

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日

2014 年 11 月 13 日 (13.II.2014)

W O P O I P C T

(10) 国際公開番号

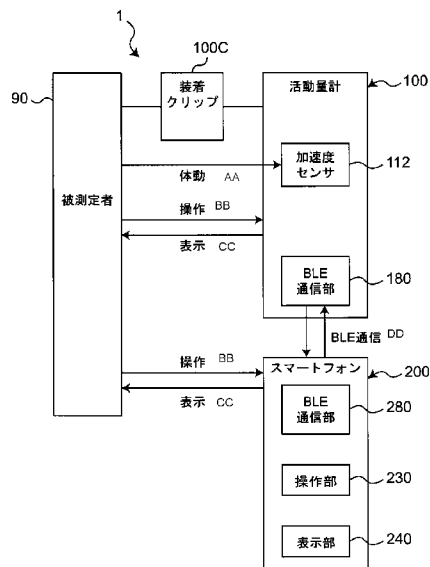
W O 2014/181602 A 1

- (51) 国際特許分類 :
A61B 5/11 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2014/058910
- (22) 国際出願日 : 2014 年 3 月 27 日 (27.03.2014)
- (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 2013-100620 2013 年 5 月 10 日 (10.05.2013) JP
- (71) 出願人 : オムロンヘルスケア株式会社 (OMRON HEALTHCARE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6170002 京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者 : 久保 大 (KUBO, Takeshi); 〒6170002 京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内 Kyoto (JP). 北村 優美 (KIT-AMURA, Yumi); 〒6170002 京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内 Kyoto (JP). ▲高▼野 佑樹 (TAKANO, Yuki); 〒6170002 京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人 : 較島 睦, 外 (SAME JIMA, Mutsumi et al); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, 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.

[続葉有]

(54) Title: WALKING POSTURE METER AND PROGRAM

(54) 発明の名称 : 歩行姿勢計およびプログラム



(57) Abstract: A walking posture meter (100) that evaluates the walking posture of a measurement subject and comprises: an acceleration sensor (112) that is attached above the median line of the waist of the measurement subject; and an arithmetic calculation unit (110) that uses a temporal change waveform for up-down axis acceleration output by the acceleration sensor and a temporal change waveform for front-rear axis acceleration, and calculates an amount corresponding to the posture inclination in the front-rear direction during walking by the measurement subject.

(57) 要約 : 被測定者の歩行姿勢を評価する歩行姿勢計 (100) であって、被測定者の腰の正中線上に装着される加速度センサ (112) と、加速度センサが出力する上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きに対応する量を算出する演算部 (110) と、を備える。

FIG. 1:
90 Measurement subject
100 Activity meter
100C Attachment clip
112 Acceleration sensor
180, 280 BLE communications unit
200 Smart phone
230 Operation unit
240 Display unit
AA Body motion
BB Operation
CC Display
DD BLE communications



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可[△]): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 歩行姿勢計およびプログラム

技術分野

[0001] この発明は歩行姿勢計に関し、より詳しくは、ヒトの歩行姿勢が正しい姿勢であるか否かを定量的に評価する歩行姿勢計に関する。

[0002] また、この発明はヒトの歩行姿勢が正しい姿勢であるか否かを定量的に評価する方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関する。

背景技術

[0003] 従来、ヒトの歩行中の姿勢を評価する装置としては、例えば特許文献 1 (特開 2011-078728 号公報) に示される装置がある。この装置は、ヒトが所定の姿勢をとったときにヒトの腰部に装着された加速度センサから出力にもとづき重力加速度の方向を検知することにより、当該姿勢をとったときの腰部の地面に対する傾き角を求め、これより骨盤の傾きを推定する。

[0004] また、例えば特許文献 2 (特開 2011-251013 号公報) に示される機器は、ヒトの腰部に装着された加速度センサの出力から移動量を算出し、当該移動量にもとづいて歩行の軌跡を取得する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1 : 特開 2011-078728 号公報

特許文献 2 : 特開 2011-251013 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ヒトの歩行姿勢の正しさ (あるいは美しさ) を評価するポイントとして、背中がまっすぐ天に向かい、進行方向に向かって前のめり (前傾) でも及び腰 (後傾) でもない中立的な姿勢で歩くことができるか否かという観点がある。

[0007] しかしながら、従来は、歩いているヒトの姿勢が上述した前傾姿勢か、後

傾姿勢であるか、そのいずれでもない中立的な姿勢であるか、を手軽に定量的に評価する手段がなかった。

[0008] 以上を鑑み、本発明の一態様により、ヒトの歩行姿勢が進行方向に対して前傾・後傾しているか否かを手軽に評価できる歩行姿勢計が提供される。

[0009] また、本発明の別の一態様により、ヒトの歩行姿勢が進行方向に対して前傾・後傾しているか否かを手軽に評価する方法をコンピュータに実行させるためのプログラムが提供される。

課題を解決するための手段

[001 0] 上記課題を解決するため、本発明の一態様による歩行姿勢計は、被測定者の歩行姿勢を評価する歩行姿勢計であって、被測定者の腰の正中線上に装着される加速度センサと、前記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、前記被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きに対応する量を算出する演算部と、を備える。

[001 1] 本明細書で、歩行中の姿勢の「前後方向の傾き」とは、歩行中のヒトの上半身（骨盤から上の半身）の進行方向に沿った傾きを意味する。当該傾きは、歩容が一巡する間に現れる任意の姿勢（脚位相）についてのものでよい。例えば、傾きは、前脚の踵が路面に接地する時点近傍における被測定者の姿勢の傾きについてのものでよい。また例えば、傾きは、遊脚である後脚が立脚である前脚に進行方向に沿って一致する時点近傍における被測定者の姿勢の傾きについてのものでよい。

[001 2] 本発明の一態様による歩行姿勢計では、加速度センサが腰の正中線上に装着される。演算部は、加速度センサが出力する上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きの程度に対応する量を算出する。したがって、当該量に応じて、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きの程度を評価することができる。また、この歩行姿勢計では、被測定者の腰の正中線上に装着された加速度センサの出力に基づいて上記したような評価が可能であるため、モー

シヨンキャプチャのような大がかりな設備によらずに手軽に評価することが可能である。

[001 3] 一実施形態による歩行姿勢計では、前記演算部は、前記上下軸加速度の時間変化および前記前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータを導出し、当該特徴パラメータに基づいて前記前後方向の傾きに対応する量を算出する、ことを特徴とする。

[0014] 演算部は、上下軸加速度および前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータを導出し、当該特徴パラメータに基づいて前後方向の傾きに対応する量を算出するので、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きの程度に対応する量を迅速に算出することができる。

[001 5] 一実施形態による歩行姿勢計では、前記演算部は、複数種類の特徴パラメータを導出し、導出した複数種類の特徴パラメータを重み付け加算して得られる量に基づいて前記前後方向の傾きに対応する量を算出する、ことを特徴とする。

[001 6] 演算部は、導出した複数種類の特徴パラメータを重み付け加算することにより被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きの程度を評価することができる。したがって、評価に要する計算は至極単純であり、迅速な評価が可能となっている。

[001 7] 一実施形態による歩行姿勢計では、前記演算部は、前記上下軸加速度の時間的な変化波形に基づいて前記被測定者の歩幅を推定し、当該推定された歩幅に基づいて、前記重み付け加算に用いる重み係数を変化させる、ことを特徴とする。

[001 8] 演算部は、上下軸加速度の時間的な変化波形に基づいて被測定者の歩幅を推定し、当該推定された歩幅に基づいて、重み付け加算に用いる重み係数を変化させるため、被測定者の歩き方の特徴（歩幅の広狭）に因らず適切な評価ができる。

[001 9] 一実施形態による歩行姿勢計では、前記演算部は、前記上下軸加速度の時間的な変化波形および前記前後軸加速度の時間的な変化波形の少なくともい

ずれか一方に基づいて前記被測定者の歩行周期またはその歩行周期のうち1歩分に相当する基準期間を求め、当該求めた歩行周期または基準期間に基づいて、前記重み付け加算に用いる重み係数を変化させる、ことを特徴とする。

[0020] 演算部は、上下軸加速度および前後軸加速度の時間的な変化波形の少なくともいずれか一方に基づいて被測定者の歩行周期またはその歩行周期のうち1歩分に相当する基準期間を求め、求めた歩行周期または基準期間に基づいて、重み付け加算に用いる重み係数を変化させるため、被測定者の歩き方の特徴（歩行周期の長短）に因らず適切な評価ができる。

[0021] 一実施形態による歩行姿勢計では、前記前後方向の傾きに対応する量は、歩行中の前記被測定者の骨盤と水平となす角度である、ことを特徴とする。

[0022] 演算部は、歩行中の被測定者の骨盤の傾斜角（水平となす角度）を算出し、算出した傾斜角を用いて被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きを評価する。したがって、本歩行姿勢計は、極めて確度の高い評価をすることができる。

[0023] 本発明の別の一態様によるプログラムは、被測定者の歩行姿勢を評価する方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記方法は、被測定者の腰の正中線上に装着された加速度センサの出力を取得するステップと、前記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、前記被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きに対応する量を算出するステップと、を備えたことを特徴とする。

[0024] 当該プログラムを実行させることにより、コンピュータは、まず被測定者の腰の正中線上に装着された加速度センサの出力を取得する。そして、記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きの程度に対応する量を算出する。したがって、当該量に応じて、歩行中の被測定

者の姿勢の前後方向の傾きを評価することができる。また、このプログラムでは、被測定者の腰の正中線上に装着された加速度センサの出力に基づいて上記したような評価が可能であるため、モーションキャプチャのような大がかりな設備によらずに手軽に評価することが可能である。

発明の効果

[0025] 以上より明らかなように、この発明の一態様による歩行姿勢計によれば、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きを手軽に評価することができる。

[0026] また、この発明の別の一態様によるプログラムをコンピュータに実行させることにより、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きを手軽に評価することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1] この発明の一実施形態の歩行姿勢計のシステム構成を示す図である。

[図2] 上記歩行姿勢計のシステムをなす活動量計のブロック構成を示す図である。

[図3] 上記歩行姿勢計のシステムをなすスマートフォンのブロック構成を示す図である。

[図4] 図4 (A) は、上記活動量計が被測定者に装着される態様を示す図である。図4 (B) は、X軸 (前後軸)、Y軸 (左右軸)、三軸 (上下軸) を説明する図である。

[図5] 図5 (A) は、歩行姿勢の前傾度 (後傾度) と骨盤が水平となす角の関係を説明する図である。図5 (B)、図5 (C)、および、図5 (D) は、ヒトの歩行中の姿勢 (前脚の踵が接地したタイミング) を示す図である。図5 (B) は、後傾で歩くヒトを横から見たときの模式図である。図5 (C) は、後傾でも前傾でもない良好な姿勢で歩くヒトを横から見たときの模式図である。図5 (D) は、前傾で歩くヒトを横から見たときの模式図である。

[図6] ヒトが歩行したときに腰に装着された加速度センサにより観測される上下軸加速度の例 (時間領域) と、歩行周期のうち1歩分に相当する基準期間と、歩行一步の歩容との関係を示す図である。

[図7] 上記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータについて説明する図（上下軸加速度時間変化波形図）である。

[図8] 上記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータについて説明する図（上下軸速度時間変化波形図）である。

[図9] 上記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータについて説明する図（上下軌道時間変化波形図）である。

[図10] 上記加速度センサが出力する前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータについて説明する図（前後軸加速度時間変化波形図）である。

[図11] 上記加速度センサが出力する前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータについて説明する図（前後軸速度時間変化波形図）である。

[図12] 上記活動量計の制御部の動作フローを示す図である。

[図13] 上記活動量計の制御部による骨盤傾斜角推定処理のフローを示す図である。

[図14] 歩幅の大きさ、上記基準期間の長さに応じて使用する重み係数セットを変更するための参照テーブルの例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、この発明の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0029] 図1は、この発明の一実施形態の歩行姿勢計（全体を符号1で示す。）のシステム構成を示している。この歩行姿勢計1は、活動量計100と、スマートフォン200とを含んでいる。活動量計100とスマートフォン200とは、この例ではBLE（Bluetooth Low energy ;低消費電力Bluetooth、Bluetooth Core Specification Ver. 4.0において規定。）通信によって互いに通信可能になっている。

[0030] 図2に示すように、活動量計100は、ケーシング100Mと、このケーシング100Mに搭載された、制御部110と、発振部111と、加速度センサ112と、メモリ120と、操作部130と、表示部140と、BLE通信部180と、電源部190と、リセット部199とを含む。

[0031] ケーシング100Mは、この活動量計100を携帯し易いように、ヒトの

手のひらに収まる程度の大きさに形成されている。

[0032] 発振部 111 は、水晶振動子を含み、この活動量計 100 の動作タイミングの基準となるクロック信号を発生する。発振部 111 は、クロックジェネレータとしての機能を有するモジュールチップでよい。

[0033] 加速度センサ 112 は、ケーシング 100M が受ける 3 軸（3 方向）の加速度をそれぞれ検出して、制御部 110 へ出力する。加速度センサ 112 は、3 軸加速度センサのモジュールチップでよい。

