

(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9月13日(13.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/164157 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 5/11 (2006.01) A43D 1/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/008663

(22) 国際出願日: 2018年3月6日(06.03.2018)

(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 2017-044385 2017年3月8日(08.03.2017) JP

(71) 出願人: 国立大学法人お茶の水女子大学 (OCHANOMIZU UNIVERSITY) [JP/JP];
〒1128610 東京都文京区大塚二丁目1番1号 Tokyo (JP). 国立研究開発法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED

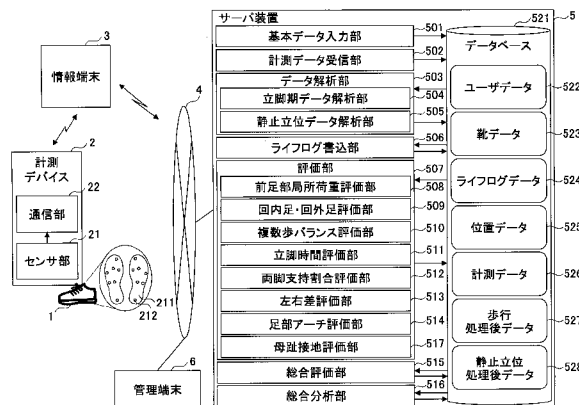
INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関一丁目3番1号 Tokyo (JP). 国立大学法人奈良女子大学(NARA WOMEN'S UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒6308506 奈良県奈良市北魚屋東町 Nara (JP).

(72) 発明者: 太田 裕治(OHTA, Yuji); 〒1128610 東京都文京区大塚二丁目1番1号 国立大学法人お茶の水女子大学内 Tokyo (JP). 安在 絵美(ANZAI, Emi); 〒1128610 東京都文京区大塚二丁目1番1号 国立大学法人お茶の水女子大学内 Tokyo (JP). 中嶋 香奈子(NAKAJIMA, Kanako); 〒1350064 東京都江東区青海2-3-26 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Tokyo (JP). 留奥 美希(TOMEOKU, Miki); 〒1128610 東京都文京区大塚二丁目1番1号

(54) Title: WALKING AND FOOT EVALUATION METHOD, WALKING AND FOOT EVALUATION PROGRAM, AND WALKING AND FOOT EVALUATION DEVICE

(54) 発明の名称: 歩行・足部評価方法、歩行・足部評価プログラムおよび歩行・足部評価装置

[図1]



- | | |
|--|---|
| 2 Measurement device | 511 Standing time evaluation unit |
| 3 Information terminal | 512 Both legs support ratio evaluation unit |
| 5 Server device | 513 Left-right difference evaluation unit |
| 6 Management terminal | 514 Foot arch evaluation unit |
| 21 Sensor unit | 515 Total evaluation unit |
| 22 Communication unit | 516 Total analysis unit |
| 501 Basic data input unit | 517 Big toe ground contact evaluation unit |
| 502 Measurement data receiving unit | 521 Database |
| 503 Data analysis unit | 522 User data |
| 504 Standing period data analysis unit | 523 Shoe data |
| 505 Standstill data analysis unit | 524 Life log data |
| 506 Life log writing unit | 525 Position data |
| 507 Evaluation unit | 526 Measurement data |
| 508 Front foot local load evaluation unit | 527 Walking post-processing data |
| 509 Pronated foot/supinated foot evaluation unit | 528 Standstill post-processing data |
| 510 Multi-step balance evaluation unit | |

(57) Abstract: In the present invention, a computer executes processes for: acquiring, from at least one sensor disposed on the insole of shoes used by a plurality of users, at least foot sole pressure data for a prescribed amount of time when walking and when stationary; and analyzing the acquired data to acquire and accumulate, for each user, at least a foot sole pressure parameter, foot pressure center parameter and time parameter when walking, and at least a foot sole pressure



国立大学法人お茶の水女子大学内 Tokyo (JP).
才脇 直樹(SAIWAKI, Naoki); 〒6308506 奈良県
奈良市北魚屋東町 国立大学法人奈良女子大
学内 Nara (JP). 笹田 安那(SASADA, Yasuna);
〒6308506 奈良県奈良市北魚屋東町 国立大
学法人奈良女子大学内 Nara (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 M Y P L A Z A (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,
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), 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))

parameter and foot pressure center parameter when stationary.

(57) 要約: 複数のユーザが使用する靴のインソールに設けられた 1 以上のセンサから歩行時および静止立位時における所定時間の少なくとも足底圧のデータを取得し、取得されたデータを解析して、ユーザ毎の、歩行時における少なくとも足底圧パラメータ、足圧中心パラメータおよび時間パラメータと、静止立位時における少なくとも足底圧パラメータおよび足圧中心パラメータとを取得して蓄積する、処理をコンピュータが実行する。

明 細 書

発明の名称：

歩行・足部評価方法、歩行・足部評価プログラムおよび歩行・足部評価装置

技術分野

[0001] 本発明は、歩行・足部評価方法、歩行・足部評価プログラムおよび歩行・足部評価装置に関する。

背景技術

[0002] 関連分野において、ヒトの足底圧を検知するための装置の開発に関する発明がなされている（特許文献1、2）。また、静止立位状態において足部形状を計測し、足部アーチ高のデータから靴選択支援を行う技術（特許文献3）や、フィッティングポイントと盛り上げ高さを変えた標本中敷により無理に歩行バランスを崩した歩行運動データと、利用者から計測した加速度とを比較して、フィッティングポイントと盛り上げ高さを決定する技術（特許文献4）も提案されている。

[0003] これまでに本発明者らは、足底圧を評価するための計測装置を開発し、その有用性や得られたデータの分析結果について報告した（非特許文献1～3）。すなわち、足底圧を評価するための計測装置の開発およびその有効性の検証（非特許文献1）、開発デバイスを用いた足部アーチ構造と足底圧の関連に関する調査（非特許文献2）、足底部圧力値特徴と高齢者の転倒歴との関連の調査（非特許文献3）を進め、足部の状態を日常生活の中で評価可能な仕組みの提案と、得られるデータの特徴量について評価を行ってきた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2011-505015号公報

特許文献2：特開2009-254811号公報

特許文献3：WO2005/006905

特許文献4：特開2007-144147号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：M. Saito, K. Nakajima, C. Takano, Y. Ohta, C. Sugimoto, R. Ezoe, K. Sasaki, H. Hosaka, T. Ifukube, S. Ino, K. Yamashita. An in-shoe device to measure planter pressure during daily human activity, Medical Engineering & physics, Vol. 33, pp.638-645, 2011.

非特許文献2：E. Anzai, K. Nakajima, Y. Iwakami, M. Sato, S. Ino, T. Ifukube, K. Yamashita and Y. Ohta. Effects of Foot Arch Structure on Postural Stability, Clinical Research on Foot & Ankle, 2:2, 2014 (Open access).

非特許文献3：K. Nakajima, E. Anzai, Y. Iwakami, S. Ino, K. Yamashita, Y. Ohta. Measuring gait pattern in elderly individuals by using a plantar pressure measurement device, Technology and Health Care, 22(6), pp.805-15, 2014.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述した従来の技術は、個別の対象者からデータを取得することは可能であったが、複数のユーザのデータを統一的に収集することは考慮されておらず、適切な分析・評価を行う上で十分ではなかった。また、従来技術は静止した状態の計測データや試験的に設定された環境における歩行状態の計測データを用いており、いずれも、日常生活における歩行動作からデータを取得して分析・評価を行うことは実現されていない。

[0007] 本発明は上記の従来の問題点に鑑み提案されたものであり、その目的とするところは、ユーザの日常の歩行状態をデータとして把捉し、さらに複数のユーザのデータが統一的に収集され、適切な分析・評価が行われるようにすることにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するため、本発明にあっては、複数のユーザが使用する靴のインソールに設けられた1以上のセンサから歩行時および静止立位時における所定時間の少なくとも足底圧のデータを取得し、取得されたデータを解析して、ユーザ毎の、歩行時における少なくとも足底圧パラメータ、足圧中心パラメータおよび時間パラメータと、静止立位時における少なくとも足底圧パラメータおよび足圧中心パラメータとを取得して蓄積する、処理をコンピュータが実行する。

発明の効果

[0009] 本発明にあっては、ユーザの日常の歩行動作から得られる情報から、複数のユーザのデータが統一的に収集され、適切な分析・評価が行われる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態にかかるシステムの構成例を示す図である。

[図2]各種データの構造例を示す図（その1）である。

[図3]各種データの構造例を示す図（その2）である。

[図4]各種データの構造例を示す図（その3）である。

[図5]各種データの構造例を示す図（その4）である。

[図6]各種データの構造例を示す図（その5）である。

[図7]各種データの構造例を示す図（その6）である。

[図8]各種データの構造例を示す図（その7）である。

[図9]センサ位置の例を示す図である。

[図10]計測デバイス、情報端末、サーバ装置および管理端末の情報処理にかかるハードウェア構成例を示す図である。

[図11]立脚期データ解析部の処理例を示すフローチャートである。

[図12]波形データの例を示す図（その1）である。

[図13]波形データの例を示す図（その2）である。

[図14]歩行時の足底圧パラメータの抽出の例を示す図である。

[図15]歩行時のCOPパラメータの抽出の例を示す図である。

[図16]歩行時の時間パラメータの抽出の例を示す図である。

[図17]静止立位データ解析部の処理例を示すフローチャートである。

[図18]静止立位時の足底圧パラメータとC O Pパラメータの抽出の例を示す図である。

[図19]前足部局所荷重評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図20]回内足・回外足評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図21]複数歩バランス評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図22]C O Pのばらつきの例を示す図（その1）である。

[図23]C O Pのばらつきの例を示す図（その2）である。

[図24]立脚時間評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図25]両脚支持割合評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図26]左右差評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図27]足部アーチ評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図28]母趾接地評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図29]総合評価部の処理例を示すフローチャートである。

[図30]総合評価結果のグラフ化の例を示す図である。

[図31]靴の推奨の処理例を示すフローチャートである。

[図32]歩行機能の類似する対象データ決定の処理例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の好適な実施形態につき説明する。

[0012] <構成>

図1は本発明の一実施形態にかかるシステムの構成例を示す図である。図1において、ユーザが使用する靴1（左右）には計測デバイス（靴デバイス）2が設けられており、センサ部21で検出された信号のデータは通信部22を介し、Bluetooth（登録商標）、無線LAN（Local Area Network）等の無線通信手段によりスマートフォン、タブレット、PC（Personal Computer）等の情報端末3に送信されるようになっている。計測デバイス2から情報端末3へのデータ送信間隔は、例えば、10ms（ミリ秒、100Hz）で

ある。センサ部 2 1 は、例えば、インソール（中敷き）型の基材 2 1 1 に複数（図示の例では片足に 7 個）の圧力センサ 2 1 2 が設けられている。なお、圧力センサ以外に、剪断力（摩擦力）センサ、加速度センサ、温度センサ、湿度センサ等が設けられるようにしてもよい。更に、インソールには、情報端末 3 側からの制御により、色が変化する機構（視覚刺激を与える機構）や素材が変形したり硬さが変化したたりする機構（触覚刺激を与える機構）が設けられることで、ユーザに対して歩行や足部の状態がフィードバックされるようにしてもよい。また、通信部 2 2 は、GPS（Global Positioning System）等による位置データも送信する機能を備えている。位置データは、計測デバイス 2 からに代え、情報端末 3 から取得されるようにしてもよい。

[0013] 情報端末 3 は、計測デバイス 2 から受信して一時的に蓄積していたデータを、所定時間間隔（例えば、10 s）毎に、移動無線ネットワークやインターネット等のネットワーク 4 を介してサーバ装置 5 に送信する機能を有している。また、情報端末 3 は、サーバ装置 5 からユーザの歩行や足部の状態の情報を取得して画面表示を行い、ユーザに対して歩行や足部の状態のフィードバックや靴選択の支援等を行う機能も有している。なお、計測デバイス 2 から情報端末 3 を経由してサーバ装置 5 にデータが送信される場合についての説明であったが、環境によっては、計測デバイス 2 からサーバ装置 5 にデータが直接に送信されるものとしてもよい。この場合、情報端末 3 は計測デバイス 2 の操作やユーザへのフィードバック等に用いられる。

[0014] サーバ装置 5 は、処理機能を実現する部分として、基本データ入力部 5 0 1 と計測データ受信部 5 0 2 とデータ解析部 5 0 3 とライフログ書込部 5 0 6 と評価部 5 0 7 と総合評価部 5 1 5 と総合分析部 5 1 6 とを備えている。また、処理に際して用いられるデータを蓄積するデータベース 5 2 1 が設けられている。データベース 5 2 1 はサーバ装置 5 とは別に保持・管理されるようにしてもよい。

[0015] データベース 5 2 1 には、ユーザデータ 5 2 2 と靴データ 5 2 3 とライフログデータ 5 2 4 と位置データ 5 2 5 と計測データ 5 2 6 と歩行処理後デー

タ 5 2 7 と静止立位処理後データ 5 2 8 とが保持されている。ユーザデータ 5 2 2 と靴データ 5 2 3 とは、ユーザや靴等の基本的なデータである。ライフログデータ 5 2 4 は、ユーザの行動（予定を含む）を示すデータである。位置データ 5 2 5 は、計測デバイス 2 または情報端末 3 から、計測データ 5 2 6 は計測デバイス 2 から、それぞれ取得されるデータである。歩行処理後データ 5 2 7 と静止立位処理後データ 5 2 8 は、計測データ 5 2 6 から解析により得られるデータである。

[0016] ユーザデータ 5 2 2 は、図 2 に例示されるように、「ユーザ ID」「名前」「靴 ID」「性別」「生年月日」「身長」「体重」「靴サイズ」「足長」「足幅」「足高」「足囲」「登録日」「更新日」等の項目を有している。靴データ 5 2 3 は、図 3 に例示されるように、「靴 ID」「ユーザ ID」「購入日」「使用開始日」「靴店舗 ID」「靴メーカー型番」「靴タイプ」「テーマ」「靴擦れ有無」「靴擦れ部位」「胼胝有無」「胼胝部位」「痛み有無」「痛み部位」「圧迫有無」「圧迫部位」「登録日」「更新日」等の項目を有している。「靴擦れ有無」「靴擦れ部位」「胼胝有無」「胼胝部位」「痛み有無」「痛み部位」「圧迫有無」「圧迫部位」等は、例えば、ユーザから入力される。

[0017] ライフログデータ 5 2 4 は、図 4 に例示されるように、「ログ ID」「年月日時刻」「ユーザ ID」「1 日の予定」「目的地」「移動距離」「歩数」「平均歩行速度」「最多位置情報（GPS）」「登録日」「更新日」等の項目を有している。

[0018] 位置データ 5 2 5 は、図 5 に例示されるように、「年月日時刻」「ユーザ ID」「位置情報（GPS）」等の項目を有している。

[0019] 計測データ 5 2 6 は、図 6 に例示されるように、「年月日時刻」「ユーザ ID」「左足 1 番センサ：後足部（踵）圧力値」「左足 2 番センサ：中足部 1）圧力値」「左足 3 番センサ：前足部 1）圧力値」「左足 4 番センサ：前足部 2 圧力値」「左足 5 番センサ：前足部 3 圧力値」「左足 6 番センサ：中足部 2 圧力値」「左足 7 番センサ：前足部 4 圧力値」「右足 1 番センサ：後

足部（踵）圧力値」「右足 2 番センサ：中足部 1 圧力値」「右足 3 番センサ：前足部 1 圧力値」「右足 4 番センサ：前足部 2 圧力値」「右足 5 番センサ：前足部 3 圧力値」「右足 6 番センサ：中足部 2 圧力値」「右足 7 番センサ：前足部 4 圧力値」「両足足圧中心 C O P _ X 座標値」「両足足圧中心 C O P _ Y 座標値」「左足足圧中心 C O P _ X 座標値」「左足足圧中心 C O P _ Y 座標値」「右足足圧中心 C O P _ X 座標値」「右足足圧中心 C O P _ Y 座標値」等の項目を有している。センサの番号は、図 9 に示されるものとしている。波形データは、サンプリング周期（例えば、10ms）で情報端末 3 において蓄積される時間（例えば、10s）分の圧力値の連続データである。C O P は足圧中心（Center of Pressure）である。「左足 1 番センサ：後足部（踵）圧力値」等は圧力値の波形データを示している。「両足足圧中心 C O P _ X 座標値」等は座標値の軌跡を示している。

