





KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 重心位置検出装置及び重心位置検出装置を備えた装着式動作補助装置

#### 技術分野

[0001] 本発明は、足の裏面に作用する荷重を測定し、測定された荷重変化により、重心位置の移動を検出する重心位置検出装置及び重心位置検出装置を備えた装着式動作補助装置に関する。

#### 背景技術

[0002] 例えば、関節の病気により腕や足が動作しにくかったり、あるいは筋力の低下により関節が動作しにくい場合、動作補助具を腕や足に装着して関節の動作を補助する装着式動作補助装置が開発されつつある(特許文献1参照)。

[0003] この装着式動作補助装置は、装着者の意思に基づいて発生する生体電位を検出し、この生体電位信号からモータを制御する制御信号を生成する構成であるので、動作補助具の駆動力を自分の筋力と同じように腕や足に伝達することが可能になる。

[0004] また、装着者が歩行動作する際には、上記のように検出された生体電位に基づいてモータのトルク(アシスト力)を制御すると共に、装着者の足の裏面に作用する荷重(体重)を測定することにより、歩行動作による重心位置を検出している。そして、装着者の歩行動作速度及び右足と左足との前後動作のタイミングに合わせて各モータトルクの出力タイミングを調整している。これにより、装着者は、自分自身の力のみで歩行するときと同じような感覚でモータのトルクのアシストを受けながらスムーズに歩行することが可能になる。

[0005] 従来の重心位置検出装置としては、装着者の足の裏面に重心を検出する重心センサ(反力センサ)を取り付け、歩行動作に伴う左右両足の裏面に作用する荷重を検出し、この左右両足の荷重の変化から重心位置を求めている。また、重心センサとしては、例えば、特許文献2に記載されたような両足に作用する体重の圧力を検出する感圧センサなどがある。

特許文献1:特開2005-95561号公報

特許文献2:特開2006-204730号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来の重心位置検出装置では、重心センサが歩行動作による体重の圧力(反力)を検出する方式の感圧センサを用いているため、歩行動作による体重が繰り返し感圧センサに作用しながら、足の裏面の動作によって撓みが生じることになり、フィルム状に形成された感圧センサの導電層が撓み動作によって破断しやすく、耐久性に劣るという問題があった。

[0007] そこで、本発明は上記事情に鑑み、上記課題を解決した重心位置検出装置及び動作補助装着具を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明は以下のような手段を有する。

(1)本発明は、足の裏面の荷重を測定する荷重測定部を有し、該荷重測定部により測定された各荷重の変化により、重心位置を検出する重心位置検出装置であって、前記荷重測定部は、前記足の裏面に密着するように保持され、体重移動によって変化する静電容量を検出することにより、上記課題を解決するものである。

(2)本発明は、(1)に記載の重心位置検出装置であって、前記荷重測定部は、前記足の裏面のつま先と踵の2箇所の荷重を測定することにより、上記課題を解決するものである。

(3)本発明は、(1)に記載の重心位置検出装置であって、前記荷重測定部は、靴の中敷きに設けられたことにより、上記課題を解決するものである。

(4)本発明は、(1)に記載の重心位置検出装置であって、前記荷重測定部は、弾性を有する板状の弾性板と、該弾性板の上面に固着された上面側電極と、前記弾性板の下面に固着された下面側電極と、

を有し、  
前記上面側電極と前記下面側電極との間の静電容量を検出することにより、上記課題を解決するものである。

(5)本発明は、(4)に記載の重心位置検出装置であって、  
前記上側電極または前記下側電極の何れか一方をGNDに接続し、前記上側電極または前記下側電極の何れか他方を定電圧電源に接続し、  
前記上面側電極と前記下面側電極との間の電圧値が所定値に達するまでの時間から静電容量を演算することにより、上記課題を解決するものである。

(6)本発明は、(1)に記載の重心位置検出装置であって、  
前記荷重測定部は、  
下側GND電極と、  
該下側GND電極の上面に積層された下側弾性板と、  
該下側弾性板の上面に積層された電圧検出電極と、  
該電圧検出電極の上面に積層された上側弾性板と、  
該上側弾性板の上面に積層された上側GND電極と、  
を有し、  
前記電圧検出電極から検出された電圧が所定電圧に達するまでの間の時間から静電容量を検出することにより、上記課題を解決するものである。

(7)本発明は、(6)に記載の重心位置検出装置であって、  
前記荷重測定部は、前記下側GND電極、前記下側弾性板、前記電圧検出電極、前記上側弾性板、前記上側GND電極を積層した状態で一体的に接合することにより、上記課題を解決するものである。

(8)本発明は、(1)に記載の重心位置検出装置であって、  
前記荷重測定部は、  
一方向に所定間隔で平行に配された複数の電極線を有する第1電極シートと、  
該第1電極シートの上面に積層された弾性シートと、  
該弾性シートの上面に積層され、前記第1電極シートの電極線と交差する他方向に所定間隔で平行に配された複数の電極線を有する第2電極シートと、

- を有し、
- 前記第1電極シートの電極線と前記第2電極シートの電極線とが交差するマトリックス状の各点の静電容量を順次検出することにより、上記課題を解決するものである。
- (9)本発明は、(8)に記載の重心位置検出装置であって、
- 前記第1電極シート及び前記第2電極シートは、フィルム状のフレキシブル基板により形成され、
- 前記第1電極シートと前記第2電極シートとの間に前記弾性シートを介在させた積層状態で前記第1電極シート、前記第2電極シート、前記弾性シートを一体的に接合することにより、上記課題を解決するものである。
- (10)本発明は、(1)に記載の重心位置検出装置と、
- 動作補助力を発生する駆動部と、
- 該駆動部の駆動力を装着者の足に伝達するフレームと、
- 前記装着者の歩行動作に伴う生体信号を検出する生体信号検出部と、
- 該生体信号検出部から得られた生体信号を及び前記重心位置検出装置により検出された重心位置に基づいて前記駆動部の駆動力を制御する制御部と、
- を備えたことにより、上記課題を解決するものである。
- (11)本発明は、(10)に記載の装着式動作補助装置であって、
- 前記重心位置検出装置は、
- 前記装着者の右足の裏面に作用する荷重を検出する第1荷重測定部と、
- 前記装着者の左足の裏面に作用する荷重を検出する第2荷重測定部と、
- 前記第1荷重測定部により測定された右足荷重と前記第2荷重測定部により測定された左足荷重との割合に基づいて前記装着者の重心位置を検出する検出部と、
- を有することにより、上記課題を解決するものである。

### 発明の効果

- [0009] 本発明によれば、体重移動によって変化する静電容量を検出することにより、重心位置の移動を検出するため、電極の一部が破損しても足の裏面に作用する荷重に応じた静電容量を検出することができ、動作による撓みが繰り返し作用しても重心位置を検出することが可能になり、耐久性を大幅に向上させることが可能になるという効

果が得られる。

#### 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明による装着式動作補助装置の一実施例が装着した状態を前側からみた斜視図である。
- [図2]本発明による装着式動作補助装置の一実施例を装着した状態を後側からみた斜視図である。
- [図3]荷重測定部50, 52を裏側(下側)からみた図である。
- [図4]動作補助装着フレーム18の装着前の状態を示す斜視図である。
- [図5A]荷重測定部50, 52の製造工程1を示す図である。
- [図5B]荷重測定部50, 52の製造工程2を示す図である。
- [図5C]荷重測定部50, 52の製造工程3を示す図である。
- [図5D]荷重測定部50, 52の製造工程4を示す図である。
- [図5E]荷重測定部50, 52の製造工程5を示す図である。
- [図5F]荷重測定部50, 52の製造工程6を示す図である。
- [図5G]荷重測定部50, 52の製造工程7を示す図である。
- [図6]荷重測定部50, 52の等価回路を示す図である。
- [図7]コンデンサC(反力センサ)の電圧の変化を示すグラフである。
- [図8A]装着者12の踵が床面に接地したときの荷重測定部50, 52の動きを示す図である。
- [図8B]装着者12の足の裏面全体が床面に接地したときの荷重測定部50, 52の動きを示す図である。
- [図8C]装着者12のつま先のみが床面に接地したときの荷重測定部50, 52の動きを示す図である。
- [図8D]装着者12の足が床面から離間したときの荷重測定部50, 52の動きを示す図である。
- [図9]装着者の歩行動作に伴う重心移動の軌跡を真上から見た図である。
- [図10]反力センサ50a, 50b, 52a, 52bから出力された検出信号の推移を示すグラフである。

[図11]動作補助装着フレーム18と制御装置400との関係を模式的に示す制御システムの概念図である。

[図12]制御装置400が実行する反力センサのキャリブレーション処理を説明するためのフローチャートである。

[図13]歩行動作に伴う制御装置400が実行する重心位置検出処理1を説明するためのフローチャートである。

[図14]歩行動作に伴う制御装置400が実行する重心位置検出処理2を説明するためのフローチャートである。

[図15]荷重測定部50, 52の変形例1を下からみた図である。

[図16]荷重測定部50, 52の変形例2を下からみた図である。

[図17]荷重測定部50, 52の変形例3を示す分解斜視図である。

[図18]荷重測定部50, 52の変形例4を示す分解斜視図である。

#### 符号の説明

- [0011] 10 装着式動作補助装置  
12 装着者  
18 動作補助装着フレーム  
20, 22, 24, 26 駆動モータ  
36 制御ユニット  
38a, 38b, 40a, 40b, 42a, 42b, 44a, 44b 生体信号検出センサ  
50, 52, 50A, 52A, 50B, 52B, 50C, 52C, 50D, 52D 荷重測定部  
50a, 50b, 52a, 52b 反力センサ  
58 第1フレーム  
64 第1関節  
66 第2関節  
60 第2フレーム  
62 第3フレーム  
84 靴  
100 下側GND電極



- 102 電極接続端子
- 104 接続ケーブル
- 106, 174 GND線
- 110 下側弾性板
- 120 保護用ゴム板
- 130 つま先検出電極
- 132, 142 端子
- 140 踵検出電極
- 152, 154 芯線
- 160 上側弾性板
- 170 上側GND電極
- 180 保護用ゴム板
- 200 等価回路
- 300 足
- 310 踵
- 320 つま先
- 330 床面
- 340 移動軌跡
- 400 制御装置
- 410 生体信号処理手段
- 420 随意的制御手段
- 430 駆動信号生成手段
- 440 重心位置検出手段
- 460 メモリ
- 610 下側GND電極
- 620 下側弾性層
- 630 電極層
- 640 上側弾性層

650 上側GND電極

612, 632, 652 フレキシブル配線板

710 下側電極シート

712, 732 電極線

720 弾性層

730 上側電極シート

発明を実施するための最良の形態

[0012] 以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について説明する。

#### 実施例 1

[0013] 図1は本発明による装着式動作補助装置の一実施例が装着した状態を前側からみた斜視図である。図2は本発明による装着式動作補助装置の一実施例を装着した状態を後側からみた斜視図である。

[0014] 図1及び図2に示されるように、装着式動作補助装置(以下「動作補助装置」と称する)10は、例えば、骨格筋の筋力低下により歩行が不自由な下肢運動機能障害者、あるいは、歩行運動のリハビリを行う患者などのように自力歩行が困難な人の歩行動作を補助(アシスト)する装置である。また、動作補助装置10は、脳からの信号により筋力を発生させる際に生じる生体信号(表面筋電位)を検出し、この検出信号に基づいてアクチュエータからの駆動力を付与するように作動する。

[0015] 動作補助装置10を装着した装着者12は、自らの意思で歩行動作を行うと、歩行動作によって発生した生体信号に応じた駆動トルクがアシスト力として動作補助装置10から付与される。従って、装着者12は、自身の筋力とアクチュエータ(本実施例では、電動式の駆動モータを用いる)からの駆動トルクとの合力によって全体重を支えながら歩行することができる。そのため、装着者12は、例えば、通常歩行で必要とされる筋力の半分の力で歩行することが可能になる。

[0016] また、動作補助装置10は、後述するように歩行動作に伴う重心の移動に応じて付与されるアシスト力(モータトルク)が装着者12の意思を反映するように制御している。そのため、動作補助装置10のアクチュエータは、装着者12の意思に反するような負荷を与え無いように制御されており、装着者12の動作を妨げないように制御される

- 。
- [0017] また、動作補助装置10は、歩行動作以外にも、例えば、装着者12が椅子に座った状態から立ち上がる際の動作、あるいは立った状態から椅子に腰掛ける際の動作も補助することができる。さらには、装着者12が階段を上がったり、階段を下りる場合にもパワーアシストすることができる。特に筋力が弱っている場合には、階段の上り動作や、椅子から立ち上がる動作を行うことが難しいが、動作補助装置10を装着した装着者12は、自らの意思に応じて駆動トルクを付与されて筋力の低下を気にせず動作することが可能になる。
- [0018] ここで、動作補助装置10の構成の一例について説明する。動作補助装置10は、図1及び図2に示されるように、装着者12に装着される動作補助装着フレーム18に駆動部を設けたものである。駆動部としては、装着者12の右側股関節に位置する右腿駆動モータ20と、装着者12の左側股関節に位置する左腿駆動モータ22と、装着者12の右膝関節に位置する右膝駆動モータ24と、装着者12の左膝関節に位置する左膝駆動モータ26とを有する。これらの駆動モータ20, 22, 24, 26は、制御装置からの制御信号により駆動トルクを制御されるDCモータまたはACモータなどの電動モータからなる。また、駆動モータ20, 22, 24, 26は、モータ回転を所定の減速比で減速する減速機構(駆動部に内蔵)を有しており、小型ではあるが十分な駆動力を付与することができる。また、駆動モータとしては、設置スペースが小さく済むように薄型化された超音波モータを用いても良いのは勿論である。
- [0019] また、装着者12の腰に装着されるベルト状の腰締結部材30には、駆動モータ20, 22, 24, 26を駆動させるための電源として機能するバッテリー32, 34が取り付けられている。バッテリー32, 34は、充電式バッテリーであり、装着者12の歩行動作を妨げないように左右に分散配置されている。
- [0020] また、装着者12の背面側となる腰締結部材30の後側には、後述する制御装置400が収納された制御ユニット36が取り付けられている。
- [0021] そして、動作補助装置10は、装着者12の右腿の動きに伴う生体電位を検出する生体信号検出センサ38a, 38bと、装着者12の左腿の動きに伴う生体電位を検出する生体信号検出センサ40a, 40bと、右膝の動きに伴う生体電位を検出する生体信号

検出センサ42a, 42bと、左膝の動きに伴う生体電位を検出する生体信号検出センサ44a, 44bとを有する。

[0022] これらの各生体信号検出センサ38a, 38b, 40a, 40b, 42a, 42b, 44a, 44bは、筋電位信号や神経伝達信号などの生体電位信号を皮膚を介して検出する生体信号検出手段であり、微弱電位を検出するための電極(図示せず)を有する。尚、本実施例では、各生体信号検出センサ38a, 38b, 40a, 40b, 42a, 42b, 44a, 44bは、電極の周囲を覆う粘着シールにより装着者12の皮膚表面に貼着するように取り付けられる。

[0023] 人体においては、脳からの指令によって骨格筋を形成する筋肉の表面にシナプス伝達物質のアセチルコリンが放出される結果、筋線維膜のイオン透過性が変化して活動電位が発生する。そして、活動電位によって筋線維の収縮が発生し、筋力を発生させる。そのため、骨格筋の電位を検出することにより、歩行動作の際に生じる筋力を推測することが可能になり、この推測された筋力に基づく仮想トルクから歩行動作に必要なアシスト力を求めることが可能になる。

[0024] 従って、動作補助装置10では、これらの生体信号検出センサ38a, 38b, 40a, 40b, 42a, 42b, 44a, 44bによって検出された生体信号に基づいて4個の駆動モータ20, 22, 24, 26に供給する駆動電流を求め、この駆動電流で駆動モータ20, 22, 24, 26を駆動することで、アシスト力が付与されて装着者12の歩行動作を補助するように構成されている。

[0025] また、歩行動作による重心移動をスムーズに行うため、足の裏面にかかる荷重を検出し、重心位置を検出する必要がある。そのため、装着者12の左右足の裏面には、足の裏面の少なくとも2点以上で荷重を測定する荷重測定部50, 52(図1及び図2中、破線で示す)を有する。