[0034] メモリ 120 は、ROM (Read Only Memory) と RAM (Random Access Memory) とを含む。ROM は、この活動量計 100 を制御するためのプログラムのデータを記憶する。また、RAM は、この活動量計 100 の各種機能を設定するための設定データ、加速度測定結果および演算結果のデータなどを記憶する。

[0035] 制御部 110 は、上記クロック信号に基づいて動作する CPU (Central Processing Unit ; 中央演算処理装置) を含み、メモリ 120 に記憶された活動量計 100 を制御するためのプログラムに従って、加速度センサ 112 からの検知信号に基づいて、この活動量計 100 の各部（メモリ 120、表示部 140 および BLE 通信部 180 を含む。）を制御する。この制御部 110 は、少なくとも、上下軸加速度および前後軸加速度の時系列データを処理することができる信号処理系を含む。

[0036] 操作部 130 は、この例ではボタンスイッチからなり、電源オン・オフ切り替えの操作、表示内容切り替えの操作など、適宜の操作入力を受け付ける。

[0037] 表示部 140 は、この例では LCD (液晶表示素子) または有機 EL (エレクトロルミネッセンス) ディスプレイからなる表示画面を含み、この表示画面に制御部 110 から受けた信号に従って所定の情報を表示する。表示部 140 は、電源のオン/オフ、動作状態等を点灯、消灯、点滅、等で表示する LED (発光ダイオード) であってもよい。

[0038] 電源部 190 は、この例ではボタン電池からなり、この活動量計 100 の

各部へ電力を供給する。

[0039] BLE通信部180は、スマートフォン200との間でリアルタイムで通信を行う。例えば、スマートフォン200へ測定結果を表す情報などを送信する。また、スマートフォン200から操作指示を受信する。BLE通信部180は、BLE機能を備えたモジュールチップでよい。

[0040] リセット部199は、スイッチからなり、制御部110の動作やメモリ120の記憶内容をリセットして初期化する。

[0041] 図3に示すように、スマートフォン200は、本体200Mと、この本体200Mに搭載された、制御部210と、メモリ220と、操作部230と、表示部240と、BLE通信部280と、ネットワーク通信部290とを含む。このスマートフォン200は、市販のスマートフォンに、活動量計100への指示を行わせるようにアプリケーションソフトウェア（コンピュータプログラム）をインストールしたものである。

[0042] 制御部210は、CPUおよびその補助回路を含み、スマートフォン200の各部を制御し、メモリ220に記憶されたプログラムおよびデータに従って処理を実行する。すなわち、操作部230、および、通信部280、290から入力されたデータを処理し、処理したデータを、メモリ220に記憶させたり、表示部240で表示させたり、通信部280、290から出力させたりする。

[0043] メモリ220は、制御部210でプログラムを実行するために必要な作業領域として用いられるRAMと、制御部210で実行するための基本的なプログラムを記憶するためのROMとを含む。また、メモリ220の記憶領域を補助するための補助記憶装置の記憶媒体として、半導体メモリ（メモリカード、SSD（Solid State Drive））などが用いられてもよい。

[0044] 操作部230は、この例では、表示部240上に設けられたタッチパネルからなっている。なお、キーボードその他のハードウェア操作デバイスを含んでいてもよい。

[0045] 表示部240は、表示画面（例えばLCDまたは有機ELディスプレイが

らなる)を含む。表示部240は、制御部210によって制御されて、所定の画像を表示画面に表示させる。

[0046] BLE通信部280は、活動量計100との間でリアルタイムで通信を行う。例えば、活動量計100へ操作指示を送信する。また、活動量計100から測定結果を表す情報などを受信する。

[0047] ネットワーク通信部290は、制御部210からの情報をネットワーク900を介して他の装置へ送信するとともに、他の装置からネットワーク900を介して送信されてきた情報を受信して制御部210に受け渡すことができる。

[0048] 例えば図4(A)に示すように、この歩行姿勢計1が例えばユーザとしての被測定者90によって使用される場合、活動量計100が装着クリップ100C(図1中に示す)によって被測定者90の正中線91上の腰の背面側に装着される。

[0049] この例では、図4(B)に示すように、被測定者90にとって前後方向をX軸、左右方向をY軸、上下方向をZ軸とする。そして、活動量計100の加速度センサ112は、被測定者90が前方へ歩行するのに伴ってケーシング100Mが受けるX軸(前後軸)の加速度、Y軸(左右軸)の加速度、Z軸(上下軸)の加速度をそれぞれ出力するものとする。

[0050] この歩行姿勢計1によって測定を行う場合、被測定者90は、活動量計100とスマートフォン200の電源をオンする。それとともに、スマートフォン200のアプリケーションソフトウェアを起動して、操作部230、BLE通信部280を介して、活動量計100へ測定スタートを指示する。

[0051] その状態で、被測定者90は前方へ真っ直ぐに所定の歩数、この例では10歩だけ歩行する。そして、被測定者90は、スマートフォン200の操作部230、BLE通信部280を介して、活動量計100へ演算および演算結果の出力を指示する。

[0052] すると、活動量計100の制御部110は演算部として働いて、後述する演算を行う。そして、その演算結果を表す情報をBLE通信部180を介し

て、スマートフォン200へ送信する。

[0053] 図12は、活動量計100の制御部110による動作フローを示している。活動量計100の制御部110は、電源がオンされると、ステップS1に示すように、スマートフォン200からの測定スタートの指示を待つ。スマートフォン200からの測定スタートの指示を受信すると（ステップS1でYES）、ステップS2に示すように、制御部110は、加速度センサ112による3軸方向加速度の出力を取得する。加速度センサ112の出力の取得は、この例では10歩分の加速度時系列データを含む期間として、予め定められた期間（例えば14秒間）だけ行われる。取得された加速度の時系列データは、メモリ120に一旦記憶される。次に、制御部110は、ステップS3に示すように、スマートフォン200からの測定スタートの指示を待つ。スマートフォン200からの演算の指示を受信すると（ステップS3でYES）、ステップS4に示すように、制御部110は、骨盤の傾斜角に対応する量の算出を行う。そして、ステップS5に示すように、制御部110は評価部として働いて、その演算結果（骨盤傾斜角推定結果）を用いて、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きの程度を多段的に評価する。その後、ステップS6に示すように、その評価の結果をスマートフォン200へ出力（送信）する。なお、制御部110は、少なくとも一歩分の加速度時系列データが得られ次第、ステップS4の処理を実行してもよい。その場合、ステップS3として示した判断のステップは省略されてもよい。

[0054] 図5（A）は、骨盤傾斜角の定義を説明する図である。本図は、ヒトの腰部を横から見たときの模式図であって、骨盤PVが、三角形で表現されている。本明細書において、骨盤傾斜角 θ は、時計回転方向を正として、上前腸骨棘ASIS（Anterior Superior Iliac Spine）から上後腸骨棘PSIS（Posterior Superior Iliac Spine）に向かう線分が水平Hとなす角である。また、以下の説明では、+3度未満の骨盤傾斜角 θ を歩行姿勢「後傾」と対応付け、+3度以上+12度未満の骨盤傾斜角 θ を、歩行姿勢「真中」と対応付け、+12度以上の骨盤傾斜角 θ を、歩行姿勢「前傾」と対応

付けすることとする。なお、上記境界値は一例であって、その他の境界値であってもよい。また、上記例では、姿勢を「前傾」「真中」「後傾」の三段階に区分けしているが、その他の段数であってもよい。

[0055] 図5(B)～(D)は、それぞれ、ヒトの歩行姿勢「後傾」「真中」、
「前傾」の例を示す模式図である。図5(B)を参照すれば判るように、歩行姿勢「後傾」で歩く傾向を有するヒトは、反つくり返ったような姿勢で歩行する。(ほかに、「後傾」のヒトには、極めて強い猫背姿勢で歩行するヒトもいる。)図5(C)は、歩行姿勢「真中」の例図である。このように、歩行姿勢「真中」で歩くヒトは、背中がまっすぐに上方に伸びており、正しく(美しく)歩くことができる。図5(D)を参照すれば、歩行姿勢「前傾」で歩く傾向を有するヒトは、前かがみでうつむき気味の姿勢で歩行する。(ほかに、「前傾」のヒトには、おなかを突き出した姿勢で歩行するヒトもいる。)

[0056] 図6は、ヒトの歩容と、歩行周期のうち1歩分に相当する基準期間(図中の $T_7 (= Step T)$)の間に、腰に装着された活動量計100の加速度センサ112から出力される上下軸加速度(鉛直上方を正とするZ軸方向加速度)の時間変化波形の典型例との関係を示す図である。

[0057] 繰り出された前足(図では右足)の踵が移動面と接地するタイミング(踵接地タイミング)の近傍において、上下軸加速度は、ゼロクロス点(ゼロクロス点を通過して負から正へ転じる)。

[0058] その後、上下軸加速度には、3つのピーク(極大点)(P_1 (時間 $t = T_1$)、 P_2 (時間 $t = T_3$)、 P_3 (時間 $t = T_5$))およびその間の谷(極小点)(V_1 (時間 $t = T_2$)、 V_2 (時間 $t = T_4$))が現れる。歩容における、立脚(図では右足)と遊脚(図では左脚)とが進行方向に関して略一致するタイミング(立脚中期タイミング)は、第3のピーク P_3 が現れたタイミング近傍に対応する。

[0059] 歩容における立脚中期タイミングを超えると、上下軸加速度は、再びゼロクロス点を通過して正から負に転じ、最小点(V_3 (時間 $t = T_6$))を通過

し、やがて時間 $t = \tau_7$ において再度ゼロクロス点 (時間 $t = T_7$) を通過して負から正へ転じる。時間 $t = \tau_7$ におけるゼロクロス点は、(図では左足を前足とする) 次の一步の踵接地タイミングである。

[0060] このように、上下軸加速度には、ヒトの歩行の一步の間に図示して説明したような波形が現れる。本明細書では、前足の踵が接地したタイミング (踵接地タイミング) から次の踵接地タイミングまでの期間 (Step T) を、基準期間として規定する。なお、以下の説明において特に区別する必要がある場合に限り、左足の踵接地タイミングから右足の踵接地タイミングまでの期間を左足基準期間と称し、右足の踵接地タイミングから左足の踵接地タイミングまでの期間を右足基準期間と称することとして、左足による一步と右足による一步のそれぞれの基準期間を区別する。

[0061] 上方を正とする前記上下軸加速度の時間的な変化波形においては、加速度値が負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングから次の負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングまでの期間が一基準期間に相当する。

[0062] 上述の制御部 110 は、図 12 のステップ S4 の処理 (骨盤傾斜角推定処理) において、少なくとも一基準期間にわたる上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きに対応する量を算出する。ここでは、進行方向の前傾／後傾の程度に対応する量として、踵接地タイミングにおける被測定者の骨盤傾斜角 θ_1 と、同一基準期間における立脚中期タイミングにおける被測定者の骨盤傾斜角 θ_2 との平均骨盤傾斜角 θ ($\theta = (\theta_1 + \theta_2) / 2$) を用いる。なお、前後方向の傾きの程度に対応する量は、平均骨盤傾斜角 θ に限定されるものではない。

[0063] 以下、図 12 のステップ S4 の処理 (骨盤傾斜角推定処理) について、図 7 ～図 11 のグラフ、図 13 のフローチャート、および、図 14 の参照表を参照して詳細に説明する。図 13 のフローチャートの各ステップは、上述の制御部 110 により実行されればよい。なお、当該各ステップの実行主体は

、制御部 110 に代えて、制御部 210 であってもよい。

[0064] 図 13 のフローチャートを参照すれば、ステップ S41 において、制御部 110 は、ステップ S2 において取得した三軸加速度の時間変化波形から、上下軸（三軸）加速度時系列データ（図 7）および前後軸（X 軸）加速度時系列データ（図 10）を生成し、生成した上下軸加速度時系列データから負から正へ転じるゼロクロス点のタイミング（図 7 における下横軸の時間 $t =$ 約 6.2（上横軸における時間 $t = 0$ ））を検出し、（当該ゼロクロス点が踵接地タイミングと略一致するという実験的事実に基づいて）検出したタイミングを踵接地タイミングとして特定する。制御部 110 は、次の負から正へ転じるゼロクロス点を同様にして検出し、当該タイミングを次の一步の基準期間の始期として（現基準期間の周期）特定する。これにより、基準期間（Step T）が確定される。

[0065] 次に、ステップ S42 において、制御部 110 は、上下軸加速度時系列データ（図 7）から上下軸速度時系列データ（図 8）および上下軸軌道時系列データ（図 9）を算出する。

[0066] 次に、ステップ S43 において、制御部 110 は、前後軸加速度時系列データ（図 10）から前後軸速度時系列データ（図 11）を算出する。

[0067] 次に、ステップ S44 において、制御部 110 は、上下軸加速度の時間変化および前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータを導出する。制御部 110 は、上下軸加速度の時系列データ、上下軸速度の時系列データ、および、上下軸軌道の時系列データの少なくともいずれか 1 つを用いて上下軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータを導出する。同様に、制御部 110 は、前後軸加速度の時系列データ、および、前後軸速度の時系列データの少なくともいずれか 1 つを用いて前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータを導出する。ステップ S44 において導出すべき対象は、各軸加速度の時間変化の特徴を表す特徴量であるが、特徴量によっては、各軸速度、軌道の時間変化の時系列データを用いる方が導出容易である場合がある。そのため、制御部 110 は、各軸の速度の時系列データや軌道の時

