019] 押し込み量算出部 13 は、算出された各補正後速度を積分することで、部位 1 の押し込み量を算出する。押し込み量算出部 13 は、最終出力値として、各測定タイミングにおける部位 1 の押し込み量を出力してもよいし、タイミング T1 における押し込み量、すなわち押し込み動作における最大押し込み量を出力してもよい。

[0020] 以上の押し込み量測定装置 10 では、部位 1 の加速度を二重積分することで部位 1 の変位（すなわち押し込み量）が得られる、という原理を用いて、押し込み量が算出される。ただし、加速度センサ 1a によって検出される加速度は、他軸感度の影響を受けやすい。このため、加速度が 2 回積分されることで、他軸感度の影響によるノイズ成分が増幅され、増幅されたノイズ成分によって押し込み量の算出値に大きな誤差が生じ得る。

[0021] そこで、押し込み量測定装置 10 は、圧力センサ 1b によって検出された圧力が最大となるタイミング T を判別し、タイミング T における速度が 0 になるように、加速度から算出された各補正前速度を補正する。そして、押し込み量測定装置 10 は、補正によって得られた補正後速度を積分することで、部位 1 の押し込み量を算出する。これにより、押し込み量の算出値に現れる誤差を低減でき、算出精度を向上させることができる。

[0022] 図 1 のグラフ 23 は、補正前速度を基に算出された、補正前の押し込み量と、補正後速度を基に算出された、補正後の押し込み量の例を示している。補正後速度を用いることで、各測定タイミングにおける押し込み量の算出精度が高められる。また、補正後速度が用いられた場合、部位 1 が部位 2 を押し込んだ後、押し込み開始時の位置に戻った時点での押し込み量は、0 に近づくように補正される。

[0023] 〔第 2 の実施の形態〕

次に、第２の実施の形態として、腹診における腹部への指の押し込み量および圧力を測定可能な測定システムについて説明する。

[0024] 図２は、第２の実施の形態に係る測定システムの構成例を示す図である。図２に示す測定システムは、加速度センサ８１、圧力センサ８２、検出回路８３および測定制御装置１００を含む。

[0025] 加速度センサ８１は、３軸方向の加速度を検出するセンサである。加速度センサ８１は、測定者（例えば医師）の指の爪側に装着される。圧力センサ８２は、同じ指の腹側に装着され、その指によって被検者の腹部を押し込んだときに、指が腹部から受ける圧力を検出可能になっている。なお、以下の説明では、被検者が仰向けに寝た状態で、測定者の指が腹部を下方方向に押し込むものとする。

[0026] 加速度センサ８１および圧力センサ８２の各検出信号は、信号線を通じて検出回路８３に供給される。検出回路８３は、例えば、測定者の手の甲や手首、腕など、腹診の動作の邪魔にならない位置に装着される。検出回路８３は、加速度センサ８１および圧力センサ８２から供給された各検出信号を、デジタル方式の測定データに変換する。検出回路８３は、変換された測定データを、測定制御装置１００に無線送信する。無線による通信方式としては、例えば、Bluetooth（登録商標）を用いることができる。

[0027] なお、加速度センサ８１、圧力センサ８２および検出回路８３は、例えば、グローブの表面に装着される。測定者がそのグローブを手に着用することで、加速度センサ８１、圧力センサ８２および検出回路８３は、図２に示すような位置に配置される。

[0028] このように、本実施の形態では、モーションキャプチャ用の複数のカメラや変位測定用のゲージ、それらを診察ベッドの周囲に固定するための機構といった大がかりな装置は使用されない。その代わりに、測定者の手に装着される加速度センサ８１、圧力センサ８２および検出回路８３というコンパクトな構成によって測定が行われる。

[0029] 測定制御装置１００は、検出回路８３から加速度および圧力の測定データ

を受信する。測定制御装置１００は、腹診が行われる間、加速度および圧力の測定データを一定のサンプリング時間間隔で検出回路８３から取得する。以下、加速度および圧力の測定データの取得タイミングを「測定ポイント」と記載する場合がある。測定制御装置１００は、取得した測定データに基づいて、測定者の指の変位量、すなわち腹部への押し込み量と、圧力のそれぞれの推移を算出する。

[0030] 図３は、測定制御装置のハードウェア構成例を示す図である。測定制御装置１００は、例えば、図３に示すようなコンピュータとして実現される。

測定制御装置１００は、プロセッサ１０１によって装置全体が制御されている。プロセッサ１０１は、マルチプロセッサであってもよい。プロセッサ１０１は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＭＰＵ（Micro Processing Unit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、またはＰＬＤ（Programmable Logic Device）である。また、プロセッサ１０１は、ＣＰＵ、ＭＰＵ、ＤＳＰ、ＡＳＩＣ、ＧＰＵ、ＰＬＤのうちの２以上の要素の組み合わせであってもよい。

[0031] プロセッサ１０１には、バス１０８を介して、ＲＡＭ（Random Access Memory）１０２と複数の周辺機器が接続されている。

ＲＡＭ１０２は、測定制御装置１００の主記憶装置として使用される。ＲＡＭ１０２には、プロセッサ１０１に実行させるＯＳ（Operating System）プログラムやアプリケーションプログラムの少なくとも一部が一時的に格納される。また、ＲＡＭ１０２には、プロセッサ１０１による処理に必要な各種データが格納される。

[0032] バス１０８に接続されている周辺機器としては、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）１０３、グラフィック処理装置１０４、入力インタフェース１０５、読み取り装置１０６および無線通信インタフェース１０７がある。

[0033] ＨＤＤ１０３は、測定制御装置１００の補助記憶装置として使用される。ＨＤＤ１０３には、ＯＳプログラム、アプリケーションプログラム、および

各種データが格納される。なお、補助記憶装置としては、SSD (Solid State Drive) などの他の種類の不揮発性記憶装置を使用することもできる。

[0034] グラフィック処理装置104には、表示装置104aが接続されている。グラフィック処理装置104は、プロセッサ101からの命令にしたがって、画像を表示装置104aの画面に表示させる。表示装置104aとしては、液晶ディスプレイや有機EL (ElectroLuminescence) ディスプレイなどがある。

[0035] 入力インタフェース105には、入力装置105aが接続されている。入力インタフェース105は、入力装置105aから出力される信号をプロセッサ101に送信する。入力装置105aとしては、キーボードやポインティングデバイスなどがある。ポインティングデバイスとしては、マウス、タッチパネル、タブレット、タッチパッド、トラックボールなどがある。

[0036] 読み取り装置106には、可搬型記録媒体106aが脱着される。読み取り装置106は、可搬型記録媒体106aに記録されたデータを読み取ってプロセッサ101に送信する。可搬型記録媒体106aとしては、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリなどがある。

[0037] 無線通信インタフェース107は、検出回路83との間でデータを送受信する。

以上のようなハードウェア構成によって、測定制御装置100の処理機能を実現することができる。

[0038] 次に、図4を用いて、加速度センサ81の検出信号に基づいて変位量（押し込み量）を算出する場合の問題点について説明する。

図4は、加速度センサの検出信号に基づく加速度、速度および変位の測定結果の例を示す図である。なお、図4に示す加速度は、指の押し込み方向に沿った上下方向に対する加速度を示す。

[0039] 測定制御装置100は、測定された加速度を積分することで、指の速度を算出できる。また、測定制御装置100は、算出された速度をさらに積分することで、指の変位量を算出できる。図4に示す速度および変位量の推移は

、このような手順で加速度の推移に基づいて算出されたものである。腹部の表面に圧力をかけずに指を触れて静止した状態から加速度の測定を行うことで、押し込み開始時の位置を基準とした相対的な指の変位量が算出される。