[0026] この荷重測定部50, 52は、足の裏面に密着するように保持され、歩行動作に伴う体重移動によって変化する反力を検出するように構成されている。

[0027] 図3は荷重測定部50, 52を裏側(下側)からみた図である。図3に示されるように、荷重測定部50, 52は、装着者12の左右足の裏面のつま先と踵の2箇所の荷重を測定するように反力センサ50a, 50b, 52a, 52bが設けられている。

- [0028] また、反力センサ50aは、右足前側(右つま先)の荷重に対する反力Raを検出し、反力センサ50bは、右足後側(右踵)の荷重に対する反力Rbを検出する。反力センサ52aは、左足前側(左つま先)の荷重に対する反力Laを検出し、反力センサ52bは、左足後側(左踵)の荷重に対する反力Lbを検出する。各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bは、装着者12の歩行動作によって右足、左足の夫々に作用する荷重を静電容量の変化によって検出する構成であり、体重移動に伴う荷重変化、及び装着者12の足と地面との接地の有無を夫々検出することができる。
- [0029] 図4は動作補助装着フレーム18の装着前の状態を示す斜視図である。図4に示されるように、動作補助装着フレーム18は、装着者12の腰に装着される腰締結部材30と、腰締結部材30の右側部から下方に設けられた右足補助部54と、腰締結部材30の左側部から下方に設けられた左足補助部55とを有する。腰締結部材30の背面側には、装着者12の腰背面側との隙間をなくして密着するフィッティング部31が取り付けられている。
- [0030] 右足補助部54と左足補助部55とは、左右対称に配置されており、腰締結部材30に固定されたブラケット56と、ブラケット56より下方に延在し装着者12の腿外側に沿うように形成された第1フレーム58と、第1フレーム58より下方に延在し装着者12の脛外側に沿うように形成された第2フレーム60と、装着者12の足の裏(靴を履く場合には、靴底)が載置される第3フレーム62とを有する。
- [0031] ブラケット56の下端と第1フレーム58の上端との間には、軸受構造とされた第1関節64が介在しており、ブラケット56と第1フレーム58とを回動可能に連結している。この第1関節64は、装着者12の股関節と一致する高さ位置に設けられており、ブラケット56が第1関節64の支持側に締結され、第1フレーム58が第1関節64の回動側に締結されている。また、第1関節64には、駆動モータ20, 22が内蔵されており、第1関節64と駆動モータ20, 22とは外観上一体化されている。
- [0032] また、第1フレーム58の下端と第2フレーム60の上端との間には、軸受構造とされた第2関節66が介在しており、第2フレーム58と第3フレーム62とを回動可能に連結している。この第2関節66は、装着者12の膝関節と一致する高さ位置に設けられており、第2フレーム58が第2関節66の支持側に締結され、第3フレーム62が第2関節

66の回動側に締結されている。また、第2関節66には、駆動モータ24, 26が内蔵されており、第2関節66と駆動モータ24, 26とは外観上一体化されている。

[0033] また、第2フレーム60の下端と第3フレーム62の上端との間には、軸受構造とされた第3関節68が介在しており、第2フレーム60と第3フレーム62とを回動可能に連結している。そして、第3フレーム62の内側には、装着者12の足を装着する靴84が固定されている。

[0034] さらに、本実施例では、前述した荷重測定部50, 52が靴84の中敷きとして靴84の内部に挿入されている。そのため、装着者12が靴84を履くことにより、装着者12の足の裏面が靴84の内部に挿入された荷重測定部50, 52に密着された状態に保持される。また、荷重測定部50, 52が故障した場合、新しいものと容易に交換することができる。

[0035] 尚、荷重測定部50, 52の形態としては、靴84の中敷き以外のものでも良い。例えば、靴下や足袋の裏面に一体に設ける構成のもの、あるいはサンダルやスリッパや室内用靴等の履き物と一体に設けるものでも良い。

[0036] 第1フレーム58は、腰締結部材30に固定されたブラケット56に対して第1関節64を回動支点とする歩行動作を行えるように取り付けられている。また、第2フレーム60は、第2関節66を回動支点とする歩行動作を行えるように取り付けられている。すなわち、第1フレーム58及び第2フレーム60は、装着者12の足と同じ動作を行えるように構成されている。また、第3関節68は、装着者12の足首の側方に位置するように設けられている。そのため、靴84は、第3関節68の回動動作により歩行動作に応じて装着者12の足首と同じように床面(または地面)に対する角度が変化する。

[0037] また、第1関節64及び第2関節66は、駆動モータ20, 22, 24, 26の回転軸が、ギヤを介して被駆動側となる第1フレーム58、第2フレーム60に駆動トルクを伝達するように構成されている。

[0038] さらに、駆動モータ20, 22, 24, 26は、関節角度を検出する角度センサを有する。この角度センサは、例えば、第1関節64及び第2関節66の関節角度に比例したパルス数をカウントするロータリエンコーダなどからなり、関節角度に応じたパルス数に対応した電気信号をセンサ出力として出力する。

- [0039] 第1関節64の角度センサは、装着者12の股関節の関節角度に相当するブラケット56と第1フレーム56との間の回動角度を検出する。また、第2関節66の角度センサは、装着者12の膝関節の関節角度に相当する第1フレーム58の下端と第2フレーム60との間の回動角度を検出する。
- [0040] また、第1フレーム58の長手方向の中間位置には、装着者12の腿に締結されるベルト状の腿締結部材78が取り付けられている。腿締結部材78の内面側には、装着者12の腿との隙間をなくして密着するフィッティング部79が取り付けられている。
- [0041] また、第2フレーム60の長手方向の中間位置には、装着者12の膝下の脛に締結されるベルト状の脛締結部材80が取り付けられている。脛締結部材80の内面側には、装着者12の脛との隙間をなくして密着するフィッティング部81が取り付けられている。
- [0042] 従って、駆動モータ20, 22, 24, 26で発生された駆動トルクは、ギヤを介して第1フレーム58、第2フレーム60に伝達され、さらに腿締結部材78、脛締結部材80を介して装着者12の足にアシスト力として伝達される。
- [0043] 尚、第1フレーム58及び第2フレーム60は、装着者12の足の長さに応じた長さに調整されている。
- [0044] 各フレーム58, 60, 62は、夫々ジュラルミン等の軽量化された金属材の周囲を弾性を有する樹脂材で覆うように構成されており、腰締結部材30に取り付けられたバッテリー32, 34、制御ユニット36等の動作補助装着フレーム18の重量を支えることができる。すなわち、動作補助装置10は、動作補助装着フレーム18などの重量が装着者12に作用しないように構成されており、装着者12に余計な荷重を与えないように取り付けられる。
- [0045] 腰締結部材30は、ヒンジ90を介して連結されたベルト91, 92と、一方のベルト91の端部に取り付けられたバックル94と、他方のベルト92の端部に取り付けられた係止用金具95とを有する。
- [0046] ここで、荷重測定部50, 52の製造工程について図5A～図5Gを参照して説明する。尚、荷重測定部50, 52は、夫々同じ構成であるので、以下では右足の荷重測定部50について説明する。

- [0047] 図5Aに示されるように、まず工程1では、下側GND電極(下側接地用電極)100を作成する。この下側GND電極100は、例えば、線状の導電性金属材(例えば、耐食性を有するステンレス材)を編み込んだメッシュ状に形成されており、歩行動作に伴う足の裏面の動きに応じて各導電性金属材が伸縮動作して荷重を受けた部分が断線せずに撓むように構成されている。また、下側GND電極100の上下面には、樹脂材からなる絶縁性皮膜が被覆されている。
- [0048] 下側GND電極100の中央部分には、電極接続端子102が設けられている。この電極接続端子102は、接続ケーブル104から引き出されたGND線(接地用線)106の一端が半田付けされている。この接続ケーブル104は、2本の芯線が編組線で覆われてなる2芯のシールドケーブルであって、GND線106の他端は、接続ケーブル104の編組線に接続される。
- [0049] 図5Bに示されるように、工程2では、下側GND電極100の上面に下側弾性板110を接着剤により貼り合わせる。この下側弾性板110は、発泡ゴム等からなる弾性を有するスポンジ材を板状に成形した絶縁材であり、歩行動作に伴う体重移動に応じて圧縮荷重を受ける。本実施例においては、下側弾性板110は、厚さを3mm程度に形成されており、荷重の大きさによって1mm～3mmの範囲で伸縮するように設定されている。また、下側弾性板110の中央部分には、下側GND電極100の電極接続端子102に対向する矩形状の切り欠き112が設けられている。
- [0050] 尚、下側弾性板110の硬度は、装着者12の体重によって選択されており、例えば、体重が51Kg～60Kg用のゴム硬度30、61Kg～70Kg用のゴム硬度35、71Kg～80Kg用のゴム硬度40と言った具合にそれぞれ硬度の異なる下側弾性板110を予め用意する。従って、荷重測定部50、52は、装着者12の足のサイズ(大きさ)と装着者12の体重に応じたものを選択することになる。
- [0051] また、靴84の靴底は、下側弾性板110が床面からの反力によって圧縮されるため、反力を吸収しないように硬いものが望ましい。しかしながら、靴84の靴底が運動靴のようにゴム材である場合には、下側弾性板110の硬度を靴底よりも軟らかいものにすることで荷重測定が安定的に行える。
- [0052] 図5Cに示されるように、工程3では、下側GND電極100の下面に絶縁性を有する



保護用ゴム板120を接着剤により貼り合わせる。保護用ゴム板120は、下側GND電極100を靴84の内壁との摩擦から保護するためのものであり、下側GND電極100の下面全体を覆うように貼着される。また、保護用ゴム板120は、床面からの反力を吸収しないように下側弾性板110よりも薄くて硬い材質ものが使用される。

[0053] 図5Dに示されるように、工程4では、下側弾性板110の上面につま先検出電極130と踵検出電極140とを接着剤により貼り合わせる。このつま先検出電極130、踵検出電極140は、前述した反力センサ50a, 50b, 52a, 52bを構成しており、下側GND電極100と同様、線状の導電性金属材(例えば、耐食性を有するステンレス材)を編み込んだメッシュ状に形成されている。そのため、つま先検出電極130、踵検出電極140は、歩行動作に伴う足の裏面の動きに応じて各導電性金属材が撓むことで、荷重を受けた部分が断線しないように構成されている。また、つま先検出電極130、踵検出電極140の上下面には、樹脂材からなる絶縁性皮膜が被覆されている。

[0054] 尚、つま先検出電極130及び踵検出電極140の端子132, 142には、印加された荷重に応じた静電容量の変化を検出するための接続ケーブル104の芯線152, 154の一端が半田付けにより接続されている。また、芯線152, 154の他端は、後述するコンデンサC(図6参照)に電圧を印加する電圧源に接続される。

[0055] つま先検出電極130及び踵検出電極140は、弾性板110の周縁部より内側に位置するように貼着され、外側に下側弾性板110の周縁部が露出するように接着される。

[0056] 図5Eに示されるように、工程5では、つま先検出電極130及び踵検出電極140の上面及び下側弾性板110の露出部分に上側弾性板160を接着剤により貼り合わせる。この上側弾性板160は、前述した下側弾性板110と同様、発泡ゴム等からなる弾性を有するスポンジ材を板状に成形した絶縁材であり、歩行動作に伴う体重移動に応じて圧縮荷重を受ける。本実施例においては、上側弾性板160は、厚さを3mm程度に形成されており、荷重の大きさによって1mm～3mmの範囲で伸縮するように設定されている。また、上側弾性板160の中央部分には、下側GND電極100の電極接続端子102に対向する矩形状の切り欠き162が設けられている。

[0057] 尚、上側弾性板160の硬度は、前述した下側弾性板110と同様、装着者12の体重

によって選択されており、例えば、体重が51Kg～60Kg用のゴム硬度30、61Kg～70Kg用のゴム硬度35、71Kg～80Kg用のゴム硬度40と言った具合にそれぞれ硬度の異なる上側弾性板160を予め用意する。

[0058] また、靴84の靴底は、上側弾性板160が床面からの反力によって圧縮されるため、反力を吸収しないように硬いものが望ましい。しかしながら、靴84の靴底が運動靴のようにゴム材である場合には、上側弾性板160の硬度を靴底よりも軟らかいものにする事で荷重測定が安定的に行える。

[0059] 図5Fに示されるように、工程6では、前述した下側GND電極100と同様、線状の導電性金属材(例えば、耐食性を有するステンレス材)を編み込んだメッシュ状に形成された上側GND電極(上側接地用電極)170の端子172に接続ケーブル104のGND線174の一端を半田付けする。また、GND線(接地用線)174の他端は、接続ケーブル104の編組線に接続される。そして、上側GND電極170を上側弾性板160の上面に接着する。

[0060] 上側GND電極170は、線状の導電性金属材をメッシュ状に編み込んだため、例えば、歩行動作に伴う足の裏面の動きに応じて各導電性金属材が伸縮動作して荷重を受けた部分が撓むことで断線しないように構成されている。また、上側GND電極170の上下面には、樹脂材からなる絶縁性皮膜が被覆されている。

[0061] 図5Gに示されるように、工程7では、上側GND電極170の上面に絶縁性を有する保護用ゴム板180を接着剤により貼り合わせる。保護用ゴム板180は、前述した保護用ゴム板120と同様、上側GND電極170を装着者12の足の裏面との摩擦から保護するためのものであり、上側GND電極170の上面全体を覆うように貼着される。また、保護用ゴム板180は、床面からの反力を吸収しないように下側弾性板110及び上側弾性板160よりも薄くて硬い材質ものが使用される。

[0062] このように、本実施例の荷重測定部50、52は、下側から保護用ゴム板120、下側GND電極100、下側弾性板110、つま先検出電極130及び踵検出電極140、上側弾性板160、上側GND電極170、保護用ゴム板180の順に重ね合わせた積層状態で一体的に接合されている。

[0063] また、本実施例では、下側GND電極100と上側GND電極170との間につま先検

出電極130及び踵検出電極140が介在する構成であるので、つま先検出電極130及び踵検出電極140が下側GND電極100及び上側GND電極170によって電磁波をシールドされている。このため、つま先検出電極130及び踵検出電極140から検出された信号は、外部ノイズの影響を受けず、つま先検出電極130及び踵検出電極140による検出精度が高められている。

[0064] 図6は荷重測定部50、52の等価回路を示す図である。図6に示されるように、この等価回路200は、つま先検出電極130と下側GND電極100、上側GND電極170との上下方向距離、及び踵検出電極140と下側GND電極100、上側GND電極170との上下方向距離に応じた静電容量を検出するように構成されている。

[0065] 等価回路200において、スイッチSWをオフからオンに切り替えると、コンデンサCに電荷が蓄積され始めコンデンサCの両端の電位差 $V_c$ は、ゼロの状態からコンデンサCの電極間距離に応じた充電時間で上昇する。従って、この等価回路200によれば、コンデンサCの容量によって充電時間が変わるので、放電してからコンデンサCの電位差 $V_c$ が所定値 $V_x$ に達するまでの時間を測定することで静電容量を測定できる。

[0066] 図7はコンデンサC(反力センサ)の電圧の変化を示すグラフである。図7に示されるように、コンデンサCの電圧は、次式(1)で示す関数(RC)によって電荷速度が変化する。

$$V(t) = V_s(1 - e^{-t/RC}) \dots (1)$$

例えば、図7において、グラフa～dのように抵抗R(一定)とコンデンサCの容量によってコンデンサCの電位差 $V_c$ が所定値 $V_x$ に達するまでの時間が $t_1 \sim t_4$ のように変化する。すなわち、抵抗Rが一定であるので、コンデンサCの電極間距離が小さくほど静電容量が減少し、コンデンサCの電極間距離が大きいほど静電容量が増大することになり、コンデンサCの充電時間からコンデンサCの電極間距離を求めることが可能になる。

[0067] 本実施例では、つま先検出電極130及び踵検出電極140と下側GND電極100、上側GND電極170とがコンデンサCを構成するため、つま先検出電極130及び踵検出電極140と下側GND電極100、上側GND電極170との上下方向距離によっ