系列データを用いて、各軸の加速度の時間変化の特徴を表す量（特徴パラメータ）を導出する。

[0068] 本実施の形態においては、特徴パラメータは33種（特徴パラメータPRM1〜PRM33、即ち、PRMi（i：1〜33の整数。））存在する。以下、各特徴パラメータについて詳細に説明する。なお、特徴パラメータの種類の数、および、各特徴パラメータの定義は、一例であって、異なる種類数および定義の特徴パラメータを用いてもよい。

[0069] 先ず、図7を参照し、第1の特徴パラメータPRM1から第12の特徴パラメータPRM12までの12種類の特徴パラメータについて説明する。

[0070] 第1の特徴パラメータPRM1（Z軸加速度第1極大点タイミング比）について：

特徴パラメータPRM1は、上下軸加速度について基準期間における最初のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき最初に現れる極大点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、PRM1は、当該タイミング T_{ZAP1} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZAP1}/StepT$ である。

[0071] 第2の特徴パラメータPRM2（Z軸加速度第2極大点タイミング比）について：

特徴パラメータPRM2は、上下軸加速度について基準期間における第2のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき2番目に現れる極大点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、PRM2は、当該タイミング T_{ZAP2} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZAP2}/StepT$ である。

[0072] 第3の特徴パラメータPRM3（Z軸加速度第3極大点タイミング比）について：

特徴パラメータPRM3は、上下軸加速度について基準期間における第3のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき3番目に現れる極大点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、PRM

3 は、当該タイミング T_{ZAP3} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZAP3} / StepT$ である。

[0073] 第4の特徴パラメータ $PRM4$ (Z軸加速度第2極小点タイミング比) について :

特徴パラメータ $PRM4$ は、上下軸加速度について基準期間における第2の谷、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき2番目に現れる極大点と3番目に現れる極大点との間に存在する極小点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、 $PRM4$ は、当該タイミング T_{ZAV2} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZAV2} / StepT$ である。

[0074] 第5の特徴パラメータ $PRM5$ (Z軸加速度第1極大点振幅比) について :

特徴パラメータ $PRM5$ は、上下軸加速度について基準期間における最初のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき最初に現れる極大点の大きさに関するパラメータである。例えば、 $PRM5$ は、当該点の値 $ZAP1$ を2番目に現れる極大点の値 $ZAP2$ で規格化することで得られる無次元量 $ZAP1 / ZAP2$ である。

[0075] 第6の特徴パラメータ $PRM6$ (Z軸加速度第3極大点振幅比) について :

特徴パラメータ $PRM6$ は、上下軸加速度について基準期間における第3のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき3番目に現れる極大点の大きさに関するパラメータである。例えば、 $PRM6$ は、当該点の値 $ZAP3$ を2番目に現れる極大点の値 $ZAP2$ で規格化することで得られる無次元量 $ZAP3 / ZAP2$ である。

[0076] 第7の特徴パラメータ $PRM7$ (Z軸加速度第2極小点振幅比) について :

特徴パラメータ $PRM7$ は、上下軸加速度について基準期間における第2の谷、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたときに2番目に現

れる極大点と3番目に現れる極大点との間に存在する極小点の大きさに関するパラメータである。例えば、 $PRM7$ は、当該点の値 $ZAV2$ を2番目に現れる極大点の値 $ZAP2$ で規格化することで得られる無次元量 $ZAV2 / ZAP2$ である。

[0077] 第8の特徴パラメータ $PRM8$ (Z軸加速度最小点タイミング比) について :

特徴パラメータ $PRM8$ は、上下軸加速度について基準期間における最小点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、 $PRM8$ は、当該タイミング T_{ZAMN} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZAMN} / StepT$ でめる。

[0078] 第9の特徴パラメータ $PRM9$ (Z軸加速度最小点値) について :

特徴パラメータ $PRM9$ は、上下軸加速度について基準期間における最小点の大きさに関するパラメータである。例えば、 $PRM9$ は、当該点の値 $ZAMN$ (単位は $[m/sec^2]$) である。

[0079] 第10の特徴パラメータ $PRM10$ (Z軸加速度第1極大点最小点差) について :

特徴パラメータ $PRM10$ は、上下軸加速度について基準期間における最初のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき最初に現れる極大点の大きさと同一基準期間における最小点の大きさの差に関するパラメータである。例えば、 $PRM10$ は、 $ZAP1 - ZAMN$ (単位は $[m/sec^2]$) である。

[0080] 第11の特徴パラメータ $PRM11$ (Z軸加速度第2極大点最小点差) について :

特徴パラメータ $PRM11$ は、上下軸加速度について基準期間における第2のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき2番目に現れる極大点の大きさと同一基準期間における最小点の大きさの差に関するパラメータである。例えば、 $PRM11$ は、 $ZAP2 - ZAMN$ (単位は $[m/sec^2]$) でめる。

[0081] 第 12 の特徴パラメータ P R M 12 (Z 軸加速度第 3 極大点最小点差) に
ついて :

特徴パラメータ P R M 12 は、上下軸加速度について基準期間における第
3 のピーク、即ち、負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき 3 番目
に現れる極大点の大きさと同一基準期間における最小点の大きさの差に関す
るパラメータである。例えば、P R M 12 は、 $Z A P 3 - Z A M N$ (単位は $[m / s e c^2]$) である。

[0082] 次に、図 8 を参照し、第 13 の特徴パラメータ P R M 13 から第 16 の特
徴パラメータ P R M 16 までの 4 種類の特徴パラメータについて説明する。

[0083] 第 13 の特徴パラメータ P R M 13 (Z 軸速度最大点タイミング比) に
ついて :

特徴パラメータ P R M 13 は、上下軸加速度の一階積分 (上下軸速度) に
ついての基準期間における最大点の出現タイミングに関するパラメータであ
る。例えば、P R M 13 は、当該タイミング T_{ZVMX} を基準期間 $S t e p T$ で
規格化することで得られる無次元量 $T_{ZVMX} / S t e p T$ である。

[0084] 第 14 の特徴パラメータ P R M 14 (Z 軸速度最大点前 90 % タイミング
比) について :

特徴パラメータ P R M 14 は、上下軸加速度の一階積分 (上下軸速度) に
ついて基準期間において初めて最大点の 90 % に到達したタイミングに関す
るパラメータである。例えば、P R M 14 は、当該タイミング T_{ZVMX90} を基
準期間 $S t e p T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZVMX90} / S t e p T$
である。

[0085] 第 15 の特徴パラメータ P R M 15 (Z 軸速度最大点前 80 % タイミング
比) について :

特徴パラメータ P R M 15 は、上下軸加速度の一階積分 (上下軸速度) に
ついて基準期間において初めて最大点の 80 % に到達したタイミングに関す
るパラメータである。例えば、P R M 15 は、当該タイミング T_{ZVMX80} を基
準期間 $S t e p T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZVMX80} / S t e p T$

T である。

- [0086] 第 16 の特徴パラメータ P R M 16 (Z 軸速度最大点前 50 % タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 16 は、上下軸加速度の一階積分 (上下軸速度) について基準期間において初めて最大点の 50 % に到達したタイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 16 は、当該タイミング T_{ZVMX50} を基準期間 $Step T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZVMX50} / Step T$ である。

- [0087] 次に、図 9 を参照し、第 17 の特徴パラメータ P R M 17 から第 22 の特徴パラメータ P R M 22 までの 6 種類の特徴パラメータについて説明する。

- [0088] 第 17 の特徴パラメータ P R M 17 (Z 軸軌道最大点タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 17 は、上下軸加速度の二階積分 (上下軸軌道) についての基準期間における最大点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 17 は、当該タイミング T_{ZTMX} を基準期間 $Step T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZTMX} / Step T$ である。

- [0089] 第 18 の特徴パラメータ P R M 18 (Z 軸軌道最小点タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 18 は、上下軸加速度の二階積分 (上下軸軌道) についての基準期間における最小点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 18 は、当該タイミング T_{ZTMN} を基準期間 $Step T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZTMN} / Step T$ である。

- [0090] 第 19 の特徴パラメータ P R M 19 (Z 軸軌道中立点タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 19 は、上下軸加速度の二階積分 (上下軸軌道) について (期間境界を含まない) 基準期間におけるゼロ点 (軌道中立点) の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 19 は、当該タイミング T_{ZTNL} を基準期間 $Step T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{ZTNL} / Step T$ である。

Z_{TNTLZ} S t e p T である。

[0091] 第 20 の特徴パラメータ P R M 2 0 (Z 軸軌道最大点値) について :

特徴パラメータ P R M 2 0 は、上下軸加速度の二階積分 (上下軸軌道) についての基準期間における最大点の大きさに関するパラメータである。例えば、P R M 2 0 は、当該点の値 Z T M X (単位は [m]) である。

[0092] 第 21 の特徴パラメータ P R M 2 1 (Z 軸軌道最小点値) について :

特徴パラメータ P R M 2 1 は、上下軸加速度の二階積分 (上下軸軌道) についての基準期間における最小点の大きさに関するパラメータである。例えば、P R M 2 1 は、当該点の値 Z T M N (単位は [m]) である。

[0093] 第 22 の特徴パラメータ P R M 2 2 (Z 軸軌道最大点最小点差) について :

特徴パラメータ P R M 2 2 は、上下軸加速度の二階積分 (上下軸軌道) について基準期間における最大点の大きさと同一基準期間における最小点の大きさの差に関するパラメータである。例えば、P R M 2 2 は、Z T M X — Z T M N (単位は [m]) である。

[0094] 以上、第 1 の特徴パラメータ P R M 1 から第 22 の特徴パラメータ P R M 2 2 は、上下軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータである。以下では、前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータについて説明する。

[0095] 図 10 を参照し、第 23 の特徴パラメータ P R M 2 3 から第 28 の特徴パラメータ P R M 2 8 までの 6 種類の特徴パラメータについて説明する。

[0096] 第 23 の特徴パラメータ P R M 2 3 (X 軸加速度第 1 極大点タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 2 3 は、前後軸加速度について基準期間において最小点の後で現れる最初のピーク、即ち、最小点負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき最初に現れる極大点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 2 3 は、当該タイミング T_{XAP1} を基準期間 S t e p T で規格化することで得られる無次元量 $T_{XAP1} / S t e p T$ である。

[0097] 第24の特徴パラメータPRM24 (X軸加速度第2極大点タイミング比) について :

特徴/パラメータPRM24は、前後軸加速度について基準期間において最小点の後で2番目に現れるピーク、即ち、最小点負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき2番目に現れる極大点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、PRM24は、当該タイミング T_{XAP2} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{XAP2} / StepT$ である。

[0098] 第25の特徴パラメータPRM25 (X軸加速度最小点タイミング比) について :

特徴パラメータPRM25は、前後軸加速度について基準期間において現れる最小点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、PRM25は、当該タイミング T_{XAMN} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{XAMN} / StepT$ である。

[0099] 第26の特徴パラメータPRM26 (X軸加速度第1極大点値) について :

特徴パラメータPRM26は、前後軸加速度について基準期間において最小点の後で現れる最初のピーク、即ち、最小点負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき最初に現れる極大点の大きさに関するパラメータである。例えば、PRM26は、当該点の値 $XAP1$ (単位は $[m/sec^2]$) である。

[0100] 第27の特徴パラメータPRM27 (X軸加速度第2極大点振幅比) について :

特徴/パラメータPRM27は、前後軸加速度について基準期間において最小点の後で2番目に現れるピーク、即ち、最小点負から正に転じるゼロクロス点を基準としたとき2番目に現れる極大点の大きさに関するパラメータである。例えば、PRM27は、当該点の値 $XAP2$ を1番目の極大点の値で規格化することで得られる無次元量 $XAP2 / XAP1$ である。

[0101] 第28の特徴パラメータPRM28 (X軸加速度最小点値) について :

特徴パラメータ P R M 2 8 は、前後軸加速度について基準期間における最小点の大きさに関するパラメータである。例えば、P R M 2 8 は、当該点の値 $X A M N$ (単位は $[m / s e c^2]$) である。

[01 02] 最後に、図 1 1 を参照し、第 2 9 の特徴パラメータ P R M 2 9 から第 3 3 の特徴パラメータ P R M 3 3 までの 5 種類の特徴パラメータについて説明する。

[01 03] 第 2 9 の特徴パラメータ P R M 2 9 (X 軸速度最大点タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 2 9 は、前後軸加速度の一階積分 (前後軸速度) についての基準期間における最大点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 2 9 は、当該タイミング T_{xVMX} を基準期間 $S t e p T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{xVMX} / S t e p T$ である。

[01 04] 第 3 0 の特徴パラメータ P R M 3 0 (X 軸速度最大点前 9 0 % タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 3 0 は、前後軸加速度の一階積分 (前後軸速度) について基準期間において初めて最大点の 9 0 % に到達したタイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 3 0 は、当該タイミング T_{xVMX90} を基準期間 $S t e p T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{xVMX90} / S t e p T$ である。

[01 05] 第 3 1 の特徴パラメータ P R M 3 1 (X 軸速度最大点前 8 0 % タイミング比) について :