[0040] ここで、腹診の際には、測定者の指は、まず、下方向に対して変位し、最も奥まで押し込まれた後、変位方向が上方向に逆転する。このため、速度は本来、最初のうち負の値をとり、指が最も奥まで押し込まれたときを境に正の値に変化し、指が押し込み開始時の元の位置に戻った時点で0になる。したがって、指の変位量は本来、押し込みが行われている間は負の値をとり、指が押し込み開始時の元の位置に戻った時点で0に戻る。しかし、図4の例では、指が押し込み開始時の元の位置に戻った時点での速度と変位量はともに0になっておらず、正の方向にずれている。

[0041] 加速度センサ81による加速度の測定値は、他軸感度の影響を受けやすい。上記のように加速度が2回積分されることで、他軸感度の影響によるノイズ成分が増幅され、増幅されたノイズ成分によって変位量に大きな誤差が生じると考えられる。

[0042] このような問題に対して、本実施の形態の測定制御装置100は、次の図5で説明する方法によって、加速度を基に算出された速度を補正することで、変位量に生じる誤差を低減する。

[0043] 図5は、加速度、速度および圧力の測定結果の例を示す図である。これまでの臨床データから、腹診では、腹部に対する押し込み圧力が最大になったとき、指が最も奥まで押し込まれて、その押し込み量（深さ）が最大になるとともに、押し込みの速度が0になることが判明している。

[0044] このことを利用して、測定制御装置100は、圧力センサ82によって測定された圧力が最大値（ピーク値）になった時刻 T_p において、加速度を基に算出された速度の値（0からのずれ量）を、速度の累積誤差 V_{err} と推定する。そして、測定制御装置100は、静止状態から指の押し込みを開始した押し込み開始時刻（ T_0 とする）から、時刻 T_p までの押し込み時間 T_M によって、累積誤差 V_{err} を除算する。これによって、単位時間当たり

の速度誤差推定値が算出される。測定制御装置 100 は、押し込み開始時刻 T_0 以降の各測定ポイントについて算出された速度を、速度誤差推定値を用いて補正し、補正後の速度に基づいて変位量を算出する。これにより、変位量に生じる誤差を低減できる。

[0045] なお、図 5 では、説明をわかりやすくするために、時刻 T_p における速度のずれ量を誇張して描いている。

次に、測定制御装置 100 の詳細について説明する。

[0046] 図 6 は、測定制御装置が備える処理機能の構成例を示すブロック図である。測定制御装置 100 は、測定データ取得部 111、速度算出部 112、変位算出部 113 および記憶部 114 を有する。測定データ取得部 111、速度算出部 112 および変位算出部 113 の処理は、例えば、プロセッサ 101 が所定のアプリケーションプログラムを実行することで実現される。記憶部 114 は、例えば、RAM 102 または HDD 103 の記憶領域として実現される。なお、測定データ取得部 111、速度算出部 112、変位算出部 113 は、それぞれ図 1 に示した取得部 11、速度算出部 12、押し込み量算出部 13 の一例である。

[0047] 測定データ取得部 111 は、加速度および圧力の測定データを、一定のサンプリング時間間隔で検出回路 83 から受信し、記憶部 114 に保存する。また、測定データ取得部 111 は、加速度の検出データを基に、重力加速度の成分を除去した 3 次元の加速度ベクトルを算出し、記憶部 114 に保存する。これにより、測定ポイントごとに、圧力の測定値と加速度ベクトルとが記憶部 114 に保存される。

[0048] 速度算出部 112 は、圧力の測定値に基づいて、押し込み開始時刻 T_0 と、押し込み量が最大となる時刻 T_p とを判別する。具体的には、速度算出部 112 は、測定開始から、圧力の測定値が所定の閾値を超えた時刻を、押し込み開始時刻 T_0 とする。また、速度算出部 112 は、圧力の測定値が最大の時刻を、押し込み量が最大となる時刻 T_p とする。

[0049] 速度算出部 112 は、押し込み開始時刻 T_0 以後の各測定ポイントでの加

速度ベクトルを用いた積分演算により、各測定ポイントでの速度ベクトルを算出する。また、速度算出部 112 は、算出された各速度ベクトルのうち上下方向の成分の大きさ（上下方向の速度）を算出する。さらに、速度算出部 112 は、時刻 T_p での速度を、累積誤差 V_{err} として抽出する。そして、速度算出部 112 は、累積誤差 V_{err} を用いて、各測定ポイントでの速度を補正する。

[0050] 変位算出部 113 は、補正された速度を用いた積分演算により、各測定ポイントでの変位量（押し込み量）を算出する。変位算出部 113 は、例えば、押し込み開始時刻 T_0 から時刻 T_p までの各測定ポイントにおける変位量および圧力の推移をデータファイルに書き込み、そのデータファイルを最終的に出力する情報として記憶部 114 に保存する。

[0051] 記憶部 114 には、検出回路 83 から取得された測定データや、測定データを基に算出された速度や変位量など、測定データ取得部 111、速度算出部 112、変位算出部 113 の処理で利用される各種のデータが格納される。

[0052] 次に、腹診時における測定制御装置 100 の処理手順について、フローチャートを用いて説明する。

図 7 は、腹診時における処理手順の例を示すフローチャートである。

[0053] [ステップ S11] 測定制御装置 100 は、測定処理を開始する。例えば、測定者による測定制御装置 100 に対する測定開始の指示操作に応じて、測定が開始される。

[ステップ S12] 測定データ取得部 111 は、加速度および圧力の測定データを検出回路 83 から受信する。測定データ取得部 111 は、受信した各測定データを、測定時刻とともに記憶部 114 に保存する。

[0054] [ステップ S13] 測定データ取得部 111 は、測定を終了するか否かを判定する。例えば、測定者によって測定制御装置 100 に対する測定終了の指示操作が行われた場合、測定を終了すると判定される。測定を終了する場合、ステップ S14 の処理が実行される。一方、測定を継続する場合、一定

時間が経過した後にステップS 1 2の処理が再度実行される。

[0055] [ステップS 1 4] 測定データ取得部 1 1 1は、保存された各測定ポイントにおける加速度の測定データを基に、重力加速度の成分を除去した3次元の加速度ベクトルを算出する。測定データ取得部 1 1 1は、算出された加速度ベクトルを、測定時刻に対応付けて記憶部 1 1 4に保存する。

[0056] [ステップS 1 5] 速度算出部 1 1 2は、保存された圧力の測定データを参照し、測定開始から圧力が所定の閾値を超えた時刻を、押し込み開始時刻 T_0 と判別する。また、速度算出部 1 1 2は、押し込み開始時刻 T_0 の後、圧力が最大となった時刻を、押し込み量が最大となる時刻 T_p と判別する。さらに、速度算出部 1 1 2は、押し込み開始時刻 T_0 から時刻 T_p までの押し込み時間 T_M を算出する。

[0057] [ステップS 1 6] 速度算出部 1 1 2は、押し込み開始時刻 T_0 以後の各測定ポイントでの加速度ベクトルを用いた積分演算により、測定ポイントごとの速度ベクトルを算出する。例えば、押し込み開始時刻 T_0 の測定ポイントを1番目の測定ポイントとした場合、 n 番目の測定ポイントの速度ベクトルは、1番目から n 番目の各測定ポイントでの加速度ベクトルを各軸の成分ごとに加算することで算出される。

[0058] また、速度算出部 1 1 2は、算出された各速度ベクトルを基に、指の押し込み方向の成分の速度を算出する。本実施の形態では、押し込み方向は上下方向であるので、上下方向の成分の速度が算出される。

