

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4551260号  
(P4551260)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(51) Int. Cl. F I  
**G O 1 L 5/00 (2006.01)** G O 1 L 5/00 1 O 1 Z  
**A 6 1 B 5/11 (2006.01)** A 6 1 B 5/10 3 1 O B

請求項の数 16 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2005-105719 (P2005-105719)	(73) 特許権者	000111085
(22) 出願日	平成17年4月1日(2005.4.1)		ニッタ株式会社
(65) 公開番号	特開2006-284404 (P2006-284404A)		大阪府大阪市浪速区桜川4丁目4番26号
(43) 公開日	平成18年10月19日(2006.10.19)	(74) 代理人	100089196
審査請求日	平成19年2月6日(2007.2.6)		弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226
			弁理士 須原 誠
		(72) 発明者	初田 雅弘
			奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式会社 奈良工場内
		審査官	田邊 英治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力分布センサ及び歩行解析装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

印加された圧力の大きさに応じて電気的な特性値が変化する二次元的に配置された複数の圧力計測点を規定する複数の第1電極及びこれと対向する一又は複数の第2電極をそれぞれ含んでおり、且つ、一方向に沿って配列されたn(n:2以上の自然数)枚の圧力計測シートと、

前記圧力計測シートにおける異なる相対位置のそれぞれについて、前記圧力計測シートにおける相対位置が同じであるn個の前記圧力計測点を規定し且つ互いに異なる前記圧力計測シートに属するn個の前記第1電極同士及びn個の前記第2電極同士を電氣的に接続する接続手段と、

前記n枚の圧力計測シートにかかる前記複数の第1電極及び前記一又は複数の第2電極と電氣的に接続されており、前記n枚の前記圧力計測シートにおける相対位置が同じであるn個の前記圧力計測点に印加された合計圧力に相当する電気信号を出力する出力回路とを備えていることを特徴とする圧力分布センサ。

【請求項2】

前記第1及び第2電極が共に帯状形状を有していると共に、

前記複数の第1電極が互いに平行に並べられており、且つ、前記複数の第2電極が前記複数の第1電極の長手方向と交差する方向に互いに平行に並べられていることを特徴とする請求項1に記載の圧力分布センサ。

【請求項3】

前記第 1 電極と前記第 2 電極との交差領域に両者に挟まれるように配置された一又は複数の感圧抵抗層をさらに備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の圧力分布センサ。

【請求項 4】

前記接続手段が、

各圧力計測シートの前記複数の第 1 電極及び前記複数の第 2 電極にそれぞれ接続された複数の配線と、

隣接する前記圧力計測シートにかかる対応する前記配線同士を接続するための  $n - 1$  個の相互接続コネクタとを含んでいることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の圧力分布センサ。

【請求項 5】

前記圧力計測シートが、前記配線及び前記相互接続コネクタを保持していることを特徴とする請求項 4 に記載の圧力分布センサ。

【請求項 6】

$n$  枚の前記圧力計測シートが互いに同じ構造を有していることを特徴とする請求項 5 に記載の圧力分布センサ。

【請求項 7】

前記圧力計測シートが、絶縁性薄層部材をさらに含んでおり、

前記配線が、前記絶縁性薄層部材に形成されたスルーホールを介して前記絶縁性薄層部材の表裏面に延在していることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の圧力分布センサ。

【請求項 8】

前記接続手段が、

最も端にある前記圧力計測シートにかかる前記配線と前記出力回路とを接続するための 1 個の回路接続コネクタをさらに含んでいることを特徴とする請求項 4 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の圧力分布センサ。

【請求項 9】

前記一方向に沿った前記圧力計測シートの長さが、60 cm ~ 80 cmであることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の圧力分布センサ。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載された圧力分布センサと、

平面上に配置された 1 枚 ~  $n$  枚の前記圧力計測シート上を歩行する被験者の歩幅を、前記圧力分布センサの前記出力回路から出力された電気信号に基づいて導出する歩幅導出手段とを備えていることを特徴とする歩行解析装置。

【請求項 11】

前記歩幅導出手段は、

被験者の進行方向を特定する進行方向特定手段と、

被験者の足底から前記圧力計測シートに圧力が印加されることによって形成され且つ前記出力回路が出力した電気信号によって検出された複数の足底圧分布領域中における連続して検出された 2 つの前記足底圧分布領域において、後の前記足底圧分布領域が先の前記足底圧分布領域よりも前記進行方向特定手段によって特定された被験者の進行方向に対して前方にあるか否かを判断する第 1 判断手段と、

連続して検出された 2 つの前記足底圧分布領域が、1 枚の前記圧力計測シートに被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであるか又は隣接した 2 枚の前記圧力計測シートに被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであるかを、前記第 1 判断手段による判断結果と前記被験者の進行方向とに基づいて判断する第 2 判断手段と、

連続して検出された 2 つの前記足底圧分布領域が 1 枚の前記圧力計測シートに被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであると前記第 2 判断手段が判断した場合に、1 枚の前記圧力計測シート上における当該 2 つの前記足底圧分布領域間の前記一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第 1 の歩幅算出手段と、

連続して検出された 2 つの前記足底圧分布領域が隣接した 2 枚の前記圧力計測シートに

10

20

30

40

50

被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであると前記第2判断手段が判断した場合に、前記一方向に沿った前記圧力計測シートの長さ及び1枚の前記圧力計測シート上における当該2つの前記足底圧分布領域間の前記一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第2の歩幅算出手段とを備えていることを特徴とする請求項10に記載の歩行解析装置。

【請求項12】

前記進行方向特定手段が、前記足底圧分布領域の移動方向に基づいて、被験者の進行方向を特定することを特徴とする請求項11に記載の歩行解析装置。

【請求項13】

前記歩幅導出手段が、

前記一方向に沿って配列されたn枚の前記圧力計測シートの合計長さを、n枚の前記圧力計測シートを前記一方向に沿って被験者が歩いたときに被験者の足底から前記圧力計測シートに圧力が印加されることによって形成され且つ前記出力回路が出力した電気信号によって検出された複数の足底圧分布領域の数で割った商を暫定平均歩幅として導出する暫定平均歩幅導出手段と、

前記複数の足底圧分布領域中における連続して検出された2つの前記足底圧分布領域が何枚の前記圧力計測シートに跨って形成されたものであるかを、前記暫定平均歩幅導出手段が導出した暫定平均歩幅に基づいて判断する判断手段と、

連続して検出された2つの前記足底圧分布領域が1枚の前記圧力計測シート内に収まるように形成されたものであると前記判断手段が判断した場合に、1枚の前記圧力計測シートにおける当該2つの前記足底圧分布領域間の前記一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第1の歩幅算出手段と、

連続して検出された2つの前記足底圧分布領域が複数枚の前記圧力計測シートに跨って形成されたものであると前記判断手段が判断した場合に、2つの前記足底圧分布領域が跨る前記圧力計測シートの枚数、前記一方向に沿った前記圧力計測シートの長さ及び1枚の前記圧力計測シート上における当該2つの前記足底圧分布領域間の前記一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第2の歩幅算出手段とを備えていることを特徴とする請求項10に記載の歩行解析装置。

【請求項14】

請求項1～9のいずれかに記載された圧力分布センサと、

各圧力計測シートが隣接する2以上の段に跨るようにしてn枚の前記圧力計測シートが複数の段に亘って前記一方向に配置された階段上を、被験者が前記一方向に歩行するときに、被験者の進行方向を特定する進行方向特定手段と、

被験者の足底から前記圧力計測シートに圧力が印加されることによって形成され且つ前記出力回路が出力した電気信号によって検出された複数の足底圧分布領域中における連続して検出された2つの前記足底圧分布領域が、各圧力計測シートにおける前記2以上の段にそれぞれ対応する2以上の配置部のうち、同じ配置部にあるか否かを判断する第1判断手段と、

前記複数の足底圧分布領域のそれぞれが前記階段のどの段に対応するものであるかを、前記進行方向特定手段によって特定された被験者の進行方向と前記第1判断手段による判断結果とに基づいて判断する第2判断手段とを備えていることを特徴とする歩行解析装置。