特徴パラメータ P R M 3 1 は、前後軸加速度の一階積分 (前後軸速度) について基準期間において初めて最大点の 8 0 % に到達したタイミングに関するパラメータである。例えば、P R M 3 1 は、当該タイミング T_{xVMX80} を基準期間 $S t e p T$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{xVMX80} / S t e p T$ である。

[01 06] 第 3 2 の特徴パラメータ P R M 3 2 (X 軸速度最小点タイミング比) について :

特徴パラメータPRM32は、前後軸加速度の一階積分（前後軸速度）についての基準期間における最小点の出現タイミングに関するパラメータである。例えば、PRM32は、当該タイミング T_{XVMN} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{XVMN}/StepT$ である。

[0107] 第33の特徴パラメータPRM33（X軸速度最小点前50%タイミング比）について：

特徴パラメータPRM33は、前後軸加速度の一階積分（前後軸速度）について基準期間において初めて最小点の50%に到達したタイミングに関するパラメータである。例えば、PRM33は、当該タイミング T_{XVMN50} を基準期間 $StepT$ で規格化することで得られる無次元量 $T_{XVMN50}/StepT$ である。

[0108] 以上が本実施の形態において制御部110が導出する33種類の特徴パラメータである。これらの特徴パラメータPRM1〜PRM33は、後述するようにステップS46（図13）において、重み付け加算される。本実施の形態においては、次式で表される特徴パラメータPRM1〜PRM33についての重み付け加算、

[数1]

$$\theta = k_0 + \sum_{i=1}^{33} (k_i \times PRM_i) \quad \dots \text{ひ）}$$

により、上述した平均骨盤傾斜角 θ [degree] が得られる。ここで重み付け加算に用いられる重み係数（ $k_1, k_2, \dots, k_{32}, k_{33}$ ）および定数項 k_0 （ $k_0 \sim k_{33}$ は、ゼロを含む実定数。）は、後述するようにステップS45a〜S45c（図13）において、被測定者の歩幅および/または基準期間に応じて適切に決定される。

[0109] 図13に戻り、特徴パラメータ導出後の処理について説明する。ステップS45aにおいて、制御部110は、上下軸軌道時系列データ（図9）を用いて、被測定者の歩幅の広狭を評価する。制御部110は、例えば、一基準期間における上下軸軌道の最大値と最小値との差（図9におけるZTPP）

の大きさに基づいて、被測定者の歩幅を推定する。当該推定は、予め実験的に求めた、上下軸軌道の最大値と最小値との差 $ZTPP$ と、歩幅との変換テーブル（変換式）等を用いて行えばよい。

[01 10] 次に、ステップ S 4 5 b において、制御部 1 1 0 は、上下軸加速度時系列データ（図 7）を用いて、被測定者の歩行周期のうち 1 歩分に相当する基準期間を求める。制御部 1 1 0 は、例えば、負から正へ転じるゼロクロス点と、負から正へ転じるゼロクロス点と、の間の時間間隔、即ち、基準期間 $StepT$ を求めればよい。

[01 11] 次に、ステップ S 4 5 c において、制御部 1 1 0 は、上記式 1 による平均骨盤傾斜角 θ の算出に用いる重み係数を決定する。図 1 4 は、重み係数セットの決定に用いる参照テーブルである。制御部 1 1 0 は、先ず、ステップ S 4 5 a で評価した被測定者の歩幅の広狭にもとづき、被測定者の歩幅が「小さい」か、「中程度」か、「大きい」かを判定する。次に、制御部 1 1 0 は、上記した歩幅の判定を踏まえ、さらに、基準期間が「短い」か、「中程度」か、「長い」か、を判定することにより、使用する重み係数セット K_{mn} ($m:1, 2, 3, n:1, 2, 3$) を決定する。重み係数セット K_{mn} は、それぞれ、式 1 で用いられる重み係数 ($k_1, k_2, \dots, k_{32}, k_{33}$) および定数項 k_0 を備えたセットである。例えば、重み係数セット K_{11} は、歩幅が比較的小さくかつ基準期間が比較的小さいという共通の特徴を備えた数多くの被測定者からなる群について式 1 により平均骨盤傾斜角 θ が精度良く算出できるように、実験的に求めた重み係数および定数項の値の集合である。同様、重み係数セット K_{33} は、式 1 により平均骨盤傾斜角 θ が精度良く算出できるように、歩幅が比較的大きくかつ基準期間が比較的大きいという共通の特徴を備えた数多くの被測定者からなる群について実験的に求めた重み係数および定数項の値の集合である。他の重み係数セットも、それぞれ、同様にして実験的に得た重み係数の値および定数項の値の集合である。

[01 12] なお、ステップ S 4 5 a 〜 S 4 5 c までの処理は、被測定者の歩幅および / または基準期間に応じて複数の重み係数セットを備える場合に式 1 の評価

に用いる重み係数を選択するために行う処理である。したがって、制御部 110 が用いる重み係数セットが 1 つである場合には、ステップ S 4 5 a ~ S 4 5 c までの処理はスキップされてよい。

[01 13] ステップ S 4 6 において、制御部 110 は、ステップ S 4 4 で算出した特徴パラメータ $PRM_1 \sim PRM_{33}$ と、ステップ S 4 5 c において決定した重み係数セット K_{mn} とを用いて、次式

[数 2]

$$\theta = k_{mn,0} + \sum_{i=1}^{33} (k_{mn,i} \times PRM_i) \quad \dots (1')$$

ここで、 PRM_i ($i: 1 \sim 33$ の整数) は、ステップ S 4 4 で求めた特徴パラメータであり、 $k_{mn,0}$ 、および $k_{mn,i}$ ($i: 1 \sim 33$ の整数) は、重み係数セット K_{mn} に含まれる定数項および重み係数である。

[01 14] 図 12 に戻り、ステップ S 5 において、制御部 110 は、ステップ S 4 で求めた平均骨盤傾斜角 θ にもとづき、被測定者の歩行中の姿勢が、「前傾」であるか、「真中」であるか、「後傾」であるか、判定する (図 5 (A) 参照)。

[01 15] 最後に、制御部 110 は、ステップ S 5 で得た評価結果をスマートフォン 200 へ出力 (送信) する (ステップ S 6)。

[01 16] スマートフォン 200 は、活動量計 100 からの情報を受信すると、合計点数とともに評価の結果を表示部 240 に表示する。スマートフォン 200 の表示部 240 には、例えば「あなたの歩行姿勢は、前傾傾向があります。」というようにメッセージとして表示される。なお、表示部 240 には、イラストやアニメーション等を用いて前傾/後傾の傾向が直感的にわかるような表示を行ってもよい。また、表示部 240 には、ステップ S 4 6 で得た平均骨盤傾斜角 θ そのもの、あるいは、 θ の値を適切に処理して得られる評価数値を表示してもよい。

[01 17] この表示部 240 の表示内容を見て、ユーザは、歩行時の姿勢が前傾ぎみであるか、後傾ぎみであるか否かを知ることができる。

[01 18] このように、発明者は、鋭意研究の結果、被験者の腰部に装着された加速度センサから出力される加速度の時間変化の波形の形状の特徴を捉えた１つまたは複数の特徴量（特徴パラメータ）の重み付け加算の結果が、被験者の歩行時における骨盤の傾斜角とよい相関性を有することを実験的に見いだした。この歩行姿勢計１によれば、被測定者の歩行中の姿勢について前傾／後傾であるか否かを適切に評価できる。また、この歩行姿勢計１では、加速度センサ１１２の出力に基づいて評価を行っているので、モーションキャプチャのような大がかりな設備によらず、手軽に評価できる。

[01 19] 上述の実施形態では、３３種類の特徴パラメータ $PRM1 \sim PRM33$ を算出したが、これに限られるものではない。例えば、３３種類の特徴パラメータ $PRM1 \sim PRM33$ 全てを算出するのではなく、一部のみを算出し、その特徴／パラメータのみを用いて、被測定者の歩行中の前傾／後傾の傾向を評価してもよい。

[01 20] 上述の実施形態では、被測定者の歩幅および／または基準期間に応じてそれぞれ重み係数セット K_{mn} を設定したが、これに限られるものではない。基準期間に代えて歩行周期（左足基準期間と右足基準期間とを併せた２歩分の期間に相当する）を用い、被測定者の歩幅および／または歩行周期に応じてそれぞれ重み係数セット K_{mn} を設定してもよい。

[01 21] 上述の実施形態では、活動量計１００とスマートフォン２００とは、BLE通信によって互いに通信を行ったが、これに限られるものではない。例えば、活動量計１００とスマートフォン２００とは、NFC（Near Field Communication；近距離無線通信）によって、スマートフォン２００と活動量計１００とが互いに接近したときに通信を行うようにしてもよい。

[01 22] また、上述の実施形態では、本発明の歩行姿勢計を、活動量計１００とスマートフォン２００とを含むシステムとして構成したが、これに限られるものではない。

[01 23] 例えば、本発明の歩行姿勢計を、スマートフォン２００のみで構成しても良い。その場合、スマートフォン２００が加速度センサを含むものとする。

また、スマートフォン 200 のメモリ 220 には、制御部 210 に、ヒトの歩行姿勢が正しい姿勢であるか否かを定量的に評価するプログラム、より詳しくは、歩行中の姿勢の前傾/後傾の程度を評価するプログラムをインストールする。これにより、本発明の歩行姿勢計を小型かつコンパクトに構成することができる。

[0124] また、そのプログラムは、アプリケーションソフトウェアとして、CD、DVD、フラッシュメモリなどの記録媒体に記録することができる。この記録媒体に記録されたアプリケーションソフトウェアを、スマートフォン、パーソナルコンピュータ、PDA（パーソナル・デジタル・アシスタント）などの実質的なコンピュータ装置にインストールすることによって、それらのコンピュータ装置に、ヒトの歩行姿勢が正しい姿勢であるか否かを定量的に評価する方法を実行させることができる。

符号の説明

[0125]

1	歩行姿勢計
100	活動量計
112	加速度センサ
110	制御部CPU
120	メモリ
180	BLE通信部
200	スマートフォン
210	制御部
220	メモリ
290	ネットワーク通信部
230	操作部
240	表示部
280	BLE通信部

請求の範囲

[請求項1]

被測定者の歩行姿勢を評価する歩行姿勢計であって、
被測定者の腰の正中線上に装着される加速度センサと、
前記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、前記被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きに対応する量を算出する演算部と、を備えた歩行姿勢計。

[請求項2]

請求項 1 に記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、前記上下軸加速度の時間変化および前記前後軸加速度の時間変化の特徴を示す特徴パラメータを導出し、当該特徴パラメータに基づいて前記前後方向の傾きに対応する量を算出する、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項3]

請求項 2 に記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、複数種類の特徴パラメータを導出し、導出した複数種類の特徴パラメータを重み付け加算して得られる量に基づいて前記前後方向の傾きに対応する量を算出する、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項4]

請求項 3 に記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、前記上下軸加速度の時間的な変化波形に基づいて前記被測定者の歩幅を推定し、当該推定された歩幅に基づいて、前記重み付け加算に用いる重み係数を変化させる、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項5]

請求項 4 に記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、前記上下軸加速度の時間的な変化波形および前記前後軸加速度の時間的な変化波形の少なくともいずれか一方に基づいて前記被測定者の歩行周期またはその歩行周期のうち 1 歩分に相当する基準期間を求め、当該求めた歩行周期または基準期間に基づいて、前記重み付け加算に用いる重み係数を変化させる、ことを特徴とする歩

行姿勢計。

[請求項6] 請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の歩行姿勢計において、
前記前後方向の傾きに対応する量は、歩行中の前記被測定者の骨盤と水平とがなす角度である、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項7] 請求項 2 から 5 のいずれか 1 つに記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、上方を正とする前記上下軸加速度の時間的な変化波形において加速度値が負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングから次の負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングまでの期間を、前記被測定者の 1 歩分に相当する基準期間として求め、前記基準期間において前記上下軸加速度の時間的な変化波形に現れる 3 つの極大点の値および出現タイミング、前記 3 つの極大点の間の 2 つの極小点の値および出現タイミング、ならびに、最小点の値および出現タイミングのうちの少なくともいずれか 1 つを用いて前記特徴パラメータを導出する、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項8] 請求項 7 に記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、前記基準期間の開始点から前記 3 つの極大点、前記 2 つの極小点、および、前記最小点のそれぞれの出現タイミングまでの時間と前記基準期間の長さとの比のうちの少なくともいずれか 1 つを前記特徴パラメータとして用いる、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項9] 請求項 7 に記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、前記 3 つの極大点のそれぞれの値と前記最小点の値との差の絶対値のうちの少なくともいずれか 1 つを前記特徴パラメータとして用いる、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項10] 請求項 2 から 5 のいずれか 1 つに記載の歩行姿勢計において、
前記演算部は、前記上下軸加速度の時間的な変化波形から上下軸速度の時間的な変化波形を求め、
前記演算部は、上方を正とする前記上下軸加速度の時間的な変化波形において加速度値が負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミ

ングから次の負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングまでの期間を、前記被測定者の1歩分に相当する基準期間として求め、前記基準期間における前記上下軸速度の時間的な変化波形の最大点の出現タイミング、前記最大点の値の90%の値を有する点の出現タイミング、前記最大点の値の80%の値を有する点の出現タイミング、および、前記最大点の値の50%の値を有する点の出現タイミング、のうちの少なくともいずれか1つを用いて前記特徴パラメータを導出する、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 11]