て静電容量が変化する。そのため、上記荷重測定部50, 52は、この静電容量を検出することにより足の裏面に作用する体重(荷重)の割合を求めることができる。

[0068] 図8A～図8Dは装着者12の足の裏面の動きに関連する荷重測定部50, 52の動きを示す図である。尚、装着者12の左右の足の動きは、左右対称であるが、交互に連続して行なわれるため、ここでは、装着者12が前進する際の一方の足の動きについてのみ説明する。

[0069] 図8Aに示されるように、装着者12の足300の踵310が床面330に当接した状態(他方の足のつま先が床面に当接している)では、荷重測定部50(52)の反力センサ50b(52b)に荷重Wbが作用する。すなわち、踵検出電極140に対向する下側弾性板110、上側弾性板160の部分が荷重Wbによって圧縮される。これにより、踵検出電極140に対向する下側GND電極100、上側GND電極170との上下方向距離が狭くなり、静電容量が減少する。この動作状態は、図7のグラフcに示す検出状態に相当する。

[0070] 図8Bに示されるように、さらに、装着者12の足300の動きが進み、踵310及びつま先320が床面330に当接した状態(他方の足の裏面が床面から離間している)では、荷重測定部50(52)の反力センサ50b(52b)に荷重Wbが作用すると共に、荷重測定部50(52)の反力センサ50a(52a)に荷重Waが作用する。そのため、つま先検出電極130及び踵検出電極140に対向する下側弾性板110、上側弾性板160の部分が荷重Wa, Wbによって圧縮される。これにより、つま先検出電極130及び踵検出電極140に対向する下側GND電極100、上側GND電極170との上下方向距離が狭くなり、つま先及び踵の静電容量が減少する。この動作状態は、図7のグラフaに示す検出状態に相当する。

[0071] 図8Cに示されるように、さらに、装着者12の足300の動きが進み、踵310が床面330から離間し、且つま先320が床面330に当接した状態(他方の足の踵が床面に当接している)では、荷重測定部50(52)の反力センサ50a(52a)のみに荷重Waが作用する。そのため、つま先検出電極130に対向する下側弾性板110、上側弾性板160の部分が荷重Waによって圧縮される。これにより、つま先検出電極130に対向する下側GND電極100、上側GND電極170との上下方向距離が狭くなり、つま先

の静電容量が減少する。この動作状態は、図7のグラフbに示す検出状態に相当する。

[0072] 図8Dに示されるように、さらに、装着者12の足300の動きが進み、つま先320も床面330から離間した状態(他方の足の踵及びつま先が床面に当接している)では、荷重測定部50(52)の反力センサ50a(52a)に荷重が作用しない。そのため、下側弾性板110、上側弾性板160が圧縮されず、荷重の無い状態に復帰する。これにより、つま先検出電極130及び踵検出電極140に対向する下側GND電極100、上側GND電極170との上下方向距離が広くなり、つま先及び踵の静電容量が増大する。この動作状態は、図7のグラフdに示す検出状態に相当する。

[0073] このように、つま先検出電極130及び踵検出電極140から検出された静電容量の検出信号の値(所定電圧に達するまでの時間)によって装着者12の歩行動作状態(つま先と踵の荷重変化)を識別することが可能なる。

[0074] 図9は装着者の歩行動作に伴う重心移動の軌跡を真上から見た図である。図9に示されるように、装着者12が右足300Rと左足300Lとを交互に前に出すように歩行する場合、装着者12の重心は、G1~G8で示すように移動する。例えば、装着者12が右足300Rを前に出すと、右足300Rの踵(G1)に体重が乗って重心が装着者12の前側に移動する。さらに、装着者12の左足300Lが床面から離れて体を前方に傾けると、右足300Rの踵(G1)及びつま先に(G2)に体重が乗って重心が装着者12の前側に移動する。

[0075] 次に、装着者12の左足300Lが右足300Rより前に進むと、右足300Rの踵(G1)が床面から離間した状態になり、右足300Rのつま先(G2)と左足300Lの踵(G3)に体重が乗って重心が装着者12の前側に移動する。

[0076] このように、装着者12の右足300Rと左足300Lとを交互に前に進めることで、装着者12の体重の作用点がG1~G8で示すように移動する。従って、装着者12の体重の作用点G1~G8を結ぶ線が重心の移動軌跡340となり、図9に示すように右足300R及び左足300Lの着地点(床面から反力を受ける)に沿うように移動することになる。

[0077] 本実施例において、装着者12の重心は、つま先検出電極130及び踵検出電極14

0により検出される静電容量に応じた検出信号から求まる。すなわち、後述するよう制御装置により荷重測定部50, 52の反力センサ50a, 50b, 52a, 52bによって検出された検出信号に基づいて各荷重の変化を演算し、さらに各検出荷重の割合から装着者12の足の裏面の重心位置を演算することで、歩行動作に伴う重心位置が得られる。

[0078] 動作補助装置10では、この重心位置の検出データに基づいて各駆動モータ20, 22, 24, 26の駆動トルク発生タイミングを制御している。すなわち、装着者12が右足300Rを前に出すタイミングと右側の駆動モータ20, 24を駆動させるタイミングとを一致させることが可能になる。また、これと同様に、装着者12が左足300Lを前に出すタイミングと左側の駆動モータ22, 26を駆動させるタイミングとを一致させることが可能になる。

[0079] 図10は反力センサ50a, 50b, 52a, 52bから出力された検出信号の推移を示すグラフである。図10に示されるように、反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb, La, Lbは、装着者12の歩行動作に応じて増減を繰り返す。

[0080] 例えば、右足300Rの反力センサ50bの検出信号Rbは、右足300Rの踵310が床面に当接したとき(図8A参照)がピーク値になり、右足300Rの反力センサ50aの検出信号Raは、右足300Rのつま先320のみが床面に当接したとき(図8C参照)がピーク値になる。

[0081] また、左足300Lの反力センサ52bの検出信号Lbは、右足300Rの反力センサ50bの位相差T1で検出され、左足300Rの踵310が床面に当接したとき(図8A参照)がピーク値になり、左足300Lの反力センサ52aの検出信号Laは、右足300Rの反力センサ50aの位相差T2で検出され、右足300Rのつま先320のみが床面に当接したとき(図8C参照)がピーク値になる。

[0082] このように、装着者12が一定のリズムで歩行する場合、反力センサ50a, 50b, 52a, 52bから出力された検出信号Ra, Rb, La, Lbは、所定の位相差で増減を繰り返す。そのため、反力センサ50a, 50b, 52a, 52bから出力された各検出信号Ra, Rb, La, Lbの相対的な割合を時間の経過と共に比較することにより重心の移動を推定することが可能になる。

[0083] 図11は動作補助装着フレーム18と制御装置400との関係を模式的に示す制御システムの概念図である。図11に示されるように、制御ユニット36に搭載された制御装置400は、演算処理を行なうコンピュータであり、予め複数の制御プログラムが格納されたメモリ460を有する。そして、制御装置400は、メモリ460から制御プログラムを読み込むことにより後述する各制御処理を実行する。本実施例において、制御装置400は、生体信号検出センサ38a, 38b, 40a, 40b, 42a, 42b, 44a, 44bにより検出された生体信号から指令信号を取得する生体信号処理手段410と、神経伝達信号および筋電位信号に基づいて各モータ20, 22, 24, 26の駆動を制御する随意的制御手段420と、随意的制御手段420から出力された制御信号に応じた駆動信号を各モータに印加する駆動信号生成手段430と、反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb, La, Lbに基づいて装着者12の重心位置を検出する重心位置検出手段440とを有する。尚、本実施例においては、モータ制御方式として駆動信号としてモータに供給される電流を制御する方式を例に挙げて説明する。

[0084] 随意的制御手段420は、装着者12の意思により右足を動作させる際に生じる生体電位から神経伝達信号および筋電位信号を生成する生体電位処理手段410からの指令信号に基づいて制御信号を駆動信号生成手段430に出力する。駆動信号生成手段430は、随意的制御手段420からの制御信号に応じた駆動電流を生成して各モータ20, 22, 24, 26に出力する。

[0085] また、装着者12が歩行動作すると、反力センサ50a, 50b, 52a, 52bは歩行動作に応じた検出信号Ra, Rb, La, Lb(静電容量に応じた信号)を出力する。この検出信号Ra, Rb, La, Lbは、A/D変換器450によりデジタル信号に変換されてメモリ460に格納され、さらにメモリ460から重心位置検出手段440に入力される。

[0086] ここで、図12を参照して制御装置400が実行する反力センサのキャリブレーション処理について説明する。尚、図12に示す制御処理は、装着者12に動作補助装着フレーム18を装着し、装着者12の両足が靴84を履いた状態で実行される。

[0087] 図12に示すS11において、制御装置400は、装着者12に動作補助装着フレーム18を装着した後、動作補助装置10の電源スイッチがオンに操作されると、S12に進み、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb, La, Lb(静電容量に応

じた信号)を読み込み、各信号Ra, Rb,La,Lbによる静電容量をメモリ460に記憶する。次のS13では、予め設定された所定時間(例えば、5秒~10秒)が経過したか否かをチェックする。この所定時間が経過する間に各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb,La,Lbが変動した場合には、メモリ460に記憶された検出データが最新の検出データに更新される。

[0088] S13で所定時間が経過すると、S14に進み、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb,La,Lbの最終値を基準値(初期値)として設定する。次のS15では、装着者12が歩行を開始したか否かをチェックする。例えば、装着者12が椅子に座った状態から立上がる際の動作に伴って生体信号検出センサ38a, 38b, 40a, 40b, 42a, 42b, 44a, 44bから生体信号が出力されたことにより、歩行動作が開始されたものと判断する。また、装着者12が椅子に座った状態から立上がる際の動作による重心位置の検出は、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52b以外のセンサ(例えば、装着者12のお尻の部分にも静電容量式の反力センサを設ける)を合わせて用いることで立上がり動作が開始されたことを検出することが可能になる。

[0089] 次のS16では、反力センサ50aにより右足つま先の荷重変化が検出されたか否かをチェックする。S16において、反力センサ50aの検出信号Raが変動したときは(YESの場合)、S17に進み、反力センサ50bにより右足かかとの荷重変化が検出されたか否かをチェックする。

[0090] S17において、反力センサ50bの検出信号Rbが変動したときは(YESの場合)、S18に進み、反力センサ52aにより右足つま先の荷重変化が検出されたか否かをチェックする。次のS18において、反力センサ52aの検出信号Laが変動したときは(YESの場合)、S19に進み、反力センサ52bにより左足かかとの荷重変化が検出されたか否かをチェックする。

[0091] S19において、反力センサ52bにより左足かかとの荷重変化が検出されたときは(YESの場合)、S20に進み、装着者12が立ったまま静止した状態(起立状態)のときの各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb,La,Lbを読み込む。

[0092] 次のS21では、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの基準値(初期値)のキャリブレーション処理を行なう。すなわち、歩行状態から起立状態に移行したときに検出さ



れた各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb,La,Lbを読み込み、これを基準値として更新する。従って、装着直後に検出された基準値は、装着者12の歩行動作によって変化した最新の基準値に更新される。これにより、例えば、装着者12の足と靴84とのフィッティングが修正されたり、装着者12の体の動きがその日の体調によって変動することを考慮した基準値に修正される。

- [0093] S22において、各反力センサの基準値のキャリブレーション処理が終了すると、今回の制御処理を終了する。
- [0094] また、上記S16において、反力センサ50aの検出信号Raが変動しないときは(NOの場合)、S23に進み、反力センサ50aで何らかの異常が発生したものと判断し、S27に進み、反力センサ50aの基準値をリセットする。
- [0095] また、上記S17において、反力センサ50bの検出信号Rbが変動しないときは(NOの場合)、S24に進み、反力センサ50bで何らかの異常が発生したものと判断し、S27に進み、反力センサ50bの基準値をリセットする。
- [0096] また、上記S18において、反力センサ52aの検出信号Laが変動しないときは(NOの場合)、S25では反力センサ52aで何らかの異常が発生したものと判断し、S27に進み、反力センサ52aの基準値をリセットする。
- [0097] また、上記S19において、反力センサ52bの検出信号Lbが変動しないときは(NOの場合)、S26では反力センサ52bで何らかの異常が発生したものと判断し、S27に進み、反力センサ52bの基準値をリセットする。
- [0098] S27の後は、S12の処理に戻り、S12以降の処理を繰り返す。尚、異常が発生した反力センサを別のものと交換する場合には、今回の制御処理を中止し、荷重測定部50, 52を新しいものと交換すれば良いので、反力センサの修復作業を短時間でできる。
- [0099] 上記キャリブレーション処理が終了すると、装着者12は歩行動作を開始する。続いて、図13を参照して歩行動作に伴う制御装置400が実行する重心位置検出処理1について説明する。図13に示されるように、制御装置400は、S31で歩行中の各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb,La,Lb(静電容量に応じた信号)を読み込み、メモリ460に記憶する。

- [0100] 次のS32では、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb, La, Lbを比較する。続いて、S33に進み、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bから出力された検出信号Ra, Rb, La, Lbの最大値の反力センサを識別する。
- [0101] 上記S33で各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの中から選択された一の反力センサの位置から装着者12の重心がどの足に乗っているかを判断する。次のS34において、右足に重心がある場合には(YESの場合)、S35に進み、右足の反力センサ50aと50bによって測定されたつま先荷重 $W_{RA}$ と踵荷重 $W_{Rb}$ との割合(比率)から右足の重心位置を演算する。そして、S36で右足の重心位置のデータ(装着者12の中心からの距離)を出力する。
- [0102] また、上記S34において、重心が右足にないときは(NOの場合)、S37に進み、重心が左足にあるか否かをチェックする。S37において、重心が左足にあるときは(YESの場合)、S38に進み、左足の反力センサ52aと52bによって測定されたつま先荷重 $W_{LA}$ と踵荷重 $W_{Lb}$ との割合(比率)から左足の重心位置を演算する。そして、S36で左足の重心位置のデータ(装着者12の中心からの距離)を出力する。
- [0103] また、上記S37において、重心が左足にないときは(NOの場合)、S31に戻り、S31以降の処理を再度行なう。
- [0104] また、重心位置のデータとしては、X-Y座標系において、装着者12の中心位置の座標をX=0, Y=0とし、この基準位置に対するX方向位置とY方向位置によって重心位置を規定する方法を用いても良い。
- [0105] 続いて、図14を参照して歩行動作に伴う制御装置400が実行する重心位置検出処理2について説明する。この重心位置検出処理2では、重心位置を正確に演算するのではなく、各反力センサで検出された荷重の大きさに基づいておおよその重心位置を推測することにより、演算処理を簡略化する方法が採られている。
- [0106] 図14に示されるように、制御装置400は、S41で各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb, La, Lb(静電容量に応じた信号)を読み込み、各信号Ra, Rb, La, Lbによる静電容量をメモリ460に記憶する。次のS42では、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bの検出信号Ra, Rb, La, Lbを比較する。
- [0107] 続いて、S43に進み、反力センサ50aで検出された荷重 $W_{Ra}$ と反力センサ52aで検

出された荷重 $W_{La}$ とを比較する。S43において、 $W_{Ra} > W_{La}$ の場合は(YESの場合)、S44に進み、反力センサ50aで検出された荷重 $W_{Ra}$ と反力センサ52bで検出された荷重 $W_{Rb}$ とを比較する。S44において、 $W_{Ra} > W_{Rb}$ の場合は(YESの場合)、S45に進み、右足つま先に重心があると判定する。そして、S55に進み、重心位置の判定結果を出力する。

[0108] また、S43において、 $W_{Ra} > W_{La}$ でない場合は(NOの場合)、S46に進み、反力センサ50aで検出された荷重 $W_{Ra}$ と反力センサ52aで検出された荷重 $W_{La}$ とを比較する。S46において、 $W_{Ra} < W_{La}$ の場合は(YESの場合)、S47に進み、反力センサ52aで検出された荷重 $W_{La}$ と反力センサ52bで検出された荷重 $W_{Lb}$ とを比較する。S47において、 $W_{La} > W_{Lb}$ の場合は(YESの場合)、S48に進み、左足つま先に重心があると判定する。そして、S55に進み、重心位置の判定結果を出力する。