[0059] [ステップS 1 7] 速度算出部 1 1 2は、時刻 T_p における速度を、累積誤差 V_{err} として抽出する。

[ステップS 1 8] 速度算出部 1 1 2は、ステップS 1 6で算出された、測定ポイントごとの速度を、累積誤差 V_{err} を用いて補正する。

[0060] ここで、押し込み開始時刻 T_0 から測定ポイントまでの時間を t とし、測定ポイントでの補正前の速度を $v(t)$ とする。速度算出部 1 1 2は、補正後の速度を、 $v(t) - V_{err} \div T_M \times t$ によって算出する。

[0061] [ステップS 1 9] 変位算出部 1 1 3は、測定ポイントごとの補正後の速

度を用いた積分演算により、各測定ポイントでの変位量（押し込み量）を算出する。例えば、押し込み開始時刻 T_0 の測定ポイントを 1 番目の測定ポイントとした場合、 n 番目の測定ポイントの変位量は、1 番目から n 番目の各測定ポイントでの補正後の速度を加算することで算出される。

[0062] 変位算出部 113 は、最終的な出力情報として、少なくとも時刻 T_p における変位量を出力する。この変位量は、指の押し込み開始位置から指が最も奥まで押し込まれたときの位置までの距離、すなわち最大押し込み量に相当する。この変位量は、ステップ S19 において、押し込み開始時刻 T_0 から時刻 T_p までの各測定ポイントについての補正後の速度を加算することで算出される。

[0063] また、変位算出部 113 は、上記の変位量（最大押し込み量）を含む次のような情報を、最終的な出力情報として生成してもよい。例えば、変位算出部 113 は、時刻 T_p における変位量と圧力とをデータファイルに書き込み、記憶部 114 に保存する。あるいは、変位算出部 113 は、押し込み開始時刻 T_0 から時刻 T_p までの各測定ポイントにおける変位量および圧力の推移をデータファイルに書き込み、記憶部 114 に保存する。

[0064] なお、上記の図 7 の処理では、一定時間間隔の測定ポイントごとに、加速度センサ 81 による測定データと圧力センサ 82 による測定データが取得される。しかし、他の例として、加速度センサ 81 および圧力センサ 82 のそれぞれのサンプリングレートを加味して、測定ポイントの間隔が決定されてもよい。

[0065] 図 8 は、各センサのサンプリングレートと測定ポイントの間隔との関係の例を示す図である。図 8 では、加速度センサ 81 のサンプリングレートが圧力センサ 82 のサンプリングレートの 2 倍である例を示している。また、測定ポイントの間隔は、圧力センサ 82 のサンプリング間隔と一致させている。

[0066] この場合、測定データ取得部 111 は、加速度センサ 81 での計測のたびに加速度の測定データを受信し、圧力センサ 82 での計測のたびに圧力の測

定データを受信する。測定データ取得部 111 は、圧力センサ 82 から受信した 1 つの測定データを、1 つの測定ポイントでの圧力の測定値とする。一方、測定データ取得部 111 は、加速度センサ 81 から連続して受信した 2 つの測定データの平均値を算出し、算出された平均値を、1 つの測定ポイントでの加速度の測定値とする。これにより、圧力センサ 82 のサンプリングの間隔や測定ポイントの間隔が加速度センサ 81 のサンプリングの間隔より短い場合でも、圧力センサ 82 で測定されたすべての測定データを利用して押し込み量を算出でき、押し込み量の算出精度を向上させることができる。

[0067] 次に、補正前の速度および補正後の速度をそれぞれ用いた場合の変位量の算出例について説明する。

図 9 は、補正前の速度に基づく変位量の算出例を示す図である。また、図 10 は、補正後の速度に基づく変位量の算出例を示す図である。なお、参考のために、図 9 には補正前の速度も示しており、図 10 には補正後の速度も示している。

[0068] この例では、時刻 T_p における補正前の速度に正の誤差が生じているものとする。この場合、時刻 T_p における補正前の速度を 0 に近づけるような補正により、補正後の速度は全体的に負の方向に補正される。また、これに伴って、補正後の速度に基づく変位量も全体的に負の方向に補正される。さらに、補正後の速度に基づく変位量については、指が押し込み開始時の元の位置に戻った時点で 0 に近づくように補正されており、変位量の正確性が高まっていることがわかる。

[0069] 以上説明した第 2 の実施の形態に係る測定システムによれば、圧力の測定値を利用することで、加速度の測定値を基に算出された速度を補正できる。その結果、指の変位量、すなわち腹部への押し込み量を高精度に測定できる。

[0070] ここで、押し込み量の他の測定方法の例として、モーションキャプチャを用いる方法がある。モーションキャプチャを用いることで、押し込み量の高い分解能で測定できる。しかし、測定者の手や被検者の腹部自体の変形によ

って生じる死角の影響を回避するために、多数のカメラを用いてさまざまな方向から撮影する必要がある。さらに、カメラ同士の位置関係が変化しないようにするため、大がかりなカメラフレームが必要となる。

[0071] これに対して、本実施の形態では、測定者の手に装着される加速度センサ 8 1、圧力センサ 8 2 および検出回路 8 3 というコンパクトな測定機器を用いたシンプルな構成のシステムにより、指の押し込み量を高精度に測定できる。

[0072] なお、上記の各実施の形態に示した装置（押し込み量測定装置 1 0 および測定制御装置 1 0 0）の処理機能は、コンピュータによって実現することができる。その場合、各装置が有すべき機能の処理内容を記述したプログラムが提供され、そのプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、磁気記憶装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリなどがある。磁気記憶装置には、ハードディスク装置（HDD）、フレキシブルディスク（FD）、磁気テープなどがある。光ディスクには、DVD（Digital Versatile Disc）、DVD-RAM、CD-ROM（Compact Disc-Read Only Memory）、CD-R（Recordable）／RW（ReWritable）などがある。光磁気記録媒体には、MO（Magneto-optical disk）などがある。

[0073] プログラムを流通させる場合には、例えば、そのプログラムが記録されたDVD、CD-ROMなどの可搬型記録媒体が販売される。また、プログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することもできる。

[0074] プログラムを実行するコンピュータは、例えば、可搬型記録媒体に記録されたプログラムまたはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、自己の記憶装置に格納する。そして、コンピュータは、自己の記憶装置からプ

プログラムを読み取り、プログラムにしたがった処理を実行する。なお、コンピュータは、可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムにしたがった処理を実行することもできる。また、コンピュータは、ネットワークを介して接続されたサーバコンピュータからプログラムが転送されるごとに、逐次、受け取ったプログラムにしたがった処理を実行することもできる。

[0075] 上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成および応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例および均等物は、添付の請求項およびその均等物による本発明の範囲とみなされる。

符号の説明

[0076] 1, 2 部位

- 1 a 加速度センサ
- 1 b 圧力センサ
- 1 0 押し込み量測定装置
- 1 1 取得部
- 1 2 速度算出部
- 1 3 押し込み量算出部
- 2 1 ~ 2 3 グラフ

請求の範囲

- [請求項1] 測定者の身体の前記第1の部位が被検者の身体の前記第2の部位を押し込む押し込み動作の実行中に、前記第1の部位に装着された加速度センサによる検出結果と、前記第1の部位の押し込み面に装着された圧力センサによる検出結果とを取得する取得部と、
- 前記加速度センサによって検出された加速度を積分することで、前記押し込み動作の開始からの複数の測定タイミングのそれぞれにおける前記第1の部位の複数の第1の速度を算出し、前記複数の測定タイミングのうち、前記圧力センサによって検出された圧力が最大となる特定タイミングにおける速度が0になるように、前記複数の第1の速度をそれぞれ補正して複数の第2の速度を算出する速度算出部と、
- 前記複数の第2の速度を積分することで、前記第1の部位の押し込み量を算出する押し込み量算出部と、
- を有する押し込み量測定装置。
- [請求項2] 前記速度算出部は、前記複数の第1の速度のうち、前記特定タイミングにおける速度を第3の速度として抽出し、前記第3の速度に基づいて単位時間当たりの誤差の発生量を算出し、前記誤差の発生量に基づいて前記複数の第1の速度を補正する、
- 請求項1記載の押し込み量測定装置。
- [請求項3] 前記押し込み量算出部は、前記特定タイミングにおける前記第1の部位の押し込み量を算出する、
- 請求項1または2記載の押し込み量測定装置。
- [請求項4] 前記速度算出部は、前記圧力センサによって検出された圧力が所定の閾値を超えたとき、前記押し込み動作が開始されたと判定する、
- 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の押し込み量測定装置。
- [請求項5] コンピュータが、
- 測定者の身体の前記第1の部位が被検者の身体の前記第2の部位を押し込む押し込み動作の実行中に、前記第1の部位に装着された加速度センサ