請求項 10 に記載の歩行姿勢計において、

前記演算部は、前記基準期間の開始点から前記最大点、前記90%の値を有する点、前記80%の値を有する点、および、前記50%の値を有する点のそれぞれの出現タイミングまでの時間と前記基準期間の長さとの比のうちの少なくともいずれか1つを前記特徴パラメータとして用いる、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 12]

請求項 2 から5 のいずれか1つに記載の歩行姿勢計において、

前記演算部は、前記上下軸加速度の時間的な変化波形から上下軸軌道の時間的な変化波形を求め、

前記演算部は、上方を正とする前記上下軸加速度の時間的な変化波形において加速度値が負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングから次の負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングまでの期間を、前記被測定者の1歩分に相当する基準期間として求め、前記基準期間における前記上下軸軌道の時間的な変化波形の最大点の値および出現タイミング、最小点の値および出現タイミング、ならびに、前記最大点と前記最小点との差の絶対値、のうちの少なくともいずれか1つを用いて前記特徴パラメータを導出する、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 13]

請求項 12 に記載の歩行姿勢計において、

前記演算部は、前記基準期間の開始点から前記最大点、および、前

記最小点のそれぞれの出現タイミングまでの時間と前記基準期間の長さとの比のうちの少なくともいずれか 1 つを前記特徴パラメータとして用いる、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 14]

請求項 2 から 5 のいずれか 1 つに記載の歩行姿勢計において、

前記演算部は、上方を正とする前記上下軸加速度の時間的な変化波形において加速度値が負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングから次の負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングまでの期間を、前記被測定者の 1 歩分に相当する基準期間として求め、前記基準期間における前後軸加速度の時間的な変化波形の最小点の値および出現タイミング、ならびに、前記最小点のあとに現れる 2 つの極大点の値および出現タイミングのうちの少なくともいずれか 1 つを用いて前記特徴パラメータを導出する、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 15]

請求項 14 に記載の歩行姿勢計において、

前記演算部は、前記基準期間の開始点から前記最小点、および、前記 2 つの極大点のそれぞれの出現タイミングまでの時間と前記基準期間の長さとの比のうちの少なくともいずれか 1 つを前記特徴パラメータとして用いる、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 16]

請求項 2 から 5 のいずれか 1 つに記載の歩行姿勢計において、

前記演算部は、前記前後軸加速度の時間的な変化波形から前後軸速度の時間的な変化波形を求め、

前記演算部は、上方を正とする前記上下軸加速度の時間的な変化波形において加速度値が負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングから次の負から正へ変化するゼロクロス点の出現タイミングまでの期間を、前記被測定者の 1 歩分に相当する基準期間として求め、前記基準期間における前後軸速度の時間的な変化波形の最大点の出現タイミング、前記最大点の値の 90% の値を有する点の出現タイミング、前記最大点の値の 80% の値を有する点の出現タイミング、最小点の出現タイミング、および、前記最小点の値の 50% の値を有する点

の出現タイミング、のうちの少なくともいずれか 1 つを用いて前記特徴パラメータを導出する、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 17]

請求項 16 に記載の歩行姿勢計において、

前記演算部は、前記基準期間の開始点から前記最大点、前記最大点の値の 90 % の値を有する点、前記最大点の値の 80 % の値を有する点、前記最小点、および、前記最小点の値の 50 % の値を有する点のそれぞれの出現タイミングまでの時間と前記基準期間の長さとの比のうちの少なくともいずれか 1 つを前記特徴パラメータとして用いる、ことを特徴とする歩行姿勢計。

[請求項 18]

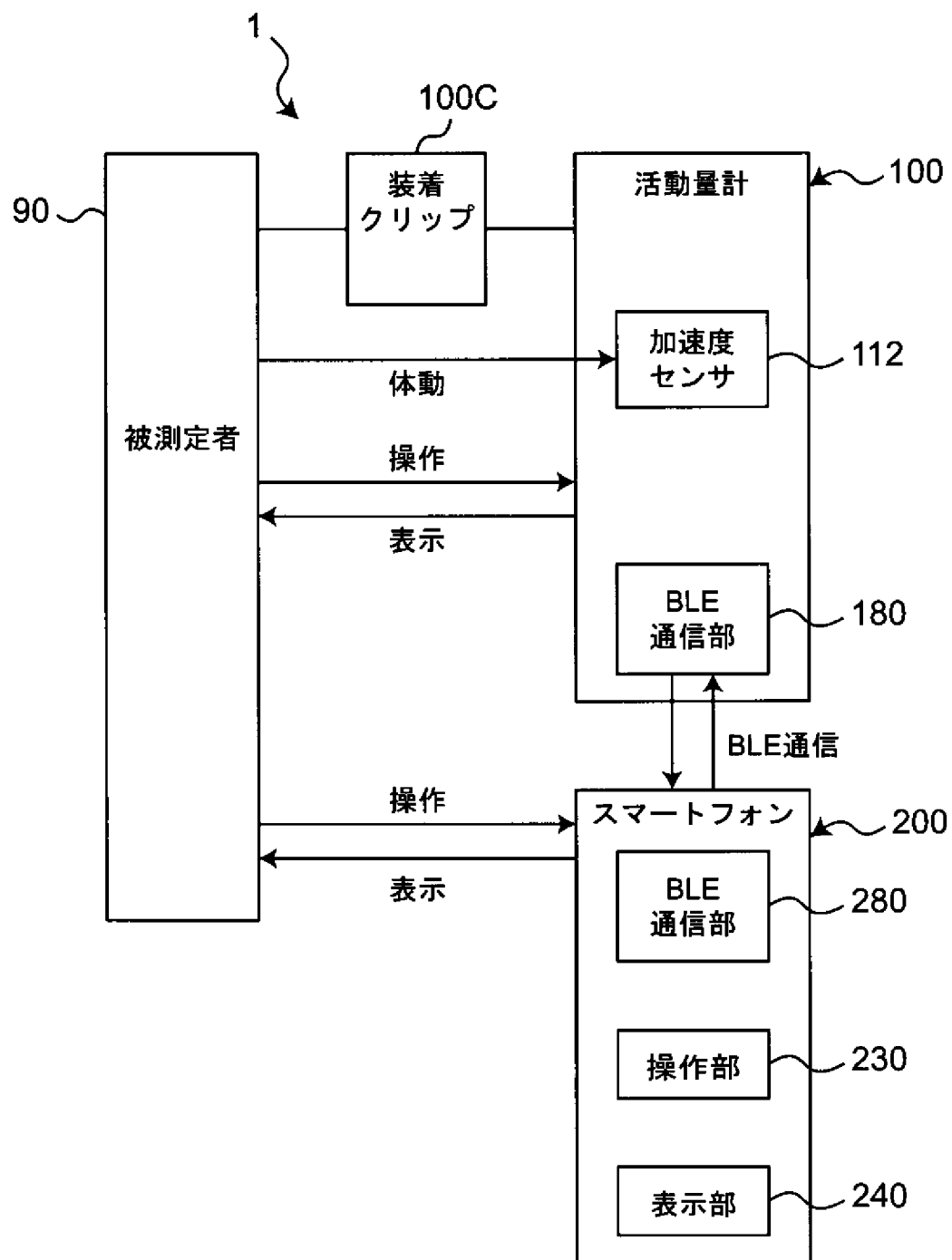
被測定者の歩行姿勢を評価する方法をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記方法は、

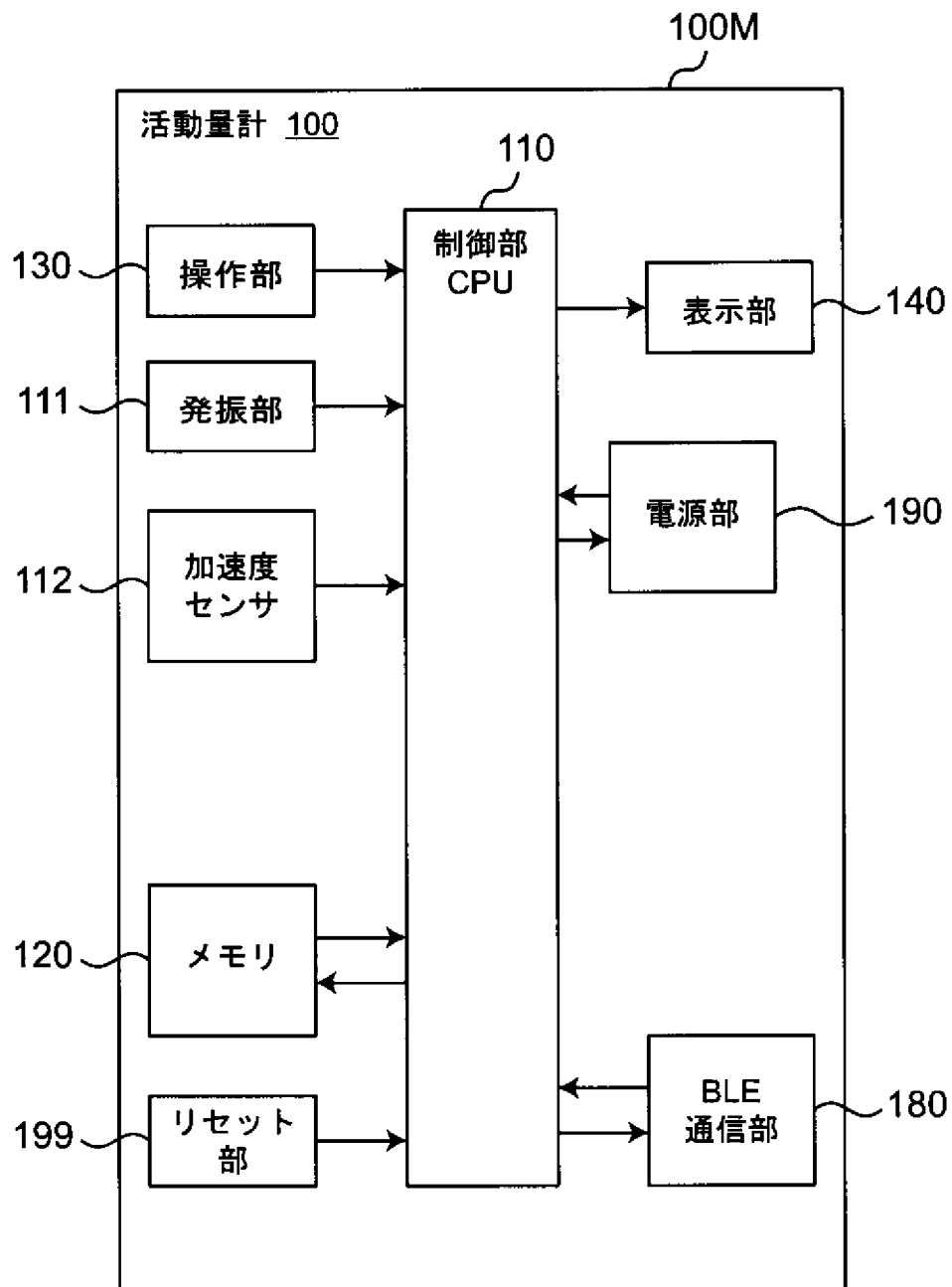
被測定者の腰の正中線上に装着された加速度センサの出力を取得するステップと、

前記加速度センサが出力する上下軸加速度の時間的な変化波形と前後軸加速度の時間的な変化波形とを用いて、前記被測定者の歩行中の姿勢の前後方向の傾きに対応する量を算出するステップと、を備えたことを特徴とするプログラム。

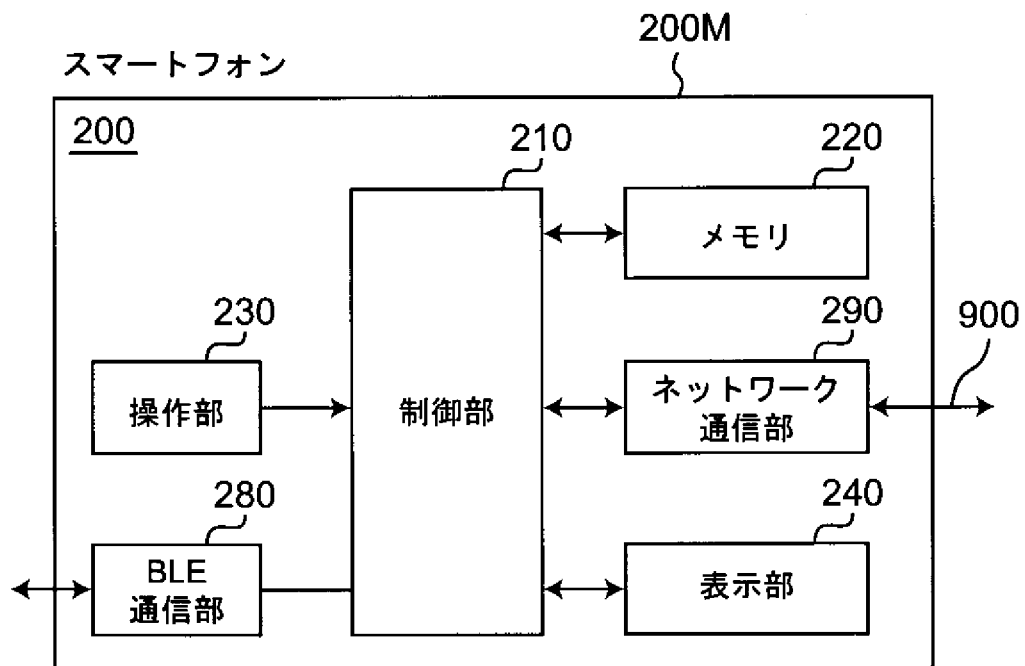
[図1]