[0020] 歩行処理後データ 527 は、図 7 に例示されるように、「年月日時刻」「ユーザ I D」「歩数」「左足平均立脚時間」「右足平均立脚時間」「両脚支持割合」「左足単脚支持割合」「右足単脚支持割合」「左足 1 番センサ：後足部（踵）最大圧力値平均」「左足 2 番センサ：中足部 1 最大圧力値平均」「左足 3 番センサ：前足部 1 最大圧力値平均」「左足 4 番センサ：前足部 2 最大圧力値平均」「左足 5 番センサ：前足部 3 最大圧力値平均」「左足 6 番センサ：中足部 2 最大圧力値平均」「左足 7 番センサ：前足部 4 最大圧力値平均」「右足 1 番センサ：後足部（踵）最大圧力値平均」「右足 2 番センサ：中足部 1 最大圧力値平均」「右足 3 番センサ：前足部 1 最大圧力値平均」「右足 4 番センサ：前足部 2 最大圧力値平均」「右足 5 番センサ：前足部 3 最大圧力値平均」「右足 6 番センサ：中足部 2 最大圧力値平均」「右足 7 番センサ：前足部 4 最大圧力値平均」「C O P 開始位置 X 座標」「C O P 開始位置 Y 座標」「C O P 終了位置 X 座標」「C O P 終了位置 Y 座標」「左足 C O P 屈曲角」「右足 C O P 屈曲角」「左足歩行中期 C O P _ X 座標範囲」「右足歩行中期 C O P _ X 座標範囲」等の項目を有している。「左足 1 番センサ：後足部（踵）最大圧力値平均」等は足底圧パラメータである。「左足 C O P

屈曲角」「左足歩行中期COP_X座標範囲」等はCOPパラメータである。

「左足平均立脚時間」「右足平均立脚時間」「両脚支持割合」「左足単脚支持割合」「右足単脚支持割合」は時間パラメータである。

[0021] 静止立位処理後データ528は、図8に例示されるように、「年月日時刻」「ユーザID」「左足1番センサ：後足部（踵）荷重比率」「左足2番センサ：中足部1荷重比率」「左足3番センサ：前足部1荷重比率」「左足4番センサ：前足部2荷重比率」「左足5番センサ：前足部3荷重比率」「左足6番センサ：中足部2荷重比率」「左足7番センサ：前足部4荷重比率」「右足1番センサ：後足部（踵）荷重比率」「右足2番センサ：中足部1荷重比率」「右足3番センサ：前足部1荷重比率」「右足4番センサ：前足部2荷重比率」「右足5番センサ：前足部3荷重比率」「右足6番センサ：中足部2荷重比率」「右足7番センサ：前足部4荷重比率」「COP総軌跡長」「COP矩形面積」等の項目を有している。「左足1番センサ：後足部（踵）荷重比率」等は足底圧パラメータである。「COP総軌跡長」「COP矩形面積」はCOPパラメータである。

[0022] 図1に戻り、基本データ入力部501は、ユーザ、靴等の基本的なデータの設定を受け付け、データベース521のユーザデータ522、靴データ523にそれぞれに登録する機能を有している。

[0023] 計測データ受信部502は、計測デバイス2から情報端末3を介して送信されるデータを受信し、データベース521の位置データ525と計測データ526に登録する機能を有している。

[0024] データ解析部503は、立脚期データ解析部504と静止立位データ解析部505とを備え、後続の評価部507による評価の基礎となるデータを生成する機能を有している。すなわち、立脚期データ解析部504は計測データ526を解析して歩行処理後データ527を生成し、静止立位データ解析部505は計測データ526を解析して静止立位処理後データ528を生成する。

[0025] ライフログ書込部506は、データベース521の位置データ525とラ

イフログデータ 524 とに記録を行う機能を有している。

[0026] 評価部 507 は、前足部局所荷重評価部 508 と回内足・回外足評価部 509 と複数歩バランス評価部 510 と立脚時間評価部 511 と両脚支持割合評価部 512 と左右差評価部 513 と足部アーチ評価部 514 と母趾接地評価部 517 とを備え、各種の評価を行い、評価結果を生成する機能を有している。なお、評価部 507 ではその都度に評価が行われることが想定されているが、評価結果がユーザに対応付けられて保存されるようにしてもよい。

[0027] 総合評価部 515 は、評価部 507 による各種の評価結果とライフログデータ 524 とから、美足度、カラダバランス度、歩き方リズム、活動度を算出し、ユーザの歩行・足部の総合評価を可視化してユーザに対してフィードバックする機能を有している。

[0028] 総合分析部 516 は、データベース 521 に蓄積されたデータに基づき、時間的な状態変化を加味して総合分析を行い、足部異常の早期発見・予測警告等を実現する機能を有している。例えば、対象ユーザについて現時点で障害等の発生の可能性が評価されていない場合であっても、他のユーザの過去のデータから足部・静止立位の状態や歩行機能が類似し、その他のユーザがその後に障害等の発生の可能性が評価されている場合に、対象ユーザについても将来的に障害等の発生が推定され、その旨がフィードバックされる。また、総合分析部 516 は、ユーザ個人に合った靴選びのアドバイスや歩き方の提案を行う機能も有している。

[0029] また、管理者が操作する管理端末 6 がネットワーク 4 を介してサーバ装置 5 に接続可能となっており、管理者はサーバ装置 5 で管理されるデータの確認やメンテナンスが行えるようになっている。

[0030] 図 10 は計測デバイス 2、情報端末 3、サーバ装置 5 および管理端末 6 の情報処理にかかるハードウェア構成例を示す図であり、一般的なコンピュータの構成が示されている。図 10 において、計測デバイス 2 等は、バス 207 を介して相互に接続された CPU (Central Processing Unit) 201、ROM (Read Only Memory) 202、RAM (Random Access Memory) 203

、SSD (Solid State Drive) / HDD (Hard Disk Drive) 204を備えている。また、計測デバイス2等は、接続I/F (Interface) 205、通信I/F 206を備えている。

[0031] CPU 201は、RAM 203をワークエリアとしてROM 202またはSSD/HDD 204等に格納されたプログラムを実行することで、計測デバイス2等の動作を統括的に制御する。図1で説明した計測デバイス2等の機能は、CPU 201において所定のプログラムが実行されることで実現される。プログラムは、記録媒体を経由して取得されるものでもよいし、ネットワークを経由して取得されるものでもよいし、ROM組込でもよい。

[0032] <立脚期データ解析部504による処理>

立脚期データ解析部504は、立脚步行時に取得された計測データ526を解析し、歩行処理後データ527を生成する。すなわち、立脚期データ解析部504は、ヒトの歩行動作を表す波形データから立脚期・遊脚期などの歩行イベント（ヒトの歩行動作はある一方の足を見たときにその足が地面に接地した状態の立脚期と地面から離床した状態の遊脚期に分けられる）を自動検知し、ヒトの歩行動作に関連する数値を取得する。

[0033] 図11は立脚期データ解析部504の処理例を示すフローチャートである。図11において、立脚期データ解析部504は、計測データ526の各センサの圧力値の波形データを取得し（ステップS111）、波形の立ち上がりから接地時点を検出し、一歩行毎の波形データを切り出す（ステップS112）。すなわち、全センサの圧力値が最小になる点から次に全センサの圧力値が最小になる点までの状態を1立脚期とするが、当該の立脚期データが正常な歩行状態のデータであることを次の条件で精査し、これに当てはまるデータをパラメータ抽出に用いる1立脚期とする。

（a）歩行一定期間の波形データ全体のうち最も高い圧力値（トップ最大値）を示すセンサを特定し、そのセンサからの波形データの複数の最大値がいずれもトップ最大値を基準として80%以上の値を示すこと

（b）1立脚期の長さが1200ms未満であること

[0034] 図12は7個のセンサの波形データの例を示しており、複数歩による波形が記録されているが、これらから図13に示されるような一歩行毎の波形データが切り出される。

[0035] 図11に戻り、次いで、立脚期データ解析部504は、各センサの一歩行毎の波形の最大圧力値を検出し、センサ毎の複数歩の最大圧力値合計を歩数で除算することで平均（「左足1番センサ：後足部（踵）最大圧力値平均」等）をとり、足底圧パラメータとして取得する（ステップS113）。図14は各センサの波形から最大値（黒丸で図示）が取得された様子を示している。

[0036] 図11に戻り、次いで、立脚期データ解析部504は、計測データ526の「左足足圧中心COP_X座標値」「左足足圧中心COP_Y座標値」「右足足圧中心COP_X座標値」「右足足圧中心COP_Y座標値」から、COPパラメータとして、「COP開始位置X座標」「COP開始位置Y座標」「COP終了位置X座標」「COP終了位置Y座標」「左足COP屈曲角」「右足COP屈曲角」「左足歩行中期COP_X座標範囲」「右足歩行中期COP_X座標範囲」を取得する（ステップS114）。図15は、COP開始位置であるA点から、H点（3番センサと5番センサを結ぶ直線とCOP軌跡の交点）を通り、COP終了位置であるB点を通るCOP軌跡が示されており、直線AHと直線HBのなす角度がCOP屈曲角となる。また、歩行方向（足底の長手方向）となるY座標方向におけるCOP開始位置Y座標とCOP終了位置Y座標の中点（接地と離床の間）に最も近いCOP座標の複数歩における側方方向の最大値と最小値の差が歩行中期COP_X座標範囲となる。

[0037] 図11に戻り、次いで、立脚期データ解析部504は、時間パラメータとして、複数歩の平均である「左足平均立脚時間」「右足平均立脚時間」「両脚支持割合」「左足単脚支持割合」「右足単脚支持割合」を取得する（ステップS115）。図16は左右の足の接地状態を示しており、片足の接地から離床までが立脚時間となり、両足が接地している期間が両脚支持期となり

、片足のみが接地している期間が単脚支持期となる。両脚支持割合は、立脚時間における両脚支持期の時間の割合である。単脚支持割合は、立脚時間における単脚支持期の時間の割合である。

[0038] 図11に戻り、次いで、立脚期データ解析部504は、取得された足底圧パラメータ、COPパラメータ、時間パラメータと、解析時に用いられた歩行一定時間内の立脚期の数である歩数とを歩行処理後データ527に記録する（ステップS116）。

[0039] <静止立位データ解析部505による処理>

静止立位データ解析部505は、立位姿勢が一定期間維持された際に取得された計測データ526を解析し、静止立位処理後データ528を生成する。

[0040] 図17は静止立位データ解析部505の処理例を示すフローチャートである。図17において、静止立位データ解析部505は、計測データ526の各センサの圧力値の波形データを取得し（ステップS121）、COP軌跡データ（「両足足圧中心COP_X座標値」「両足足圧中心COP_Y座標値」）を取得する（ステップS122）。ここでのCOP軌跡は、両足で立っている状態であるため、両足の中心付近に位置する。図18にはCOP軌跡の例が示されており、若干右足寄りに変動するものとなっている。

[0041] 図17に戻り、次いで、静止立位データ解析部505は、COP軌跡から、COPパラメータの一つとして、COP総軌跡長を取得する（ステップS123）。すなわち、計測データ526のサンプリング周期毎のCOPのx座標とy座標の変位から微小移動量が求められ、それが積算されることでCOP総軌跡長が求められる。

[0042] 次いで、静止立位データ解析部505は、COPパラメータの一つとして、COP矩形面積を取得する（ステップS124）。COP矩形面積は、COP軌跡の外接矩形の面積として求められる。

[0043] 次いで、静止立位データ解析部505は、足底圧パラメータの一つとして、各センサの荷重比率を取得する（ステップS125）。各センサの荷重比

率は、各センサの平均圧力値が全センサ（両足の１４個のセンサ）の平均圧力値の総和で除算されることで求められる。図１８には各センサ（丸で図示）に荷重比率の値の例が示されている。

[0044] 図１７に戻り、次いで、静止立位データ解析部５０５は、取得された足底圧パラメータ、ＣＯＰパラメータを静止立位処理後データ５２８に記録する（ステップＳ１２６）。

[0045] <前足部局所荷重評価部５０８による処理>

前足部局所荷重評価部５０８は、歩行処理後データ５２７に基づいて前足部の局所的荷重の有無、ひいては胼胝や魚の目等の異常発生の可能性がないか評価を行う。

[0046] 図１９は前足部局所荷重評価部５０８の処理例を示すフローチャートであり、前足部の局所的荷重の有無を評価し、胼胝発生の可能性を判定する例である。ここでは、前足部の３か所のセンサからの最大圧力値平均に基づき、センサごとの値の大小の比較により局所的荷重の有無しが評価される。

[0047] 図１９において、前足部局所荷重評価部５０８は、歩行処理後データ５２７より前足部（３、５、７番センサ）の最大圧力値平均を参照する（ステップＳ２１１）。

[0048] 次いで、前足部局所荷重評価部５０８は、３センサ中の最大値を示すセンサおよびその値をＳ、他の２つのセンサおよびその値をａ、ｂとする（ステップＳ２１２）。

[0049] 次いで、前足部局所荷重評価部５０８は、Ｓと２ａ、Ｓと２ｂの荷重比率を判断する（ステップＳ２１３）。

[0050] 前足部局所荷重評価部５０８は、Ｓが２ａより大きく、かつＳが２ｂより大きいという条件を満たさない場合（ステップＳ２１３のＮＯ）、正常荷重であるとする（ステップＳ２１４）。

[0051] また、Ｓが２ａより大きく、かつＳが２ｂより大きいという条件を満たす場合（ステップＳ２１３のＹＥＳ）、前足部局所荷重評価部５０８は、センサＳへの局所的荷重があるとし（ステップＳ２１５）、センサＳのエリアで

の胼胝発生の可能性があるとして評価する（ステップS 2 1 6）。

[0052] <回内足・回外足評価部5 0 9による処理>

回内足・回外足評価部5 0 9は、歩行処理後データ5 2 7に基づいて回内足・回外足の異常がないか評価を行う。

[0053] 図2 0は回内足・回外足評価部5 0 9の処理例を示すフローチャートである。図2 0において、回内足・回外足評価部5 0 9は、歩行処理後データ5 2 7よりC O P 屈曲角を参照する（ステップS 2 2 1）。

[0054] 次に、回内足・回外足評価部5 0 9は、C O P 屈曲角が1 5 5より小さいか否か判断し（ステップS 2 2 2）、C O P 屈曲角が1 5 5より小さいと判断した場合（ステップS 2 2 2のY E S）、回外足の可能性があるとして評価する（ステップS 2 2 3）。

[0055] また、回内足・回外足評価部5 0 9は、C O P 屈曲角が1 5 5より小さくないと判断した場合（ステップS 2 2 2のN O）、C O P 屈曲角が1 7 5より大きいと判断し（ステップS 2 2 4）、C O P 屈曲角が1 7 5より大きいと判断した場合（ステップS 2 2 4のY E S）、回内足の可能性があるとして評価する（ステップS 2 2 5）。回内足・回外足評価部5 0 9は、C O P 屈曲角が1 7 5より大きくないと判断した場合（ステップS 2 2 4のN O）、正常と評価する（ステップS 2 2 6）。

[0056] <実験結果>

回内足・回外足評価部5 0 9によって、7 2 4人について回内足・回外足の異常を評価した結果、8 8 %乃至9 0 %の精度で評価することができた。

[0057] <複数歩バランス評価部5 1 0による処理>

複数歩バランス評価部5 1 0は、歩行処理後データ5 2 7に基づいて複数歩バランスを評価する。

[0058] 図2 1は複数歩バランス評価部5 1 0の処理例を示すフローチャートである。図2 1において、複数歩バランス評価部5 1 0は、歩行処理後データ5 2 7より歩行中期C O P_X座標範囲を参照し（ステップS 2 3 1）、歩行中期C O P_X座標範囲が1より大きいと判断する（ステップS 2 3 2）。

[0059] そして、複数歩バランス評価部 510 は、歩行中期 COP_X 座標範囲が 1 より大きいと判断した場合（ステップ S232 の YES）、歩行立脚時の複数歩バランスのばらつきが大きいと評価する（ステップ S233）。また、複数歩バランス評価部 510 は、歩行中期 COP_X 座標範囲が 1 より大きくないと判断した場合（ステップ S232 の NO）、歩行立脚時の複数歩バランスのばらつきが小さいと評価する（ステップ S234）。

[0060] 図 22 及び図 23 は COP のばらつきの例を示す図であり、図 22 は複数歩の COP のばらつきが少ない例、図 23 は複数歩の COP のばらつきが多い例を示している。

[0061] <立脚時間評価部 511 による処理>

立脚時間評価部 511 は、歩行処理後データ 527 に基づいて立脚時間を評価する。

[0062] 図 24 は立脚時間評価部 511 の処理例を示すフローチャートである。図 24 において、立脚時間評価部 511 は、歩行処理後データ 527 より時間パラメータとしての立脚時間を参照し（ステップ S241）、立脚時間の正常値（例えば、600～900ms）と比較して正常またはそれより短いもしくは長いなどの評価を行う（ステップ S242）。

[0063] <両脚支持割合評価部 512 による処理>

両脚支持割合評価部 512 は、歩行処理後データ 527 に基づいて両脚支持割合を評価する。

[0064] 図 25 は両脚支持割合評価部 512 の処理例を示すフローチャートである。図 25 において、両脚支持割合評価部 512 は、歩行処理後データ 527 より時間パラメータとしての両脚支持割合と単脚支持割合を参照し（ステップ S251）、それぞれの正常値（例えば、両脚支持割合については 20～40%、単脚支持割合については 60～80%）と比較して正常またはそれより少ないもしくは多いなどの評価を行う（ステップ S252）。