による検出結果と、前記第1の部位の押し込み面に装着された圧力センサによる検出結果とを取得し、

前記加速度センサによって検出された加速度を積分することで、前記押し込み動作の開始からの複数の測定タイミングのそれぞれにおける前記第1の部位の複数の第1の速度を算出し、

前記複数の測定タイミングのうち、前記圧力センサによって検出された圧力が最大となる特定タイミングにおける速度が0になるように、前記複数の第1の速度をそれぞれ補正して複数の第2の速度を算出し、

前記複数の第2の速度を積分することで、前記第1の部位の押し込み量を算出する、

押し込み量測定方法。

[請求項6]

コンピュータに、

測定者の身体の第1の部位が被検者の身体の第2の部位を押し込む押し込み動作の実行中に、前記第1の部位に装着された加速度センサによる検出結果と、前記第1の部位の押し込み面に装着された圧力センサによる検出結果とを取得し、

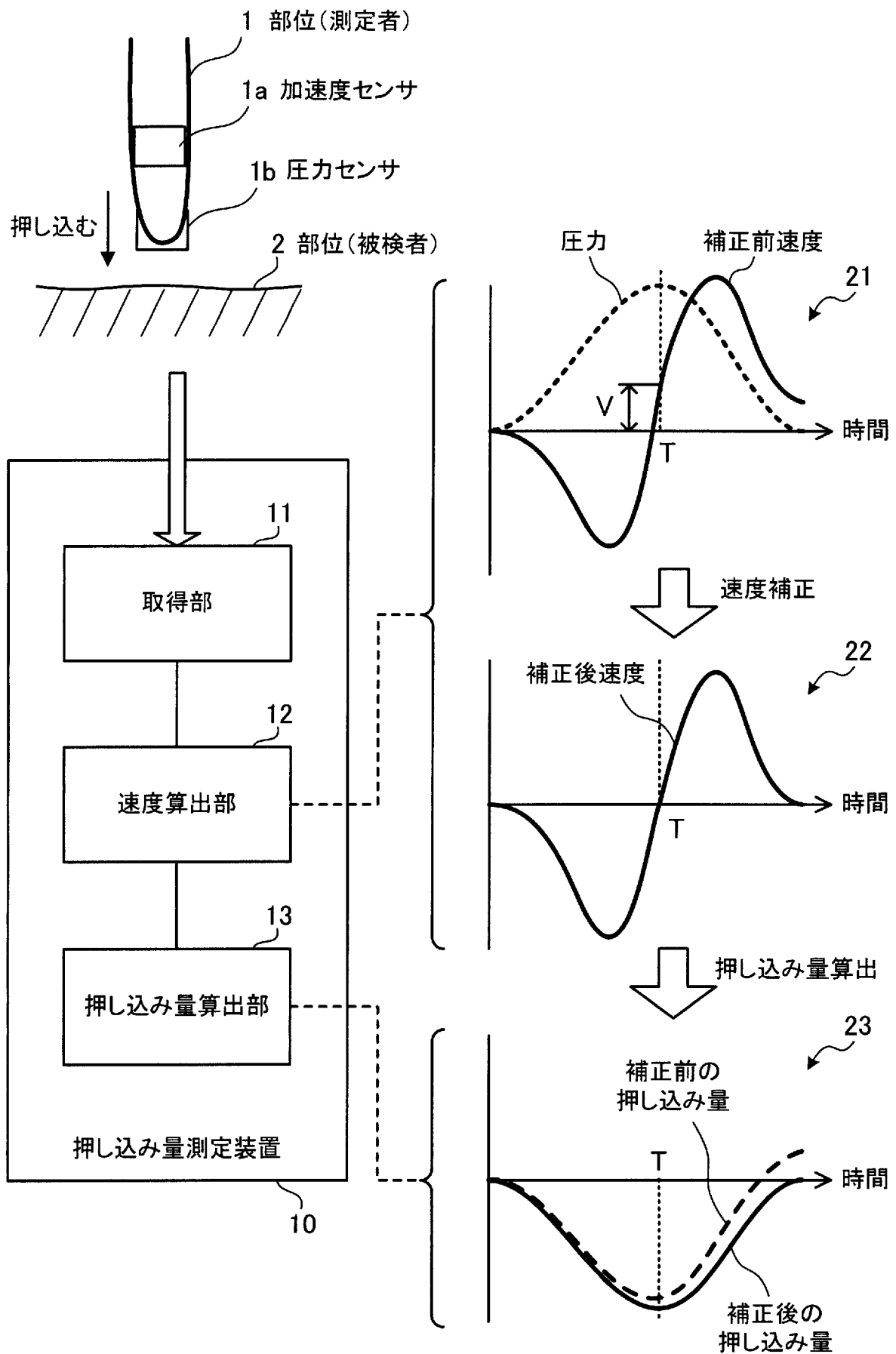
前記加速度センサによって検出された加速度を積分することで、前記押し込み動作の開始からの複数の測定タイミングのそれぞれにおける前記第1の部位の複数の第1の速度を算出し、

前記複数の測定タイミングのうち、前記圧力センサによって検出された圧力が最大となる特定タイミングにおける速度が0になるように、前記複数の第1の速度をそれぞれ補正して複数の第2の速度を算出し、