【請求項15】

各圧力計測シートが隣接する2つの段に跨っていることを特徴とする請求項14に記載の歩行解析装置。

【請求項16】

前記進行方向特定手段は、最初に検出された前記足底圧分布領域が前記2以上の配置部のいずれにあるかによって、被験者の進行方向を特定することを特徴とする請求項14又は15に記載の歩行解析装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、圧力分布センサ及びこれを含む歩行解析装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

圧力分布を計測する圧力計測シートを用いた荷重訓練支援装置が知られている。例えば、特許文献1の荷重訓練支援装置は、圧力センサ部（圧力計測シート）、領域検出部及び荷重算出部を有している。圧力センサ部は、被験者が圧力センサ部の上を歩行したときに足が接触することによって生じる圧力分布を計測する。領域検知部は、圧力センサ部によ

10

## 【0003】

これによると、被験者は、特別な装置を装着することなく、圧力センサ部の上を歩行するだけで、歩行時に足にかかる荷重を認識することができ、効率よくリハビリ等を行うことができる。

## 【0004】

歩行解析を行う際に被験者は、圧力センサ部の上を実際に歩行する。このとき、歩行の状態を解析するためには、ある程度の距離を歩行する必要があり、圧力センサ部には、十分な面積が必要となる。従って、このような歩行解析を行うためには大型の圧力センサ部

20

## 【0005】

特許文献2の大面積圧力分布センサは、圧力によって抵抗値が変化する抵抗に覆われた複数の電極が平行に配置された2つのシートを電極が直交するように重ね合わせた複数の圧力分布センサ（圧力計測シート）と、これら複数の圧力分布センサの駆動及び信号の伝送等を行う駆動回路ICとを有している。各圧力分布センサの電極は圧力分布センサの側面まで延びており、複数の圧力分布センサが二方向に並べてられている。そして、一方向に隣接する圧力分布センサの側面において対向する電極同士が導電性接着剤又はコネクタによって電氣的に接続されている。これに対して、前記一方向と直交する方向に隣接する圧力分布センサの側面において対向する電極同士は電氣的に接続されていない。さらに、電極と駆動回路ICとがリード線を介して接続されている。圧力分布センサの表面に荷重が加えられると、その部分に配置された電極を覆っている抵抗の抵抗値が変化する。駆動回路ICは、この抵抗の変化を計測することによってこの部分に加わった荷重を算出する。

30

## 【0006】

これによると、従来の大きさの圧力分布センサを複数の並べることによって歩行可能な面積を大きくすることができるので、大型の圧力分布センサとして動作させることができる。

## 【0007】

【特許文献1】特開2000-308698号公報（図1、図2）

40

【特許文献2】特開平10-38720号公報（図7）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、この場合でも、圧力分布センサの数の増加と共に、圧力分布を測定する点の数が増加し、これに伴って圧力分布センサの駆動や信号の伝送を行うための駆動回路IC等の出力回路の構成が複雑、大型になってしまう虞がある。

## 【0009】

本発明の目的は、圧力計測シートを大型化したり、圧力計測シートの信号を出力、伝送する出力回路を複雑化、大型化したりすることなく、歩行の状態を計測することが可能な

50

大型の圧力分布センサ及びこれを用いた歩行解析装置を提供することである。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【0010】

本発明の圧力分布センサは、印加された圧力の大きさに応じて電気的な特性値が変化する二次元的に配置された複数の圧力計測点を規定する複数の第1電極及びこれと対向する一又は複数の第2電極をそれぞれ含んでおり、且つ、一方向に沿って配列された $n$  ( $n$ : 2以上の自然数)枚の圧力計測シートを有している。また、圧力計測シートにおける異なる相対位置のそれぞれについて、圧力計測シートにおける相対位置が同じである $n$ 個の圧力計測点を規定し且つ互いに異なる圧力計測シートに属する $n$ 個の第1電極同士及び $n$ 個の第2電極同士を電気的に接続する接続手段を有している。さらに、 $n$ 枚の圧力計測シートにかかる複数の第1電極及び一又は複数の第2電極と電気的に接続されており、 $n$ 枚の圧力計測シートにおける相対位置が同じである $n$ 個の圧力計測点に印加された合計圧力に相当する電気信号を出力する出力回路とを備えている。

10

【0011】

これによると、 $n$ 枚の圧力計測シートにおける相対位置が同じである $n$ 個の圧力計測点に印加された合計圧力に相当する電気信号を出力するので、 $n$ 枚の圧力計測シートを用いているにも拘わらず、圧力計測シートを1枚だけ用いるときと同じ構造の比較的簡略な出力回路を採用することができる。

【0012】

また、本発明の圧力分布センサにおいては、第1及び第2電極が共に帯状形状を有していると共に、複数の第1電極が互いに平行に並べられており、且つ、複数の第2電極が複数の第1電極の長手方向と交差する方向に互いに平行に並べられていてもよい。これによると、圧力計測点を圧力計測シートに高密度に配置しつつ、電極の数を少なくすることができる。

20

【0013】

このとき、本発明の圧力分布センサは、第1電極と第2電極との交差領域に両者に挟まれるように配置された一又は複数の感圧抵抗層をさらに備えていてもよい。これによると、圧力計測シートに印加された圧力を精度よく計測することができる。

【0014】

また、このとき、接続手段が、各圧力計測シートの複数の第1電極及び複数の第2電極にそれぞれ接続された複数の配線と、隣接する圧力計測シートにかかる対応する配線同士を接続するための $n-1$ 個の相互接続コネクタとを含んでいてもよい。これによると、異なる圧力計測シートに属する電極同士の接続を効率よく行うことができる。

30

【0015】

このとき、圧力計測シートが、配線及び相互接続コネクタを保持していてもよい。これによると、人為的な配線及び接続の際のミスを減らすことができると共に、持ち運びにも便利となる。

【0016】

さらに、このとき、 $n$ 枚の圧力計測シートが互いに同じ構造を有していることが好ましい。これによると、隣接する圧力計測シート同士における電極の接続を効率よく行うことができる。

40

【0017】

また、本発明の圧力分布センサにおいては、圧力計測シートが、絶縁性薄層部材をさらに含んでおり、配線が、縁性薄層部材に形成されたスルーホールを介して絶縁性薄層部材の表裏面に延在していてもよい。これによると、配線と電極とが絶縁性薄層部材によって絶縁されているので、圧力計測シートにおけるコネクタの保持位置の自由度が向上する。

【0018】

さらに、本発明の圧力分布センサにおいては、接続手段が、最も端にある圧力計測シートにかかる配線と出力回路とを接続するための1個の回路接続コネクタをさらに含んでいてもよい。これによると、配線と出力回路との接続を効率よく行うことができる。

50

## 【0019】

また、本発明の圧力分布センサにおいては、一方向に沿った圧力計測シートの長さが、60cm～80cmであってもよい。これによると、大人の一般的な1ステップを1枚の圧力計測シートで計測できる可能性を高めつつ、出力回路の構造をできるだけ簡略なものとする事ができる。

## 【0020】

本発明の歩行解析装置は、上述した圧力分布センサと、平面上に配置された1枚～n枚の圧力計測シート上を歩行する被験者の歩幅を、圧力分布センサの出力回路から出力された電気信号に基づいて導出する歩幅導出手段とを備えている。これによると、比較的簡略な構造の出力回路を持つ圧力分布センサを用いて、被験者の歩幅を導出することができる。