[0065] <左右差評価部 513 による処理>

左右差評価部 513 は、静止立位処理後データ 528 に基づいて静止立位

の状態における左右差を評価する。

[0066] 図26は左右差評価部513の処理例を示すフローチャートである。図26において、左右差評価部513は、静止立位処理後データ528より左足1番～7番の荷重比率を参照し（ステップS311）、左足荷重比率合計(Sum_Left)を算出する（ステップS312）。

[0067] また、左右差評価部513は、静止立位処理後データ528より右足1番～7番の荷重比率を参照し（ステップS313）、右足荷重比率合計(Sum_Right)を算出する（ステップS314）。

[0068] 次いで、左右差評価部513は、左足荷重比率合計(Sum_Left)から右足荷重比率合計(Sum_Right)を引いた値を判断し（ステップS315）、20以上である場合は左足荷重であると評価し（ステップS316）、-20以下の場合は右足荷重であると評価し（ステップS317）、-20より大きく、かつ20より小さい場合は正常であると評価する（ステップS318）。

[0069] <足部アーチ評価部514による処理>

足部アーチ評価部514は、静止立位処理後データ528に基づいて静止立位の状態における足部アーチの形成状態を評価し、ひいては扁平足発生の可能性がないかを評価する。

[0070] 図27は足部アーチ評価部514の処理例を示すフローチャートである。図27において、足部アーチ評価部514は、静止立位処理後データ528より左足2番センサ：中足部1荷重比率と、左足6番センサ：中足部2荷重比率を参照する（ステップS321）。

[0071] 次いで、足部アーチ評価部514は、左足2番センサと6番センサの荷重比率を比較する（ステップS322）。

[0072] 足部アーチ評価部514は、2番センサの荷重比率が6番センサの荷重比率よりも大きい場合、左足正常と評価し（ステップS323）、2番センサの荷重比率が6番センサの荷重比率以下である場合、左足の足部アーチ形成不十分と評価する（ステップS324）。

[0073] その後、足部アーチ評価部514は、静止立位処理後データ528より右

足 2 番センサ：中足部 1 荷重比率と、右足 6 番センサ：中足部 2 荷重比率を参照する（ステップ S 3 2 5、S 3 2 6）。

[0074] 次いで、足部アーチ評価部 5 1 4 は、右足 2 番センサと 6 番センサ荷重比率を比較する（ステップ S 3 2 7、S 3 2 8）。

[0075] 足部アーチ評価部 5 1 4 は、左足正常と評価（ステップ S 3 2 3）した後の比較（ステップ S 3 2 7）において、2 番センサの荷重比率が 6 番センサの荷重比率以下である場合、左足正常で右足アーチ形成不十分と評価し（ステップ S 3 2 9）、この場合、右足が扁平足である可能性ありと判定する（ステップ S 3 3 0）。また、2 番センサの荷重比率が 6 番センサの荷重比率よりも大きい場合、両足正常と評価する（ステップ S 3 3 1）。

[0076] また、足部アーチ評価部 5 1 4 は、左足アーチ形成不十分と評価（ステップ S 3 2 4）した後の比較（ステップ S 3 2 8）において、2 番センサの荷重比率が 6 番センサの荷重比率よりも大きい場合、左足アーチ形成不十分で右足正常と評価し（ステップ S 3 3 2）、この場合、左足が扁平足である可能性ありと判定する（ステップ S 3 3 3）。また、2 番センサの荷重比率が 6 番センサの荷重比率以下である場合、両足のアーチが形成不十分であると評価し（ステップ S 3 3 4）、両足扁平足の可能性があると判定する（ステップ S 3 3 5）。

[0077] <実験結果>

足部アーチ評価部 5 1 4 によって、7 2 4 人について扁平足を評価した結果、9 1. 5 %の精度で評価することができた。

[0078] <母趾接地評価部 5 1 7 による処理>

図 2 8 は母趾接地評価部 5 1 7 の処理例を示すフローチャートである。図 2 8 において、母趾接地評価部 5 1 7 は、歩行処理後データ 5 2 7 より左足 4 番センサ：前足部 2 最大圧力値平均と、右足 4 番センサ：前足部 2 最大圧力値平均を参照する（ステップ S 3 4 1）。

[0079] 次いで、母趾接地評価部 5 1 7 は、両センサが示す圧力値を合計した合計値に基づいて、母趾の接地を評価する（ステップ S 3 4 2）。例えば、評価

は、合計値と、あらかじめ設定される所定値とを比較して行われる。以下、説明では、所定値は、5 N（ニュートン）であるとする。ただし、所定値は、設定可能な値であり、例えば、体重等によって定まる値となる。なお、所定値を「5 N」とする場合は、体重が「40 kg乃至50 kg」程度の場合である。また、所定値は、「50 kPa」としてもよい。すなわち、評価は、力又は圧力のどちらで行われてもよい。

[0080] 例えば、両センサが示す圧力値の合計値が5 N以上であると評価される場合、母趾接地評価部517は、母趾の接地が通常と評価する（ステップS343）。

[0081] また、両センサが示す圧力値の合計値が5 N未満かつ0 Nより大きいと評価される場合、母趾接地評価部517は、母趾の接地が弱く、浮指気味であると評価する（ステップS344）。

[0082] さらに、両センサが示す圧力値の合計値が0 N、すなわち、出力がないと評価される場合、母趾接地評価部517は、母趾の接地がなく、浮指であると評価する（ステップS345）。

[0083] 以上のようにして、母趾接地評価部517は、母趾接地の評価結果を出力する。

[0084] <総合評価部515による処理>

総合評価部515は、前足部局所荷重評価部508、回内足・回外足評価部509、複数歩バランス評価部510、立脚時間評価部511、両脚支持割合評価部512、左右差評価部513、足部アーチ評価部514による評価結果と、母趾接地評価部517による評価結果と、ライフログデータ524とを参照し、ユーザ毎の総合評価を行う。

[0085] 図29は総合評価部515の処理例を示すフローチャートである。図29において、総合評価部515は、複数歩バランス評価部510の評価結果と、左右差評価部513の評価結果とに基づき、カラダバランス度を算出する（ステップS41）。具体的には、それぞれの評価結果（数値化されていないものは数値化を実施）の加算・乗算・規格化等により、最終的に例えば1

～１０の値に点数化して、カラダバランス度を算出する。

[0086] 次いで、総合評価部５１５は、立脚時間評価部５１１の評価結果と、両脚支持割合評価部５１２の評価結果とに基づき、歩き方リズム（度）を算出する（ステップＳ４２）。具体的には、それぞれの評価結果（数値化されていないものは数値化を実施）の加算・乗算・規格化等により、最終的に例えば１～１０の値に点数化して、歩き方リズムを算出する。

[0087] 次いで、総合評価部５１５は、前足部局所荷重評価部５０８の評価結果と、回内足・回外足評価部５０９の評価結果と、足部アーチ評価部５１４の評価結果とに基づき、美足度を算出する（ステップＳ４３）。具体的には、それぞれの評価結果（数値化されていないものは数値化を実施）の加算・乗算・規格化等により、最終的に例えば１～１０の値に点数化して、美足度を算出する。なお、一般的な健常足と比較した場合の類似度や解剖学的に異常な荷重が行われていないか等が美足度の算出に考慮されるようにしてもよい。また、美足度は、足が健康な状態であると高くなる値である。

[0088] なお、美足度は、胼胝・魚の目評価結果と、回内足・回外足評価結果と、足部アーチ評価結果と、母趾接地の評価結果のうち、少なくとも１つを用いて算出される。そして、算出は、評価結果を重み付けしてもよい。すなわち、美足度の算出には、母趾接地の評価結果が加わってもよい。

[0089] また、足部アーチ評価結果は、他の評価結果と比較して、健康状態を示す値として重みが大い。したがって、美足度は、足部アーチ評価結果のみで算出されたり、足部アーチ評価結果の重みを高くして算出されたりしてもよい。このような算出方法であると、精度良く美足度を算出できる。

[0090] 次いで、総合評価部５１５は、ライフログデータ５２４を参照し、活動度を算出する（ステップＳ４４）。具体的には、直近の所定期間内の移動距離、歩数、平均歩行速度等の加算・乗算・規格化等により、最終的に例えば１～１０の値に点数化して、活動度を算出する。

[0091] 算出された総合評価の結果（美足度、カラダバランス度、歩き方リズム、活動度）は、図３０に示されるようなグラフ（レーダーチャート）へのプロ

ットにより表示（可視化）が可能である。

[0092] <総合分析部 5 1 6 による処理>

総合分析部 5 1 6 は、上述した処理により得られたデータとその他の追加的なデータに基づき、歩行動作・日常生活活動データの総合分析を行う。追加的なデータとしては、ユーザデータ 5 2 2 や靴データ 5 2 3 やライフログデータ 5 2 4 がある。「1 日の予定」「目的地」等はユーザの手入力およびユーザが利用する任意のスケジュール機能やカレンダー機能を持つインターネットサービスに記録された情報を取得するなどして利用する。「移動距離」「歩数」「平均歩行速度」「最多位置情報（GPS）」等は情報端末 3 またはユーザが利用する任意のウェアラブル情報端末から取得され、また取得情報から計算されて記録される。「靴メーカー型番」等はユーザの手入力や靴製品バーコードの読み取り等により情報取得が行われる。また、靴購入後 1 週間～1 カ月などに「靴擦れ有無」「靴擦れ部位」「胼胝有無」「胼胝部位」「痛み有無」「痛み部位」「圧迫有無」「圧迫部位」等の情報がユーザにより入力される。

[0093] 分析の例として、総合分析部 5 1 6 は、本システムのユーザの現在の足部状態に類似している足部状態を持ち、かつ行動量が近い他者が、類似時点より後の時点でどのような足部状態に遷移したかを特定し、未来の足部状態の予測判定をすることができる。

[0094] [分析の具体例 # 1 : 他者との比較]

総合評価部 5 1 5 による総合評価までの処理を、蓄積しているすべてのユーザの歩行処理後データ 5 2 7 に対して行い、総合分析部 5 1 6 はクラスタリングを行うことで類似傾向のグループを分けることができる。総合分析部 5 1 6 は、その結果を、本システムのユーザに対し、属しているグループの全体に占める割合（多さ少なさ）や良好なグループの総合評価指標分布に対する距離として示すことができる。このフィードバックには、図 30 に示されたようなレーダーチャートを利用することができる。

[0095] [分析の具体例 # 2 : 靴の推奨]

総合分析部 5 1 6 は、他の分析結果のフィードバックとともに、あるいは個別の要求に応じて、ユーザに相応しい靴の候補を提示する。

[0096] 成人女性において、約 7 割が靴選びで後悔するという結果が得られており、その要因の一つとして個人の主観や経験で靴や履物の選択が行われている点が挙げられる。また、靴販売店で一時的な足部形状計測は行われているものの、日常活動中の歩行データに基づいた靴の選択は行われていない。ここでは、客観的かつ定量的な歩行運動データに基づいて評価された個人の歩行・足部状態の特徴から、他者との比較により、類似する状態の他者であって、その後に障害等が発生していない健常足の持ち主が類似していた時期以降に履いていた靴を提案することで、適切な靴選択を支援するようにしている。

[0097] 図 3 1 は靴の推奨の処理例を示すフローチャートである。図 3 1 において、総合分析部 5 1 6 は、対象ユーザに対し、歩行・静止立位の状態が類似する他ユーザを抽出する（ステップ S 5 1）。この場合の類似は、ユーザデータ 5 2 2 から「足長」「足幅」「足高」「足囲」の情報を取り出し、足の外形の類似をみてもよいし、歩行処理後データ 5 2 7 および静止立位処理後データ 5 2 8 から各パラメータの類似をみてもよい。

[0098] 次いで、総合分析部 5 1 6 は、評価部 5 0 7 または総合評価部 5 1 5 の評価結果が類似する他ユーザに絞り込みを行う（ステップ S 5 2）。

[0099] 次いで、総合分析部 5 1 6 は、絞り込まれた他ユーザのうち、類似するとされた時期以降に障害の評価が行われていない者に絞り込みを行う（ステップ S 5 3）。

[0100] 次いで、総合分析部 5 1 6 は、絞り込まれた他ユーザの、類似するとされた時期以降に使用されていた靴データ 5 2 3 を取得し、推奨される靴選択候補として提示する（ステップ S 5 4）。

[0101] なお、総合分析部 5 1 6 は、ユーザデータ 5 2 2 から対象ユーザと他ユーザの性別や年齢・世代等の情報を取得し、更にはライフログデータ 5 2 4 から行動パターンを示す各種の情報を取得し、それらが類似している他ユーザ

に更に絞り込みを行うようにしてもよい。

[0102] なお、靴の候補が提示される場合についての処理例であったが、インソール、足指矯正パッド、外反母趾用サポーター等の補助装具についても、同様に提示されるようにしてもよい。

[0103] [分析の具体例 # 3 : 靴の使用による足部異常の予測]

総合分析部 5 1 6 は、例えば、次のような手順で靴の使用による足部異常を予測する。

[0104] 1. ユーザデータ 5 2 2 から「足長」「足幅」「足高」「足囲」の情報を取り出し、他者間比較で足の外形が類似する他者を特定する。

[0105] 2. 上記 1. で特定した他者の処理後データ（過去のデータから本システムのユーザの利用時までのすべての時系列データを含む）から、靴データ 5 2 3 を用い、本システムのユーザが選択している靴と類似した靴を使用しているときに取得された歩行処理後データ 5 2 7 および静止立位処理後データ 5 2 8 を特定する。

[0106] 3. 上記 2. で特定した処理後データから、本システムのユーザと歩行機能が類似するデータを選び出す。処理内容については後述する。

[0107] 4. 類似該当データがある場合、その該当ユーザ（ユーザ群）が、類似した靴を使用していた際の足部と靴に関する情報（具体的には「胼胝形成」、「靴擦れの有無」、「靴の圧迫」、「痛み」の情報）を捉えることで、本システムのユーザが選択している靴を使用継続した場合に足部異常発生の可能性ありあるいはなしと判定する。この場合、「胼胝形成の有無」、「靴擦れの有無」、「圧迫の有無」、「痛みの有無」の可能性が予測でき、履き始めてから発生に至るまでの、経時的な予測が可能となる。

[0108] 図 3 2 は上述の処理「3.」での歩行機能の類似する対象データ決定の処理例を示すフローチャートである。図 3 2 において、総合分析部 5 1 6 は、本システムのユーザ A と他者のユーザ群 B について、歩行処理後データ 5 2 7 により両足 3、4、5、7 番センサの最大圧力値平均と C O P 屈曲角とを抽出・参照する（ステップ S 6 1）。

[0109] 次いで、総合分析部516は、両足3、4、5、7番センサの最大圧力値平均から離床時エリアを特定する（ステップS62）。

[0110] 次いで、総合分析部516は、B群からAと離床時エリアが一致する対象を抽出する（ステップS63）。離床時エリアが一致しない場合、処理を終了する。

[0111] 次いで、総合分析部516は、COP屈曲角が175より大きい場合は歩行タイプA、COP屈曲角が155より小さい場合は歩行タイプB、それ以外の場合は歩行タイプCとする（ステップS64）。

[0112] 次いで、総合分析部516は、B群からAと歩行タイプ（A～C）が一致する対象を抽出し（ステップS65）、Aに対する比較対象を決定する（ステップS66）。歩行タイプが一致しない場合、処理を終了する。この場合、同じ歩行タイプに属するデータを持つユーザ同士は歩行機能が近いとみなすことができる。

[0113] <総括>

以上説明したように、本実施形態によれば、ユーザの日常生活中における足部・歩行データの経時的変化を捉えられ、複数のユーザのデータが統一的に収集され、適切な分析・評価が行われる。より具体的には、

- ・足部状態や歩行機能の個人内比較だけでなく、他者データも交えた個人間比較による評価・予測が可能である。

- ・疾患や障害の兆候の予測による歩行の最適化（足部の痛み等の最適化）が実現可能である。

- ・日常生活中でユーザ自身の健康管理や靴選択に繋がる。

- ・子どもから高齢者まで、全ての年代層が対象となることから、子どもの発達・成長記録として経年データの分析が可能である。

[0114] 以上、本発明の好適な実施の形態により本発明を説明した。ここでは特定の具体例を示して本発明を説明したが、特許請求の範囲に定義された本発明の広範な趣旨および範囲から逸脱することなく、これら具体例に様々な修正および変更を加えることができることは明らかである。すなわち、具体例の

詳細および添付の図面により本発明が限定されるものと解釈してはならない。
。

[0115] 本国際出願は、2017年3月8日に出願された日本国特許出願2017-044385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

[0116]	1	靴
	2	計測デバイス
	2 1	センサ部
	2 1 1	基材
	2 1 2	圧力センサ
	2 2	通信部
	3	情報端末
	4	ネットワーク
	5	サーバ装置
	5 0 1	基本データ入力部
	5 0 2	計測データ受信部
	5 0 3	データ解析部
	5 0 4	立脚期データ解析部
	5 0 5	静止立位データ解析部
	5 0 6	ライフログ書込部
	5 0 7	評価部
	5 0 8	前足部局所荷重評価部
	5 0 9	回内足・回外足評価部
	5 1 0	複数歩バランス評価部
	5 1 1	立脚時間評価部
	5 1 2	両脚支持割合評価部
	5 1 3	左右差評価部