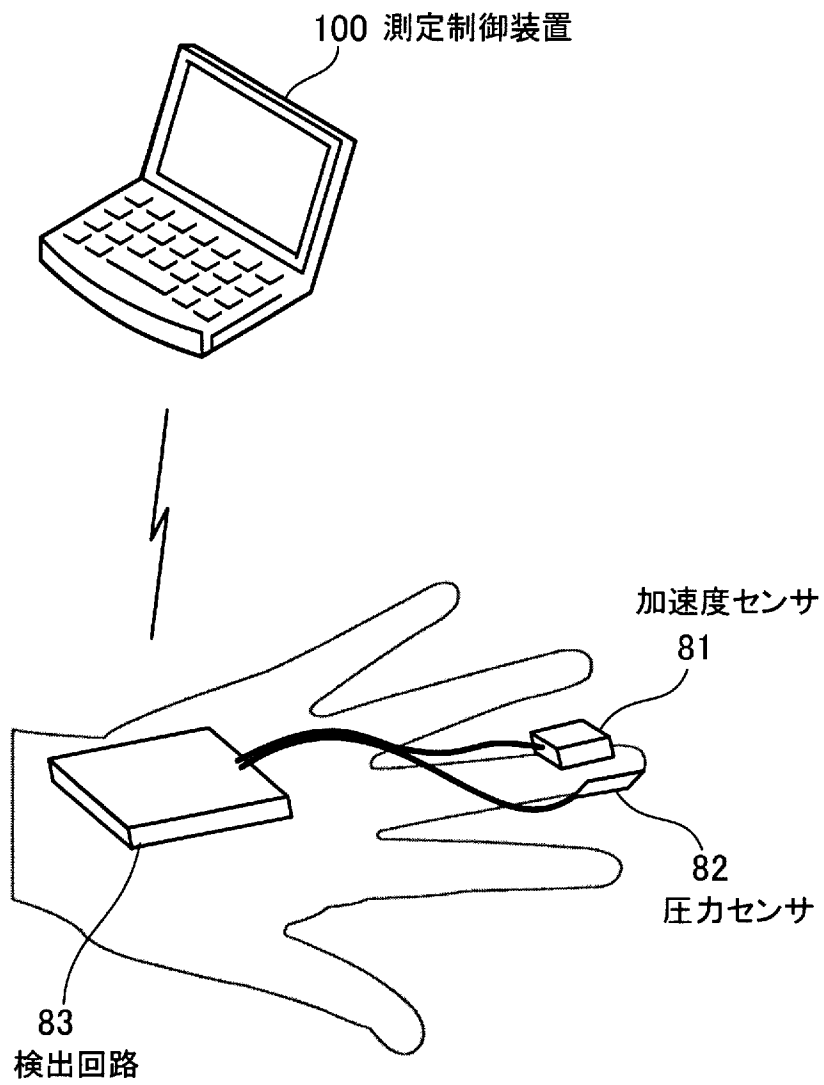
前記複数の第2の速度を積分することで、前記第1の部位の押し込み量を算出する、

処理を実行させる押し込み量測定プログラム。

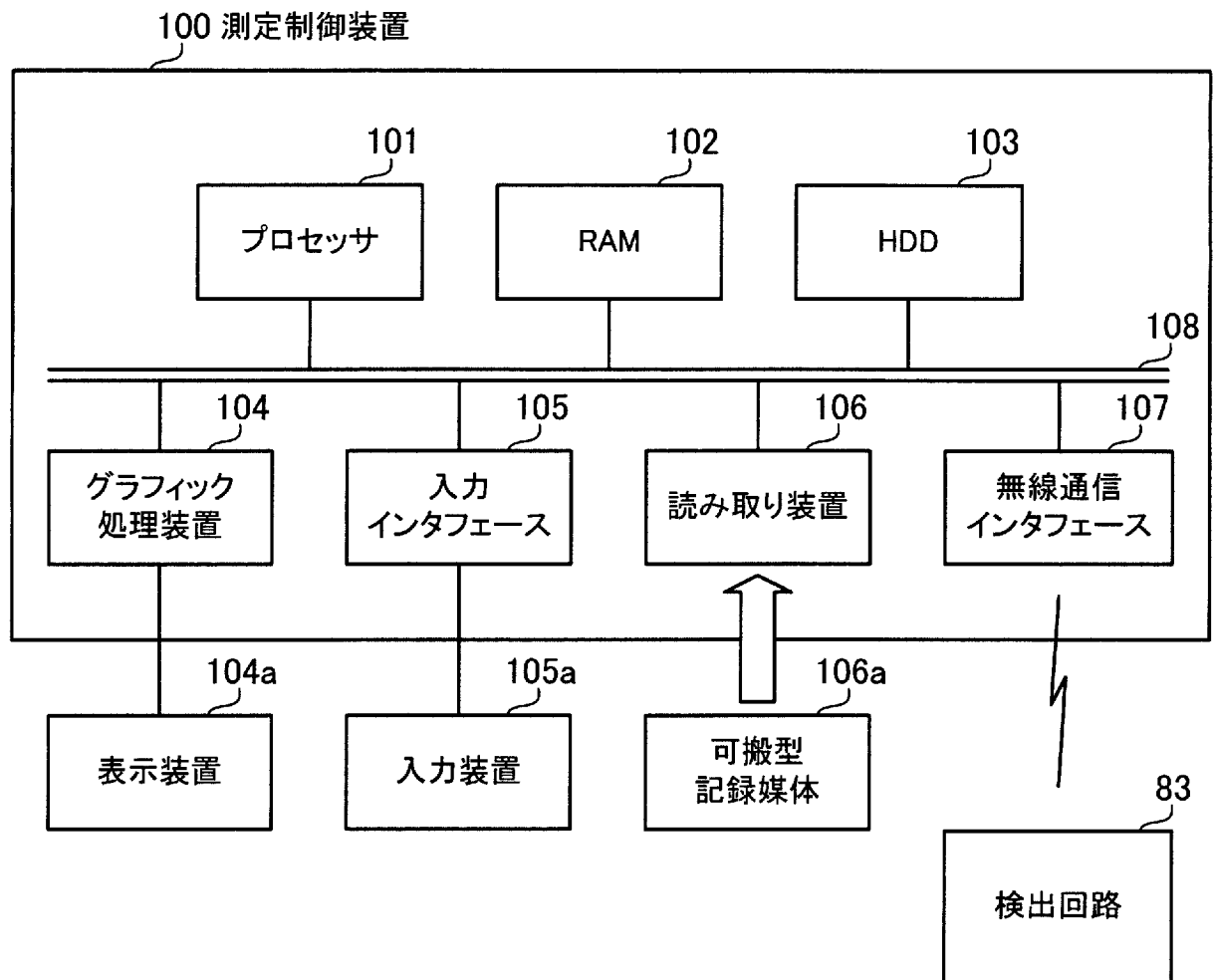
[図1]



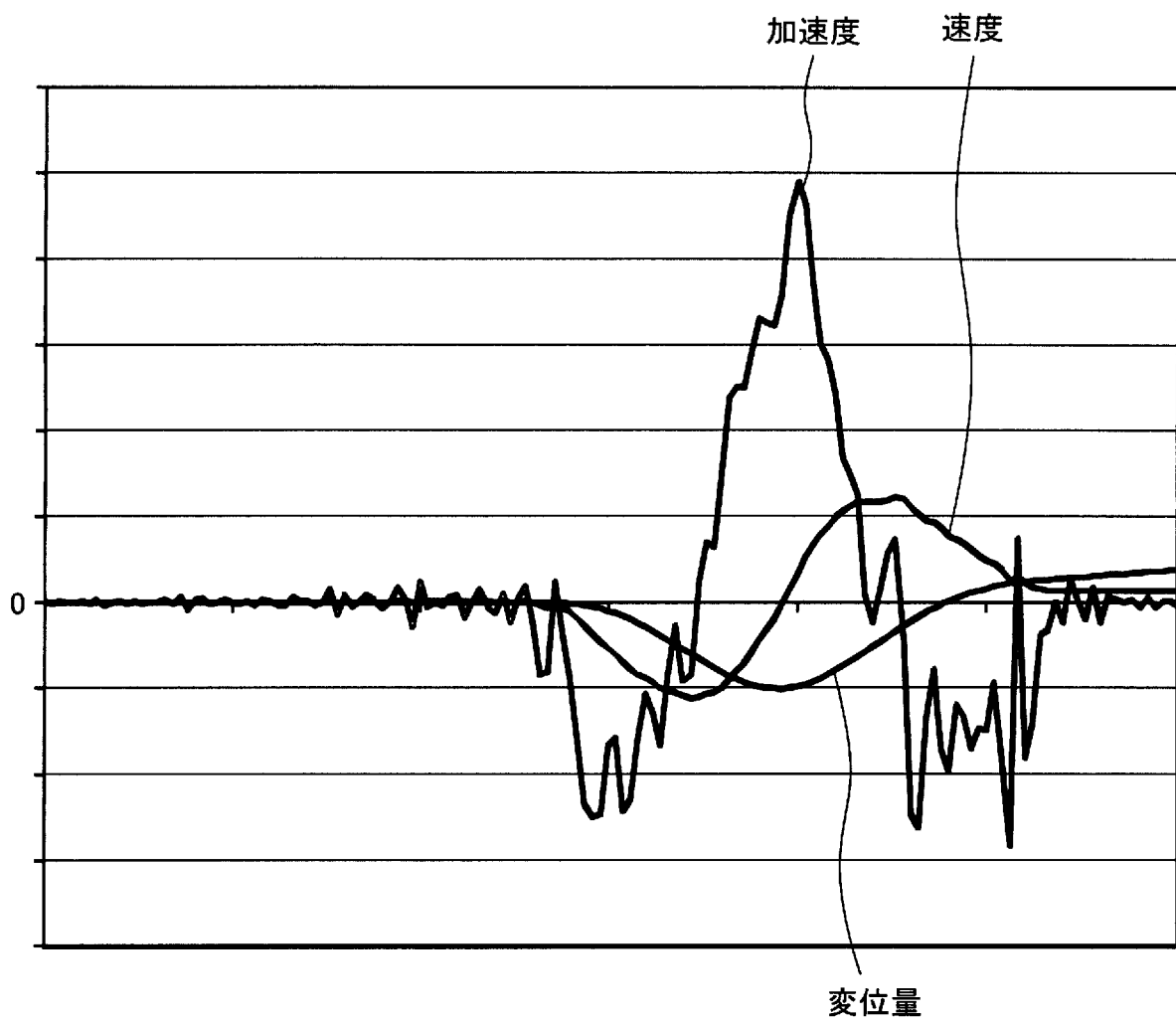
[図2]