10

## 【0021】

また、本発明の歩行解析装置において、歩幅導出手段は、被験者の進行方向を特定する進行方向特定手段と、被験者の足底から圧力計測シートに圧力が印加されることによって形成され且つ出力回路が出力した電気信号によって検出された複数の足底圧分布領域中における連続して検出された2つの足底圧分布領域において、後の前記足底圧分布領域が先の前記足底圧分布領域よりも前記進行方向特定手段によって特定された被験者の進行方向に対して前方にあるか否かを判断する第1判断手段と、連続して検出された2つの前記足底圧分布領域が、1枚の前記圧力計測シートに被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであるか又は隣接した2枚の前記圧力計測シートに被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであるかを、前記第1判断手段による判断結果と前記被験者の進行方向とに基づいて判断する第2判断手段と、連続して検出された2つの足底圧分布領域が1枚の圧力計測シートに被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであると前記第2判断手段が判断した場合に、1枚の圧力計測シート上における当該2つの足底圧分布領域間の一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第1の歩幅算出手段と、連続して検出された2つの足底圧分布領域が隣接した2枚の圧力計測シートに被験者の足底から圧力が印加されることによって形成されたものであると前記第2判断手段が判断した場合に、一方向に沿った圧力計測シートの長さ及び1枚の圧力計測シート上における当該2つの足底圧分布領域間の一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第2の歩幅算出手段とを備えていてもよい。

20

30

## 【0022】

これによると、被験者が一歩歩く毎に被験者の歩幅を導出することができる。つまり、最初の歩幅が導出されるまでに要する時間を短くすることができる。

## 【0023】

また、本発明の歩行解析装置においては、進行方向特定手段が、足底圧分布領域の移動方向に基づいて、被験者の進行方向を特定してもよい。これによると、被験者の前進及び後退を考慮して歩幅を算出することができる。

## 【0024】

また、本発明の歩行解析装置においては、歩幅導出手段が、一方向に沿って配列されたn枚の圧力計測シートの合計長さを、n枚の圧力計測シートを一方向に沿って被験者が歩いたときに被験者の足底から圧力計測シートに圧力が印加されることによって形成され且つ前記出力回路が出力した電気信号によって検出された複数の足底圧分布領域の数で割った商を暫定平均歩幅として導出する暫定平均歩幅導出手段と、複数の足底圧分布領域中における連続して検出された2つの足底圧分布領域が何枚の圧力計測シートに跨って形成されたものであるかを、暫定平均歩幅導出手段が導出した暫定平均歩幅に基づいて判断する判断手段と、連続して検出された2つの前記足底圧分布領域が1枚の前記圧力計測シート内に収まるように形成されたものであると前記判断手段が判断した場合に、1枚の前記圧力計測シート上における当該2つの前記足底圧分布領域間の前記一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第1の歩幅算出手段と、連続して検出された2つの足底圧分布領域が複数枚の圧力計測シートに跨って形成されたものであると判断手段が判断した

40

50

場合に、2つの足底圧分布領域が跨る圧力計測シートの枚数、一方向に沿った圧力計測シートの長さ及び1枚の圧力計測シート上における当該2つの足底圧分布領域間の一方向に沿った座標差に基づいて被験者の歩幅を導出する第2の歩幅算出手段とを備えていてもよい。

【0025】

これによると、被験者の歩幅が一方向に沿った圧力検知シートの長さよりも大幅に長い場合であっても、被験者の歩幅を正確に導出することができる。

【0026】

別の観点から、本発明の歩行解析装置は、上述した圧力分布センサと、各圧力計測シートが隣接する2以上の段に跨るようにしてn枚の圧力計測シートが複数の段に亘って前記一方向に配置された階段上を、被験者が前記一方向に歩行するときに、被験者の進行方向を特定する進行方向特定手段と、被験者の足底から圧力計測シートに圧力が印加されることによって形成され且つ出力回路が出力した電気信号によって検出された複数の足底圧分布領域中における連続して検出された2つの前記足底圧分布領域が、各圧力計測シートにおける前記2以上の段にそれぞれ対応する2以上の配置部のうち、同じ配置部にあるか否かを判断する第1判断手段と、前記複数の足底圧分布領域のそれぞれが階段のどの段に対応するものであるかを、前記進行方向特定手段によって特定された被験者の進行方向と前記第1判断手段による判断結果とに基づいて判断する第2判断手段とを備えている。

【0027】

これによると、比較的簡略な構造の出力回路を持つ圧力分布センサを用いて、階段歩行時における被験者の歩行状態を解析することができる。

【0028】

このとき、各圧力計測シートが隣接する2つの段に跨っていてもよい。これによると、1枚の圧力計測シートを極力小さくしつつ、使用する圧力計測シートの枚数をできるだけ減らすことができる。また、前記進行方向特定手段は、最初に検出された前記足底圧分布領域が前記2以上の配置部のいずれにあるかによって、被験者の進行方向を特定してよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

[第1の実施の形態]

以下、本発明による第1の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

【0030】

図1は、第1の実施の形態に係る歩行解析装置1の概略構成図である。図1に示すように、歩行解析装置1は、歩行時の足底圧分布領域を検知する一方向に配列された構造が同じ5つの圧力計測シート2及び圧力計測シート2によって得られた結果を電気信号に変換して出力する出力回路3を有する圧力分布センサ7と、出力回路3から出力された電気信号から被験者の歩幅等を導出するPC(Personal Computer)4とを有している。

【0031】

図2は、図1の圧力計測シート2の一部を拡大した斜視図である。圧力計測シート2は、歩幅方向(図2の左右方向)の長さが略700mm程度の略矩形の板状体であり、第1センサシート11と第2センサシート12とが接合された構造となっている。図2に示すように、圧力計測シート2には、足が配置される圧力計測面2aが設けられ、圧力計測シート2の一端には、後述の第1電極28及び第2電極47と接続された配線部2bを有しており、配線部2bの一端には相互接続コネクタ5a、他端には相互接続コネクタ5bが設けられている。隣接する圧力計測シート2同士は、一方の相互接続コネクタ5aと他方の相互接続コネクタ5bとが接続されることによって、互いに接続され隙間なく配列され、圧力計測シート2の対応する位置にある後述の第1電極28同士、第2電極47同士がそれぞれ接続される。

【0032】

また、5つの圧力計測シート2のうちの1つ(図2の右端のもの)の配線部2bの一端

10

20

30

40

50

部（図2の右端部）には回路接続コネクタ6 aが設けられ、出力回路3の一端には回路接続コネクタ6 bが設けられている。回路接続コネクタ6 aと回路接続コネクタ6 bとを接続することによって圧力計測シート2と出力回路3との接続が行われ、圧力計測シート2の後述の第1電極2 8及び第2電極4 7が出力回路3に接続される。尚、本実施の形態においては、相互接続コネクタ5 aと回路接続コネクタ6 a、相互接続コネクタ5 bと回路接続コネクタ6 bは、それぞれ同じ構造を有している。

#### 【0033】

このように、5枚の圧力分布センサ2の構造が同一であり、相互接続コネクタ5 a、5 bによって、隣接する圧力計測シート2同士を容易に接続することができるので、複数の圧力計測シート2の対応する位置にある第1電極2 8同士、対応する位置にある第2電極4 7同士を効率よく接続することができる。また、回路接続コネクタ6 a、6 bによって、圧力計測シート2と出力回路3とを容易に接続することができるので、圧力計測シート2の配線部2 bの後述の配線2 2及び配線4 2と出力回路3との接続を効率よく行うことができる。さらに、圧力計測シート2は相互接続コネクタ5 a、5 b（回路接続コネクタ6 a）を保持し、出力回路3は回路接続コネクタ6 bを保持しているため、人為的な配線及び接続の際のミスが減らすことができ、また、圧力計測シート2の持ち運びも容易になる。

#### 【0034】

次に、図3、図4を用いて第1センサシート1 1及び第2センサシート1 2について説明する。図3は第1センサシート1 1の分解斜視図であり、図4は第2センサシート1 2の分解斜視図である。尚、図3、図4の一点鎖線は、センサシート1 1、1 2を形成する各構成部材の圧力計測シート2における位置を表すためのものである。また、図3においては、図の下方向が、実際に配置されたときの上方向になる。