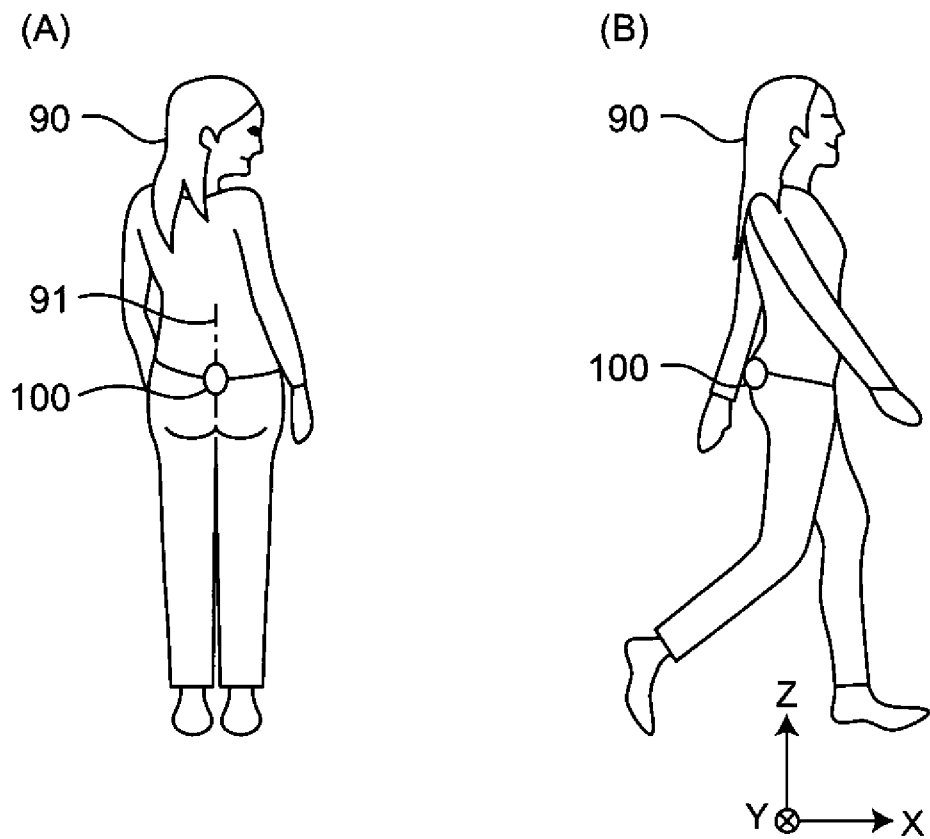
[図2]



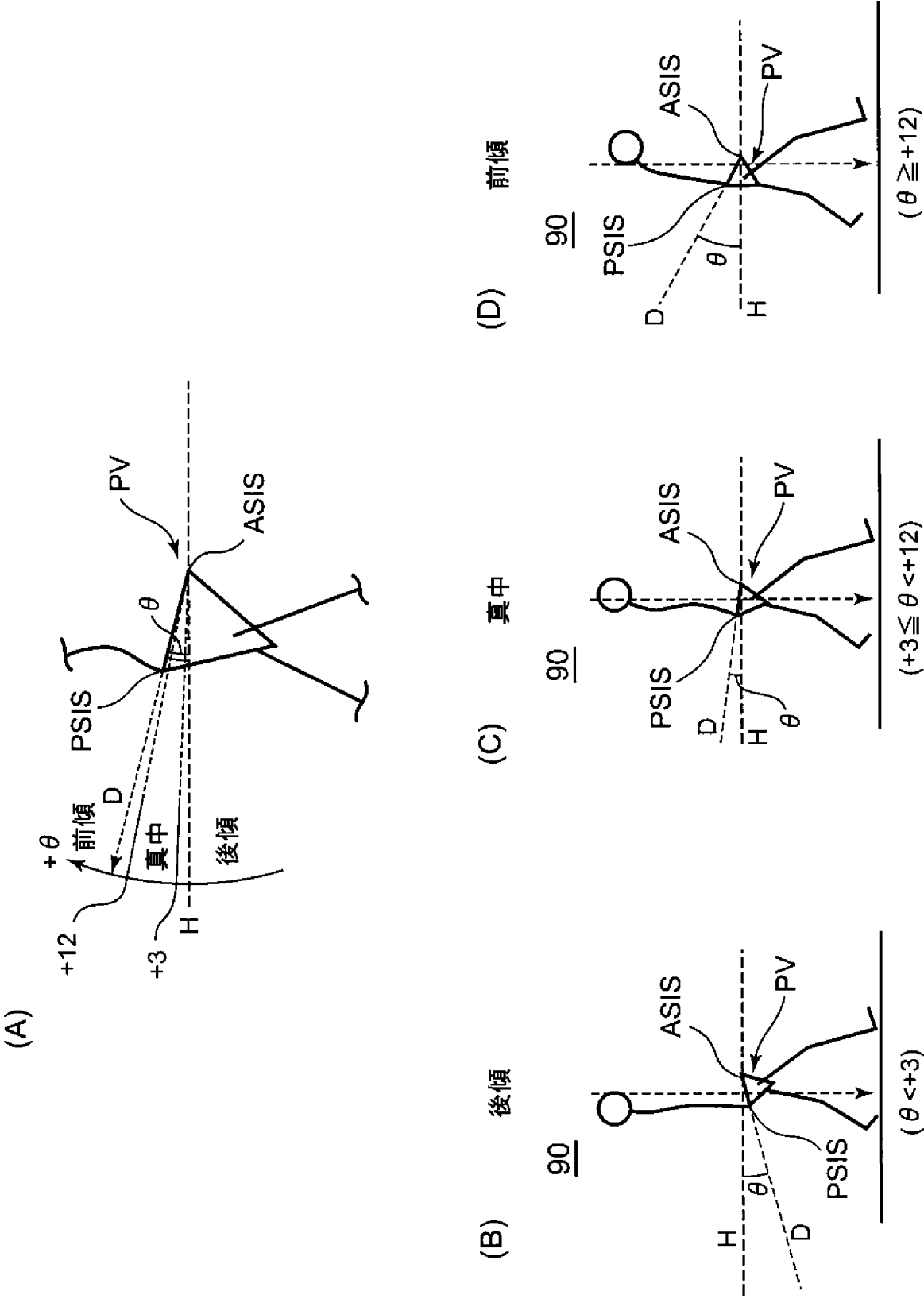
[図3]



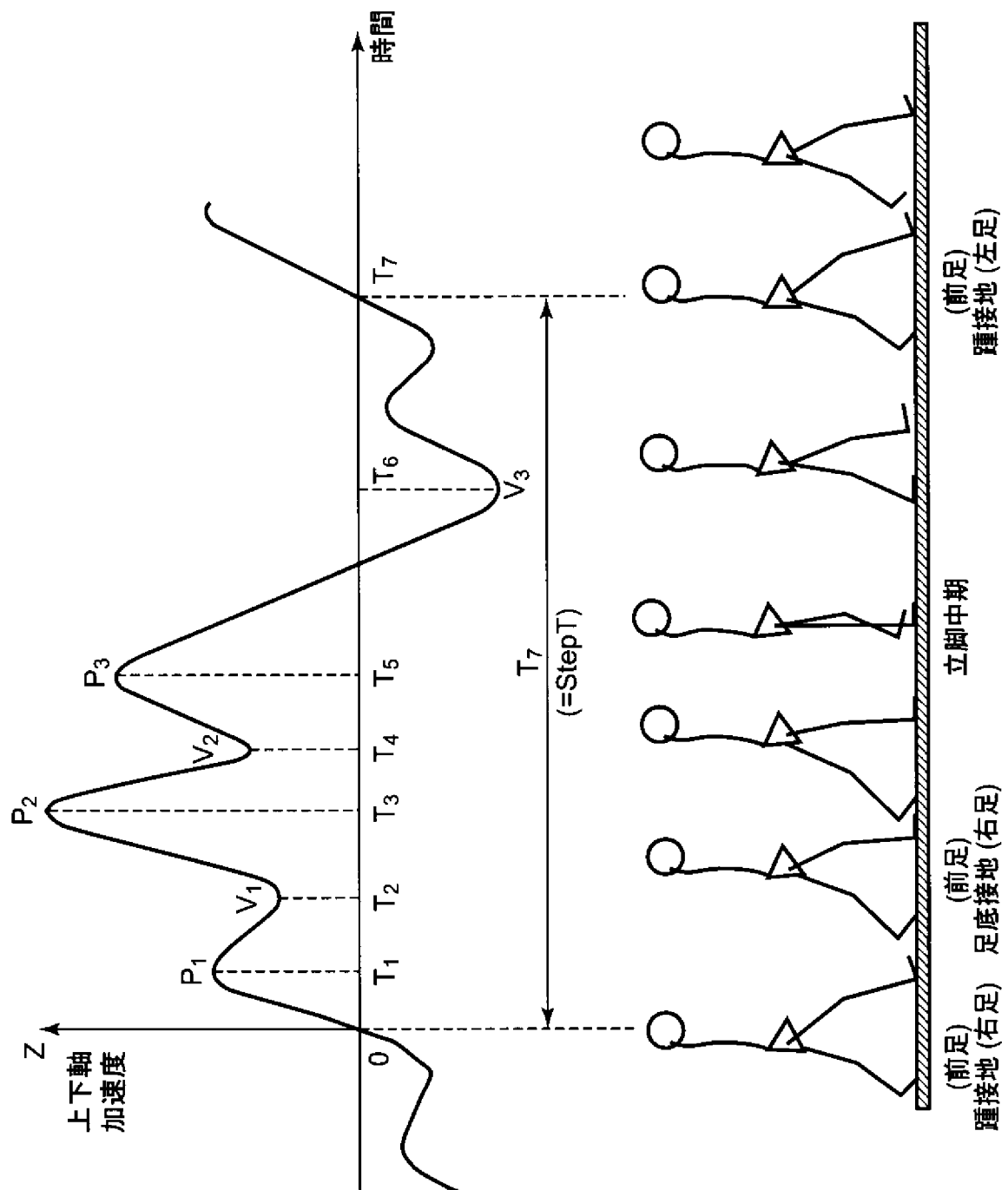
[図4]



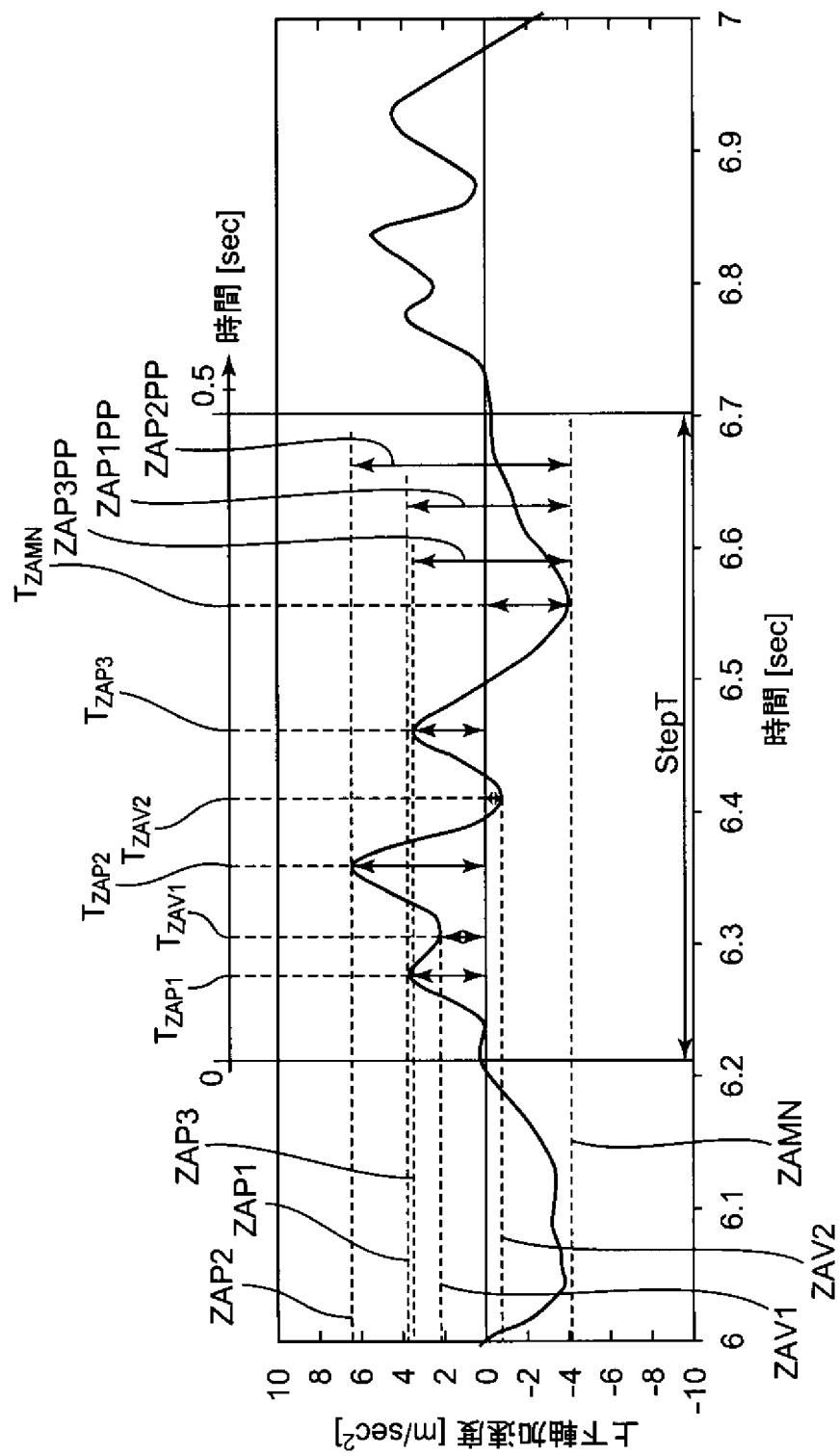
[図5]