[0109] また、S46において、 $W_{Ra} < W_{La}$ でない場合は(NOの場合)、S49に進み、反力センサ50bで検出された荷重 $W_{Rb}$ と反力センサ52bで検出された荷重 $W_{Lb}$ とを比較する。S49において、 $W_{Rb} > W_{Lb}$ の場合は(YESの場合)、S50に進み、反力センサ50bで検出された荷重 $W_{Ra}$ と反力センサ52aで検出された荷重 $W_{Rb}$ とを比較する。S50において、 $W_{Rb} > W_{Ra}$ の場合は(YESの場合)、S51に進み、右足踵に重心があると判定する。そして、S55に進み、重心位置の判定結果を出力する。

[0110] また、S49において、 $W_{Rb} > W_{Lb}$ でない場合は(NOの場合)、S52に進み、反力センサ50bで検出された荷重 $W_{Rb}$ と反力センサ52bで検出された荷重 $W_{Lb}$ とを比較する。S52において、 $W_{Rb} < W_{Lb}$ の場合は(YESの場合)、S53に進み、反力センサ52bで検出された荷重 $W_{Lb}$ と反力センサ52aで検出された荷重 $W_{La}$ とを比較する。S53において、 $W_{Lb} > W_{La}$ の場合は(YESの場合)、S54に進み、左足踵に重心があると判定する。そして、S55に進み、重心位置の判定結果を出力する。

[0111] 尚、上記実施例では、各反力センサ50a, 50b, 52a, 52bにより検出された体重移動に伴う歩行動作の重心移動を検出する場合を例に挙げて説明したが、この歩行動作以外の動作による重心位置の検出(例えば、椅子から立ち上がる動作や立ったままの姿勢での重心位置の検出や階段の昇り降り動作に伴う重心位置の検出)も行なうことができる。

[0112] 以下、荷重測定部50, 52の変形例について説明する。

[0113] 図15は、荷重測定部50, 52の変形例1を下からみた図である。尚、図15では左足の裏面のみを示しているが、右足の裏面も同様に構成されているので、図示を省略する。

[0114] 図15に示されるように、変形例1の荷重測定部50A, 52Aは、第1つま先電極132、第2つま先電極134、中央部電極136、踵電極140を有する。従って、荷重測定部50A, 52Aは、装着者12の両足の裏面の長手方向を4分割して各部分の荷重に応じた静電容量を検出する。

[0115] 従って、変形例1の荷重測定部50A, 52Aは、第1つま先電極132、第2つま先電極134、中央部電極136、踵電極140によって形成される4個の反力センサを有する。そのため、前述した反力センサがつま先と踵の2箇所に配したものよりも装着者12の両足の裏面の重心位置をより正確に検出することが可能になる。

[0116] 図16は、荷重測定部50, 52の変形例2を下(裏面)からみた図である。尚、図16では左足の裏面のみを示しているが、右足の裏面も同様に構成されているので、図示を省略する。

[0117] 図16に示されるように、変形例2の荷重測定部50B, 52Bは、足の裏面を12箇所に分割して荷重を測定することができるように第1～第12電極501～512が配されている。この変形例2では、上記変形例1よりもさらに電極数を増やして反力センサ数を12個としたため、変形例1のものよりも装着者12の両足の裏面の重心位置をより正確に検出することが可能になる。

[0118] 図17は荷重測定部50, 52の変形例3を示す分解斜視図である。図17に示されるように、変形例3の荷重測定部50C, 52Cは、フレキシブル配線板構造により構成されており、樹脂製のフレキシブル基板に電極層及び絶縁層、弾性層が5層に積層された構成のものである。

[0119] すなわち、荷重測定部50C, 52Cは、下から下側GND電極(下側接地用電極)610と、下側弾性層620と、つま先電極130と踵電極140が形成された電極層630と、上側弾性層640と、上側GND電極(上側接地用電極)650とが積層され、接着により一体化されている。

- [0120] 下側GND電極610は、樹脂製のフレキシブル配線板612の上面に電極パターン614(実施例1のものよりも細い線状パターン)がネット状にめっきされている。また、フレキシブル配線板612の中央部分の側方に延在するコネクタ端子用ランド616が設けられている。
- [0121] 下側弾性層620は、例えば、絶縁性を有するスポンジ状の弾性材により形成されており、前述した実施例1のものよりも大幅に薄く(例えば、厚さが1mm程度)形成されている。
- [0122] 電極層630は、フレキシブル配線板632の上面につま先電極130と踵電極140としての電極パターン(実施例1のものよりも細い線状パターン)がネット状にめっきされている。また、フレキシブル配線板632の中央部分には、側方に延在するコネクタ端子用ランド634が設けられている。
- [0123] 上側弾性層640は、下側弾性層620と同様、例えば、絶縁性を有するスポンジ状の弾性材により形成されており、前述した実施例1のものよりも大幅に薄く(例えば、厚さが1mm程度)形成されている。
- [0124] 上側GND電極650は、下側GND電極610と同様、樹脂製のフレキシブル配線板652の下面に電極パターン654(実施例1のものよりも細い線状パターン)がネット状にめっきされている。また、フレキシブル配線板652の中央部分の側方に延在するコネクタ端子用ランド656が設けられている。
- [0125] このように、荷重測定部50C、52Cは、上記フレキシブル配線板612、632、652を積層する構成であるので、実施例1のものよりも薄型化されている。さらに、荷重測定部50C、52Cは、弾性変形に強いフレキシブル配線板612、632、652に各電極パターンを形成して弾性層620、640を上下方向から挟む構成であるので、長期間の使用にも断線が生じないように構成されている。
- [0126] 尚、下側弾性層620及び上側弾性層640の厚さや材質は、上記のものに限らず、例えば、装着者12の体重や使用頻度などの使用条件に応じて任意の寸法や材質を選択することにより当該装着者12に適合した荷重測定部50C、52Cに仕上げる事が可能になる。
- [0127] また、変形例3の荷重測定部50C、52Cにおいても、前述した実施例1と同様に、

つま先電極130及び踵電極140と上側GND電極650、下側GND電極610とによってコンデンサCを構成して荷重に応じた静電容量を検出することができるように構成されている。そのため、装着者12の歩行動作に伴って荷重が作用すると、下側弾性層620及び上側弾性層640が圧縮されて電極間距離が変化し、検出される静電容量も変化する。これにより、変形例3の荷重測定部50C、52Cにおいても、装着者12の歩行動作による重心位置を正確に検出することが可能になる。

[0128] また、荷重測定部50C、52Cは、上面及び下面がフレキシブル配線板652、612により形成されるため、積層した後に絶縁材により被覆作業を不要にでき、製造工程数を削減することが可能になる。

[0129] 図18は荷重測定部50、52の変形例4を示す分解斜視図である。図18に示されるように、変形例4の荷重測定部50D、52Dは、下側電極シート(第1電極シート)710と、弾性シート(弾性板)720と、上側電極シート(第2電極シート)730とが上下方向に積層され、接着により一体化される。

[0130] 下側電極シート710は、X方向に延在する複数の電極線712(712<sub>1</sub> ~ 712<sub>n</sub>)が所定間隔で同じX方向に平行に配されている。また、下側電極シート710は、可撓性を有する絶縁材により形成されたフィルム状(シート状)のフレキシブル基板からなり、例えば、厚さが0.5mm程度に形成されている。

[0131] 尚、電極線712の固定方法としては、下側電極シート710の表面あるいは内部に埋め込むように成型しても良いし、あるいは下側電極シート710の表面に細い電極パターンをめっき法や蒸着法やスパッタ法等の薄膜形成法を用いて形成するようにしても良い。

[0132] 弾性シート720は、例えば、絶縁性を有するスポンジ状の弾性板により形成されており、前述した実施例1のものよりも大幅に薄く(例えば、厚さが1mm程度)形成されている。

[0133] 上側電極シート730は、上記下側電極シート710の電極線712の延在方向と直交するY方向に延在する複数の電極線732(732<sub>1</sub> ~ 732<sub>n</sub>)が所定間隔で同じY方向に平行に配されている。また、上側電極シート730は、前述した下側電極シート710と同様に、可撓性を有する絶縁材により形成されたフィルム状(シート状)のフレキシブ

ル基板からなり、例えば、厚さが0.5mm程度に形成されている。上記電極線732も前述した電極線712と同じ方法により形成される。

[0134] 複数の電極線712, 732の間隔は、任意に設定することが可能である。例えば、電極線712, 732の太さを0.1mm~0.3mm程度で形成する場合、複数の電極線712, 732の間隔を1mm~3mm程度にすることも可能である。

[0135] 上記下側電極シート710と、弾性シート(弾性層)720と、上側電極シート730とが上下方向に積層された状態で装着者12の足型740の輪郭形状に合わせて切断する。そして、下側電極シート710と上側電極シート730との間に弾性シート720を介在させた積層状態で接合して下側電極シート710、弾性シート720、上側電極シート730を一体化する。さらに、複数の電極線712, 732の夫々にフレキシブルケーブルの各配線を接続し、順次通電可能にする。

[0136] 荷重測定部50D, 52Dは、フィルム状の樹脂材からなる下側電極シート710及び上側電極シート730を弾性シート720の下面、上面の夫々にラミネートするように接合されるため、歩行動作時の体重移動による荷重変化に応じて弾力的に伸縮する。そのため、装着者12が歩行動作する際の衝撃も緩和され、電極線712, 732の断線を防止できると共に、装着者12は違和感を感じることなく歩行動作を行える。

[0137] 上記荷重測定部50D, 52Dの接合方法としては、例えば、下側電極シート710、弾性シート720、上側電極シート730の各間に接着剤を塗布し、上下方向から加圧して一体化する方法がある。また、他の接合方法として、足型740の輪郭形状に対応した下側電極シート710及び上側電極シート730の周縁部に高周波を印加して局部的に加熱処理を施すことで上記周縁部を溶融接合させる方法もある。

[0138] 従って、下側電極シート710と上側電極シート730との間に弾性シート720を介在させるように積層することで、X方向に延在する複数の電極線712(712<sub>1</sub> ~ 712<sub>n</sub>)が行となり、Y方向に延在する複数の電極線732(732<sub>1</sub> ~ 732<sub>n</sub>)が列となるマトリクスを形成し、複数の電極線712(712<sub>1</sub> ~ 712<sub>n</sub>)と複数の電極線732(732<sub>1</sub> ~ 732<sub>n</sub>)との交点がコンデンサを形成する。従って、複数の電極線712(712<sub>1</sub> ~ 712<sub>n</sub>)と複数の電極線732(732<sub>1</sub> ~ 732<sub>n</sub>)との何れか一方が定電圧電源に接続され、他方がGN D側(接地側)に接続される。そして、各交点での静電容量を順次測定することで、装

着者12の足の裏面全体の荷重分布を測定することが可能になる。

- [0139] 予め上記下側電極シート710と、弾性シート720と、上側電極シート730とを積層状態に一体化したものの多数用意しておくことにより、装着者12の足を型取りすることで、各装着者12の足の大きさに合った荷重測定部50D, 52Dを効率良く製作することが可能になる。
- [0140] 尚、複数の電極線712, 732の夫々の通電は、例えば、切替スイッチを介して行なうようにしても良いし、あるいはソフト上で各電極線712, 732の通電タイミングを0.05秒～0.2秒の間隔で切替えるようにする。そして、通電された電極線712と対向配置された電極732とが交差するポイントにおける静電容量変化率(図7に示すグラフの傾斜角度から求まる)を瞬時に検出することで、複数の電極線712, 732が交差する全てのポイントの静電容量を効率良く検出することが可能になる。
- [0141] この荷重測定部50D, 52Dは、足の裏面を例えば、50～100箇所のポイント(交点)の静電容量を検出して各ポイントの荷重を測定することが可能になるので、装着者12の歩行動作に伴う両足の裏面における荷重分布を正確に測定することができる。そのため、例えば、装着者12が初めて装着式動作補助装置10を使用して歩行する場合に、予め装着者12の歩行動作の癖や重心のばらつき(前後左右の荷重変化)等のデータを各人毎に測定して蓄積するといったことも容易に行える。このような重心位置の変動を測定したデータを用いて装着者12が装着式動作補助装置10を使用して歩行する際の動作、傾き具合や進行方向のばらつきなどをコンピュータ上でシミュレーションすることも可能になる。
- [0142] また、荷重測定部50D, 52Dの変形例として、複数の電極線712、複数の電極線732を弾性シート720の上面、下面に直接形成し、さらに弾性シート720の上面、下面及び各電極線712, 732の表面に絶縁性を有する樹脂フィルムをラミネートする構成としても良い。
- [0143] 本国際出願は、2007年12月27日に出願した日本国特許出願2007-337166号に基づく優先権を主張するものであり、2007-337166号の全内容を本国際出願に援用する。



## 請求の範囲

- [1] 足の裏面の荷重を測定する荷重測定部を有し、該荷重測定部により測定された各荷重の変化により、重心位置を検出する重心位置検出装置であつて、  
前記荷重測定部は、前記足の裏面に密着するように保持され、体重移動によって変化する静電容量を検出することを特徴とする重心位置検出装置。
- [2] 請求項1に記載の重心位置検出装置であつて、  
前記荷重測定部は、前記足の裏面のつま先と踵の2箇所の荷重を測定することを特徴とする重心位置検出装置。
- [3] 請求項1に記載の重心位置検出装置であつて、  
前記荷重測定部は、靴の中敷きに設けられたことを特徴とする重心位置検出装置。
- [4] 請求項1に記載の重心位置検出装置であつて、  
前記荷重測定部は、  
弾性を有する板状の弾性板と、  
該弾性板の上面に固着された上側電極と、  
前記弾性板の下面に固着された下側電極と、  
を有し、  
前記上側電極と前記下側電極との間の静電容量を検出することを特徴とする重心位置検出装置。
- [5] 請求項4に記載の重心位置検出装置であつて、  
前記上側電極または前記下側電極の何れか一方をGNDに接続し、前記上側電極または前記下側電極の何れか他方を定電圧電源に接続し、  
前記上側電極と前記下側電極との間の電圧値が所定値に達するまでの時間から静電容量を演算することを特徴とする重心位置検出装置。
- [6] 請求項1に記載の重心位置検出装置であつて、  
前記荷重測定部は、  
下側GND電極と、  
該下側GND電極の上面に積層された下側弾性板と、

該下側弾性板の上面に積層された電圧検出電極と、  
該電圧検出電極の上面に積層された上側弾性板と、  
該上側弾性板の上面に積層された上側GND電極と、  
を有し、

前記電圧検出電極から検出された電圧が所定電圧に達するまでの間の時間から静電容量を検出することを特徴とする重心位置検出装置。

- [7] 請求項6に記載の重心位置検出装置であって、  
前記荷重測定部は、前記下側GND電極、前記下側弾性板、前記電圧検出電極、前記上側弾性板、前記上側GND電極を積層した状態で一体的に接合することを特徴とする重心位置検出装置。

- [8] 請求項1に記載の重心位置検出装置であって、  
前記荷重測定部は、  
一方向に所定間隔で平行に配された複数の電極線を有する第1電極シートと、  
該第1電極シートの上面に積層された弾性シートと、  
該弾性シートの上面に積層され、前記第1電極シートの電極線と交差する他方向に所定間隔で平行に配された複数の電極線を有する第2電極シートと、  
を有し、  
前記第1電極シートの電極線と前記第2電極シートの電極線とが交差するマトリクス状の各点の静電容量を順次検出することを特徴とする重心位置検出装置。