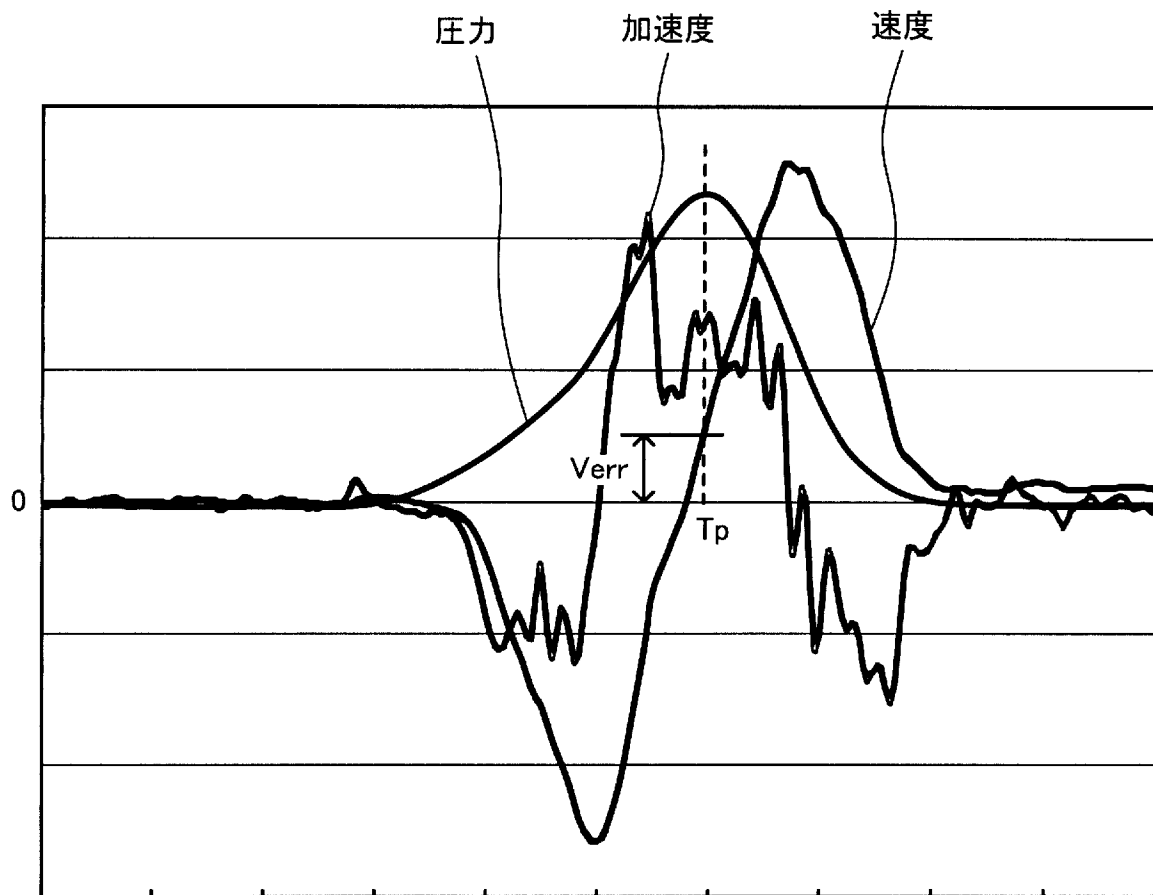
[図3]



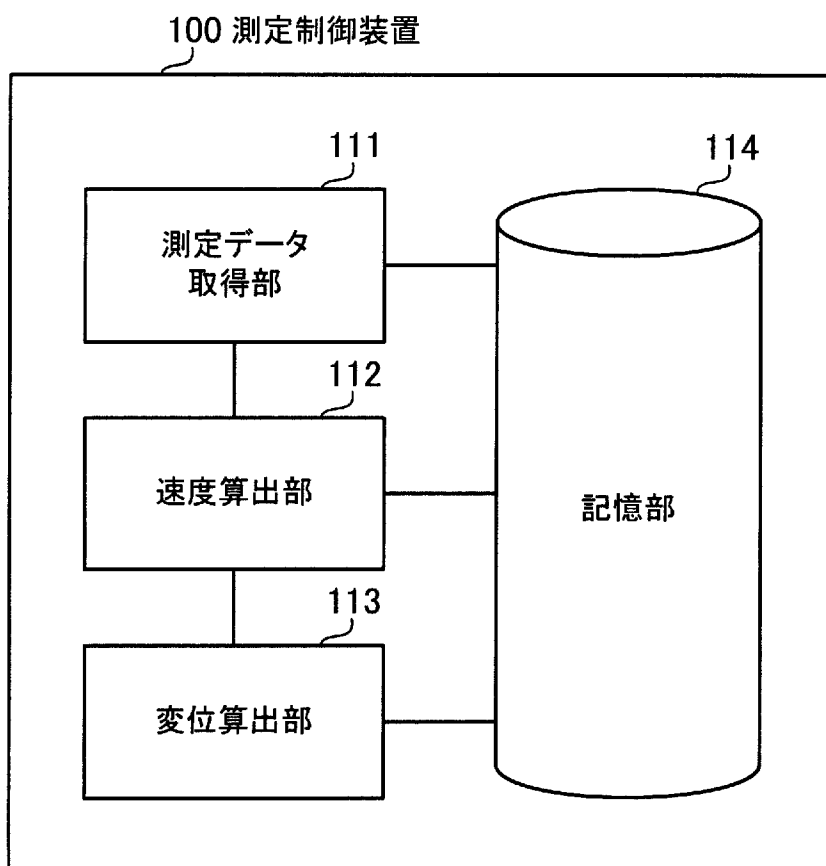
[図4]