5 1 4	足部アーチ評価部
5 1 5	総合評価部
5 1 6	総合分析部
5 1 7	母趾接地評価部
5 2 1	データベース
5 2 2	ユーザデータ
5 2 3	靴データ
5 2 4	ライフログデータ
5 2 5	位置データ
5 2 6	計測データ
5 2 7	歩行処理後データ
5 2 8	静止立位処理後データ
6	管理端末

請求の範囲

- [請求項1] 複数のユーザが使用する靴のインソールに設けられた1以上のセンサから歩行時および静止立位時における所定時間の少なくとも足底圧のデータを取得し、
- 取得されたデータを解析して、ユーザ毎の、歩行時における少なくとも足底圧パラメータ、足圧中心パラメータおよび時間パラメータと、静止立位時における少なくとも足底圧パラメータおよび足圧中心パラメータとを取得して蓄積する、
- 処理をコンピュータが実行することを特徴とする歩行・足部評価方法。
- [請求項2] 前記足底圧のデータは、靴に設けられた送信部から、直接に、または携帯端末を経由して、取得する、
- ことを特徴とする請求項1に記載の歩行・足部評価方法。
- [請求項3] 歩行時における所定時間の足底圧のデータから、各センサの最大圧力値の複数歩の平均値を取得して歩行時における前記足底圧パラメータとし、足圧中心軌跡の屈曲角を取得して歩行時における前記足圧中心パラメータとし、立脚時間、両脚支持割合および単脚支持割合を取得して前記時間パラメータとし、
- 静止立位時における所定時間の足底圧のデータから、各センサの荷重比率を取得して静止立位時における前記足底圧パラメータとし、足圧中心総軌跡長および足圧中心矩形面積を取得して静止立位時における前記足圧中心パラメータとする、
- ことを特徴とする請求項1に記載の歩行・足部評価方法。
- [請求項4] 前記歩行時における所定時間の足底圧のデータから取得した足底圧パラメータ、足圧中心パラメータおよび時間パラメータから、胼胝・魚の目の評価を行って胼胝・魚の目評価結果を取得し、回内足・回外足の評価を行って回内足・回外足評価結果を取得し、複数歩バランスの評価を行って複数歩バランス評価結果を取得し、立脚時間の評価を

行って立脚時間評価結果を取得し、両脚支持割合の評価を行って両脚支持割合評価結果を取得し、若しくは、母趾接地の評価を行って母趾接地の評価結果を取得し、

または、前記静止立位時における所定時間の足底圧のデータから取得した足底圧パラメータおよび足圧中心パラメータから、左右差の評価を行って左右差評価結果を取得し、若しくは、足部アーチの評価を行って足部アーチ評価結果を取得する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の歩行・足部評価方法。

[請求項5] 前記胼胝・魚の目評価結果と前記回内足・回外足評価結果と前記足部アーチ評価結果と母趾接地の評価結果のうち、少なくとも 1 つを用いて美足度を取得し、

前記複数歩バランス評価結果と前記左右差評価結果とカラダバランス度を取得し、

前記立脚時間評価結果と前記両脚支持割合評価結果とから歩き方リズムを取得し、

ユーザの行動を示すライフログから活動度を取得する、
ことを特徴とする請求項 4 に記載の歩行・足部評価方法。

[請求項6] 前記美足度、前記カラダバランス度、前記歩き方リズムおよび前記活動度から、各々を独立した軸とする評価チャートを生成する、
ことを特徴とする請求項 5 に記載の歩行・足部評価方法。

[請求項7] 前記胼胝・魚の目評価結果、前記回内足・回外足評価結果、前記母趾接地の評価結果、前記複数歩バランス評価結果、前記立脚時間評価結果、前記両脚支持割合評価結果、前記左右差評価結果および前記足部アーチ評価結果のうち、少なくとも 1 つの評価結果が類似し、かつ足部に異常の発生していない他のユーザを特定し、

当該他のユーザが使用している靴を選択候補として提示する、
ことを特徴とする請求項 4 に記載の歩行・足部評価方法。

[請求項8] 蓄積された前記データおよび／または歩行時における少なくとも足

底圧パラメータ、足圧中心パラメータ並びに時間パラメータと、静止立位時における少なくとも足底圧パラメータ並びに足圧中心パラメータのうち、少なくとも1つのパラメータに基づき、時間的な状態変化を加味して総合分析を行い、足部異常の早期発見または予測警告を行う、

ことを特徴とする請求項1に記載の歩行・足部評価方法。

[請求項9]

複数のユーザが使用する靴のインソールに設けられた1以上のセンサから歩行時および静止立位時における所定時間の少なくとも足底圧のデータを取得し、

取得されたデータを解析して、ユーザ毎の、歩行時における少なくとも足底圧パラメータ、足圧中心パラメータおよび時間パラメータと、静止立位時における少なくとも足底圧パラメータおよび足圧中心パラメータとを取得して蓄積する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする歩行・足部評価プログラム。

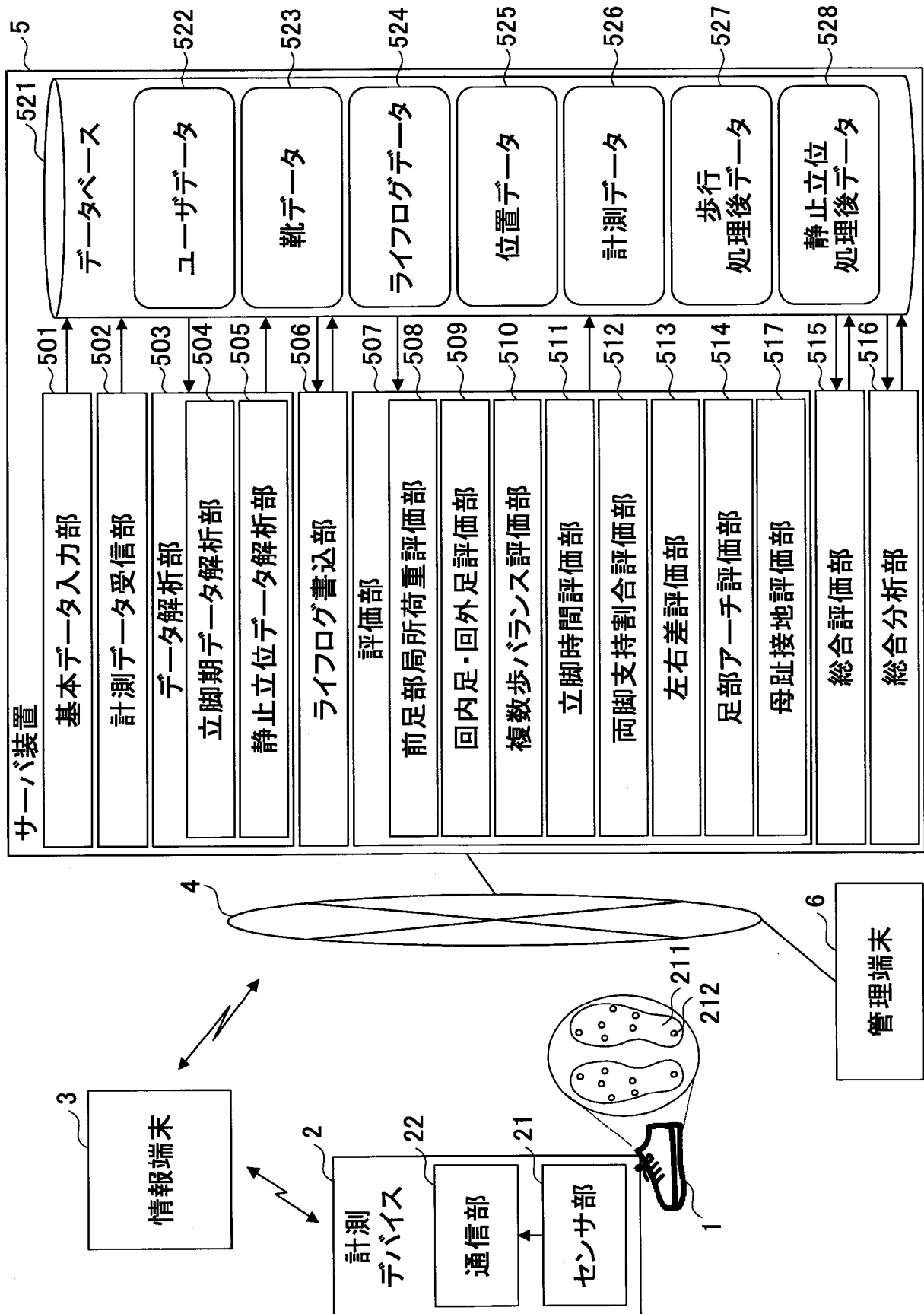
[請求項10]

複数のユーザが使用する靴のインソールに設けられた1以上のセンサから歩行時および静止立位時における所定時間の少なくとも足底圧のデータを取得するデータ取得部と、

取得されたデータを解析して、ユーザ毎の、歩行時における少なくとも足底圧パラメータ、足圧中心パラメータおよび時間パラメータと、静止立位時における少なくとも足底圧パラメータおよび足圧中心パラメータとを取得して蓄積する解析部と、

を備えたことを特徴とする歩行・足部評価装置。

[図1]



[図2]

522

ユーザデータ
ユーザID
名前
靴ID
性別
生年月日
身長
体重
靴サイズ
足長
足幅
足高
足囲
登録日
更新日

[図3]

523

靴データ
靴ID
ユーザID
購入日
使用開始日
靴店舗ID
靴メーカー型番
靴タイプ
テーマ
靴擦れ有無
靴擦れ部位
胼胝有無
胼胝部位
痛み有無
痛み部位
圧迫有無
圧迫部位
登録日
更新日

[図4]

524

ライフログデータ
ログID 年月日時刻 ユーザID 1日の予定 目的地 移動距離 歩数 平均歩行速度 最多位置情報 (GPS) 登録日 更新日

[図5]

525

位置データ
年月日時刻 ユーザID 位置情報 (GPS)

[図6]

526

計測データ
年月日時刻
ユーザID
左足1番センサ: 後足部(踵)圧力値
左足2番センサ: 中足部1圧力値
左足3番センサ: 前足部1圧力値
左足4番センサ: 前足部2圧力値
左足5番センサ: 前足部3圧力値
左足6番センサ: 中足部2圧力値
左足7番センサ: 前足部4圧力値
右足1番センサ: 後足部(踵)圧力値
右足2番センサ: 中足部1圧力値
右足3番センサ: 前足部1圧力値
右足4番センサ: 前足部2圧力値
右足5番センサ: 前足部3圧力値
右足6番センサ: 中足部2圧力値
右足7番センサ: 前足部4圧力値
両足足圧中心COP_X座標値
両足足圧中心COP_Y座標値
左足足圧中心COP_X座標値
左足足圧中心COP_Y座標値
右足足圧中心COP_X座標値
右足足圧中心COP_Y座標値

[図7]

527

歩行処理後データ

年月日時刻

ユーザID

歩数

左足平均立脚時間

右足平均立脚時間

両脚支持割合

左足単脚支持割合

右足単脚支持割合

左足1番センサ: 後足部(踵)最大圧力値平均

左足2番センサ: 中足部1最大圧力値平均

左足3番センサ: 前足部1最大圧力値平均

左足4番センサ: 前足部2最大圧力値平均

左足5番センサ: 前足部3最大圧力値平均

左足6番センサ: 中足部2最大圧力値平均

左足7番センサ: 前足部4最大圧力値平均

右足1番センサ: 後足部(踵)最大圧力値平均

右足2番センサ: 中足部1最大圧力値平均

右足3番センサ: 前足部1最大圧力値平均

右足4番センサ: 前足部2最大圧力値平均

右足5番センサ: 前足部3最大圧力値平均

右足6番センサ: 中足部2最大圧力値平均

右足7番センサ: 前足部4最大圧力値平均

COP開始位置X座標

COP開始位置Y座標

COP終了位置X座標

COP終了位置Y座標

左足COP屈曲角

右足COP屈曲角

左足歩行中期COP_X座標範囲

右足歩行中期COP_X座標範囲

[図8]