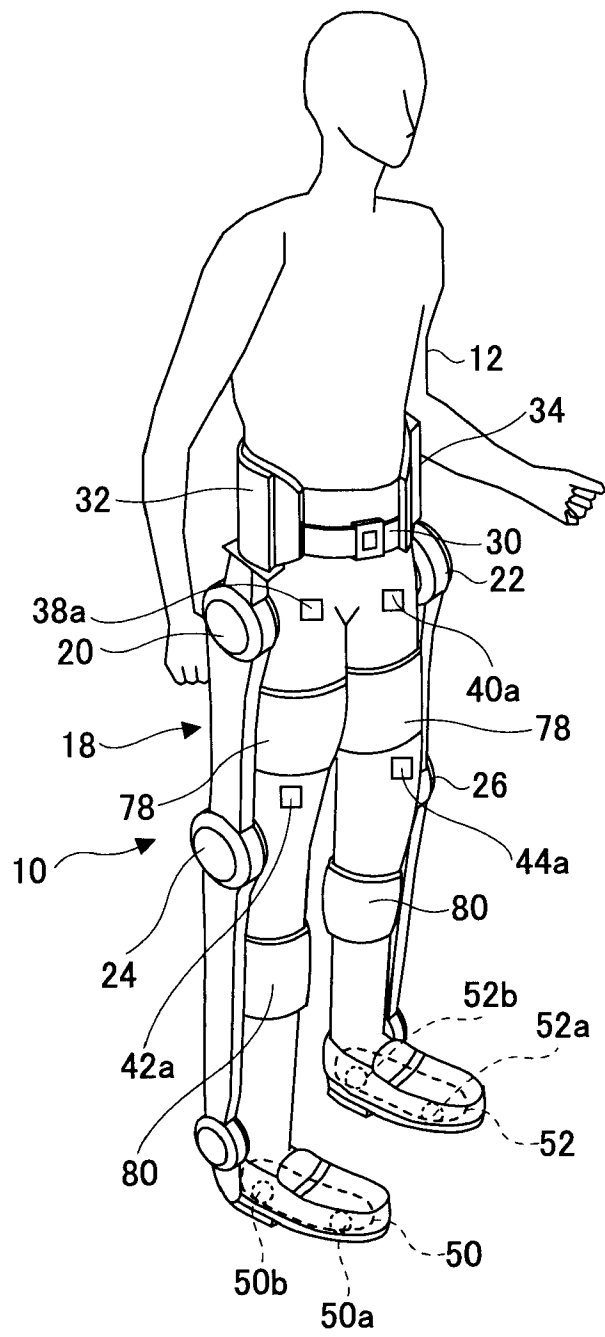
- [9] 請求項8に記載の重心位置検出装置であって、  
前記第1電極シート及び前記第2電極シートは、フィルム状のフレキシブル基板により形成され、  
前記第1電極シートと前記第2電極シートとの間に前記弾性シートを介在させた積層状態で前記第1電極シート、前記第2電極シート、前記弾性シートを一体的に接合することを特徴とする重心位置検出装置。

- [10] 請求項1に記載の重心位置検出装置と、  
動作補助力を発生する駆動部と、  
該駆動部の駆動力を装着者の足に伝達するフレームと、

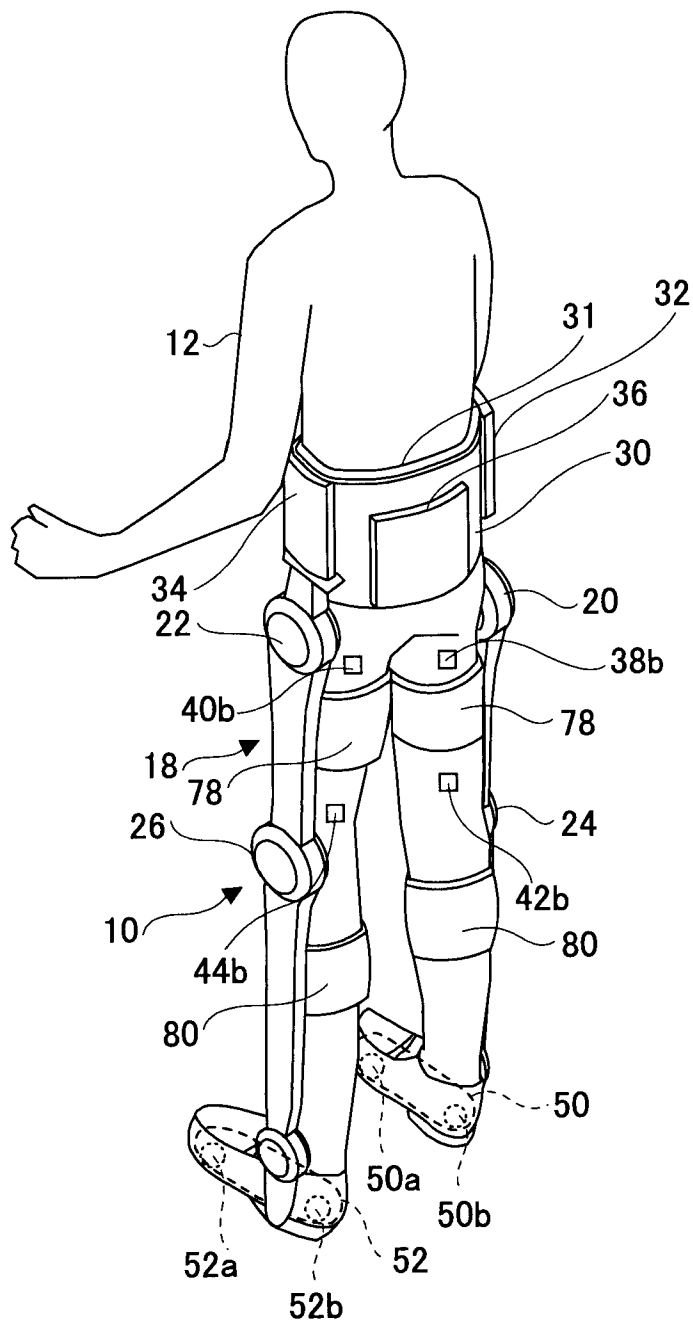
前記装着者の歩行動作に伴う生体信号を検出する生体信号検出部と、  
該生体信号検出部から得られた生体信号を及び前記重心位置検出装置により検出された重心位置に基づいて前記駆動部の駆動力を制御する制御部と、  
を備えたことを特徴とする装着式動作補助装置。

- [11] 請求項10に記載の装着式動作補助装置であって、  
前記重心位置検出装置は、  
前記装着者の右足の裏面に作用する荷重を検出する第1荷重測定部と、  
前記装着者の左足の裏面に作用する荷重を検出する第2荷重測定部と、  
前記第1荷重測定部により測定された右足荷重と前記第2荷重測定部により測定された左足荷重との割合に基づいて前記装着者の重心位置を検出する検出部と、  
を有することを特徴とする装着式動作補助装置。

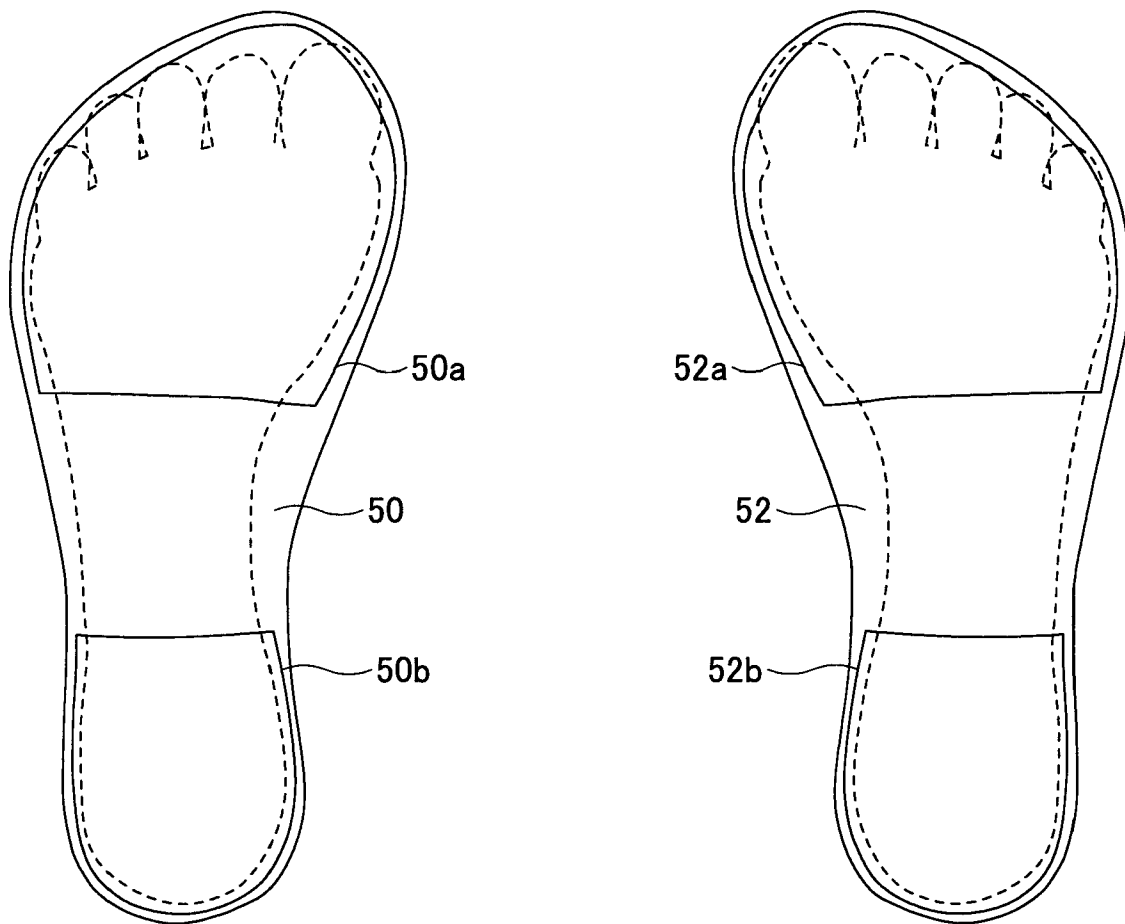
[図1]



[図2]

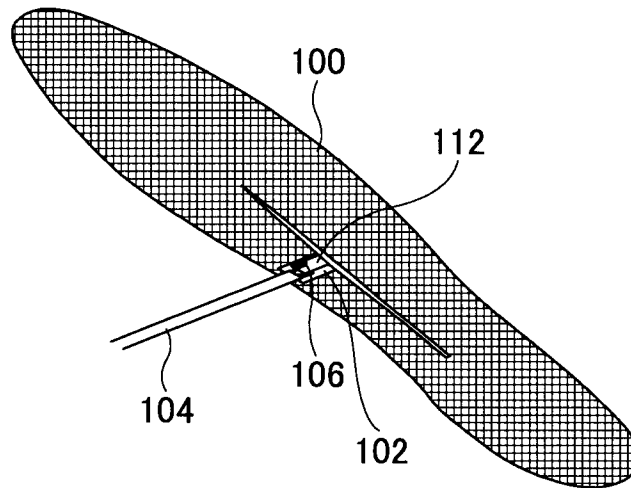


[図3]

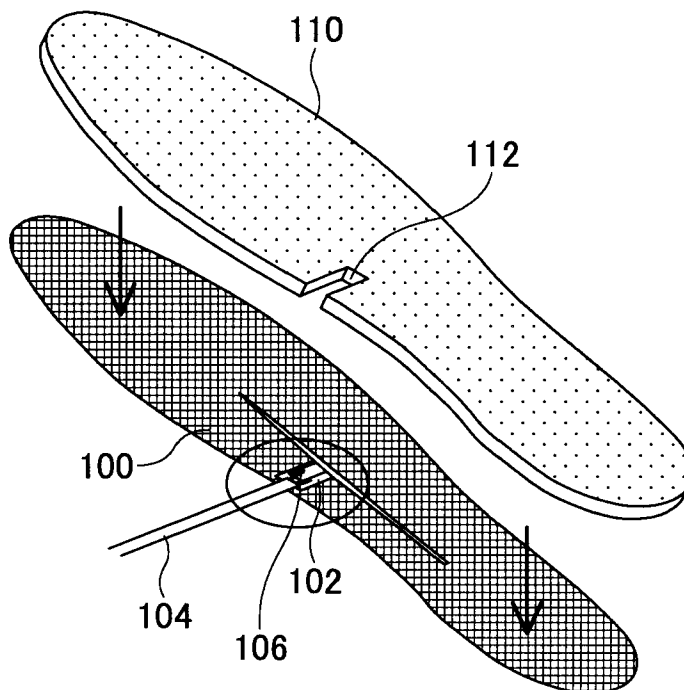




[図5A]

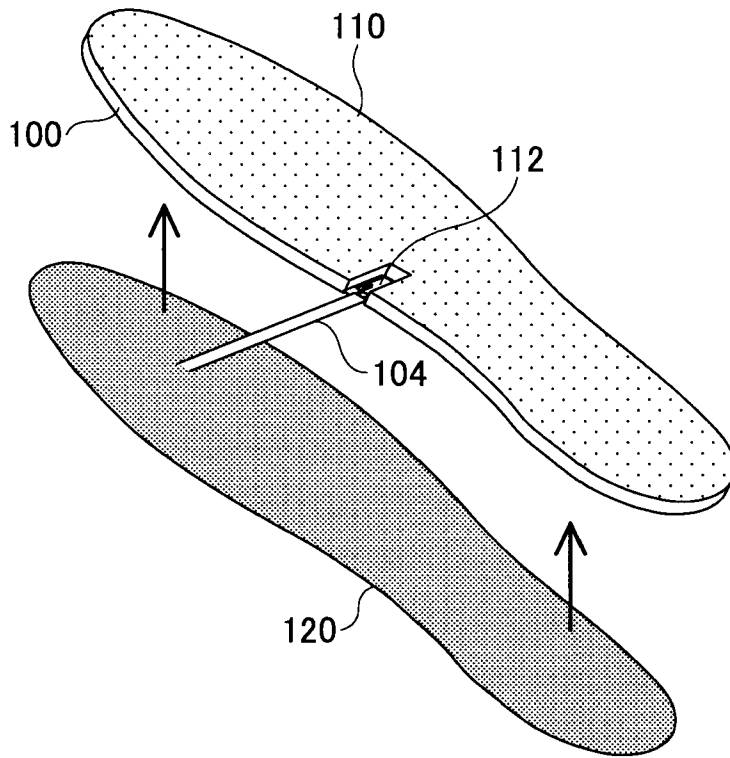


[図5B]

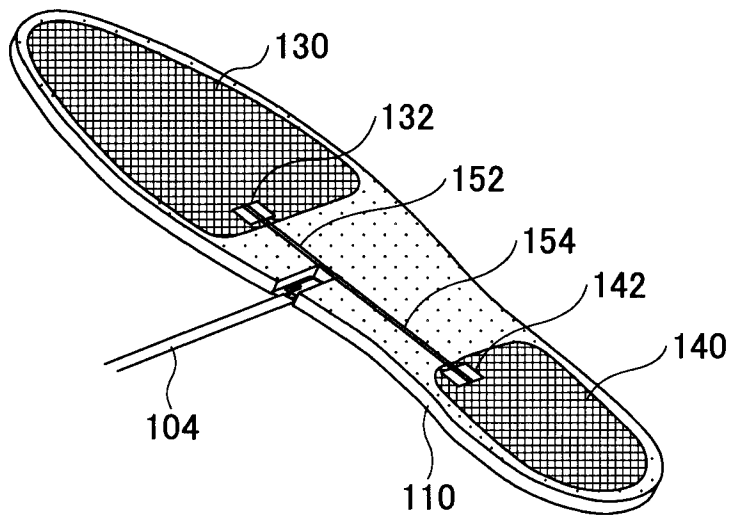




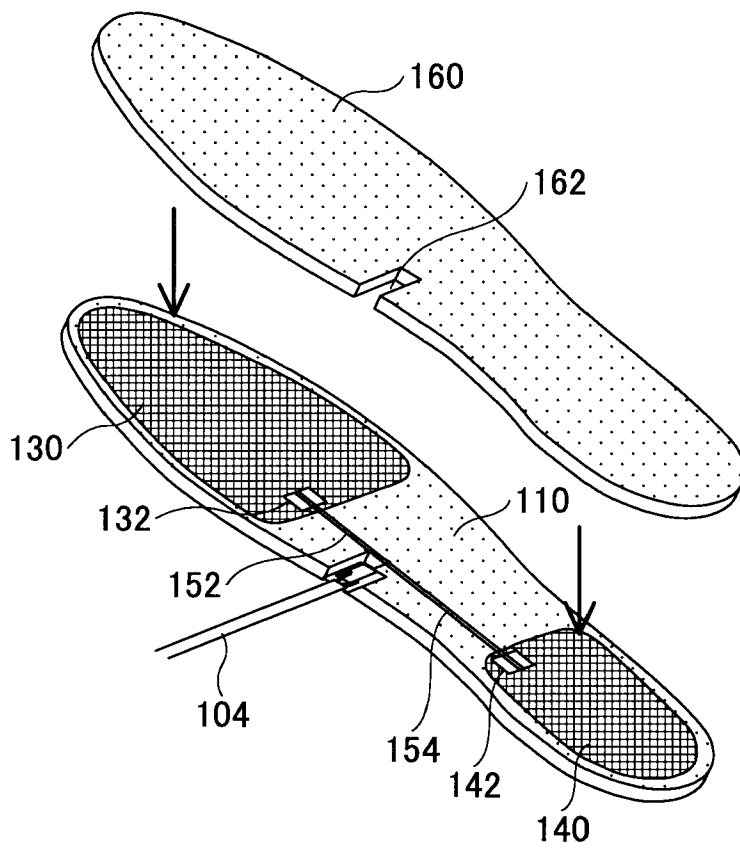
[図5C]