#### 【0035】

まず、第1センサシート1 1について説明する。図3に示すように、第1センサシート1 1は、圧力計測シート2の表面と同じ面積を有する基板2 1を有している。基板2 1の表面の配線部2 bに対応する部分には、配線部2 bの長手方向に延びた140本程度の配線2 2が形成されており、配線2 2の両端部には、相互接続コネクタ5 a、5 b又は回路接続コネクタ6の一部である接続端子2 3が形成されている。接続端子2 3は、配線2 2と接続されている。さらに、配線2 2の途中部には、後述の配線2 7との接点となる接点部2 2 aが形成されている。

#### 【0036】

さらに、図3に示すように、基板2 1の配線及び接続端子2 3が形成された面の配線部2 bに対向する領域には、絶縁層2 5（絶縁性薄層部材）が形成されている。絶縁層2 5の基板2 1の接点部2 4に対向する領域には、配線2 2と同数の貫通状の孔2 6が形成されている。

#### 【0037】

絶縁層2 5の基板2 1と反対側の面には、図3に示すように、配線2 2と同数の配線2 7が形成されている。さらに、基板2 1の配線2 2が形成された面の圧力計測面2 aに対応する領域には接続部2 bの長手方向に対して垂直な方向に延びた略矩形状の配線2 7と同数の第1電極2 8が互いに平行に略5 mm程度の間隔で形成されている。尚、図3においては、第1電極2 8のうち13個のみを示している。第1電極2 8と配線2 7の一端部とは電氣的に接続されており、配線2 7の第1電極2 8と接続されているのと反対側の端部は、接点部2 7 aとなっており、配線2 2の接点部2 2 aと配線2 7の接点部2 7 aとが孔2 6を介して電氣的に接続されている。また、それ以外の部分においては、配線2 2と第1電極2 8及び配線2 7とは絶縁層2 5によって絶縁されている。このように、絶縁層2 5によって、配線2 2と、配線2 7及び第1電極2 8とが絶縁されているので、相互接続コネクタ5 a、5 b（回路接続コネクタ6 a）の圧力計測シート2における保持位置（コネクタ5 a、5 b、6 aの形成位置）の自由度が向上する。

#### 【0038】



複数の第1電極28の基板21と反対側の面には、それぞれ、図3に示すように、第1電極28よりも一回り大きい略矩形状の感圧層29（感圧抵抗層）が形成されている。感圧層29は内部に感圧インクが充填されており、感圧層29は、表面に圧力が加えられると、その電気抵抗が低下する性質を有している。

【0039】

さらに、図3に示すように、配線22、絶縁層25、配線27、第1電極28及び感圧層29が形成された基板21の表面には、基板30が形成されている。基板30は配線部2bに対応する領域、圧力計測面2aに対応する領域の周縁部において、それぞれ絶縁層25、基板21に接合されている。また、これ以外の領域には、矩形状の貫通穴30bが形成されており、この穴30bの中に第1電極28及び感圧層29が配置されている。

10

【0040】

次に第2センサシート12について説明する。図4に示すように、第2センサシート12は、圧力計測シート2と同じ面積を有する基板41を有している。基板41の一表面には、配線部2bに対応する領域の両端部から互いに内側に延び、途中で折れ曲がり圧力計測面2aに対応する領域の中央部に延びた80本程度の配線42が形成されている。さらに、配線42の両端部には相互接続コネクタ5a、5b又は回路接続コネクタ6を形成する接続端子43が形成されており、配線42と接続端子43とは電氣的に接続されている。さらに基板41の配線42の中央部は、後述の第2電極47との接点となる接点部42aとなっている。

【0041】

20

基板41の配線42が形成された面には、図4に示すように、全面に絶縁層45（絶縁性薄層部材）が形成されている。絶縁層45は、基板41の接合部42aに対向する領域に配線42と同数の貫通状の孔46が形成されている。

【0042】

絶縁層45の基板41と反対側の面には、図4に示すように、接続部2bの長手方向に延びた略矩形状の配線42と同数の第2電極47が互いに平行に略5mm程度の間隔で形成されている。尚、図4では、第2電極47のうち7本を示している。第2電極47と配線42の接点部42aとは、孔46を介して電氣的に接続されており、他の部分においては絶縁層45によって互いに絶縁されている。このように、配線42と第2電極47とを絶縁層25によって絶縁することができるので、相互接続コネクタ5a、5b（回路接続コネクタ6a）の圧力計測シート2における保持位置の自由度が向上する。

30

【0043】

複数の第2電極47の絶縁層45と反対側の面には、図4に示すように、それぞれ第2電極47よりも一回り大きい略矩形状の感圧層48（感圧抵抗層）が形成されている。感圧層48は、内部に感圧インクが充填されており、圧力が加わると、その電気抵抗が低下する性質を有している。

【0044】

さらに、絶縁層45の基板41と反対側の面には、図4に示すように、基板49が設けられている。基板49は圧力計測シート2の表面と同じ面積を有するシートであり、接続部2bに対応する領域と、圧力計測面2aに対応する領域の周縁部において絶縁層45と接合されている。また、これ以外の領域には矩形状の貫通穴49bが形成されており、穴49bの中に第2電極47及び感圧層48が配置される。

40

【0045】

第1センサシート11と第2センサシート12とは、第1センサシート11の基板30の絶縁層25と反対の面のうち、接続部2b及び圧力計測面2aの周縁部に対向する部分である接合部30aと、第2センサシート12の基板49の絶縁層45と反対の面のうち、接続部2b及び圧力計測面2aの周縁部に対向する部分である接合部49aとにおいて接合されている。さらに、第1センサシート11と第2センサシート12との接合体の接続端子23、43に対向する位置に相互接続コネクタ5a、5b（回路接続コネクタ6）が形成されることによって圧力計測シート2となっている。そして、圧力計測シート2は

50

基板 4 1 が下側になるようにして配置されている。つまり、基板 2 1 の配線 2 2 が形成されている面と反対側の面が圧力計測面 2 a となる。

【 0 0 4 6 】

このように、第 1 センサシート 1 1 と第 2 センサシート 1 2 とが接合されているので、配線 2 2 と配線 4 2 とが、配線 2 7、第 1 電極 2 8、感圧層 2 9、感圧層 4 8 及び第 2 電極 4 7 を介して、電氣的に接続されている。

【 0 0 4 7 】

次に、歩行解析装置 1 の電氣的構成を図 5、図 6 を用いて説明する。図 5 は、歩行解析装置 1 の電氣的構成の概略を表すブロック図であり、図 6 は、図 5 の P C 4 の電氣的構成を表すブロック図である。図 5 では、5 つの圧力計測シート 2 のうちの 2 つを示しており、1 つの圧力計測シート 2 に対して 2 つずつの第 1 電極 2 8 及び第 2 電極 4 7 を示している。前述のように、歩行解析装置 1 は、5 つの圧力計測シート 2 を有しており、図 5 に示すように、これら 5 つの圧力計測シート 2 の対応する位置にある（相対位置が実質的に同じである）第 1 電極 2 8 同士、第 2 電極 4 7 同士は、相互接続コネクタ 5 a、5 b を介して互いに接続されている。そして、5 つの圧力計測シート 2 の 1 つの回路接続コネクタ 6 a が、出力回路 3 の回路接続コネクタ 6 b に接続されている。

【 0 0 4 8 】

ここで、出力回路 3 について説明する。図 5 に示すように、出力回路 3 は回路接続コネクタ 6 を介して配線 2 2 及び配線 4 2 に接続されたマルチプレクサ 7 1 と、マルチプレクサ 7 1 に接続された A / D 変換器 7 2 とを有している。マルチプレクサ 7 1 は、1 4 0 個の第 1 電極 2 8 のうちの 1 つ、8 0 個の第 2 電極 4 7 の夫々から 1 つずつを選択し、選択した第 1 電極 2 8 に接続された配線 2 2、及び、選択した第 2 電極 4 7 に接続された配線 4 2 を介して、選択した第 1 電極 2 8 と第 2 電極 4 7 との間の電圧を計測する。このとき、5 枚の圧力計測シート 2 の対応する第 1 電極 2 8、第 2 電極 4 7 同士がそれぞれ接続されているので、ここで計測された電圧の値は、5 枚の圧力計測シート 2 における相対位置が同じである 5 つの圧力測定点（平面視において第 1 電極 2 8 と第 2 電極 4 7 との交差領域内に存在する任意の点）に加えられた合計圧力に相当する。さらに、マルチプレクサ 7 1 によって計測された電圧は、A / D 変換器 7 2 によってデジタル電気信号に変換されて P C 4 に送られる。