528

静止立位処理後データ

年月日時刻

ユーザID

左足1番センサ:後足部(踵)荷重比率

左足2番センサ:中足部1荷重比率

左足3番センサ:前足部1荷重比率

左足4番センサ:前足部2荷重比率

左足5番センサ:前足部3荷重比率

左足6番センサ:中足部2荷重比率

左足7番センサ:前足部4荷重比率

右足1番センサ:後足部(踵)荷重比率

右足2番センサ:中足部1荷重比率

右足3番センサ:前足部1荷重比率

右足4番センサ:前足部2荷重比率

右足5番センサ:前足部3荷重比率

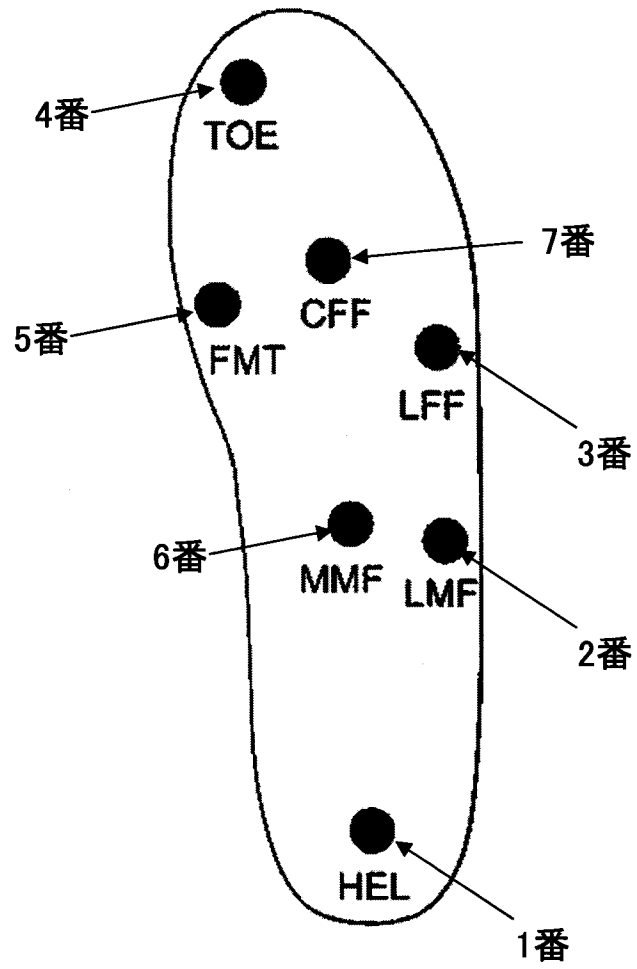
右足6番センサ:中足部2荷重比率

右足7番センサ:前足部4荷重比率

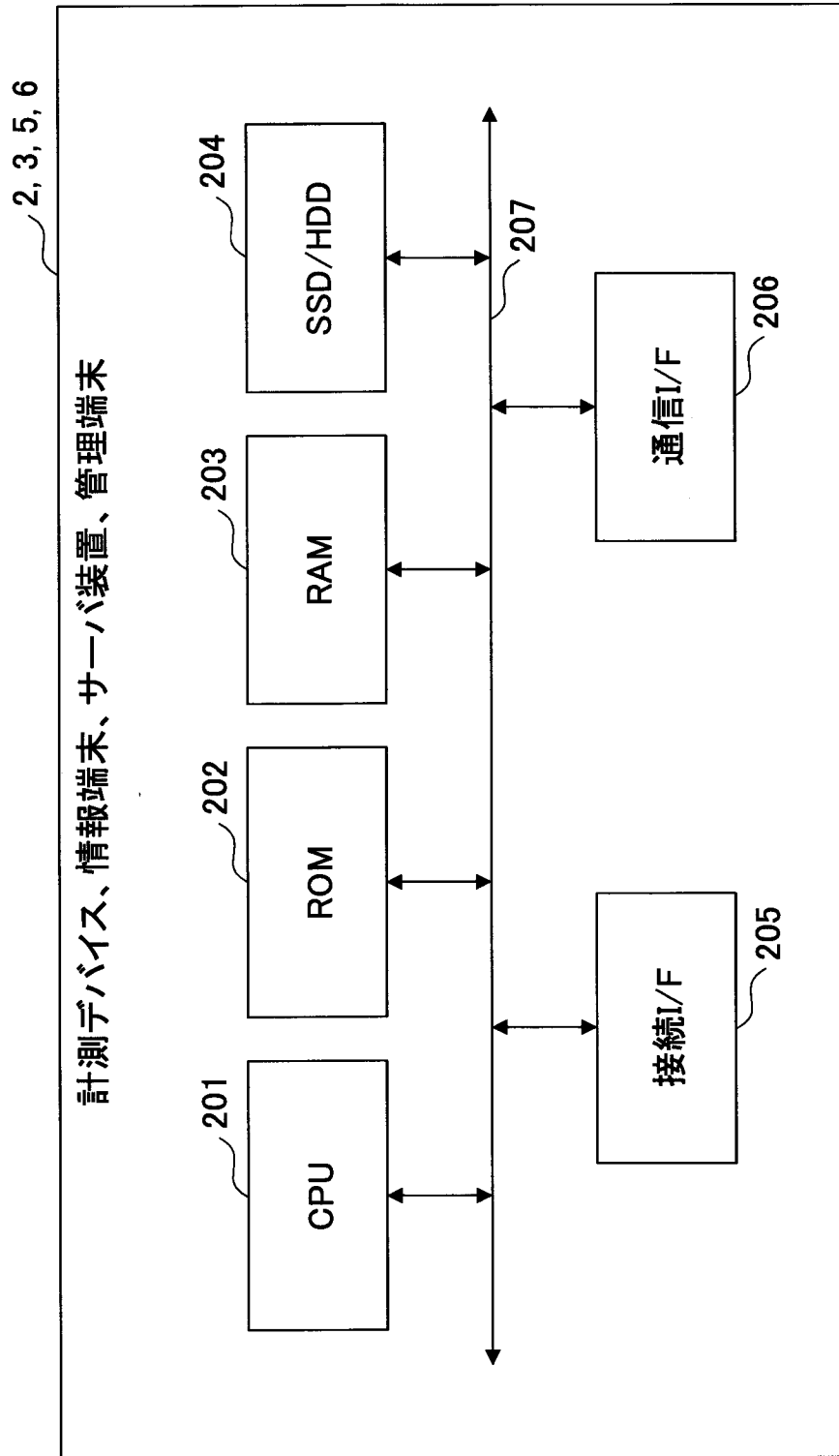
COP総軌跡長

COP矩形面積

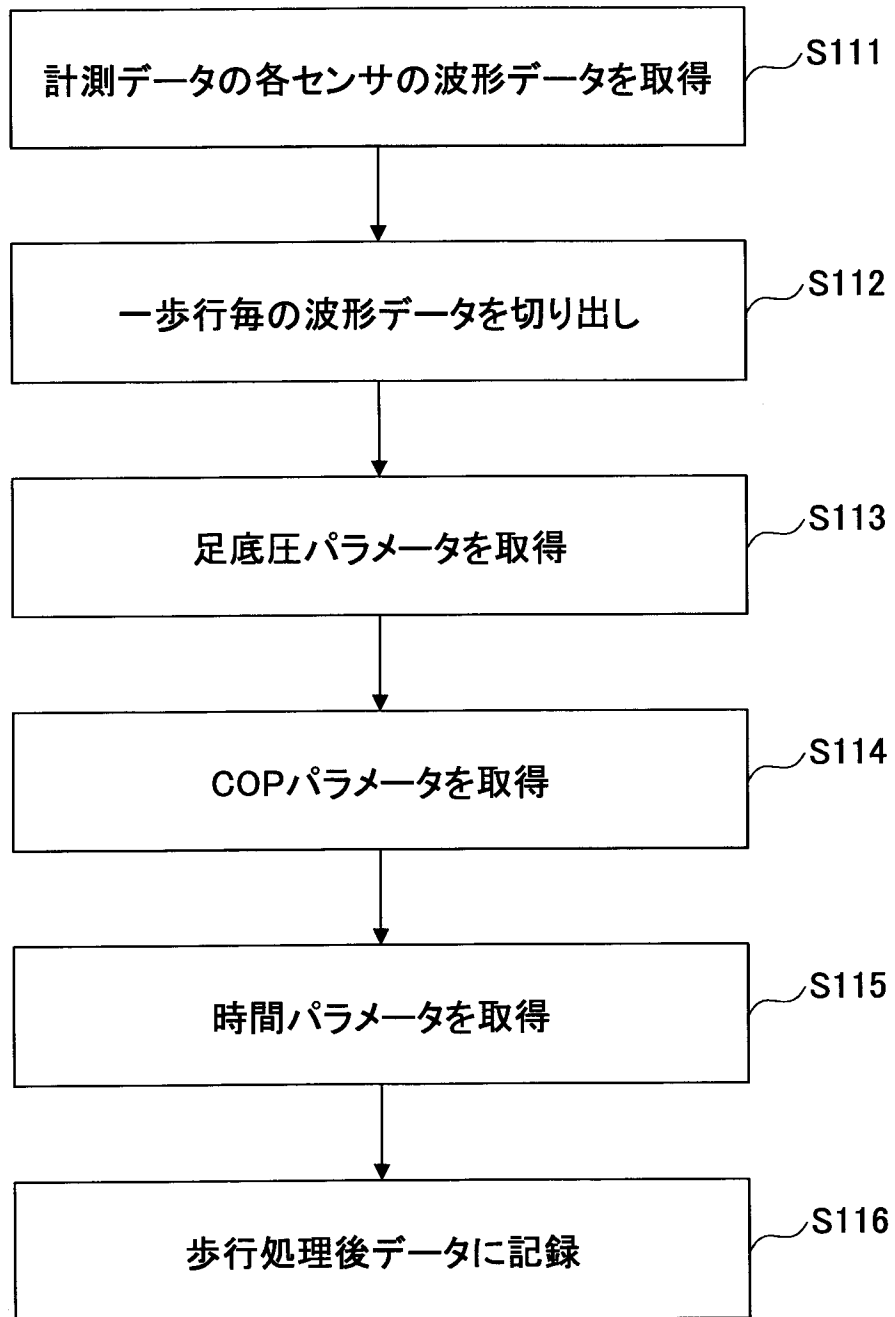
[図9]



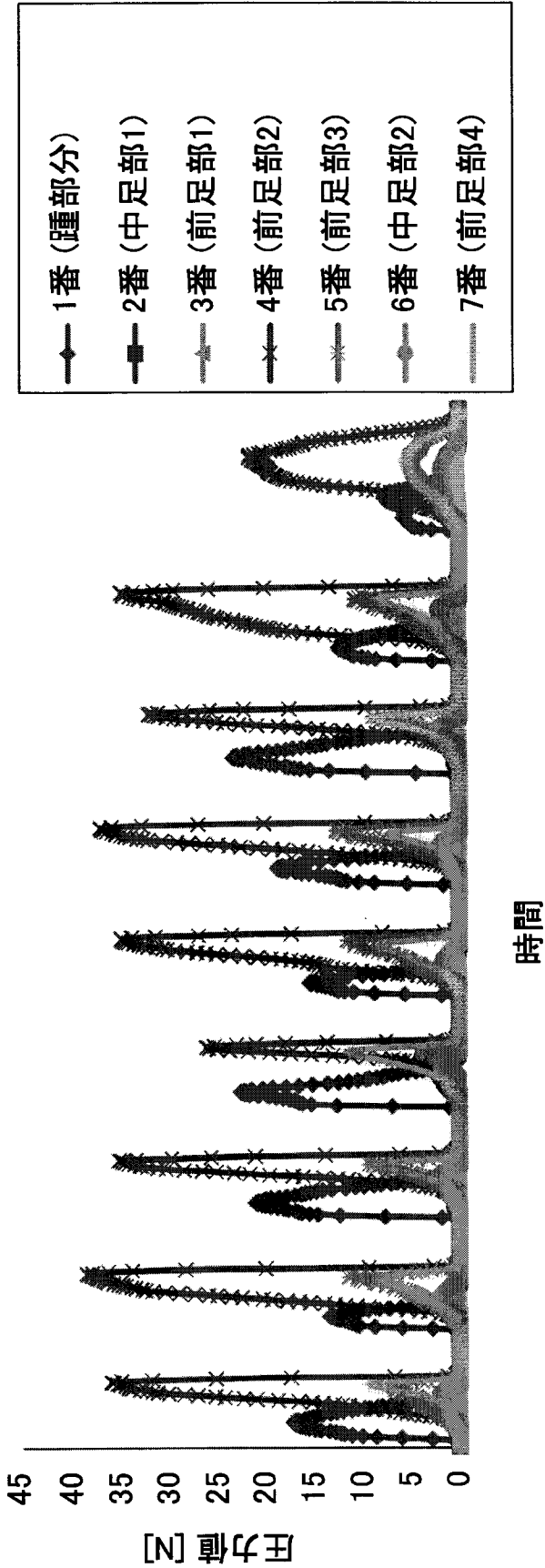
[図10]



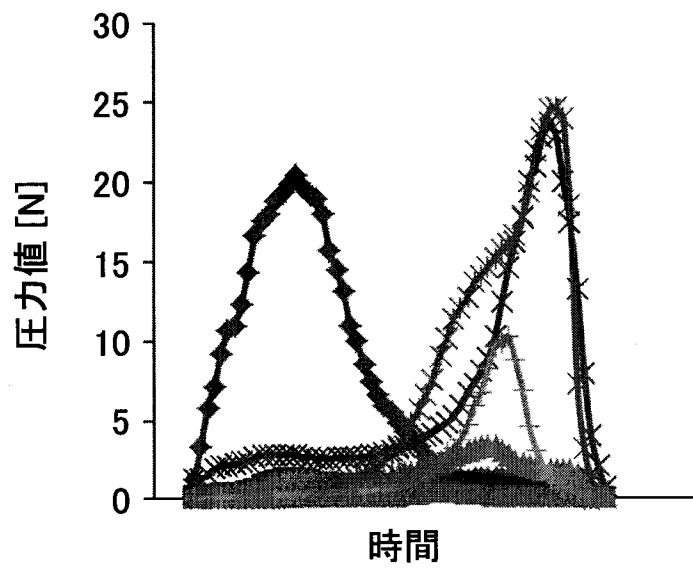
[図11]



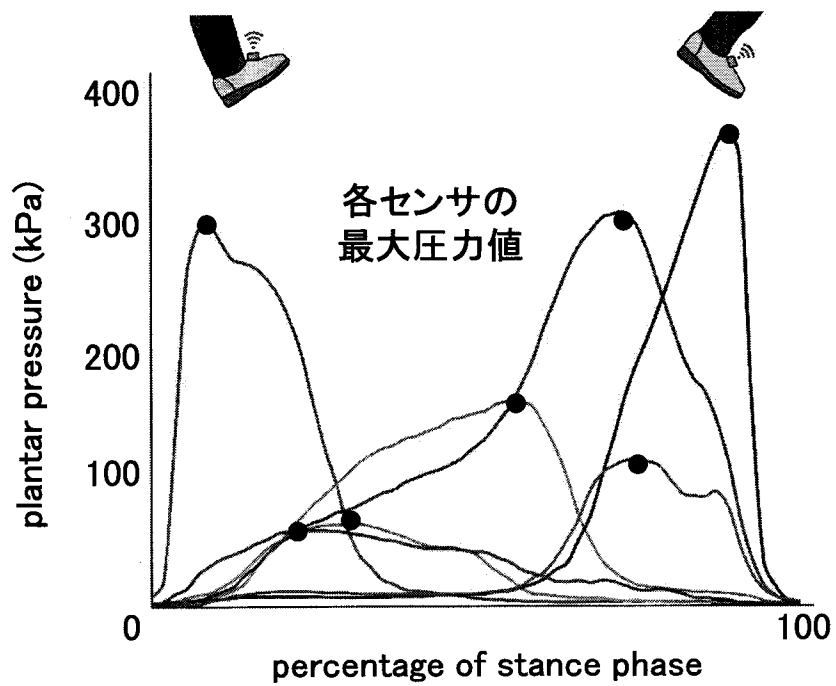
[図12]



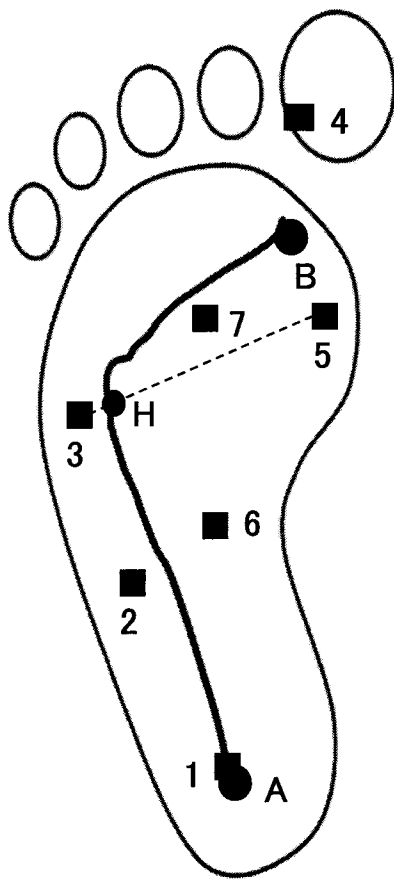
[図13]



[図14]



[図15]