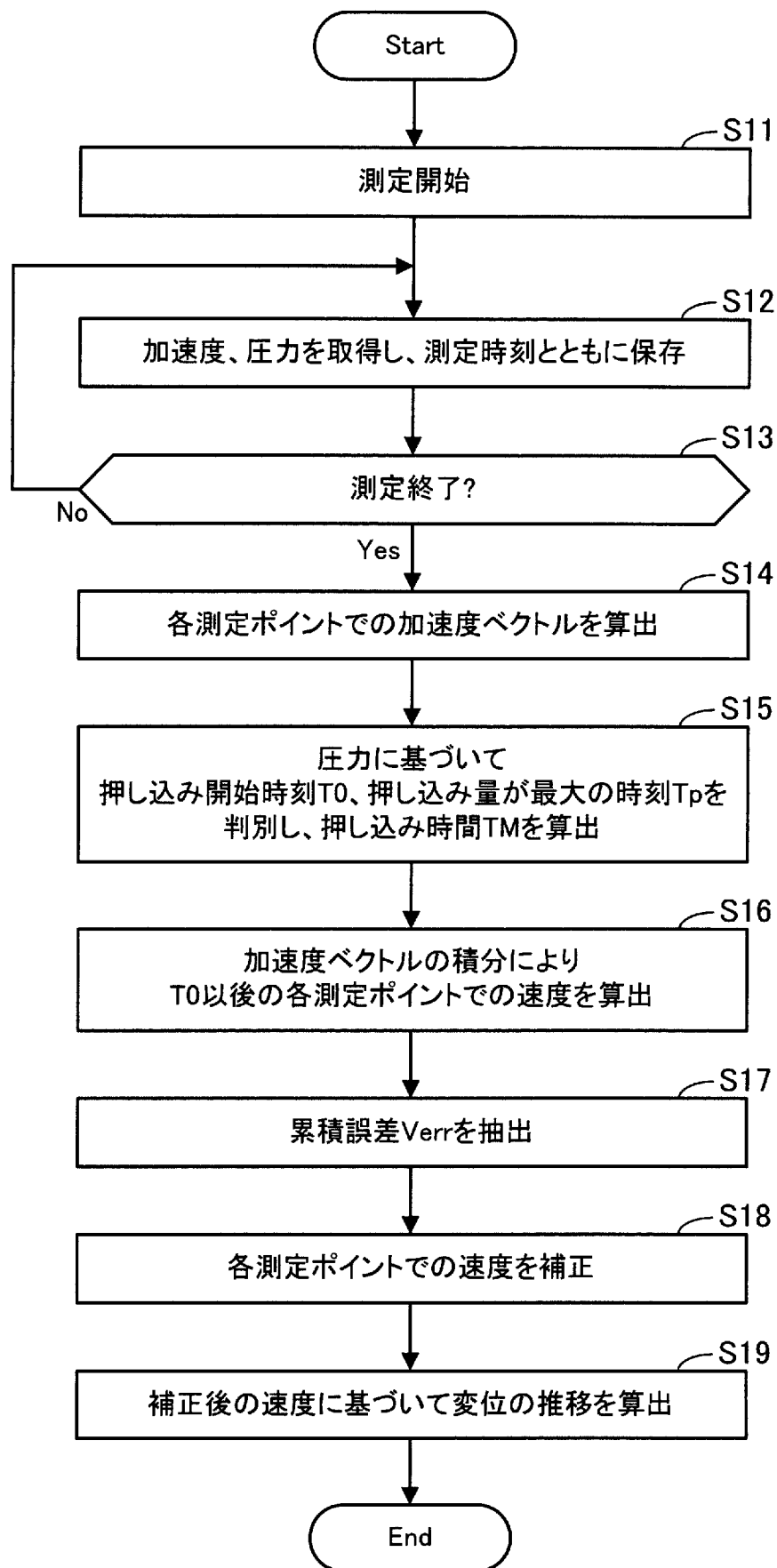
[図5]



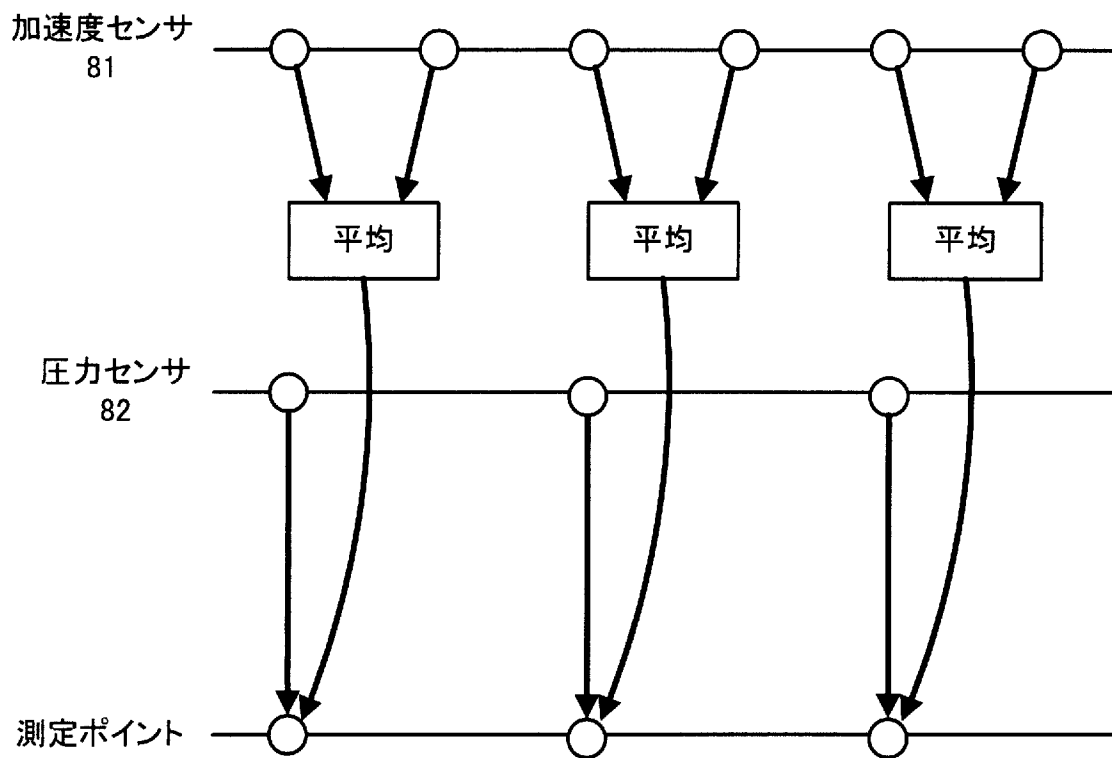
[図6]