【 0 0 4 9 】

P C 4 は、中央演算処理装置である C P U (Central Processing Unit) と、各種プログラムやデータ等が格納された R O M (Read Only Memory)、C P U で処理されるデータを一時的に記憶する R A M (Random Access Memory) 等を有している。

【 0 0 5 0 】

また、図 6 に示すように、P C 4 は、出力回路 3 から伝送された電気信号から、圧力計測シート 2 の上を歩行している被験者の歩幅を導出する歩幅導出部 5 1、被験者の重心位置を求め、重心のふらつきを導出する重心動揺導出部 5 5、被験者の足底から圧力計測シート 2 に加えられた圧力の分布域（圧力分布領域）を導出する足底圧分布領域導出部 5 6 等を有している。さらに、P C 4 は歩幅導出部 5 1、重心動揺導出部 5 5、足底圧分布領域導出部 5 6 等によって導出された結果をディスプレイなどに表示するためのデータに変換する表示制御部 5 7 を有する。

【 0 0 5 1 】

歩幅導出部 5 1 は、図 6 に示すように、足底圧分布領域の移動方向に基づいて被験者の進行方向を特定する進行方向特定部 5 3 と、進行方向特定部 5 3 によって特定された進行方向及び足底圧分布領域が検出された時刻に基づいて、連続して検出された 2 つの足底圧分布領域が同一の圧力計測シート 2 にあるか、隣接する 2 枚の圧力計測シート 2 にあるかを判断する判断部 5 2 とを有している。さらに、歩幅導出部 5 1 は、判断部 5 2 の結果に基づいて、歩幅の算出を行う歩幅算出部 5 4 を有している。

【 0 0 5 2 】

次に、足底が配置される圧力計測シート 2 の圧力計測面 2 a における足底圧分布領域を

10

20

30

40

50

計測する方法について説明する。圧力計測面 2 a の、図 5 に示す第 1 電極 2 8 と第 2 電極 4 7 とが交差して重なる交差領域では、それぞれの電極に対応する感圧層 2 9 と感圧層 4 8 とが互いに接触している。このように、第 1 電極 2 8 と第 2 電極 4 7 とを互いに直交させ、その交差領域内で圧力を計測することによって、圧力計測点を高密度に配置しつつ、第 1 電極 2 8 及び第 2 電極 4 7 の数を少なくすることができる。

#### 【 0 0 5 3 】

被験者が圧力計測面 2 a の上を歩行し圧力計測面 2 a に圧力が加えられると、感圧層 2 9 と感圧層 4 8 との交差領域のうち、圧力計測面 2 a の圧力が加わった領域に対向する領域にあるものに圧力が加わり、この部分の感圧層 2 9 及び感圧層 4 8 の電気抵抗が低下する。ここで、マルチプレクサ 7 1 によって、第 1 電極 2 8 と第 2 電極 4 7 とによって形成される全ての交差領域における第 1 電極 2 8 と第 2 電極 4 7 との間の電圧を計測する。このとき、大きな圧力が加えられている部分ほど電圧の値が大きく変化しているため、このことを用いて、足底圧分布領域導出部 5 6 は、圧力計測面 2 a における圧力分布領域を導出する。このとき、感圧層 2 9 及び感圧層 4 8 においては、加えられた圧力に対して精度よくその電気抵抗の値が変化するので、圧力計測面 2 a に印加された圧力を精度よく計測することができる。

#### 【 0 0 5 4 】

このような歩行解析装置 1 では、5 つの圧力計測シート 2 の対応する第 1 電極 2 8 同士及び第 2 電極 4 7 同士がそれぞれ電氣的に接続されているので、5 つの圧力計測シート 2 における圧力分布が合計されたものに相当する電気信号が、出力回路 3 によって P C 4 に出力される。したがって、このような方法で圧力計測面 2 a における足底圧分布領域を算出しただけでは、どの圧力計測シート 2 に足が配置されているかを決定することができない。

#### 【 0 0 5 5 】

そこで、次に足底圧分布領域導出部 5 6 によって導出された足底圧分布領域から、歩幅導出部 5 1 によって歩幅を求める。以下では、いずれの圧力計測シート 2 に足底が配置されているかを P C 4 によって決定する方法について図 7 のフローチャート及び図 8、図 9 を用いて説明する。図 7 における S 1 n ( n : 0、1、2、・・・、8 ) は、各ステップを表している。ただし、以下の方法によって足底の配置されている位置を決定するためには、1 つの圧力計測面 2 a の進行方向に沿った長さが歩幅よりも大きいことが必要となる。本実施の形態においては、圧力計測面 2 a の進行方向に沿った長さを一般的な大人の歩幅よりも大きい 7 0 0 m m 程度にしており、歩幅がこれよりも小さい場合にこの方法による解析が可能である。なお、圧力測定シート 2 における圧力計測面 2 a の進行方向に沿った長さは、6 0 c m ~ 8 0 c m であることが好ましい。これによると、大人の平均的な 1 ステップを 1 枚の圧力計測シート 2 で計測できる可能性を高めつつ、出力回路 3 の構造をできるだけ簡略なものとする事ができる。

#### 【 0 0 5 6 】

被験者が圧力計測面 2 a の上を歩行し、例えば、図 8 ( a ) に示すように仮想分布面 8 1 に連続する 2 つの足底圧分布領域 A、B が得られたときには、次のようにして歩幅を導出する。尚、仮想分布面 8 1 は、出力回路 3 によって出力される 5 つの圧力計測面 2 に加えられた合計圧力を表すために 5 つの圧力計測面 2 a を仮想的に重ねて表したものである。まず、後の足底圧分布領域が先の足底圧分布領域よりも進行方向に対して前方にある場合 ( S 1 0 : Y e s )、つまり、図 8 ( a ) の 2 つの足底圧分布領域 A、B がこの順に得られた場合、足底圧分布領域が踵から爪先に向かって移動している ( S 1 1 : Y e s ) とときには、進行方向特定部 5 3 は、被験者の歩行方向が前向きであると特定し、判断部 5 2 は、後の足底圧分布領域は先の足底圧分布領域と同じ圧力計測シート 2 の上にある ( S 1 2 ) と判断する。つまり、2 つの足底は、図 8 ( b ) において A 1、B 1 の順にそれぞれの位置に配置されていると判断される。したがって、歩幅算出部 5 4 は、[(後の足の踵の座標) - (先の足の踵の座標)] × (センサピッチ) によって歩幅を算出する ( S 1 3 )。ここでセンサピッチとは、隣接する第 1 電極 2 8 同士の間隔のことであり、各座標は、圧力

計測面 2 a の最も後ろの点と各点との間にある第 1 電極 2 8 の数である。尚、2 つの足底圧分布領域の進行方向に対する前後関係の判断 ( S 1 0 ) は、2 つの足底圧分布領域の最も後ろの点 ( 踵の位置 ) で行う。また、歩幅算出部 5 4 によって得られた歩幅は、進行方向が前のときは符号が + になり、後ろのときは符号が - になる。また、足内で位置基準となる個所は、踵以外の個所 ( 例えば足の先端 ) であってもよい。