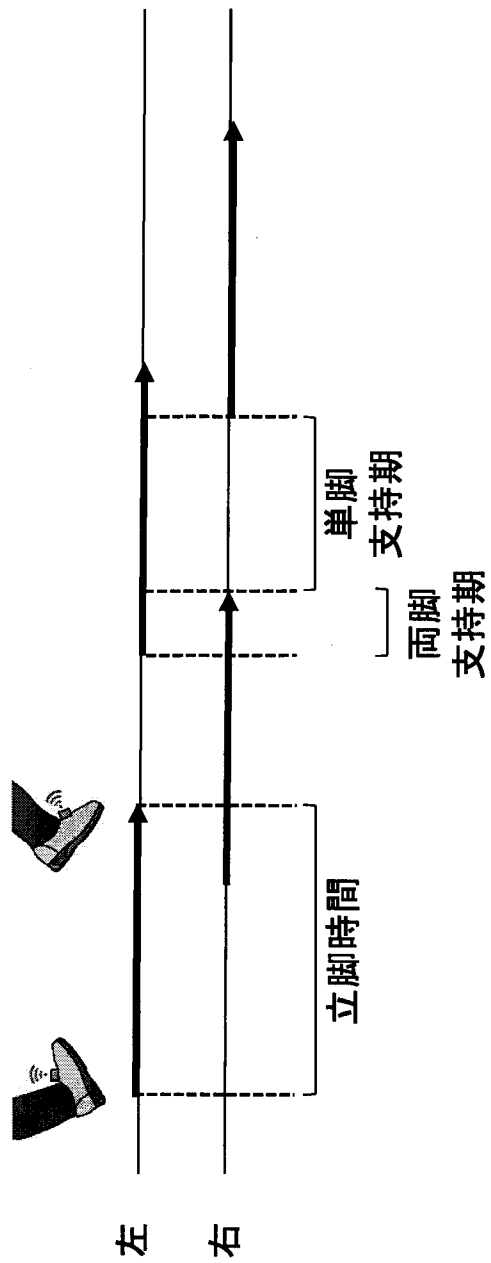


■ センサ

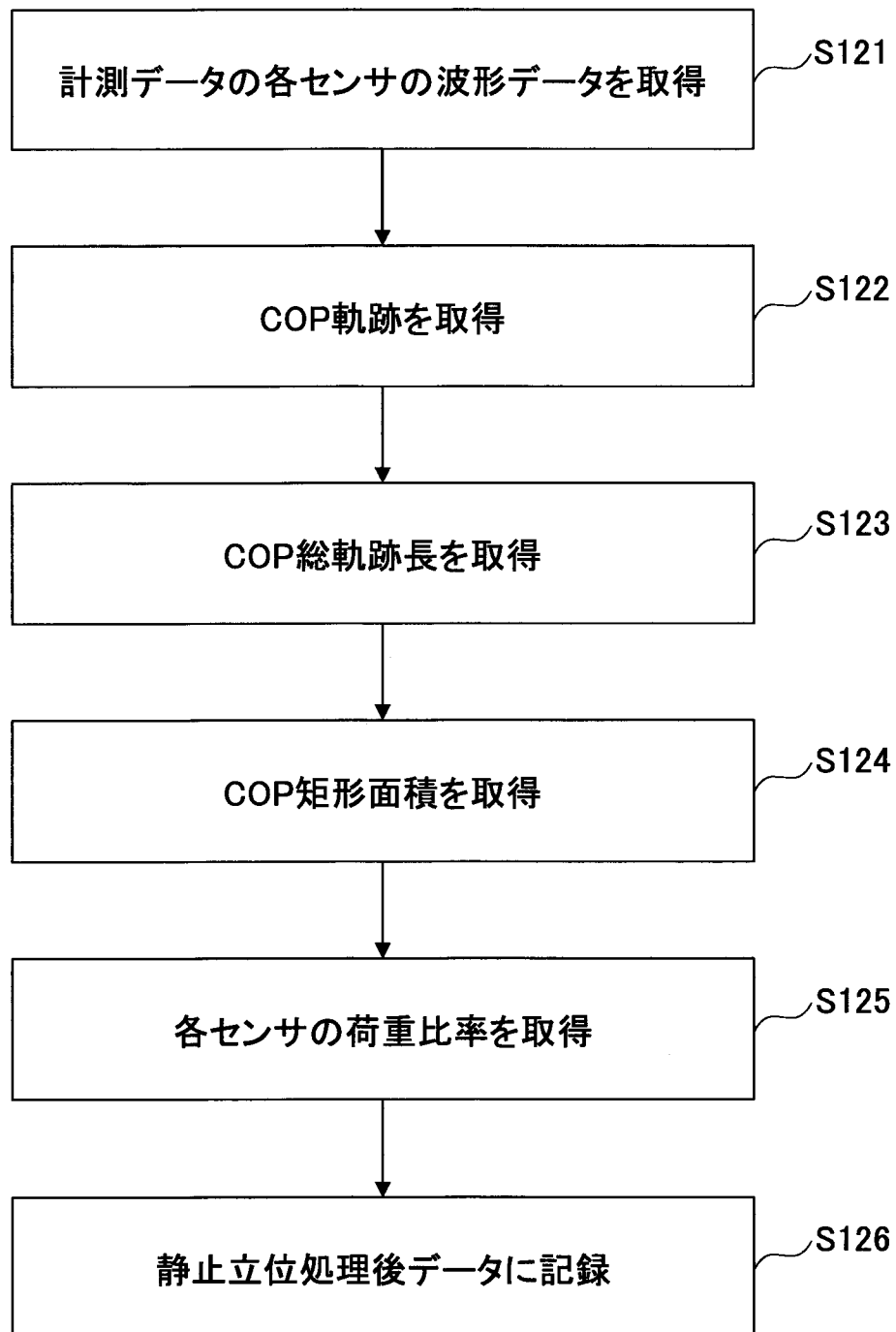
— COP軌跡

COP屈曲角 = $\angle AHB$

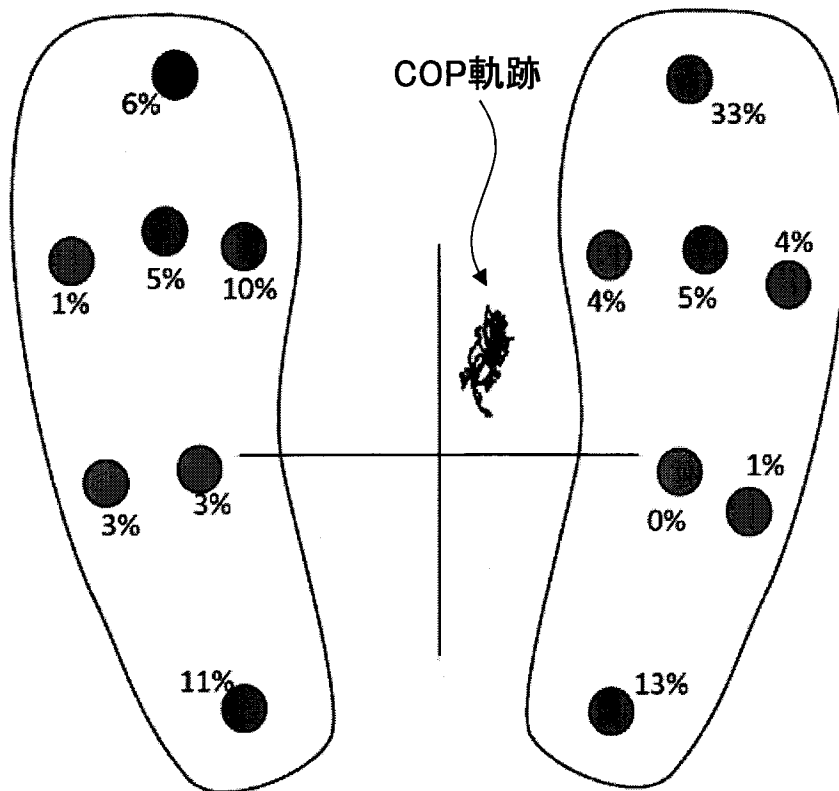
[図16]



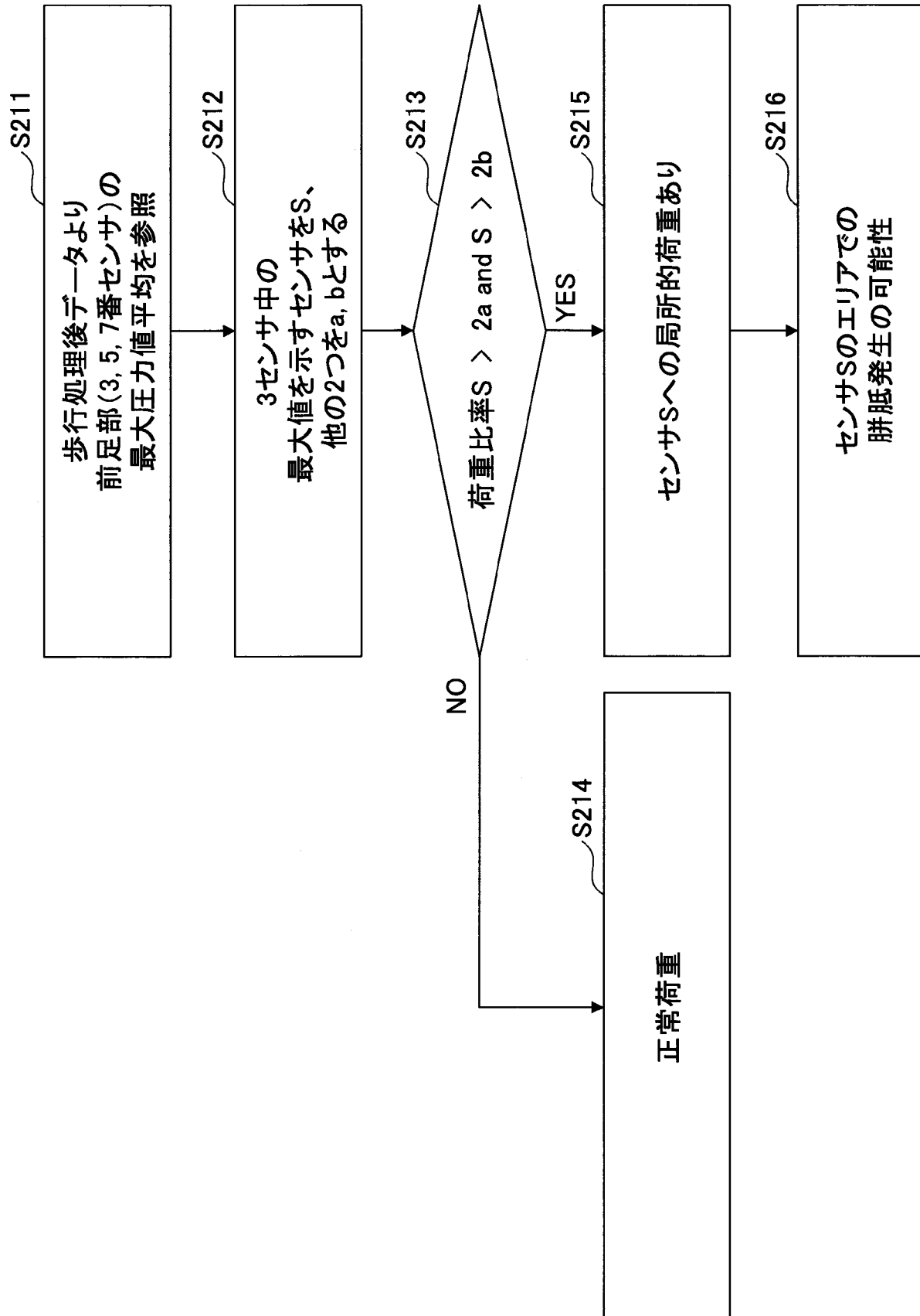
[図17]



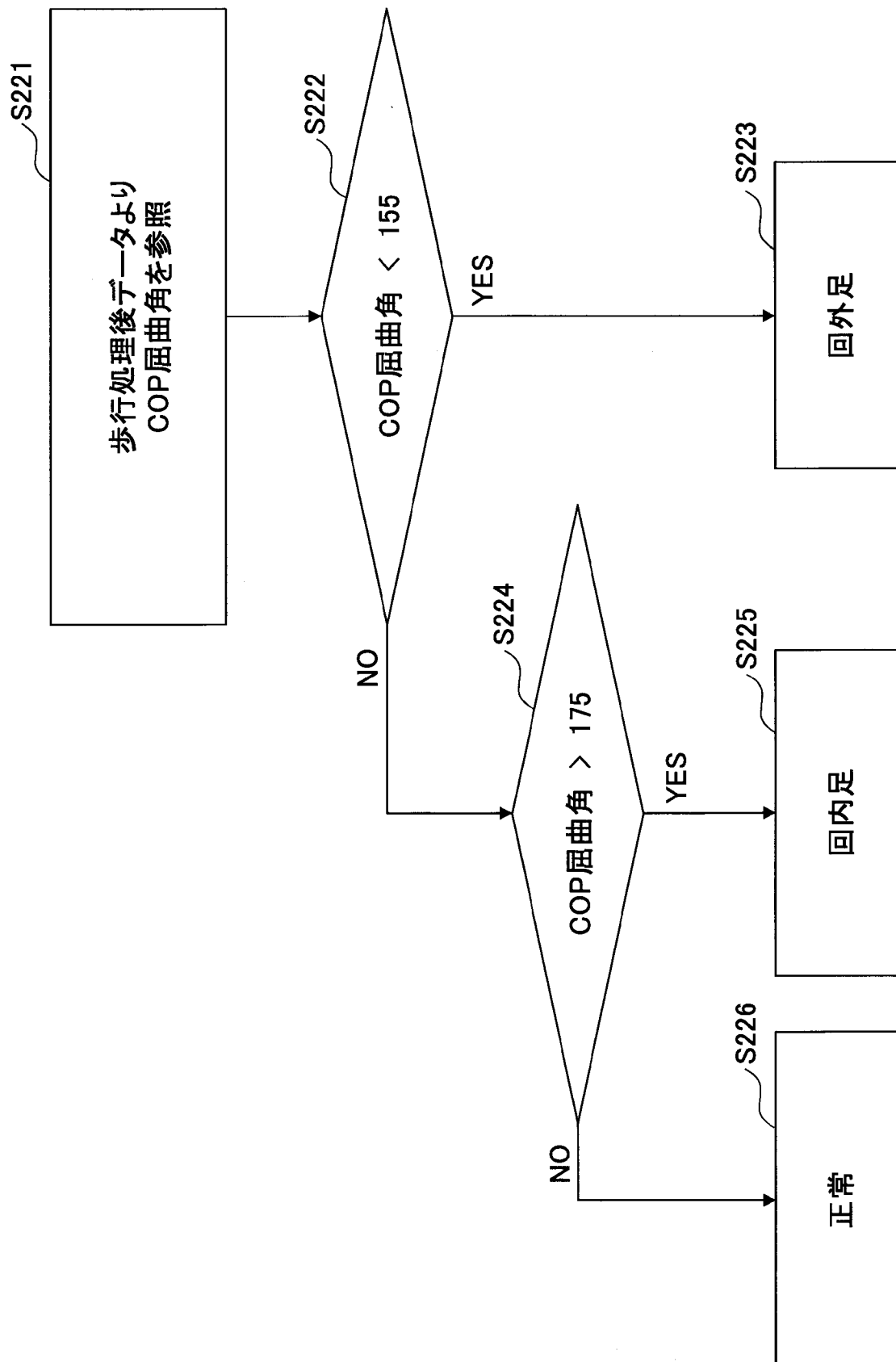
[図18]



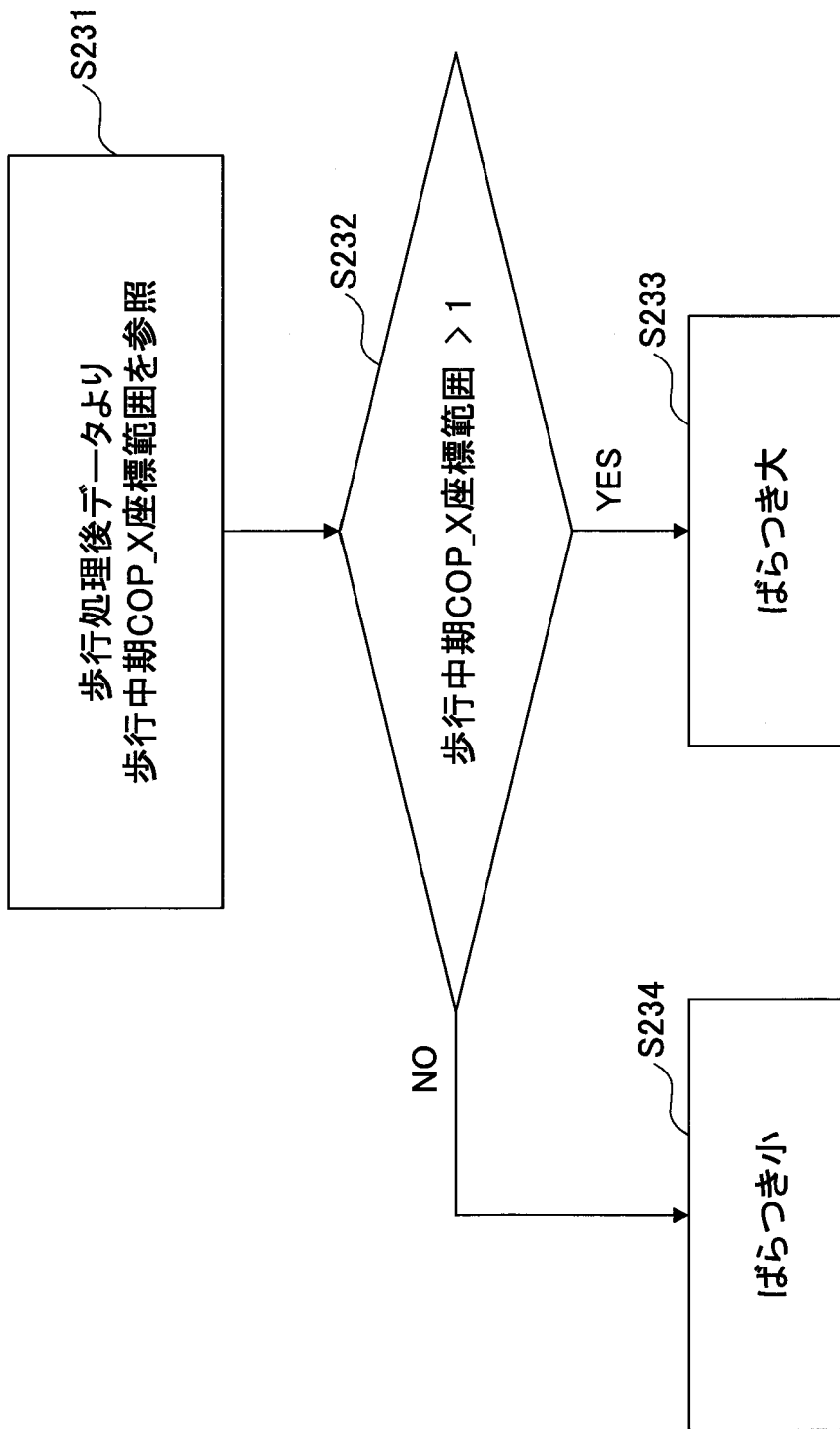
[図19]



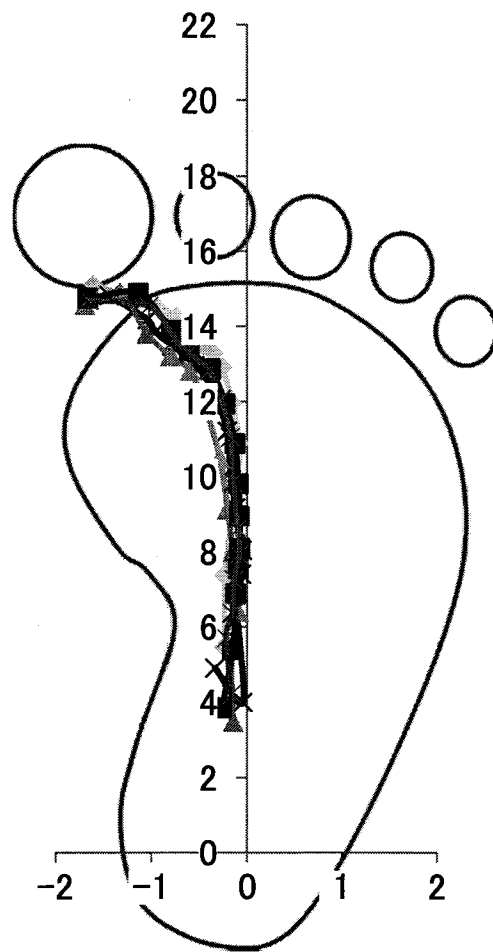
[図20]