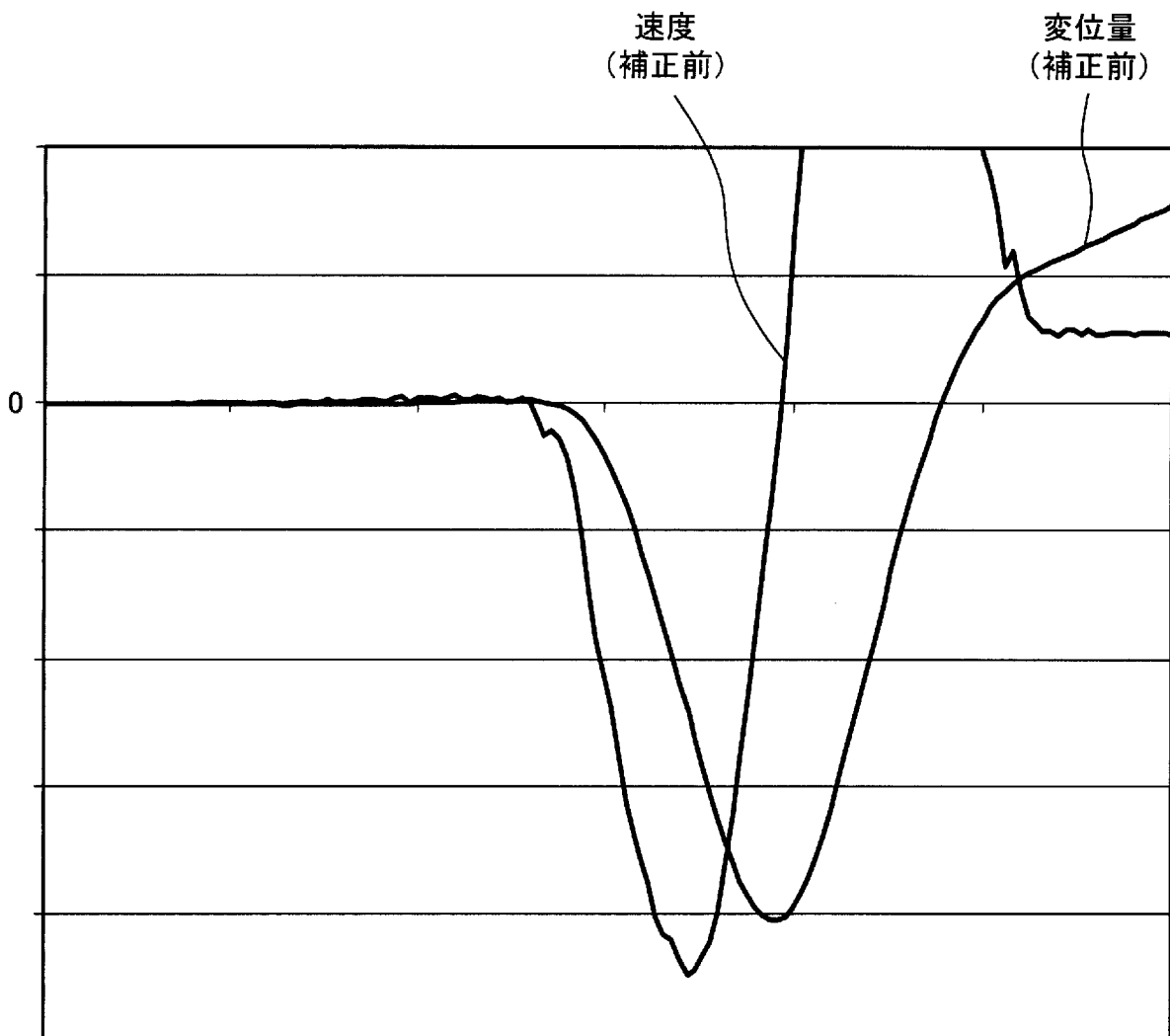
[図7]



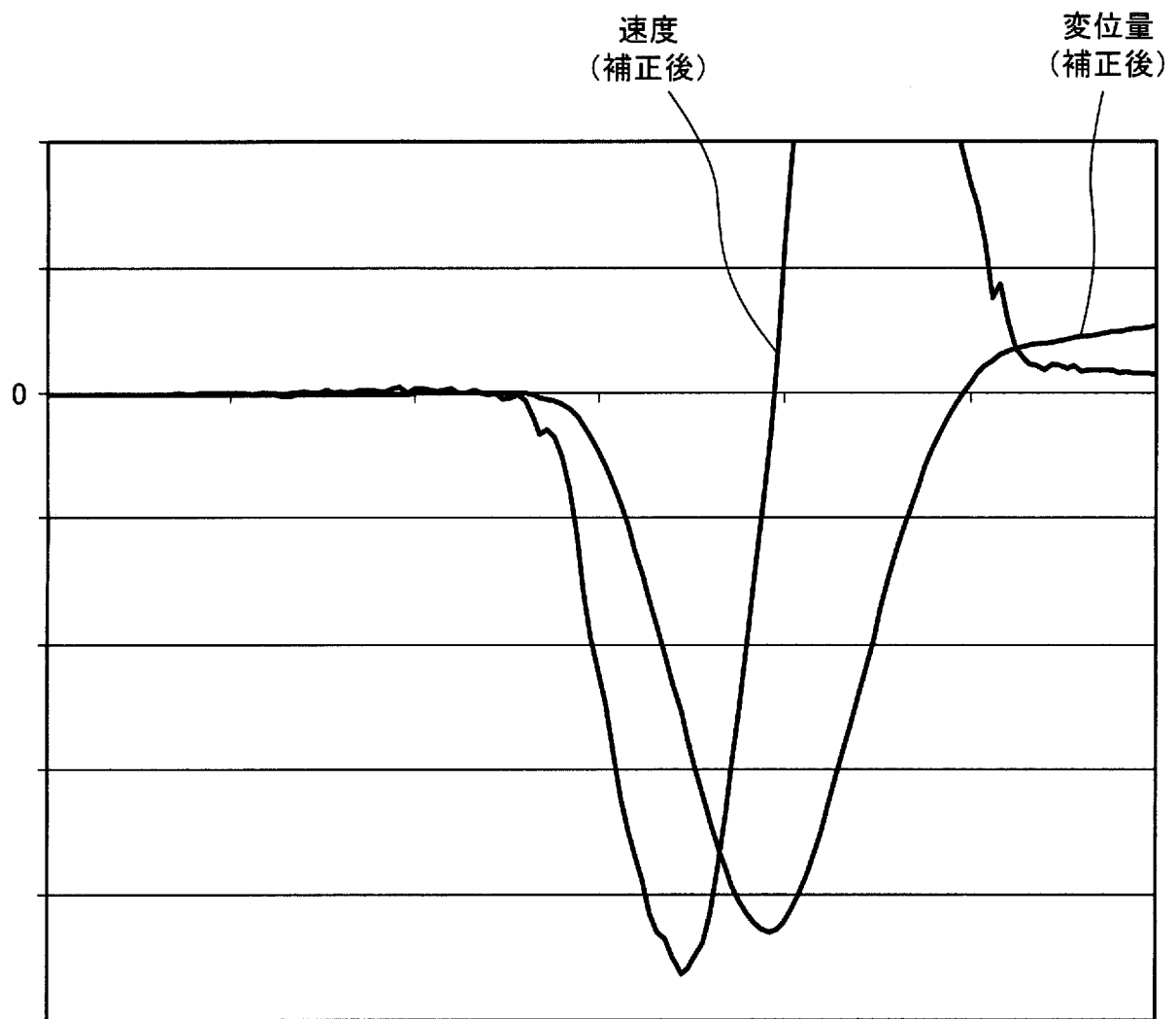
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B5/00(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)

A61B5/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 2015-58286 A (Fujitsu Ltd.), 30 March 2015 (30.03.2015), paragraphs [0010] to [0049]; fig. 1 to 12 (Family: none)	1-6
A	WO 2012/073900 A1 (Hitachi, Ltd.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0014] to [0067]; fig. 1 to 14 & JP 5508545 B2 & US 2013/0226049 A1 paragraphs [0030] to [0095] & EP 2647365 A1	1-6

☒ 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 September 2016 (07.09.16)

Date of mailing of the international search report
20 September 2016 (20.09.16)

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/JP2016/068770

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-37740 A (Laerdal Medical A/S), 13 February 2001 (13.02.2001), paragraphs [0008] to [0025]; fig. 1 to 7 & US 6306107 B1 column 2, line 26 to column 4, line 62 & EP 1057451 A2	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B5/00(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. A61B5/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	JP 2015-58286 A (富士通株式会社) 2015.03.30, 段落[0010]-[0049], 図 1-12 (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2012/073900 A1 (株式会社日立製作所) 2012.06.07, 段落[0014]-[0067], 図 1-14 & JP 5508545 B2 & US 2013/0226049 A1, 段落[0030]-[0095] & EP 2647365 A1	1-6

☒ 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

07.09.2016

国際調査報告の発送日

20.09.2016

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)

佐藤 高之

2 Q

7 8 5 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-37740 A (レーダル・メディカル・エーエス) 2001.02.13, 段落[0008]-[0025], 図 1-7 & US 6306107 B1, 第 2 欄第 26 行-第 4 欄第 62 行 & EP 1057451 A2	1-6