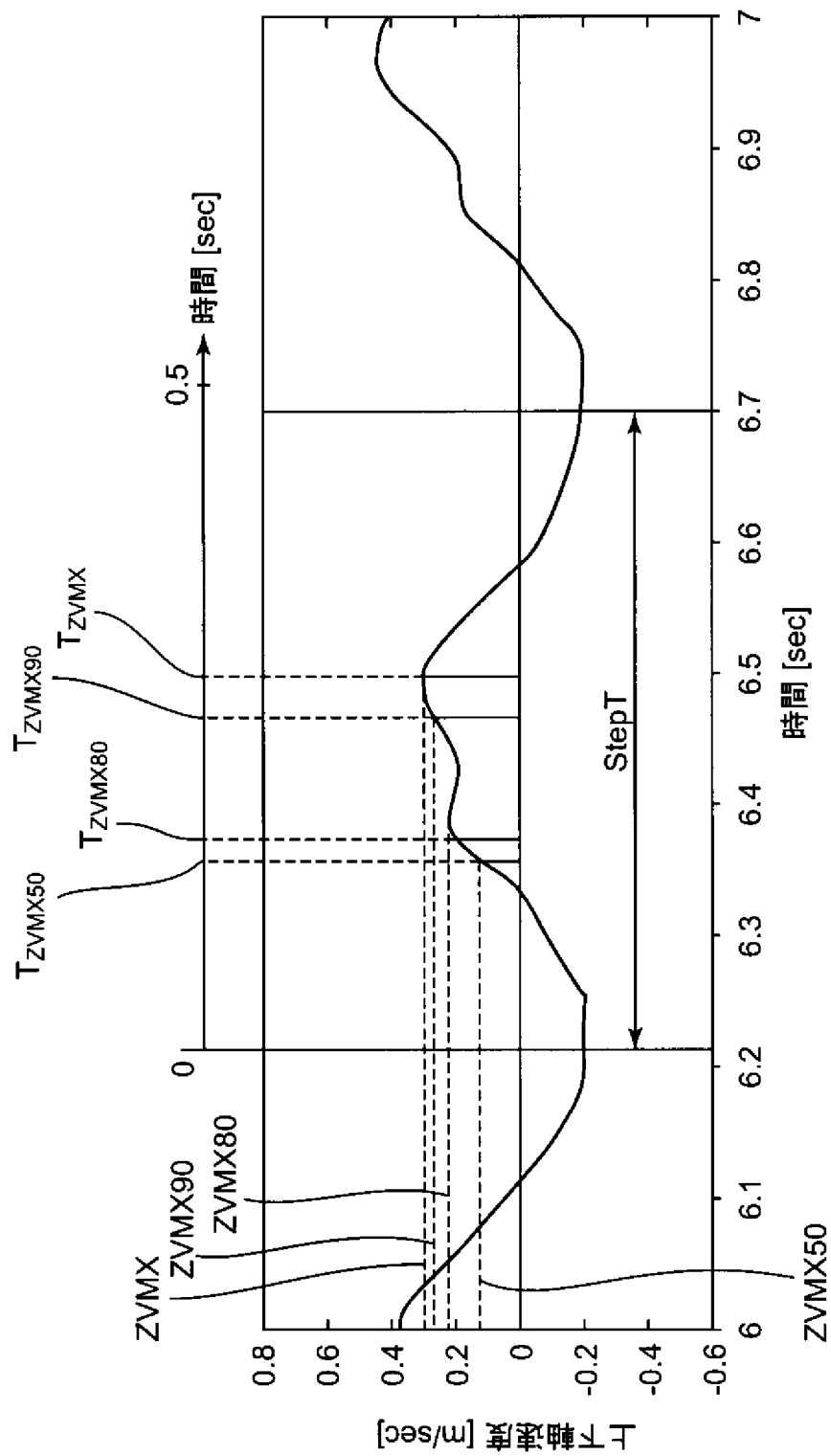
[図6]



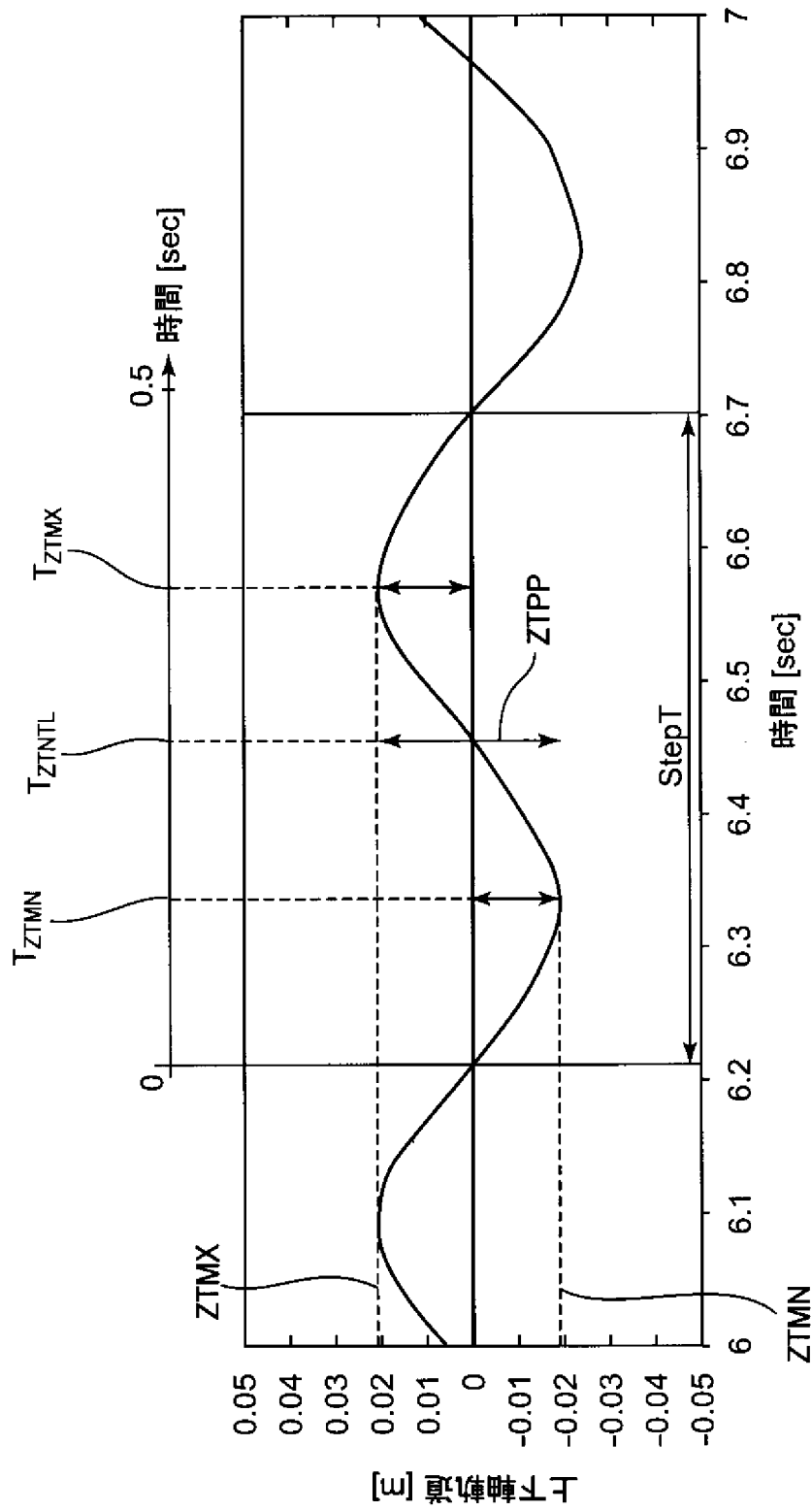
[図7]



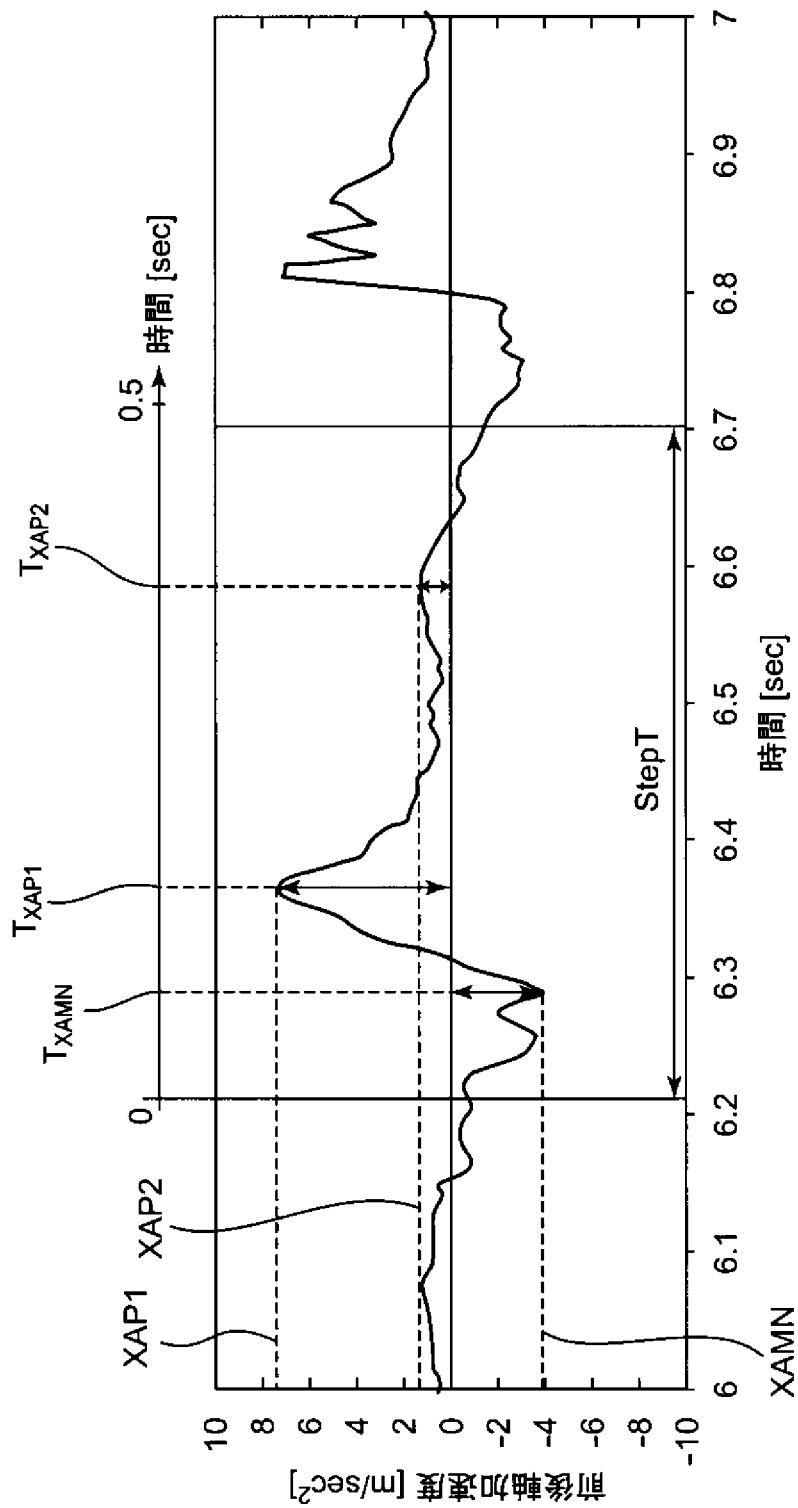
[図8]