【 0 0 5 7 】

また、後の足底圧分布領域が先の足底圧分布領域よりも進行方向に対して前方にある場合 ( S 1 0 : Y e s )、つまり、図 8 ( a ) の 2 つの足底圧分布領域 A、B がこの順に得られた場合、足底圧分布領域が爪先から踵に向かって移動している ( S 1 1 : N o ) ときは、進行方向導出部 5 3 は、進行方向が後ろ向きであると決定し、判断部 5 2 は、2 つの足が隣接する 2 つの圧力計測シートに跨っている、すなわち、後の足底圧分布領域は先の足底圧分布領域の 1 つ後方の圧力計測シート 2 の上にある ( S 1 4 ) と判断する。つまり、2 つの足底は、図 8 ( c ) において A 2、B 2 の順にそれぞれの位置に配置されていると判断される。したがって、歩幅算出部 5 4 は、 $[(\text{進行方向に沿った座標の最大値}) - (\text{先の足の踵の座標}) + (\text{後の足の踵の座標})] \times (\text{センサピッチ})$  によって、歩幅を算出する ( S 1 5 )。ここで、進行方向に沿った座標の最大値とは、1 つの圧力計測面 2 a に形成された第 1 電極 2 8 の数であり、これにセンサピッチを乗ずることによって圧力計測面 2 a の進行方向に沿った長さになる。なお、歩幅算出部 5 4 が行う演算は、上述したものに限らず、進行方向に沿った 1 枚の圧力計測シート 2 の長さ及び 1 枚の圧力計測シート 2 上における 2 つの足底圧分布領域間の進行方向に沿った座標差に基づくものであれば、どのようなものであってもよい。

【 0 0 5 8 】

一方、後の足底圧分布領域が先の足底圧分布領域よりも進行方向に対して後方にある場合 ( S 1 0 : N o )、つまり、図 8 ( a ) の仮想分布面 8 1 における 2 つの足底圧分布領域 A、B が、B、A の順に得られた場合、後の足底圧分布領域が踵から爪先に向かって移動している ( S 1 6 : Y e s ) ときは、進行方向特定部 5 3 は、被験者の進行方向が前向きであると特定し、判断部 5 2 は、2 つの足底分布が隣接する 2 つの圧力計測シート 2 に跨っていると判断する、すなわち、後の足底圧分布領域は先の足底圧分布領域の 1 つ前方の圧力分布センサの上にある ( S 1 7 ) と判断する。つまり、図 8 ( c ) において B 2、A 2 の順にそれぞれの位置に足が配置されていると判断される。したがって、歩幅算出部 5 4 は、 $[(\text{進行方向に沿った座標の最大値}) - (\text{先の足の踵の座標}) + (\text{後の足の踵の座標})] \times (\text{センサピッチ})$  によって、歩幅を算出する ( S 1 5 )。

【 0 0 5 9 】

また、後の足底圧分布領域が先の足底圧分布領域よりも進行方向に対して後方にある場合 ( S 1 0 : N o )、つまり、図 8 ( a ) の 2 つの足底圧分布領域 A、B が、B、A の順に得られた場合、後の足底圧分布領域が爪先から踵に向かって移動している ( S 1 6 : N o ) ときは、進行方向特定部 5 3 は、被験者の歩行方向が後ろ向きであると決定し、判断部 5 2 は、後の足底圧分布領域は先の足底圧分布領域と同じ圧力計測シート 2 の上にある ( S 1 8 ) と決定する。これによって、図 8 ( b ) において、B 1、A 1 の順にそれぞれの位置に足が配置されたことが分かる。したがって、歩幅算出部 5 4 は、 $[(\text{後の足の踵の座標}) - (\text{先の足の踵の座標})] \times (\text{センサピッチ})$  によって歩幅を算出する ( S 1 3 )。

【 0 0 6 0 】

また、図 9 ( a ) に示すように、足底圧分布領域 C、C' が圧力計測面 2 a の両端に分かれて得られた場合でも、同様の方法で、図 9 ( b ) の C 1 又は図 9 ( c ) の C 2 のように足が配置されていると判断し、歩幅を算出することができる。但し、この場合、図 7 において、2 つの足底圧分布領域 C、C' が同一の圧力計測面 2 a、1 つ前方の圧力計測面 2 a 又は 1 つ後方の圧力計測面 2 a の上にあるというのは、これら 2 つ足底圧分布 C、C' の最も後ろの点が、それぞれ、同一の圧力計測面 2 a、1 つ前方の圧力計測面 2 a、1 つ後方の圧力計測面 2 a の上にあることを意味している。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

このような方法によって、連続する2つの足底圧分布領域からこのときの歩幅を決定することができる。さらに、歩幅が圧力計測面2 aの進行方向に沿った長さよりも小さいので、1歩目は1つ目の圧力計測シート2の圧力計測面2 aの上に配置される。従って、実際に足底が配置されている位置を決定することができる。また、連続する2つの足底圧分布領域が得られた時点で、このときの歩幅を導出することができるので、足の配置位置を導出するまでの時間を短くすることができる。

【0062】

さらに、重心動揺導出部5 5は、判断部5 2により導出された2つ足底圧分布の位置関係、及び、足底圧分布導出部5 6により導出された足底圧分布から、被験者の足底が実際に配置されている場所及びその場所を特定し、これと足底圧分布導出部5 6により導出された足底圧分布から、被験者の重心位置を導出して、歩行時の被験者の重心の揺れを導出する。このように、歩幅導出部5 1、重心動揺導出部5 5、足底圧分布導出部5 6は、被験者の歩幅、重心の揺れ、足底圧分布を導出して、被験者の歩行状態の解析を行う。そして、表示制御部5 7は、解析した結果を表示用のデータに変換してディスプレイ等に表示する。被験者は、表示された歩行解析の結果に基づいて、例えば、リハビリ、歩行訓練等を行うことができる。

10

【0063】

このように、PC 4によって、複数の圧力計測シート2を歩行したときの歩幅、圧力分布、重心等を導出することができるので、複数の圧力計測シート2を1つだけ用いるときと同様の比較的構造が簡略な出力回路を採用することができる。

20

【0064】

次に、第1の実施の形態について種々の変更を加えた変形例について説明する。

【0065】

本実施の形態では、配線部2 bの両端に相互接続コネクタ5 a、5 b及び回路接続コネクタ6 a、出力回路3に回路接続コネクタ6 bをそれぞれ設け、これらを介して、圧力計測シート2同士、又は、圧力計測シート2と出力回路3とを接続したが、これに限らず、例えば、圧力計測シート2の配線部2 b及び出力回路3から接続ケーブルを引き出し、この接続ケーブルによってこれらの接続を行ってもよい。この場合でも、接続ケーブルによって複数の圧力計測シートの対応する電極同士が接続されるので、複数の圧力計測シートを圧力計測シートを1つだけ用いるときと同様の比較的構造が簡略な出力回路を採用することができる。

30

【0066】

また、本実施の形態では、平行に配列された2組の第1電極2 8及び感圧層2 9と、第2電極4 7及び感圧層4 8とを互いに直交させて配置し、これらが交差して重なる点を圧力計測点としたが、これに限らず、例えば、圧力計測点に相当する点のそれぞれに感圧層と、この感圧層を挟む2つの電極を配置し、各圧力計測シートの対応する電極同士を接続してもよい。この場合でも、圧力計測シートの対応する電極同士は接続されているので、複数の圧力計測シートを圧力計測シートを1つだけ用いるときと同様の比較的構造が簡略な出力回路を採用することができる。

【0067】

また、本実施の形態においては、感圧層2 9及び感圧層4 7に圧力が加えられたときにその電気抵抗の値が変化することを利用して足底圧分布領域を求めたが、これに限らず、例えば、感圧層2 9及び感圧層4 7の位置に誘電体等を配置してもよい。この場合でも、圧力計測シートの圧力計測面2 aに圧力が加わった部分の誘電体の厚みが変わることによってその部分における静電容量の値が変化するので、この静電容量の変化によって足底圧分布領域を計測することができる。また、本実施の形態に係る歩行解析装置1はPC 4内に進行方向特定部5 3を有しているが、予め被験者の進行方向が決定されている場合などには、進行方向特定部5 3を有していなくてもよい。

40

【0068】

[第2の実施の形態]

50

以下に第2の実施の形態について説明する。尚、第2の実施の形態は、第1の実施の形態のPC4をPC104に置き換えた構造であるので、同一部材は同一の符号で表し、同一部分についての説明は省略する。