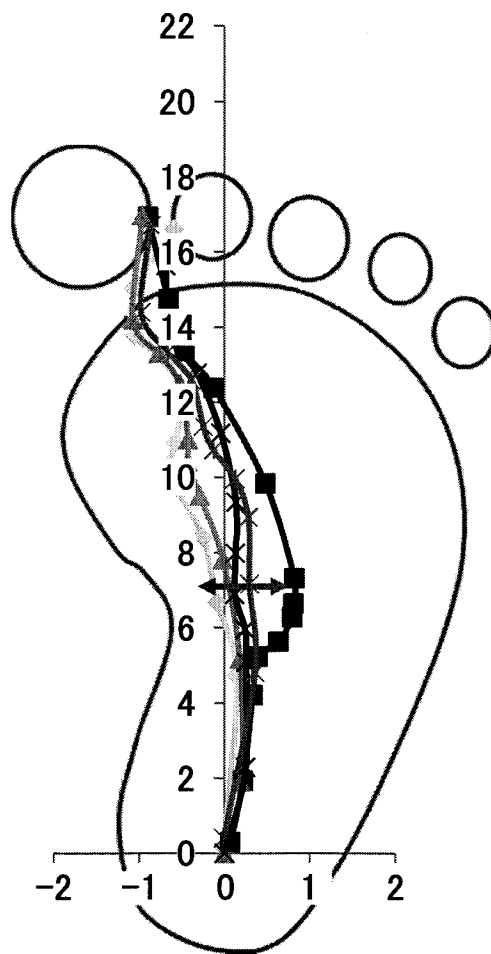
[図21]



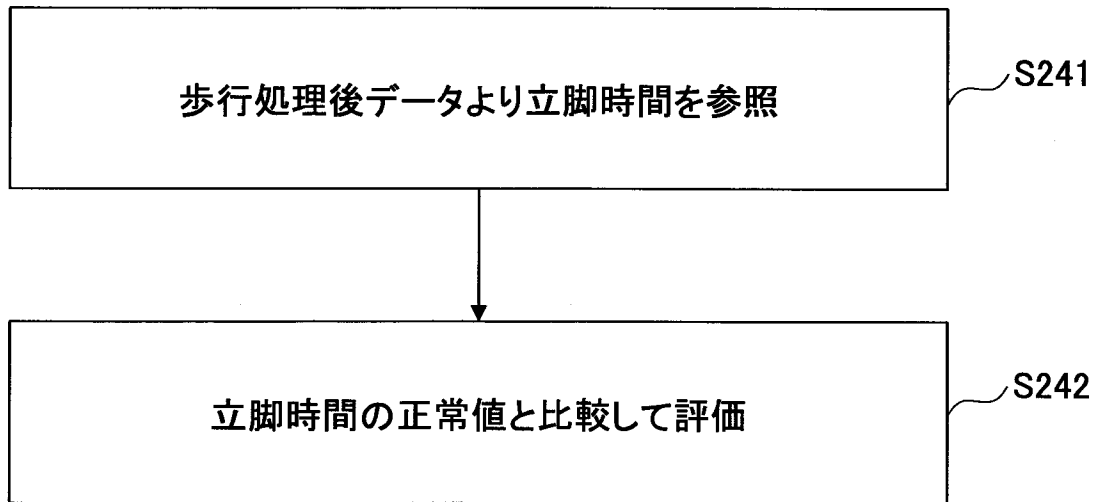
[図22]



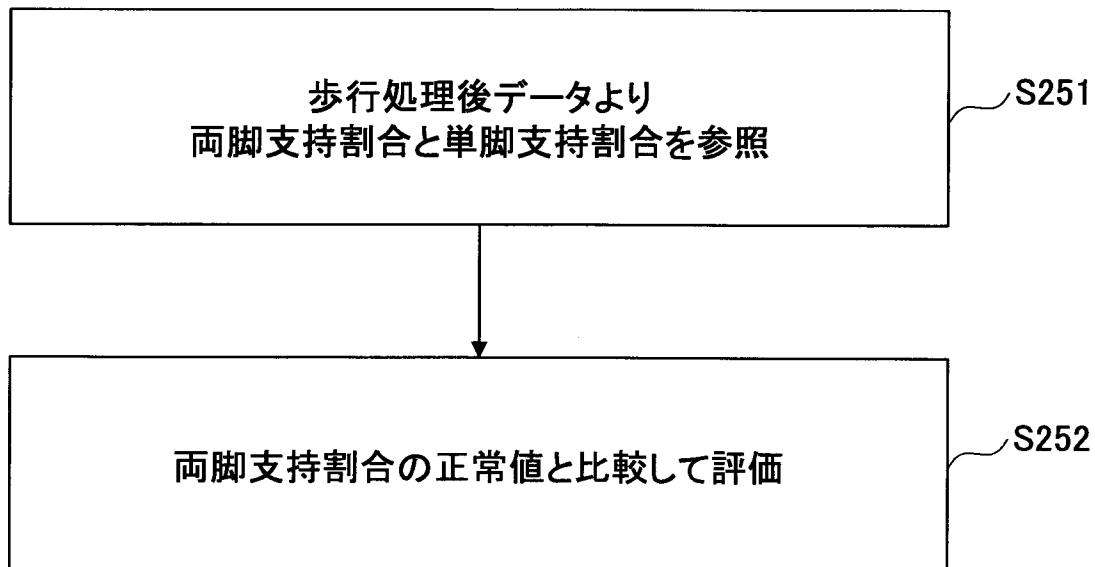
[図23]



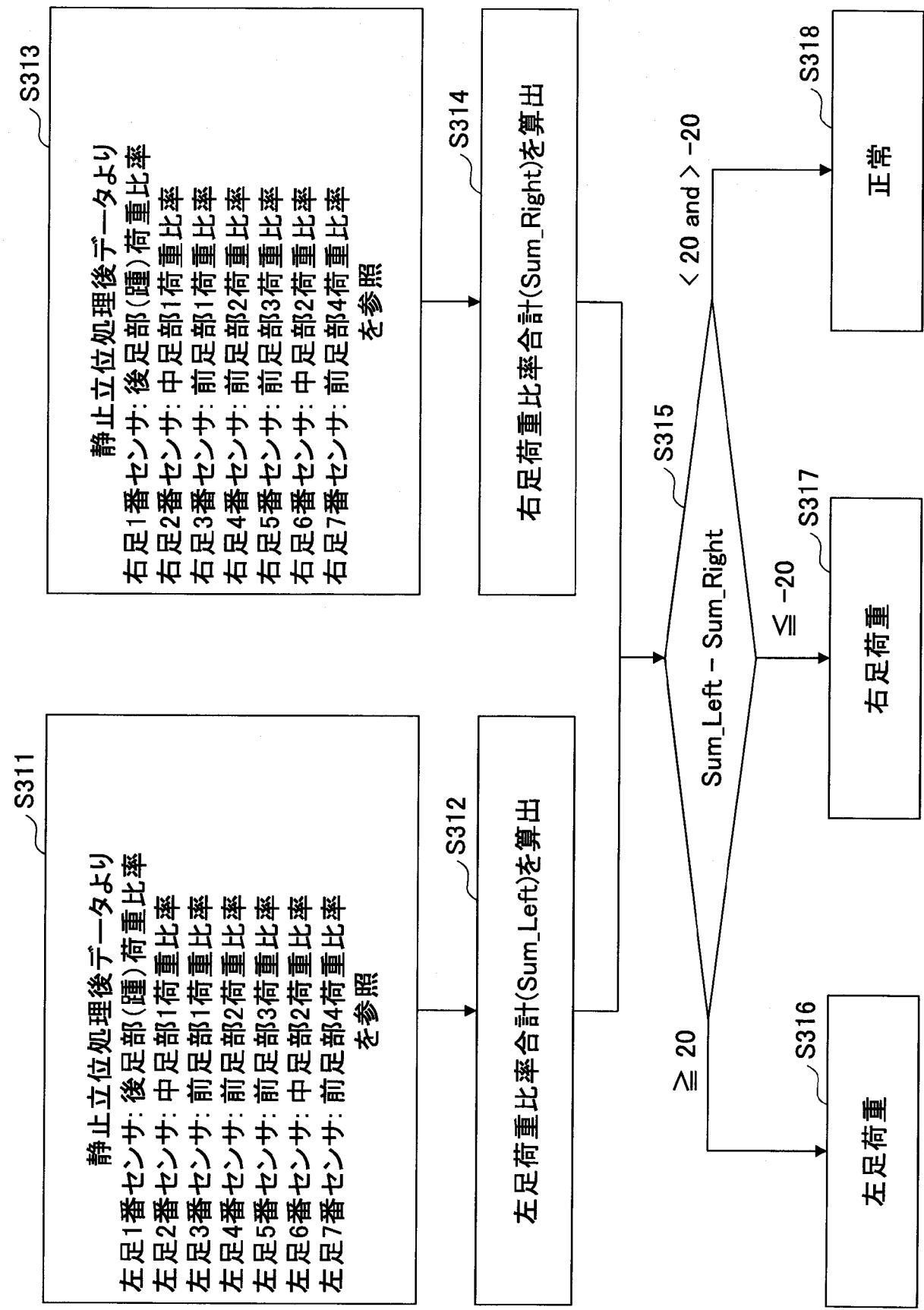
[図24]



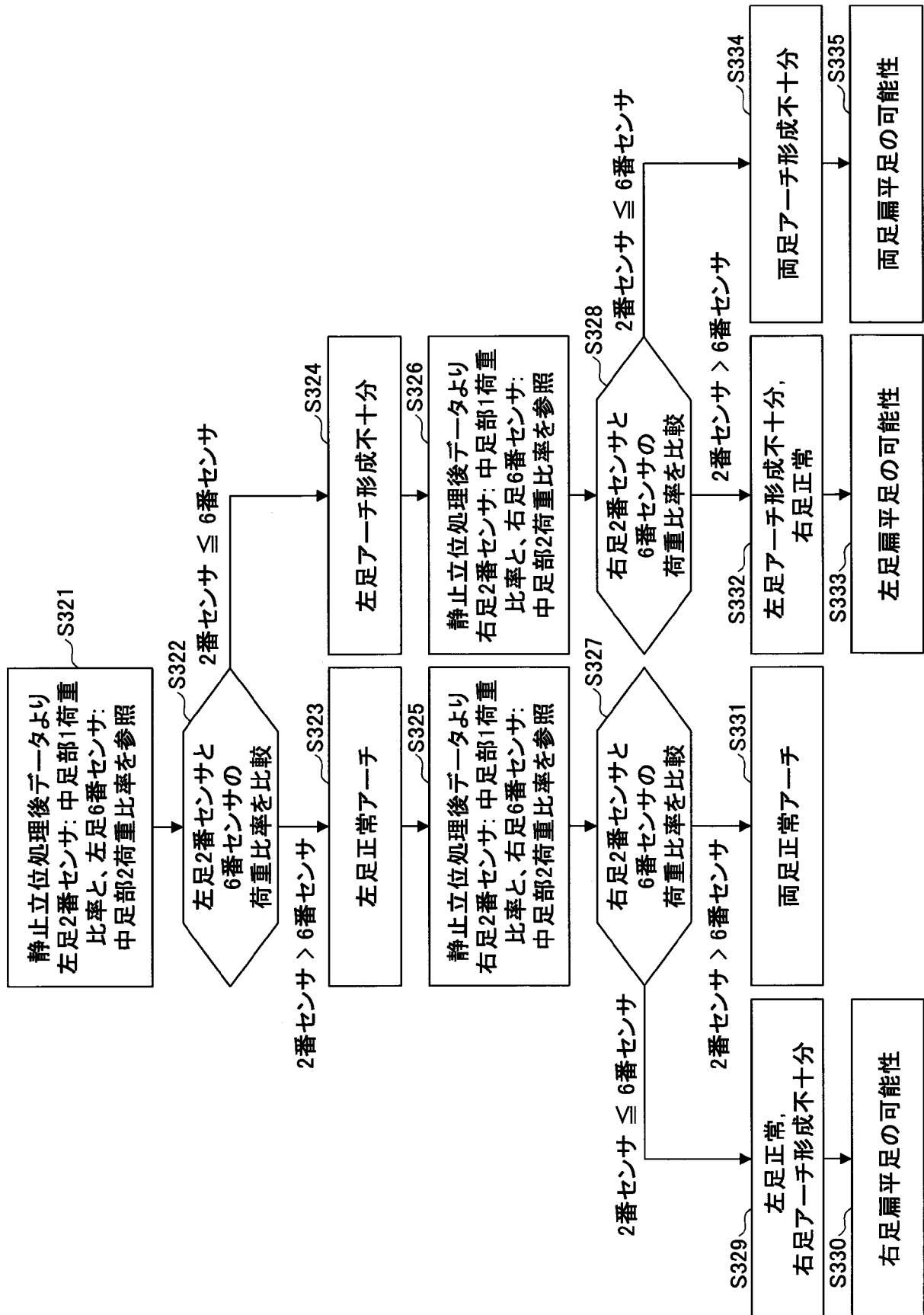
[図25]



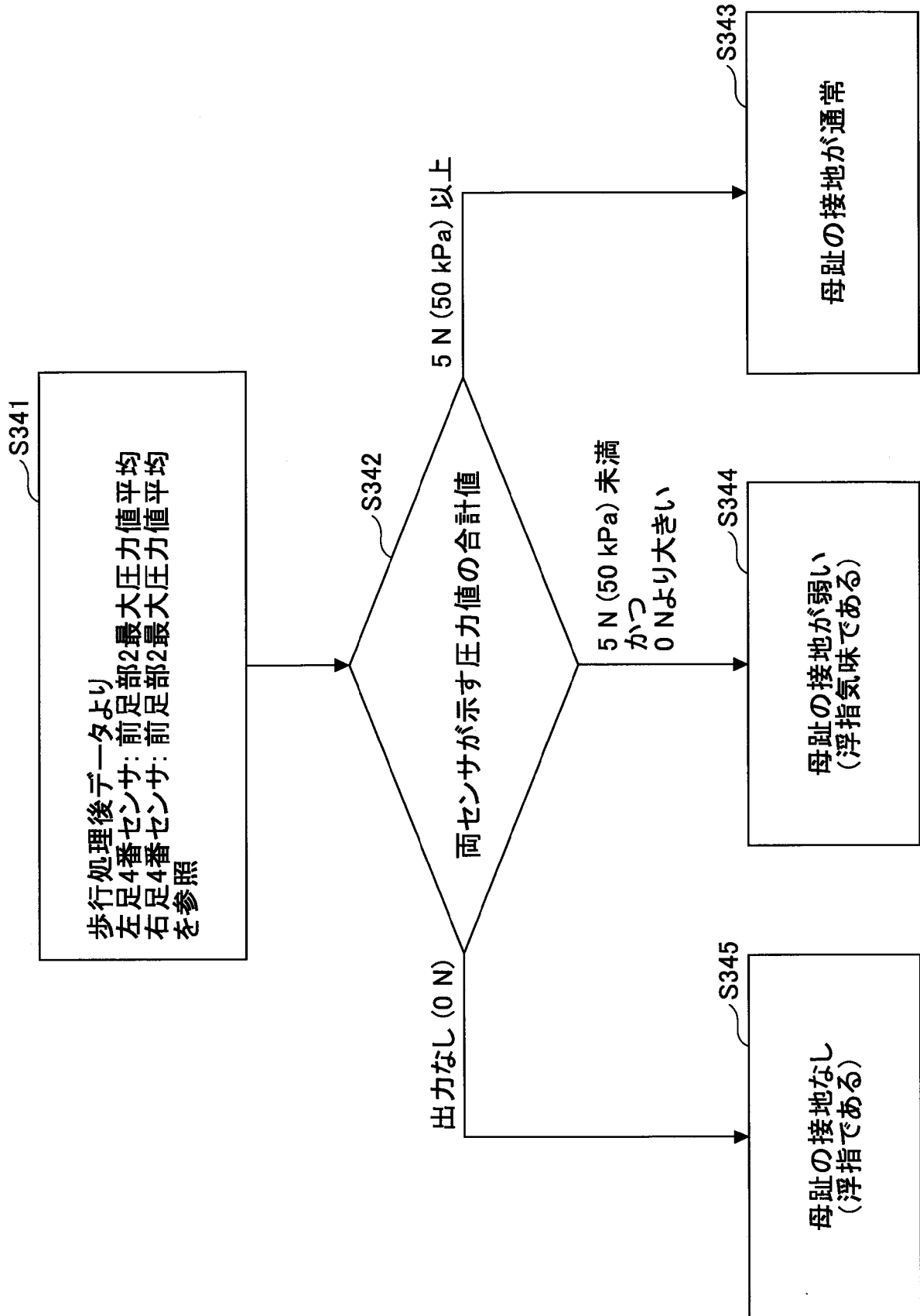
[図26]