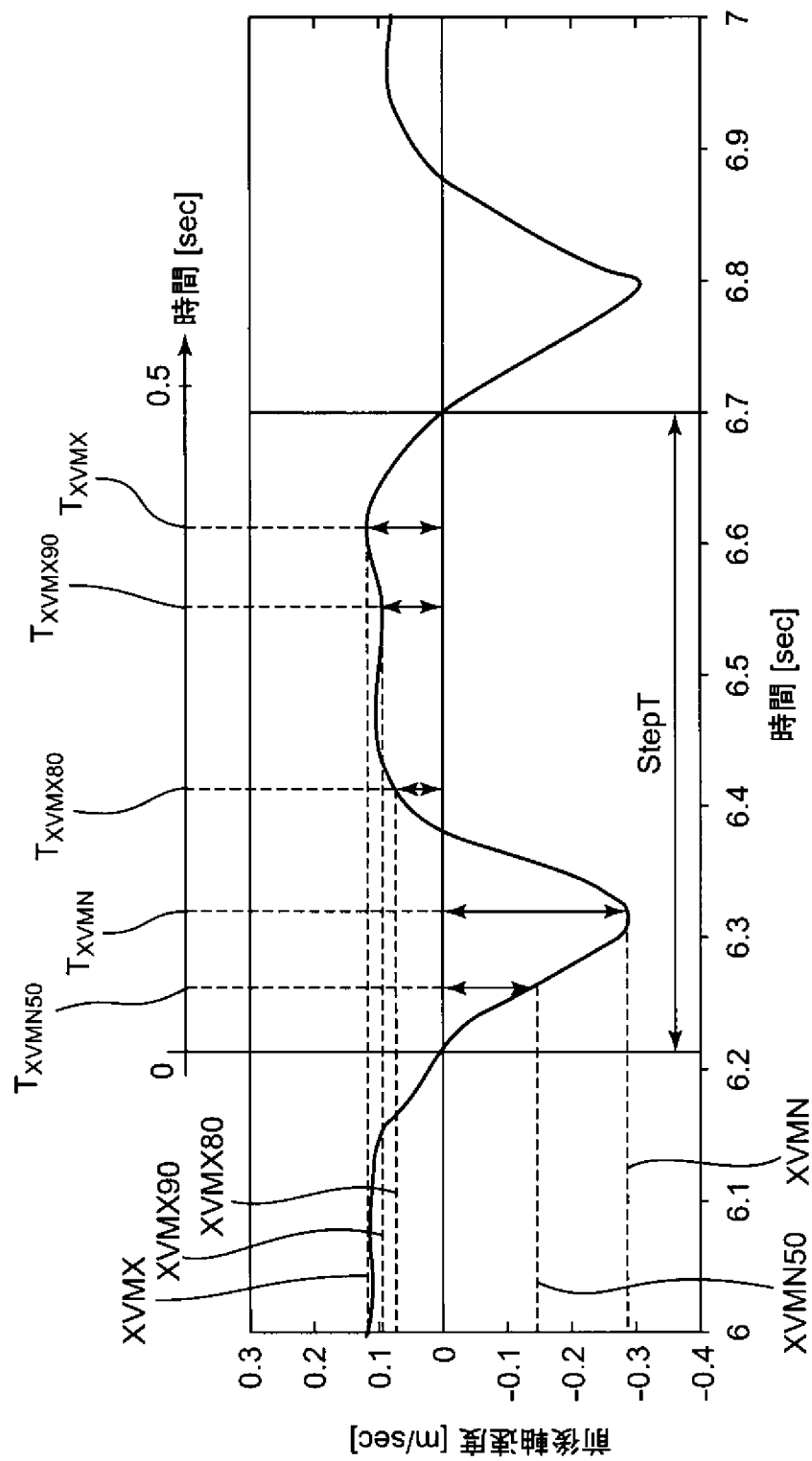
[図9]



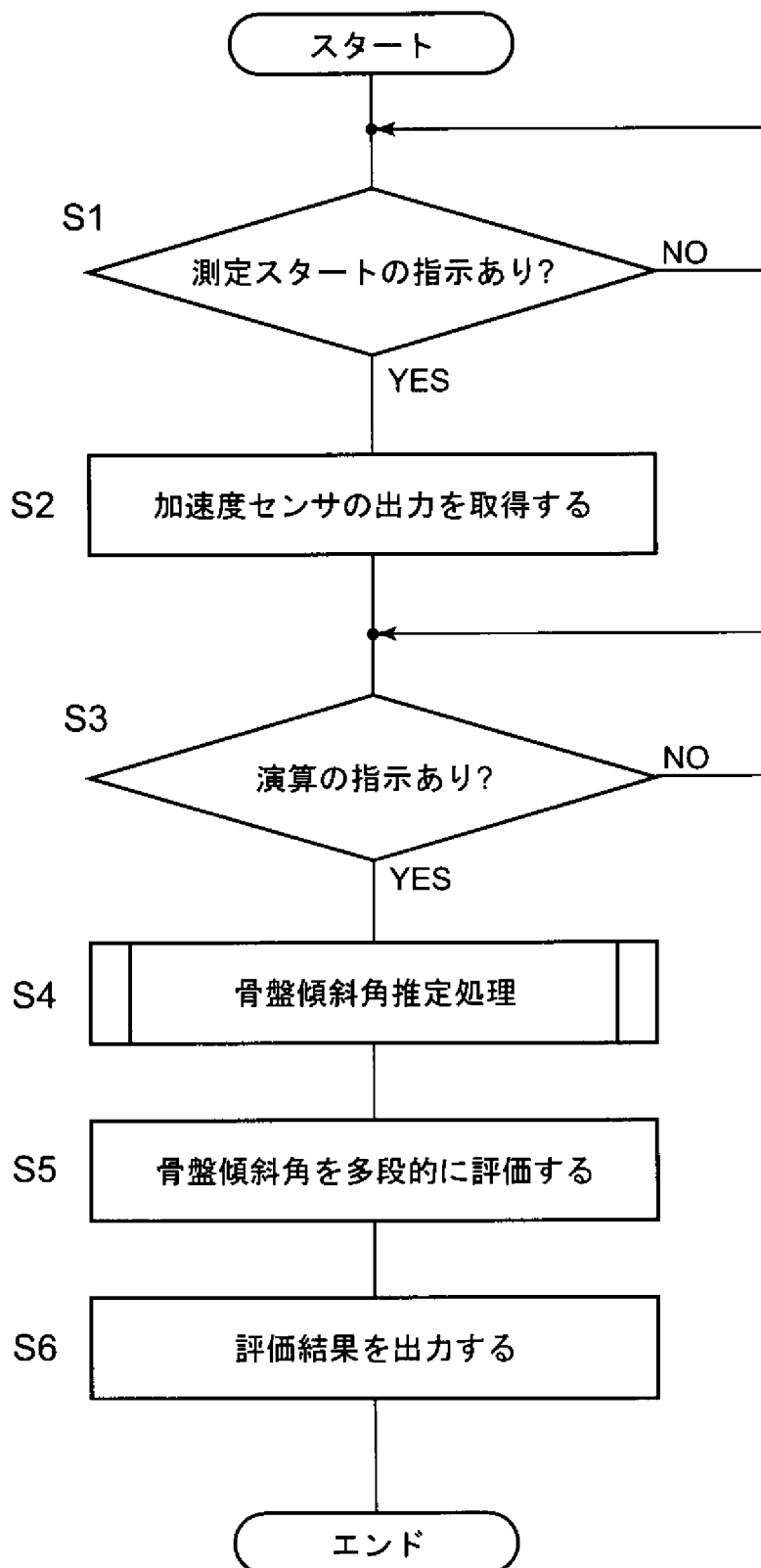
[図10]



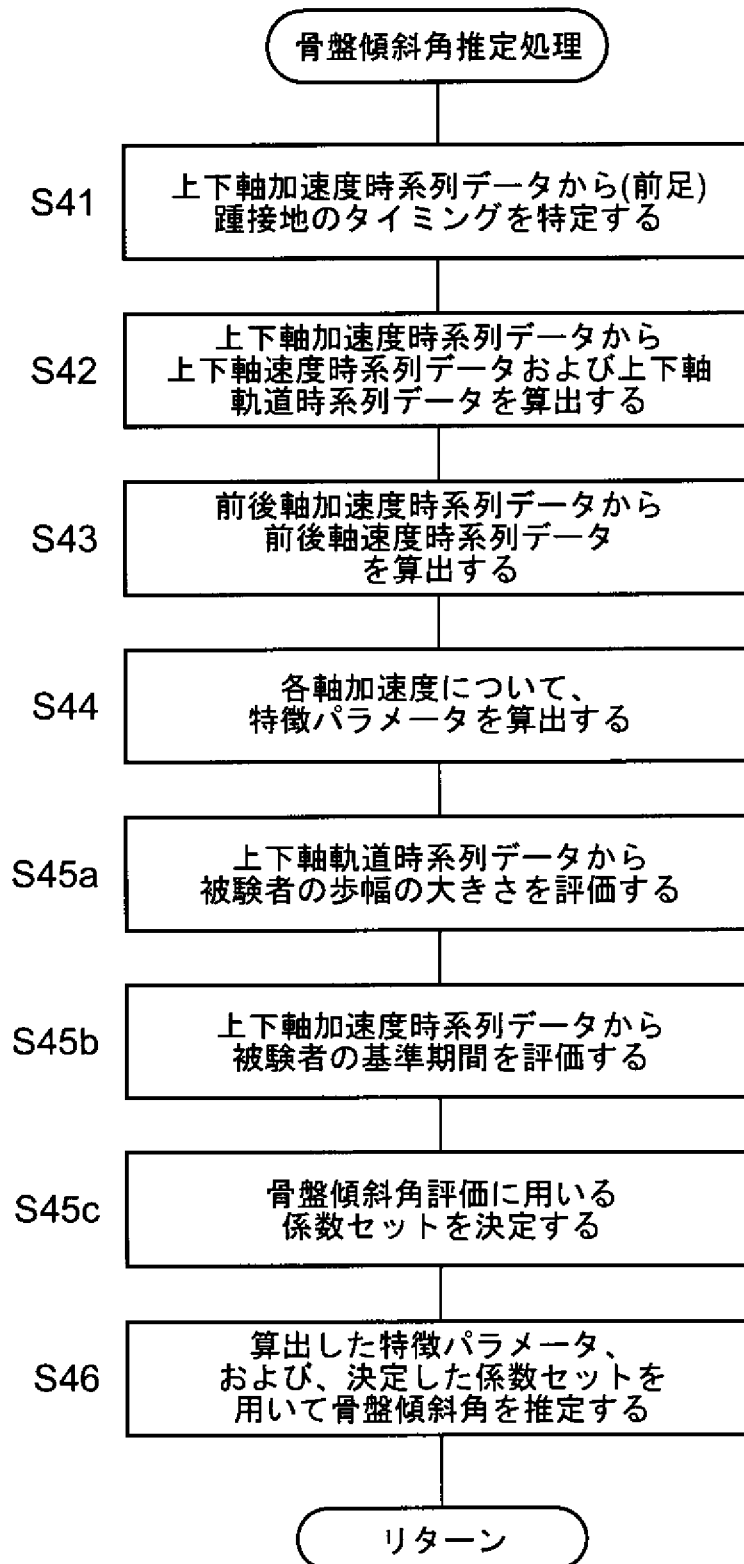
[図11]



[図12]



[図13]



[図14]

歩幅	基準期間	使用する重み係数セット
小さい ($ZTPP < 0.03$ [m])	短い ($StepT \leq 0.4$ [sec])	K11
	中程度 ($0.4 < StepT \leq 0.5$ [sec])	K12
	長い ($StepT > 0.5$ [sec])	K13
中程度 ($0.03 \leq ZTPP \leq 0.04$ [m])	短い ($StepT \leq 0.4$ [sec])	K21
	中程度 ($0.4 < StepT \leq 0.5$ [sec])	K22
	長い ($StepT > 0.5$ [sec])	K23
大きい ($ZTPP > 0.04$ [m])	短い ($StepT \leq 0.4$ [sec])	K31
	中程度 ($0.4 < StepT \leq 0.5$ [sec])	K32
	長い ($StepT > 0.5$ [sec])	K33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 014 / 058910

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A 61B5/11 (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)

A 61B5 / 11

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	1996-2014
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2014	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2014

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	J P 2009-106374 A (Panas onic Electric Works Co., Ltd.), 21 May 2009 (21.05.2009), claims (Family: none)	1-18
A	J P 2009-106390 A (Panas onic Electric Works Co., Ltd.), 21 May 2009 (21.05.2009), claims (Family: none)	1-18
A	J P 2011-78534 A (Omron Healthcare Co., Ltd.), 21 April 2011 (21.04.2011), claims & US 2012/0101771 A1 & WO 2011/043294 A1 & DE 112010003983 T5 & CN 102469959 A	1-18



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
23 June, 2014 (23.06.14)Date of mailing of the international search report
08 July, 2014 (08.07.14)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A . 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))
Int.Cl. A61B5/ 1K2006. 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 (I P C))
Int.Cl. A61B5/1 1

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	1 9 2 2 -
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 -
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2

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)
年

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 2009-106374 A (パナソニック電気株式会社) 2009. 05. 21, 【特許請求の範囲】 (ファミリーなし)	1 - 1 8
A	JP 2009-106390 A (パナソニック電気株式会社) 2009. 05. 21, 【特許請求の範囲】 (ファミリーなし)	1 - 1 8
A	JP 2011-78534 A (オムロンヘルスケア株式会社) 2011. 04. 21, 【特許請求の範囲】 & US 2012/0101771 A1 & wo 2011/043294 A1 & DE 112010003983 T5 & CN 102469959 A	1 - 1 8

☐ 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)
「B」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

「F」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「Y」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
「Z」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

湯本 照基

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

2 Q

9 4 0 4