[図5D]

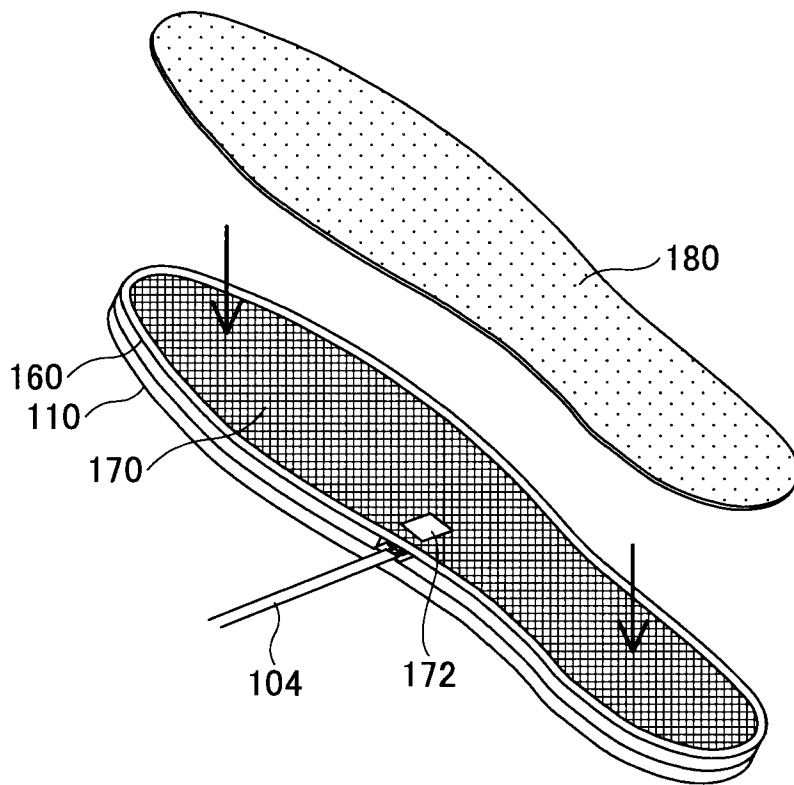


[図5E]

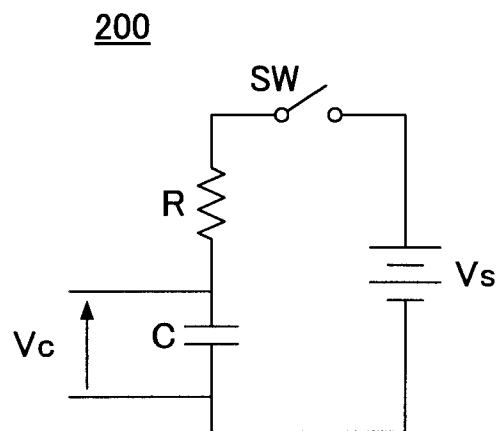




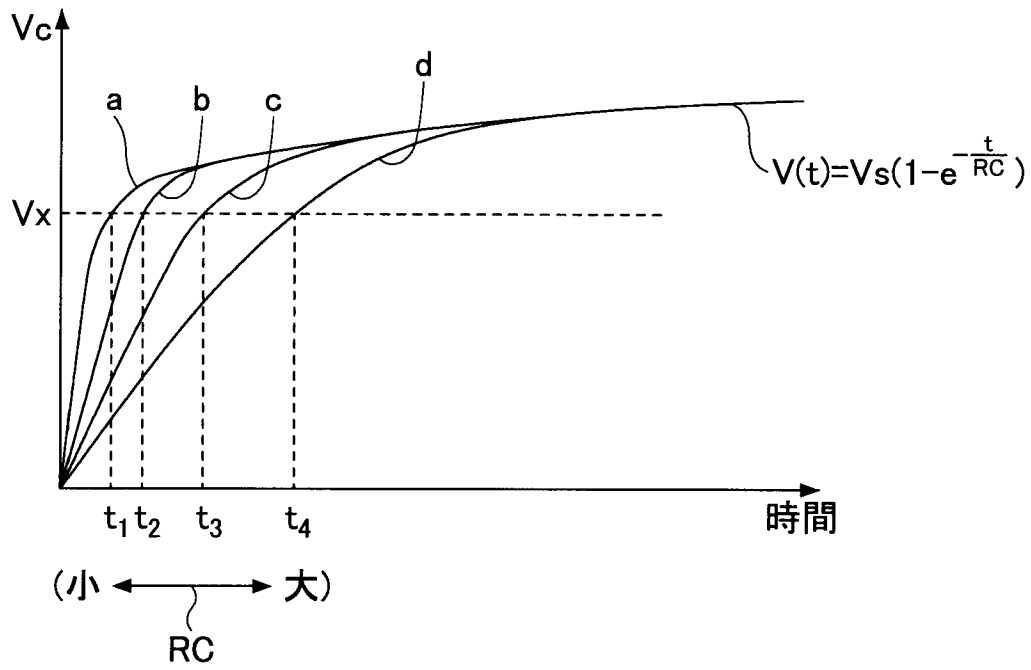
[図5G]



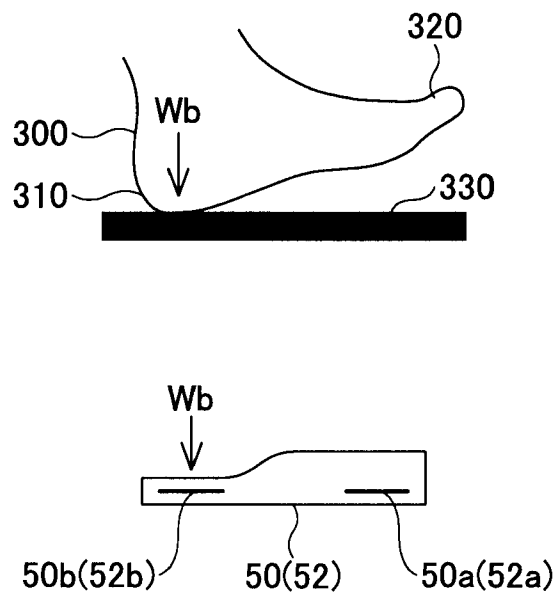
[図6]



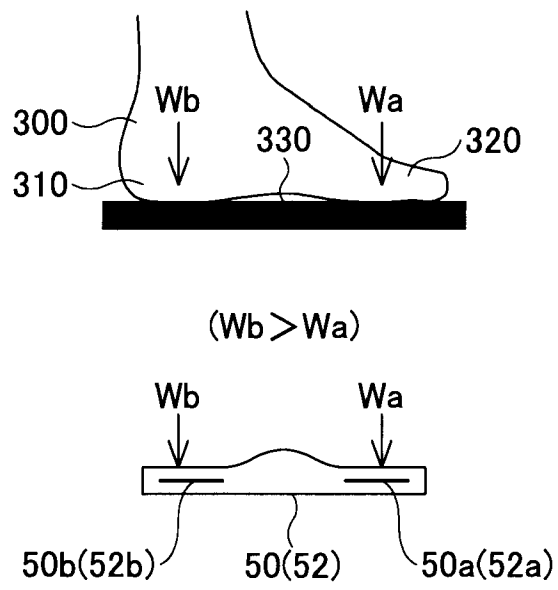
[図7]



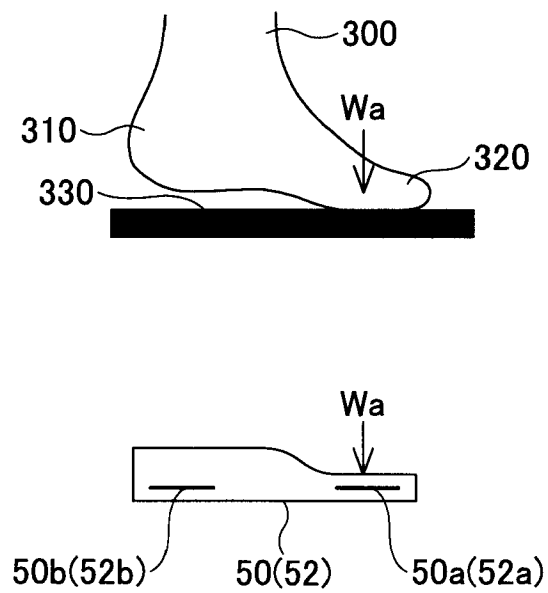
[図8A]



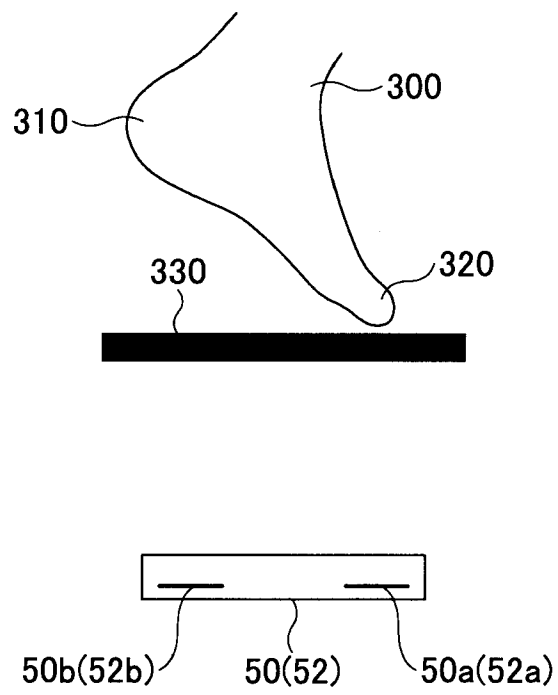
[図8B]



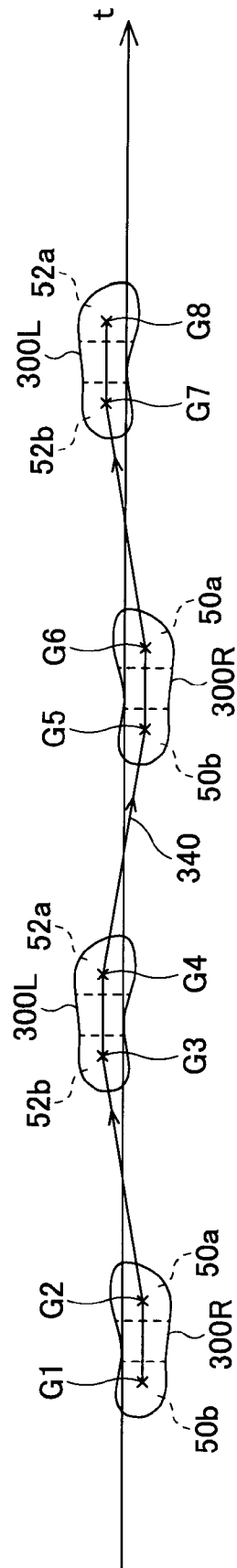
[図8C]



[図8D]

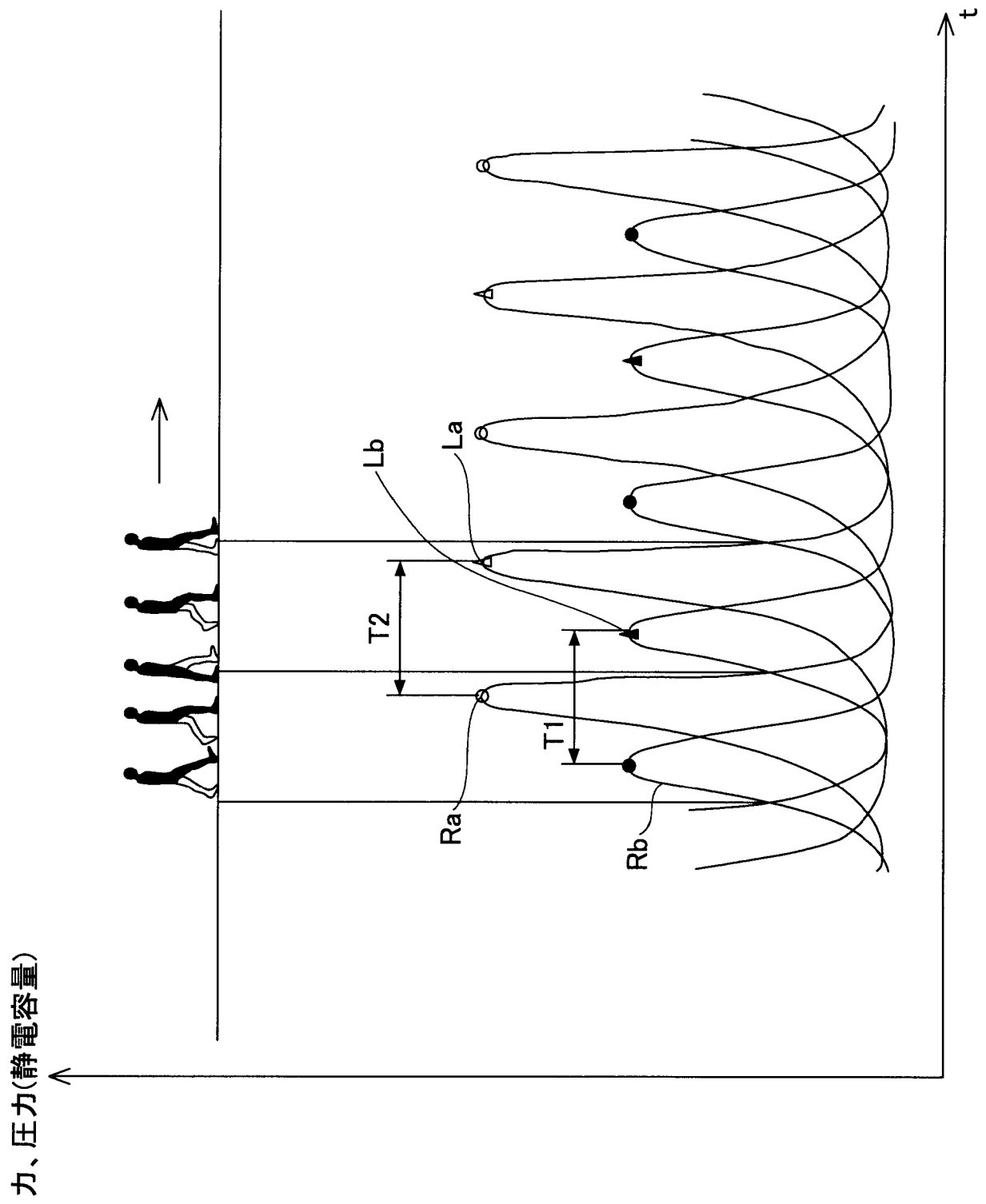


[図9]