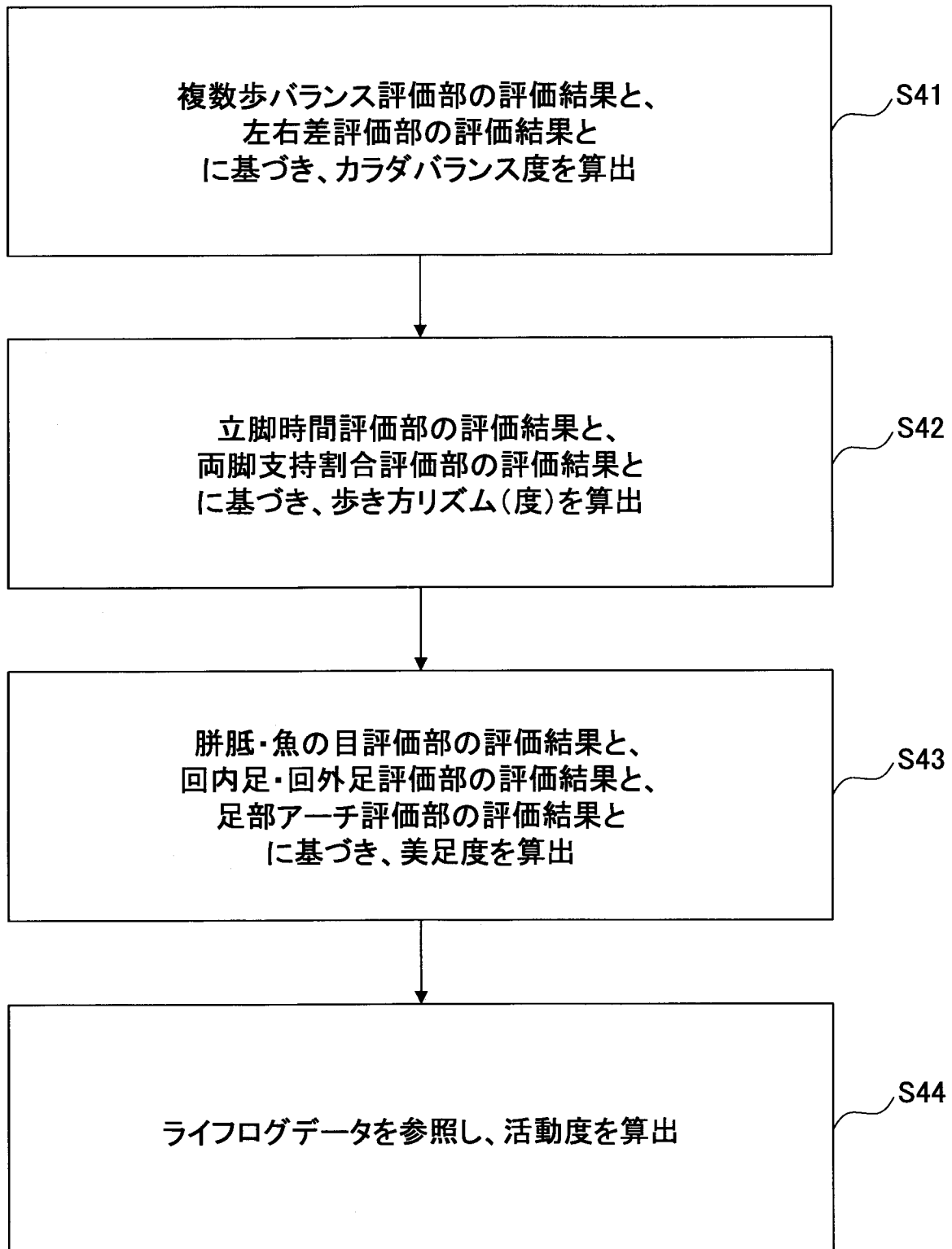
[図27]



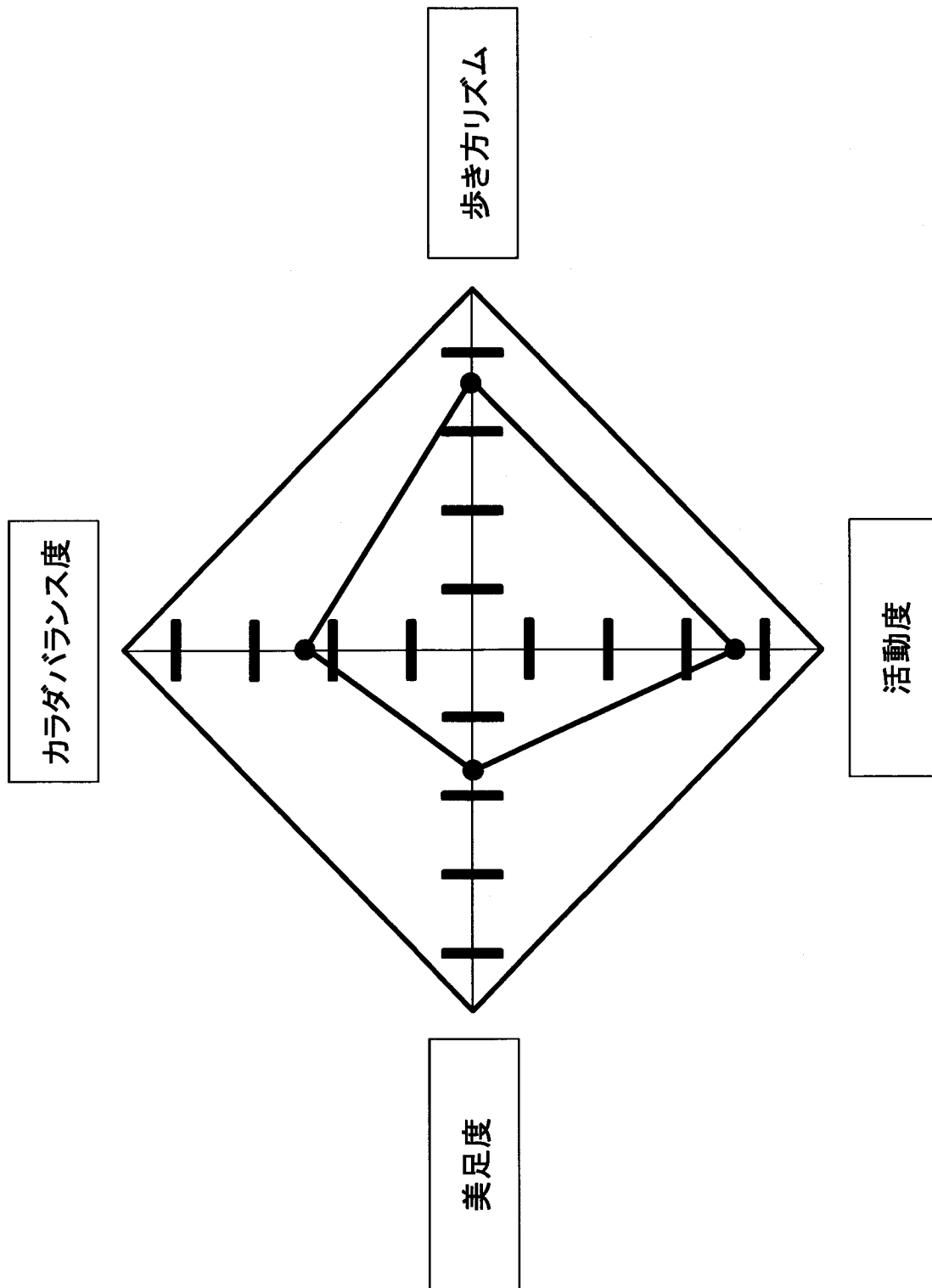
[図28]



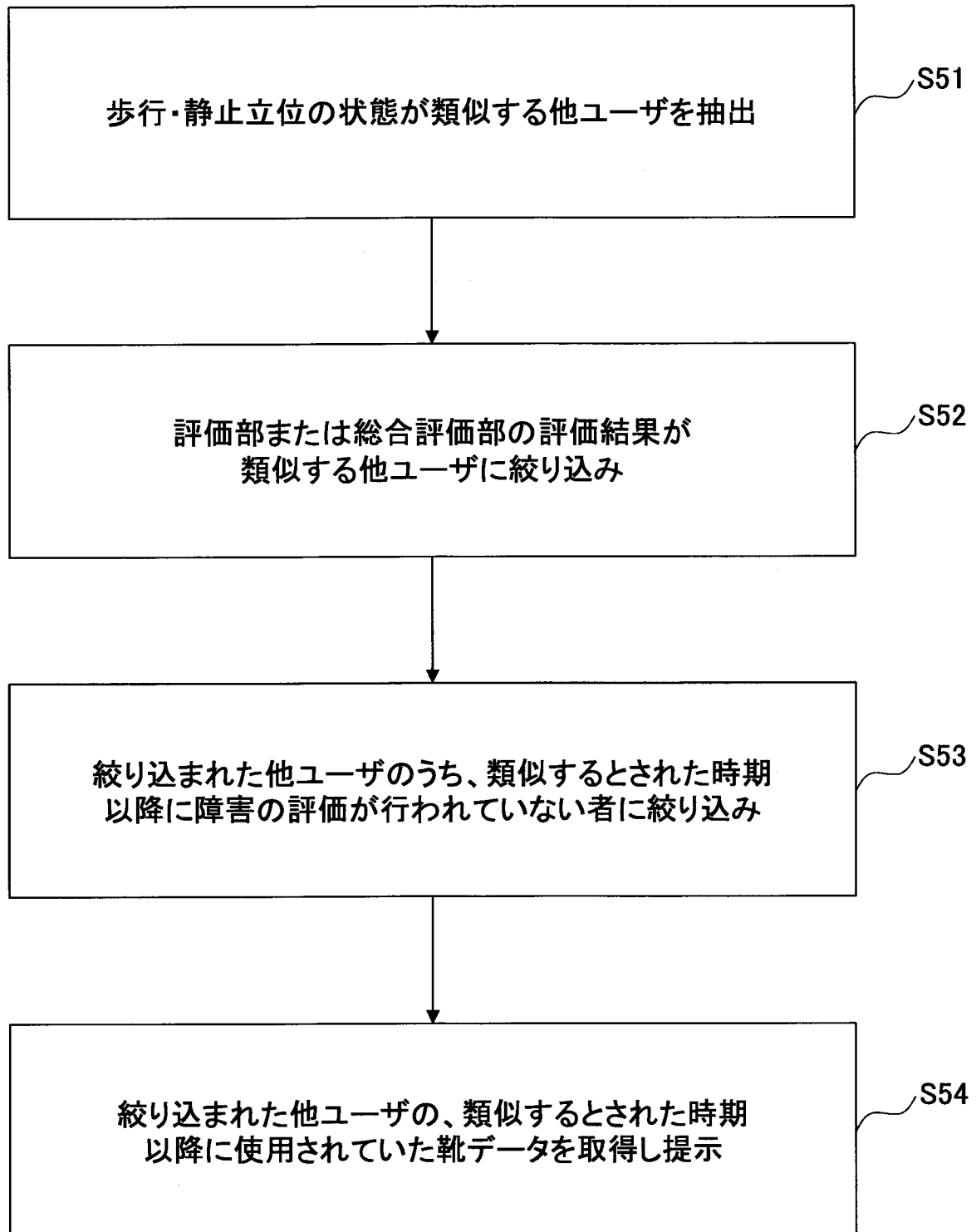
[図29]



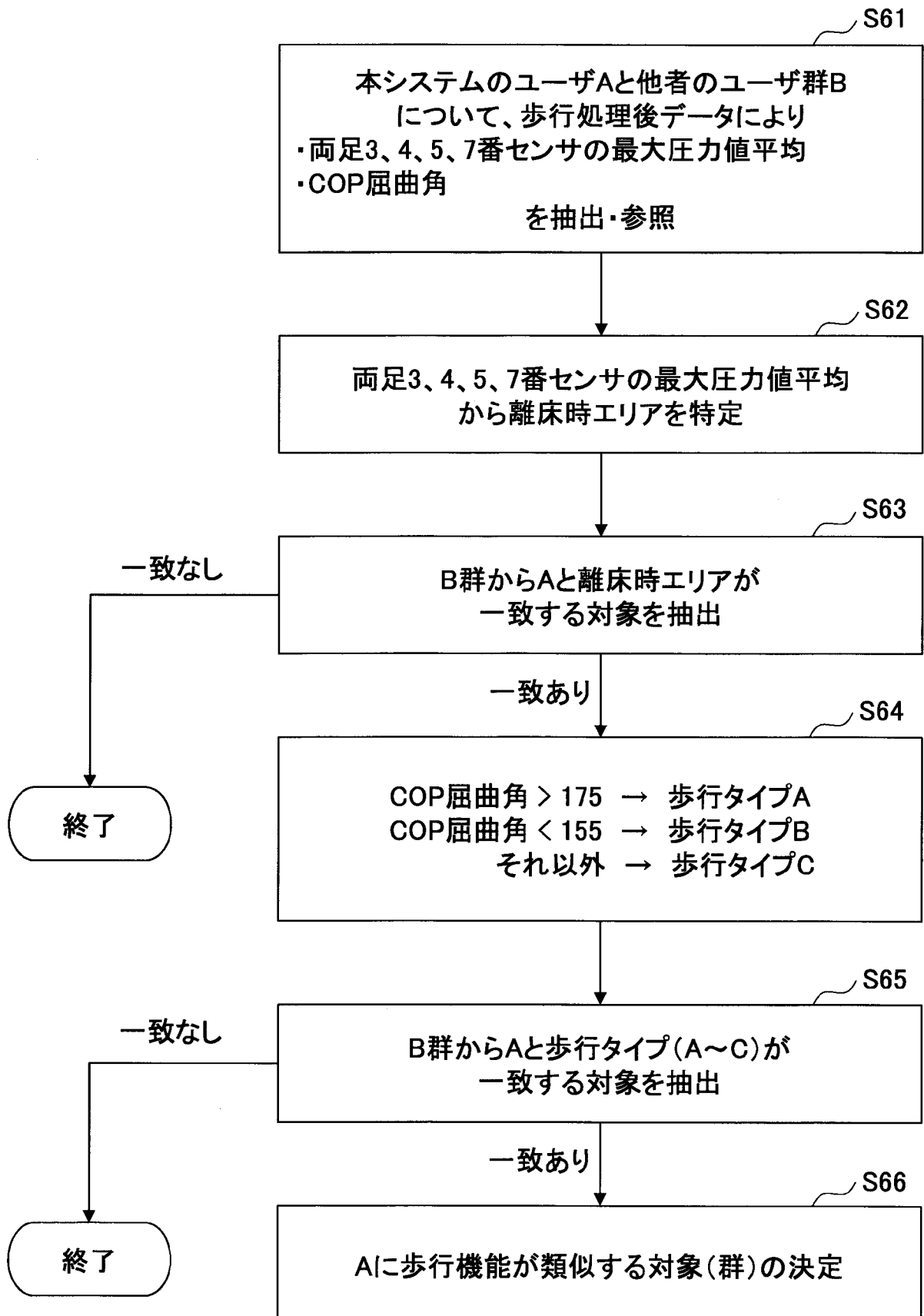
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008663

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B5/11 (2006.01) i, A43D1/02 (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. A61B5/103-5/113, A43D1/02

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2009-106391 A (PANASONIC ELECTRIC WORKS CO., LTD.) 21 May 2009, paragraphs [0022]-[0036], [0048]-[0052], fig. 1-6 (Family: none)	1-2, 4, 9-10 3, 5-8
A	JP 2008-256470 A (NITTA CORP.) 23 October 2008, paragraphs [0058]-[0065], fig. 11 & KR 10-2008-0090262 A & CN 101281066 A	1-10
A	US 2016/0324445 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 10 November 2016, paragraphs [0151]-[0152], fig. 8A-8C & WO 2016/178523 A1 & KR 10-2016-0131823 A & KR 10-2017-0001699 A & KR 10-2017-0002346 A	1-10
A	JP 2009-106545 A (UNIVERSITY OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH, JAPAN) 21 May 2009, paragraphs [0028]-[0064], fig. 1-6 (Family: none)	1-10
A	JP 2004-141275 A (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) 20 May 2004, paragraphs [0007]-[0012], [0031]-[0038], fig. 1-11 (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" 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
28 May 2018 (28.05.2018)

Date of mailing of the international search report
05 June 2018 (05.06.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B5/11(2006.01)i, A43D1/02(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. A61B5/103-5/113, A43D1/02

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）

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 A	JP 2009-106391 A（パナソニック電気株式会社）2009.05.21, 段落[0022]-[0036], [0048]-[0052], 第1-6図（ファミリーなし）	1-2, 4, 9-10 3, 5-8
A	JP 2008-256470 A（ニッタ株式会社）2008.10.23, 段落[0058]-[0065], 第11図 & KR 10-2008-0090262 A & CN 101281066 A	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.05.2018

国際調査報告の発送日

05.06.2018

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）

▲高▼ 芳徳

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

2Q

9813

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	US 2016/0324445 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2016. 11. 10, 段落[0151]-[0152], 第 8A-8C 図 & WO 2016/178523 A1 & KR 10-2016-0131823 A & KR 10-2017-0001699 A & KR 10-2017-0002346 A	1-10
A	JP 2009-106545 A (学校法人産業医科大学) 2009. 05. 21, 段落[0028]-[0064], 第 1-6 図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2004-141275 A (独立行政法人 科学技術振興機構) 2004. 05. 20, 段落[0007]-[0012], [0031]-[0038], 第 1-11 図 (ファミリーなし)	1-10