【0069】

図10はPC104の電氣的構成を表すブロック図である。図10に示すように、PC104は、出力回路3から伝達された電気信号によって、歩幅を導出する歩幅導出部110、重心位置を導出し重心位置のゆれを導出する重心動揺導出部111、足底圧分布領域を導出する足底圧分布領域導出部112等を有している。さらにPC104は、歩幅導出部110、重心動揺導出部111、足底圧分布領域導出部112等の結果をディスプレイ等に表示するデータに変換する表示制御部113を有している。

10

【0070】

歩幅導出部110は、図10に示すように、圧力計測シート2の圧力計測面2a上を全長（一方向に配列された複数の圧力計測面2aの合計長さ）に亘って歩行した歩数と、配列された複数の圧力計測面2aの全長（合計長さ）とから、暫定平均歩幅を導出する暫定平均歩幅導出部121、暫定平均歩幅導出部121によって得られた暫定平均歩幅から、連続する2つの足底圧分布領域が何枚の圧力計測シート2を跨いでいるかを判断する判断部122、及び、判断部122によって決定された跨いでいる圧力計測シート2の数と、連続する2つの足底圧分布領域の座標の差とから、歩幅を算出する歩幅算出部123を有している。

【0071】

20

次に、PC104によって歩幅の導出を行う方法を図11のフローチャートと、図12とを用いて説明する。図11のS2n（n：0、1、2、・・・、5）は各ステップを表している。

【0072】

まず、被験者が配列された複数の圧力計測シート2の圧力計測面2a上を全長にわたって歩行したときの足底圧分布領域、及び、これら複数の圧力計測面2aの全長を歩行するのに要した歩数を計測する（S20）。そして、暫定平均歩幅導出部121は、この歩数と複数の圧力計測シート2の圧力計測面2aの全長とから暫定平均歩幅を算出する（暫定平均歩幅＝圧力計測面2aの全長／歩行に要した歩数）（S21）。そして、判断部122は、算出した暫定平均歩幅から、計測した連続する2つの足底圧分布領域に対して、これら2つの足底圧分布領域が同一の圧力計測シート2の上にあるか、又は、異なる圧力計測シート2の上にあるかを判断する（S22）。

30

【0073】

例えば、図12（a）のように仮想分布面81に2つの足底圧分布領域D、Eがこの順に得られたとき、2つの足底圧分布領域が同一の圧力計測シート2の上にある場合（S22：Yes）には、図12（b）に示すように、2つ足底圧分布領域D1、E1に配置されている。したがって、歩幅算出部123は、[(後の足の踵の座標)-(先の足の踵の座標)]×(センサピッチ)によって歩幅を算出する（S23）。

【0074】

一方、2つの足底圧分布領域が異なる圧力計測シート2の上に配置されている場合（S22：No）には、2つの足は、例えば、図12（c）の足底圧分布領域D2、E2、図12（d）の足底圧分布領域D3、E3等のように配置される。このとき、判断部122は、暫定平均歩幅から、連続する2つの足底圧分布領域が何枚の圧力計測シート2を跨いで配置されているかを算出する（S24）。

40

【0075】

次に、歩幅算出部123は、[(後の足の踵の座標)-(先の足の踵の座標)]×(センサピッチ)+(跨いだ圧力計測シートの枚数-2)×(圧力計測面1つの進行方向に沿った長さ)によって歩幅を導出する（S25）。

【0076】

以上のような方法で被験者の歩幅を決定すれば、被験者の歩幅が圧力計測シート2の圧

50

力計測面 2 a の進行方向に沿った長さよりも大きい場合であっても正確に歩幅を導出することができる。さらに、重心動揺導出部 1 1 1 は、判断部 1 2 2 により導出された 2 つの足の位置関係、及び、足底圧分布導出部 1 1 2 により導出された足底圧分布により、被験者の足底が実際に配置されている場所を特定し、これと、足底圧分布同種粒 1 1 2 により導出された足底圧分布から、被験者の重心位置を導出して、歩行時の被験者の重心の揺れを導出する。このように、歩幅導出部 1 1 0、重心動揺導出部 1 1 1、足底圧分布導出部 1 1 2 は、被験者の歩幅、重心の揺れ、足底圧分布を導出して、被験者の歩行状態の解析を行う。そして、表示制御部 1 1 3 は、解析した結果を表示用のデータに変換してディスプレイ等に表示する。被験者は、表示された歩行解析の結果に基づいて、例えば、リハビリ、歩行訓練等を行うことができる。

10

【 0 0 7 7 】

次に、本実施の形態に種々の変更を加えた変形例について説明する。

【 0 0 7 8 】

本実施の形態では、被験者が複数の圧力計測シート 2 の圧力計測面 2 a を全長に亘って歩行してから暫定平均歩幅を算出したが、予め暫定平均歩幅を入力しておき、被験者が圧力計測シート 2 の上を歩いたときにその暫定平均歩幅に基づいて足の配置位置を決定してもよい。この場合、被験者が圧力計測面 2 a を歩行し終わる前でも、連続する 2 つの足底圧分布領域が得られた時点で暫定平均歩幅に基づいてそのときの歩幅を算出することができる。

【 0 0 7 9 】

20

本実施の形態では、第 1 の実施の形態の場合と同様、圧力計測面 2 a の進行方向に沿った長さを 7 0 0 m m 程度としたが、これに限られず、これよりも短くてもよい。この場合でも、暫定平均歩幅を導出してから実際の歩幅を導出するので、正確な歩幅を導出することができる。このほか、本実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様の変更が可能である。さらに、本発明による歩行解析装置は、上述した第 1 及び第 2 の実施の形態とは異なる演算を行って被験者の歩幅を導出するものであってもよい。

【 0 0 8 0 】

[第 3 の実施の形態]

次に、第 3 の実施の形態について説明する。第 3 の実施の形態は、本発明の圧力分布センサを用いて階段における歩行状態を解析する歩行解析装置の一例である。

30

【 0 0 8 1 】

図 1 3 は、本実施の形態の歩行解析装置 6 0 の概略構成図である。図 1 3 に示すように、歩行解析装置 6 0 は、2 つの圧力計測シート 6 1 及び出力回路 6 2 を有する圧力分布センサ 5 9 と、P C 6 3 とを有している。圧力計測シート 6 1 は、第 1 の実施の形態と同様、平行に配列された 2 組の図示しない電極及び感圧層が互いに直交するように配置された構造となっており、直交する図示しない感圧層が重なる位置において圧力を計測することが可能となっている。また、各圧力計測シート 6 1 は、4 つの段を有する階段の隣接する 2 段に配置されており、下段に配置された下段配置部 6 1 a と、上段に配置された上段配置部 6 1 b と、下段配置部 6 1 a 及び上段配置部 6 1 b を接続する接続部 6 1 c とを有する。また、下段配置部 6 1 a 及び上段配置部 6 1 b の一端部には配線部 6 1 d が設けられ、配線部 6 1 d の両端部には相互接続コネクタ 6 5 が形成されている。圧力計測シート 6 1 同士は、相互接続コネクタ 6 5 によって接続ケーブル 6 4 を介して接続され、圧力計測シート 6 1 の対応する図示しない電極同士は、互いに接続されている。

40

【 0 0 8 2 】

さらに、図 1 3 に示すように、階段の最下段にある圧力計測シート 6 1 の下段配置部 6 1 a 側の配線部 6 1 d の端部には、回路接続コネクタ 6 6 が設けられている。最下段にある圧力計測シート 6 1 は、回路接続コネクタ 6 6 を介して、出力回路 6 2 と接続されている。出力回路 6 2 は、圧力計測シート 6 1 に加えられた圧力に相当する電気信号を出力するための回路であり、第 1 の実施の形態の出力回路 3 と同様の構成である。

【 0 0 8 3 】

50

さらに、図13に示すように、出力回路62は、PC63と接続されている。PC63は、出力回路62から出力された電気信号に基づいて階段のどの段に足底が配置されているかを判断する。このほか、第1の実施の形態と同様、PC63は、被験者の重心の揺れや、足底圧分布領域の導出や、得られた結果をディスプレイ等に表示するためのデータへの変換等を行う。