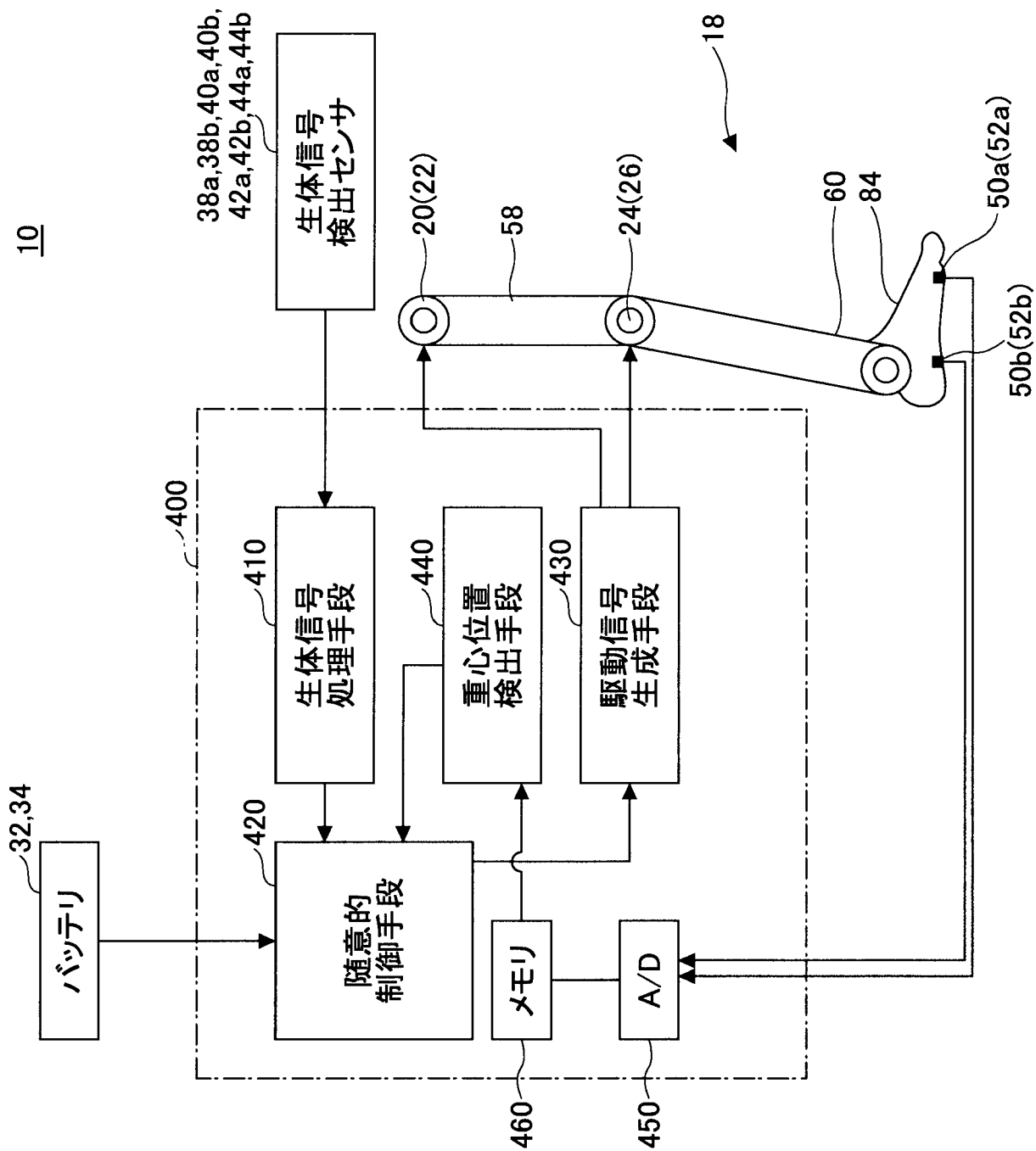




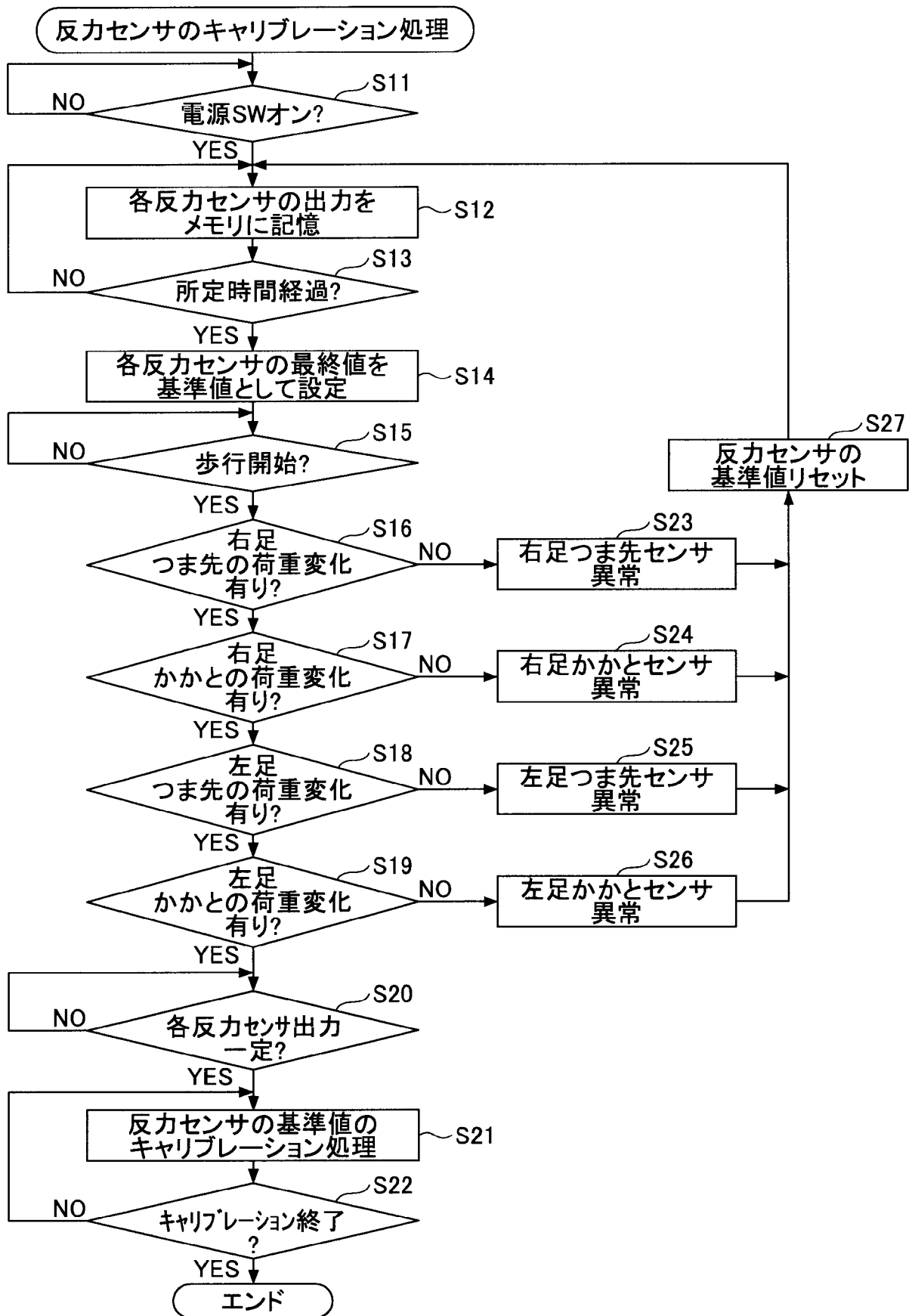
[図10]



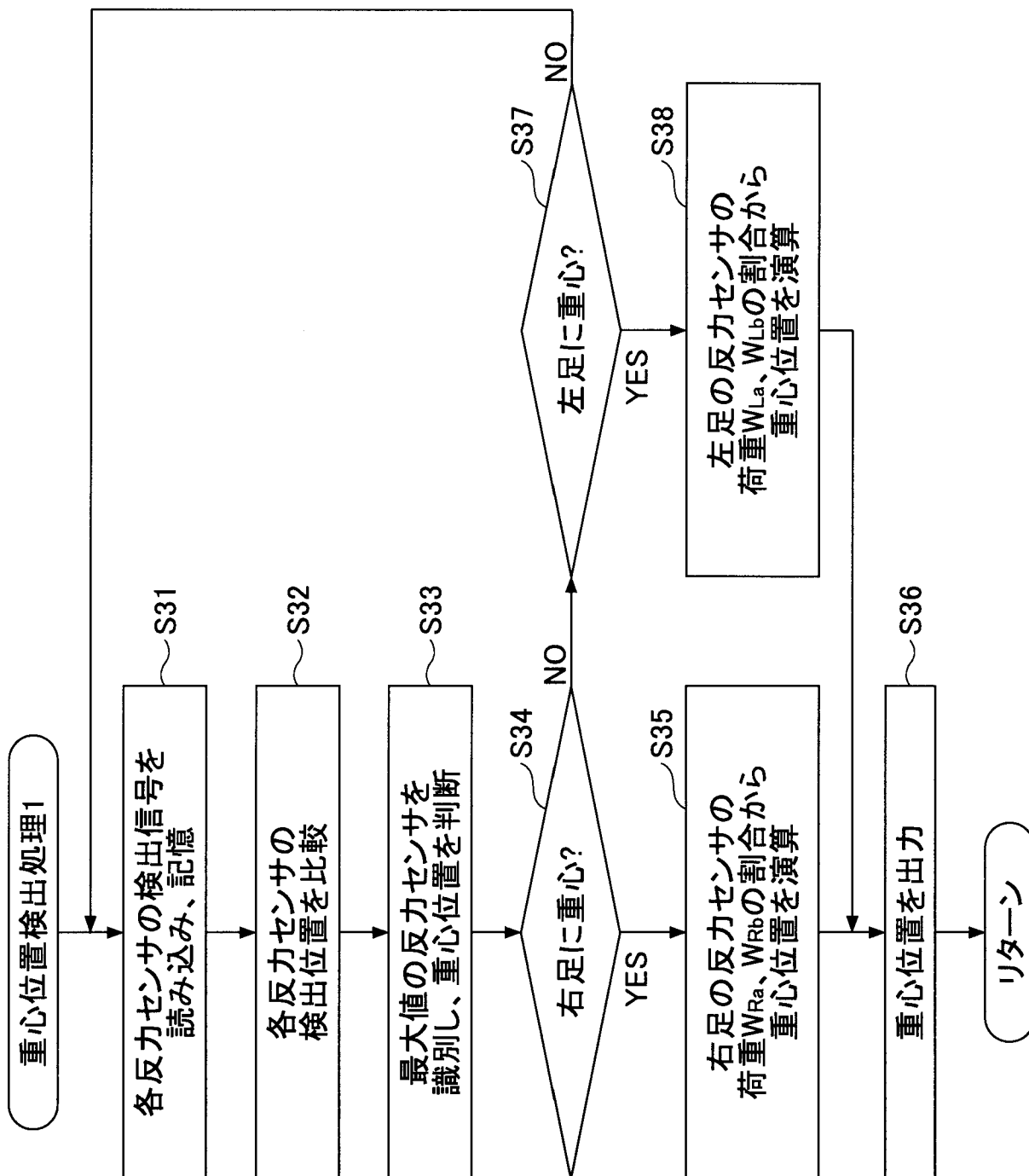
[図11]



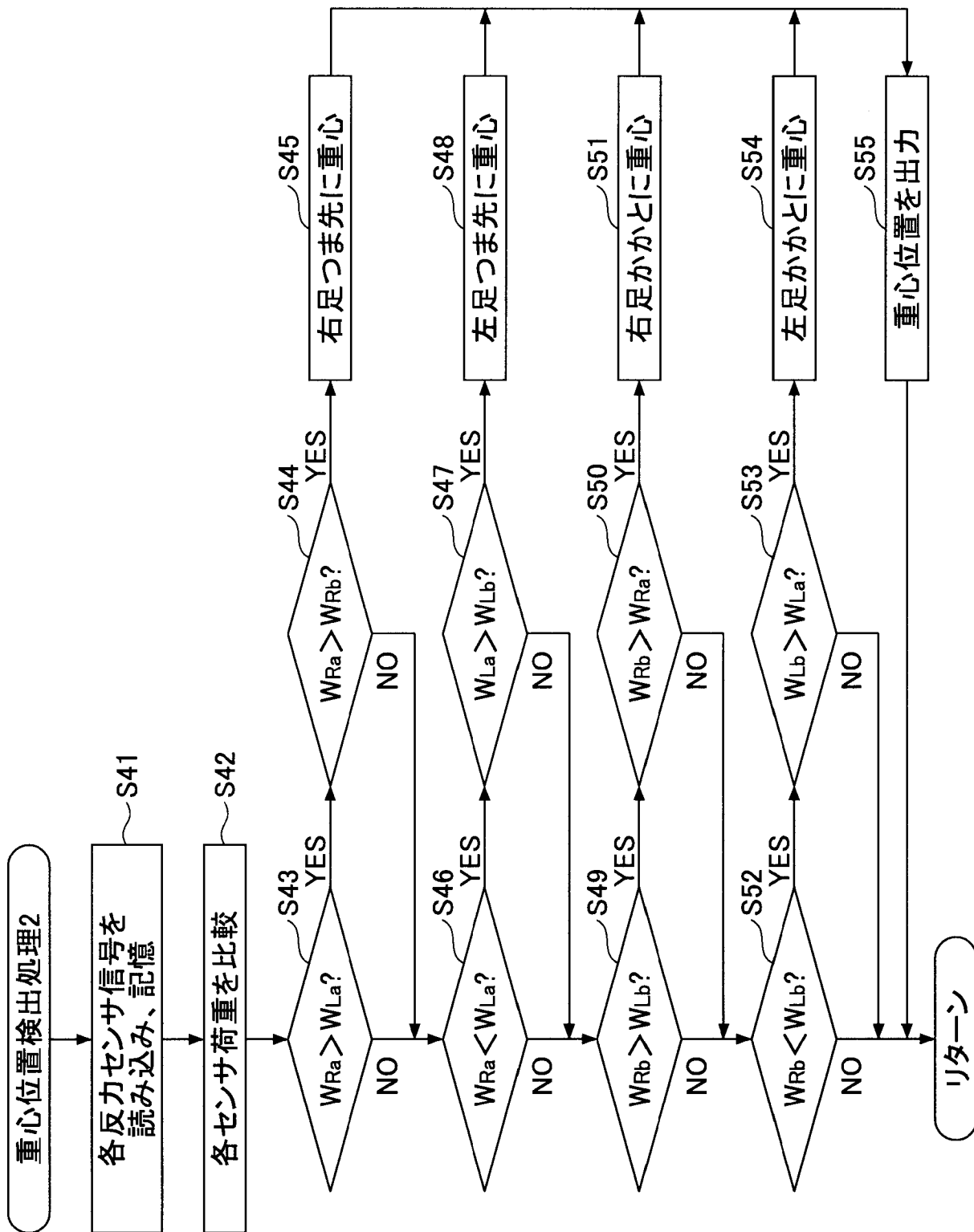
[図12]



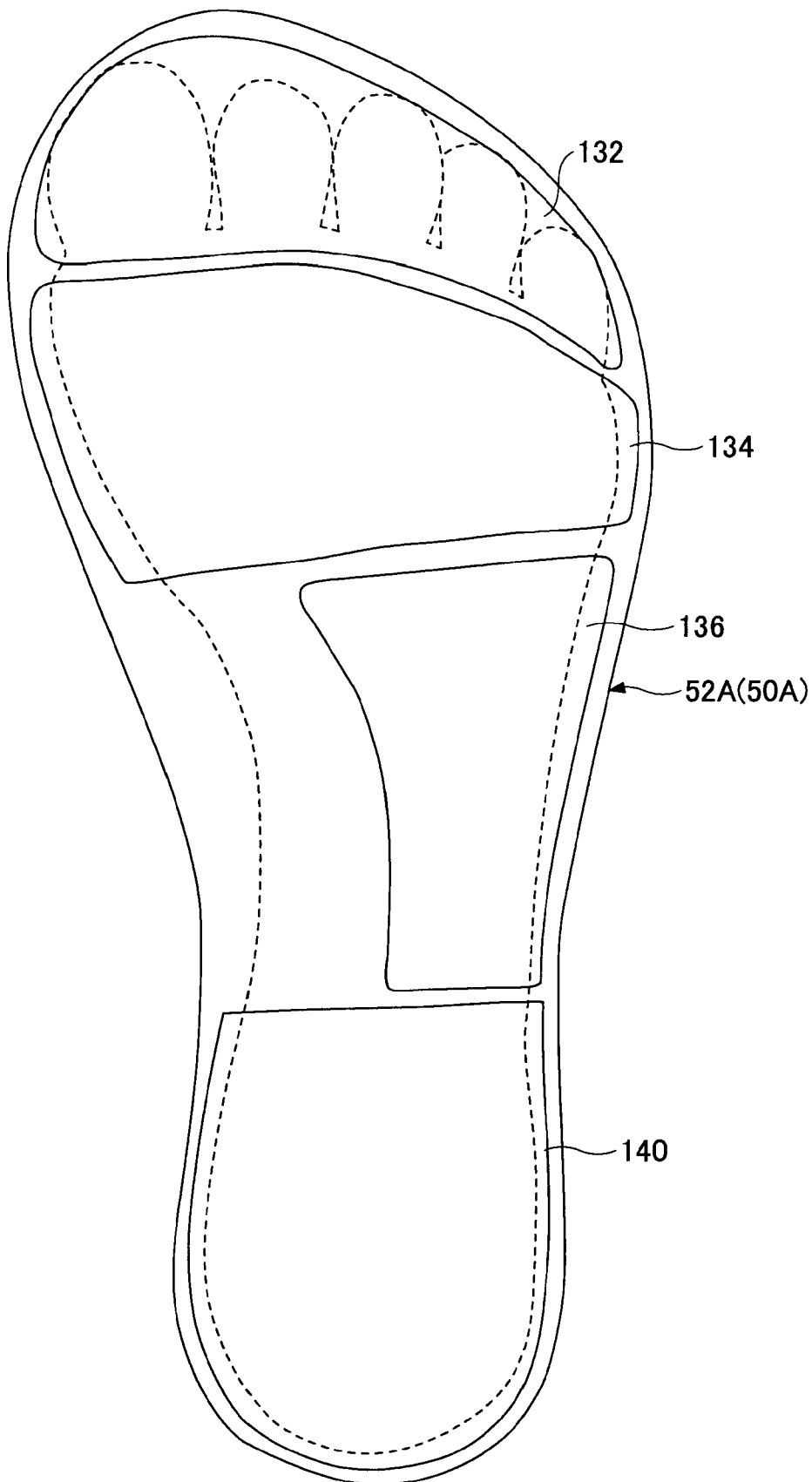
[図13]



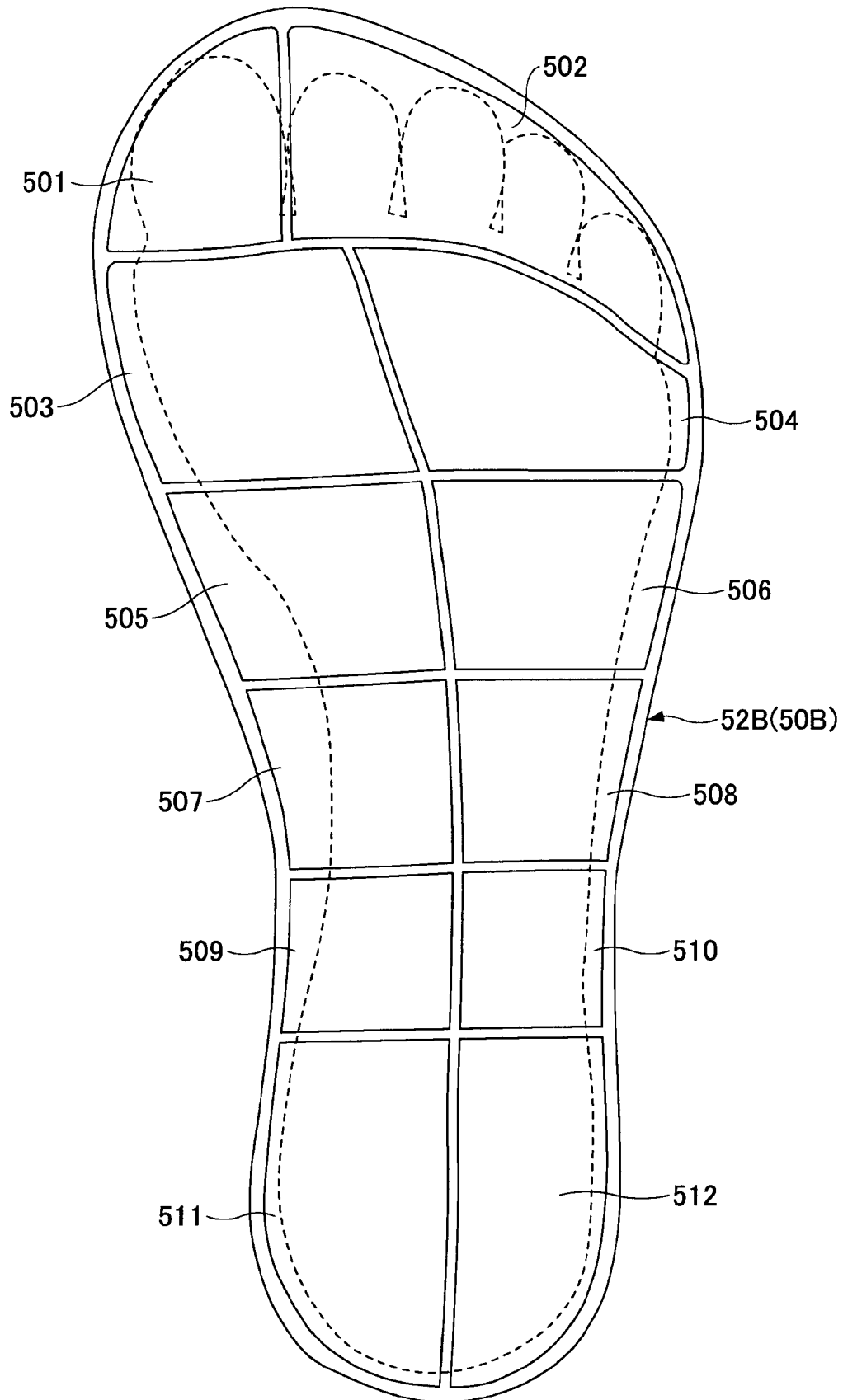
[図14]



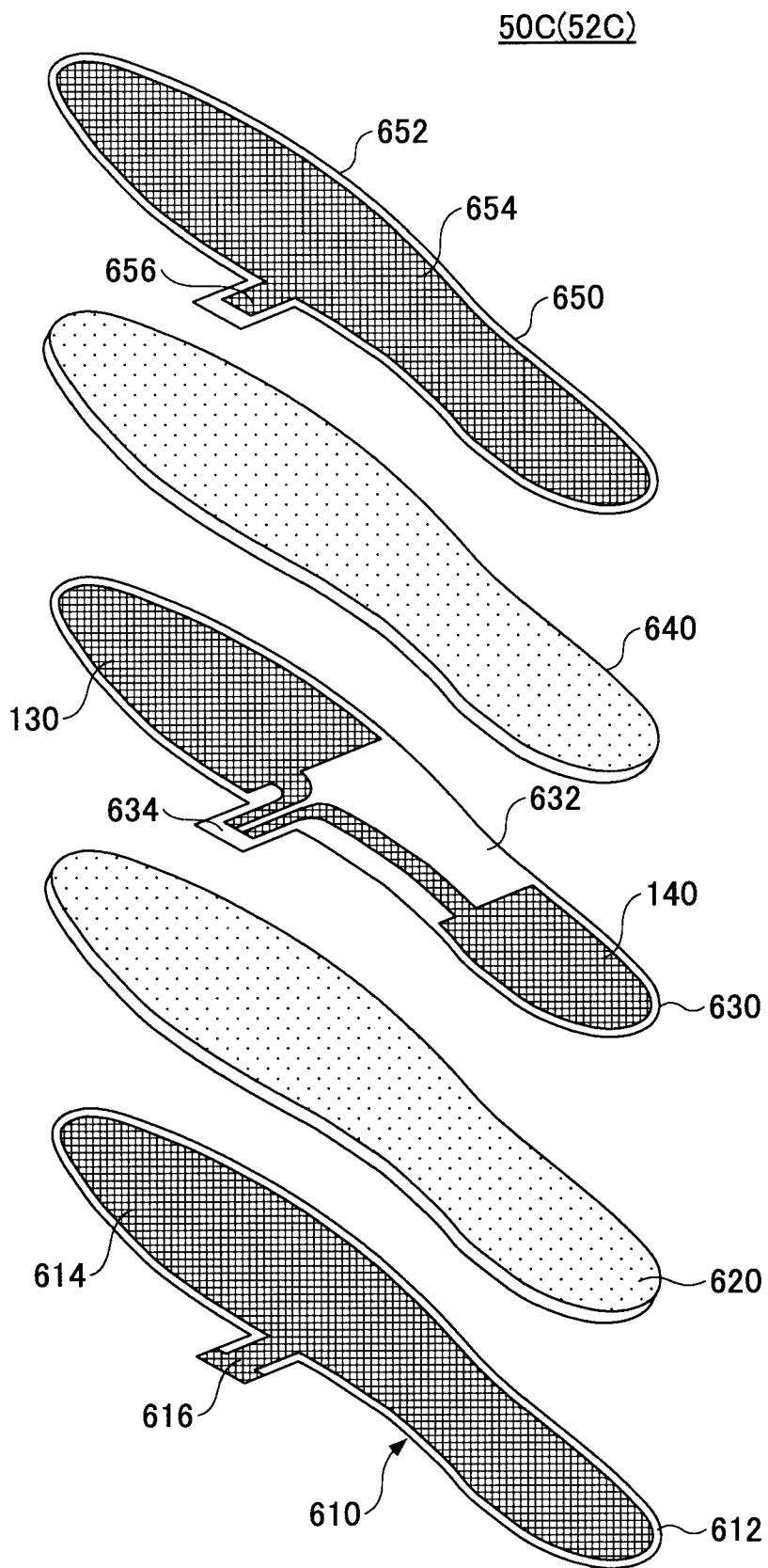
[図15]



[図16]

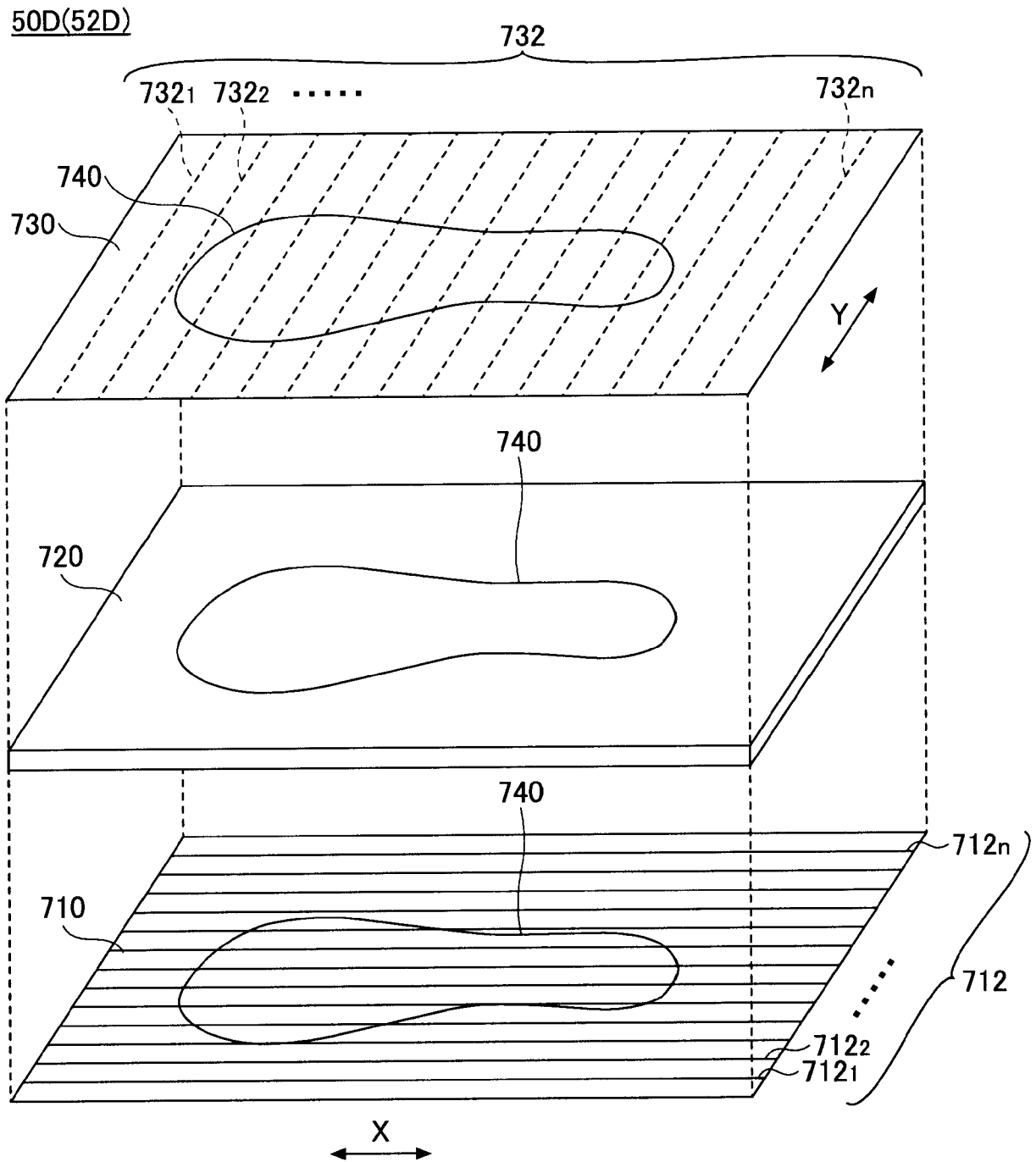


[図17]





[図18]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2008/072344

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
A61B5/11(2006.01) i, A61F2/60(2006.01) i, A61F2/70(2006.01) i, A61H3/00(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)  
A61B5/11, A61F2/60, A61F2/70, A61H3/00

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 Y	JP 2005-95561 A (Yoshiyuki YAMAUMI), 14 April, 2005 (14.04.05), Par. No. [0054] & US 2006/0211956 A1 & EP 1661543 A1 & WO 2005/018525 A1 & CA 2559856 A & CN 1838933 A	1-3, 10, 11 4-9
A	JP 9-168529 A (Mania Kabushiki Kaisha), 30 June, 1997 (30.06.97), Par. No. [0089] (Family: none)	1-3
A	JP 2006-284404 A (Nitta Corp.), 19 October, 2006 (19.10.06), Par. No. [0067] (Family: none)	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 January, 2009 (16.01.09)	Date of mailing of the international search report 24 February, 2009 (24.02.09)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/072344

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-69620 A (Toshiba Electric Appliances Co., Ltd.), 08 March, 1990 (08.03.90), Full text; all drawings (Family: none)	4-7
A	JP 63-263422 A (MK Seiko Co., Ltd.), 31 October, 1988 (31.10.88), Full text; all drawings (Family: none)	5
A	JP 2006-322814 A (Yamato Scale Co., Ltd.), 30 November, 2006 (30.11.06), Par. No. [0029] (Family: none)	5
Y	JP 2-78925 A (Kabushiki Kaisha Yokohama Shisutemu Kenkyusho), 19 March, 1990 (19.03.90), Fig. 4; page 3, upper left column, line 17 to upper right column, line 9 (Family: none)	8,9

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, A61F2/60(2006.01)i, A61F2/70(2006.01)i, A61H3/00(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. A61B5/11, A61F2/60, A61F2/70, A61H3/00

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	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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 請求の範囲の番号
X Y	JP 2005-95561 A (山海嘉之) 2005.04.14, 段落【0054】 & US 2006/0211956 A1 & EP 1661543 A1 & WO 2005/018525 A1 & CA 2559856 A & CN 1838933 A	1-3, 10, 11 4-9
A	JP 9-168529 A (アニマ株式会社) 1997.06.30, 段落【0089】 (ファミ リーなし)	1-3
A	JP 2006-284404 A (ニッタ株式会社) 2006.10.19, 段落【0067】 (フ ファミリーなし)	1-3

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、一般的な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

16.01.2009

国際調査報告の発送日

24.02.2009

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)

谷垣 圭二

2Q

3010

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2-69620 A (東芝機器株式会社) 1990. 03. 08, 全文全図 (ファミリーなし)	4 - 7
A	JP 63-263422 A (エムケー精工株式会社) 1988. 10. 31, 全文全図 (ファミリーなし)	5
A	JP 2006-322814 A (大和製衡株式会社) 2006. 11. 30, 段落【0029】 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2-78925 A (株式会社横浜システム研究所) 1990. 03. 19, 第4図、第3頁左上欄第17行-同頁右上欄第9行 (ファミリーなし)	8, 9