【0084】

次に、圧力計測シート61によって得られた結果からPC63によって足が何段目に配置されているかを判断する方法について図14のフローチャートと図15、図16を用いて説明する。図14のS3n (n: 0, 1, 2, …, 7) は各ステップを表している。尚、この方法では、階段を1段ずつ移動する場合の足底圧分布領域を計測することが可能である。

10

【0085】

まず、被験者が階段を昇るか下りるか(進行方向)を決定する(S30)。被験者が階段を昇るか下りるか、例えば、本実施の形態の場合のように1つの圧力計測シート61が連続する2段に配置されているときは、最下段から階段を昇る場合、一歩目は1段目に配置され、下段配置部61aに足底圧分布領域が得られる、一方、最上段から下りる場合、一歩目は最上段(4段目)に配置され、上段配置部61bに足底圧分布領域が得られるので、これに基づいて決定することができる。また、被験者が、最下段から階段を昇るのか、最上段から階段を下りるのかは予めわかっていることなので、PC63に外部から入力してもよい。

20

【0086】

被験者が階段を昇る場合(S31: Yes)、PC63は、連続する2つの足底圧分布領域が同じ配置部(下段配置部61a又は上段配置部61b)にあるとき(S32: Yes)は、2つの足が同じ段にあり(S33)、異なる配置部にあるとき(S32: No)は、後の足が先の足よりも1段上にある(S34)と判定する。例えば、図15(a)のように仮想分布面82の同じ配置部に2つの足底圧分布領域F、Gが得られたとすると、PC63は、図15(b)のF1、G1、図15(c)のF2、G2のように2つの足が同じ段に配置されていると判断し、図16(a)のように2つの足底圧分布領域H、Iが異なる配置部に得られたとすると、PC63は、足底圧分布領域H、Iがこの順に得られたときは、図16(b)のH1、I1のように、足底圧分布領域H、IがI、Hの順に得られたときは、図16(c)のH2、I2のように後の足が先の足よりも一段上の段に配置されている、つまり、階段を1段昇っていると判断する。尚、図15(a)及び図16(a)の仮想分布面82は、出力回路62によって出力される2つの圧力計測シート61の下段配置面61a、上段配置面61bにそれぞれ加えられた合計圧力を表すために、2つの圧力計測シート61を仮想的に重ねて表したものである。

30

【0087】

被験者が階段を下りる場合(S31: No)、PC63は、連続する2つの足底圧分布領域が同じ配置部(下段配置部61a又は上段配置部61b)にあるとき(S35: Yes)は、2つの足は同じ段にあり(S36)、異なる配置部にあるとき(S35: No)は、後の足は先の足よりも1段下にある(S37)と判定する。例えば、図15(a)のように2つの足底圧分布領域F、Gが仮想分布面82の同じ領域(配置部)に得られたとすると、PC63は、図15(b)のF1、G1、図15(c)のF2、G2のように2つの足が同じ段に配置されていると判断し、図16(a)のように2つの足底圧分布領域H、Iが異なる領域に得られたとすると、PC63は、足底圧分布領域H、Iがこの順で得られたときは、図16(b)のH1、I1、足底圧分布領域H、IがI、Hの順に得られたときは、図16(c)のH2、I2のように後の足が先の足よりも一段下の段に配置されている、つまり、階段を1段下りしていると判断する。

40

【0088】

このように、階段での被験者の進行方向と、各圧力計測シート2の下段配置部61a及び上段配置部61bと階段の各段との対応関係と、これら2つの足底圧分布領域の時間間

50



係（どちらの足底圧分布領域が先に得られたか）とから、連続する2つの足の位置関係が判断される。また、階段を昇る場合は一歩目は1段目に配置され、階段を下りる場合は一歩目は最上段（4段目）に配置されるので、これらの条件から、2つの足が階段のどの段に配置されているかがわかる。

【0089】

さらに、第1の実施の形態及び第2の実施の形態の場合と同様、PC63は、被験者の歩幅、重心の揺れ、足底圧分布を導出して、被験者の歩行状態の解析を行い、解析した結果をディスプレイ等に表示する。被験者は、表示された歩行解析の結果に基づいて、例えば、リハビリ、歩行訓練等を行うことができる。

【0090】

以上に示すように、PC63において連続する2つの足の位置関係を判断すれば、複数の圧力計測シート61を圧力計測シート61を1つだけ用いたときと同様の構成の比較的簡略な出力回路62を採用することができる。また、各圧力計測シート61が階段の隣接する2つの段に跨っているので、1つの圧力計測シートを極力小さくしつつ、使用する圧力計測シート61の枚数をできるだけ減らすことができる。

【0091】

次に、本実施の形態に種々の変更を加えた変形例について説明する。

【0092】

本実施の形態においては、1つの圧力計測シート61を階段の連続する2段に跨って配置したがこれに限られず、階段の連続する3段以上に跨って配置してもよい。このほか、本実施の形態においても、第1の実施の形態と同様の変更が可能である。

【0093】

また、第1～第3の実施の形態では、圧力分布センサをリハビリ等を行う歩行解析装置に適用したが、これに限られず、このほかに、例えば、医療、ロボット開発に適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】本発明による第1の実施の形態に係る歩行解析装置の概略構成図である。

【図2】図1の圧力分布センサの一部を拡大した図である。

【図3】図2の圧力計測シートを構成する第1センサシートの分解斜視図である。

【図4】図2の圧力計測シートを構成する第2センサシートの分解斜視図である。

【図5】図1の歩行解析装置の電氣的構成を表すブロック図である。

【図6】図5のPCの電氣的構成を表すブロック図である。

【図7】図5のPCを用いて圧力計測シートの足の配置を導出する方法を表すフローチャートである。

【図8】(a)は圧力計測シートによって得られた足裏圧分布の図であり、(b)、(c)はこの結果から図7の方法によって得られた実際の足の位置である。

【図9】1つの足が2つの圧力計測シートに跨っているときの図であり、(a)は圧力計測シートによって得られた足底圧分布領域の図であり、(b)、(c)は、図7の方法によって得られた実際の足の位置を示す図である。

【図10】本発明による第2の実施の形態におけるPCの電氣的構成を表すブロック図である。

【図11】図10のPCによって圧力計測シートの足の配置を導出する方法を表すフローチャートである。

【図12】(a)は圧力計測シートによって得られた足底圧分布領域の図であり、(b)、(c)、(d)は図10の方法によって得られた実際の足の位置を表している。

【図13】本発明による第3の実施の形態に係る歩行解析装置の概略構成図である。

【図14】図12のPCを用いて圧力計測シートの足の配置を導出する方法を表すフローチャートである。

【図15】(a)は圧力計測シートの同じ配置部に足底圧分布領域が得られたときの図で

10

20

30

40

50

あり、(b)、(c)は図13の方法によって得られた実際の足の位置を表している。

【図16】(a)は圧力計測シートの異なる配置部に足底圧分布領域が得られたときの図であり、(b)、(c)は図13の方法によって得られた実際の足の位置を表している。

【符号の説明】

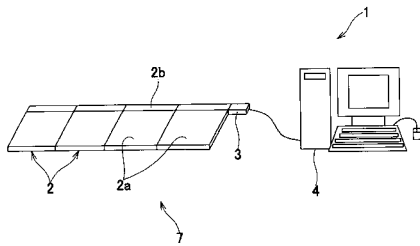
【0095】

- 1 歩行解析装置
- 2 圧力計測シート
- 3 出力回路
- 4 P C
- 5 a、5 b 相互接続コネクタ
- 6 a、6 b 回路接続コネクタ
- 7 圧力分布センサ
- 2 2 配線
- 2 5 絶縁層
- 2 8 第1電極
- 2 9 感圧層
- 4 2 配線
- 4 5 絶縁層
- 4 7 第2電極
- 4 8 感圧層

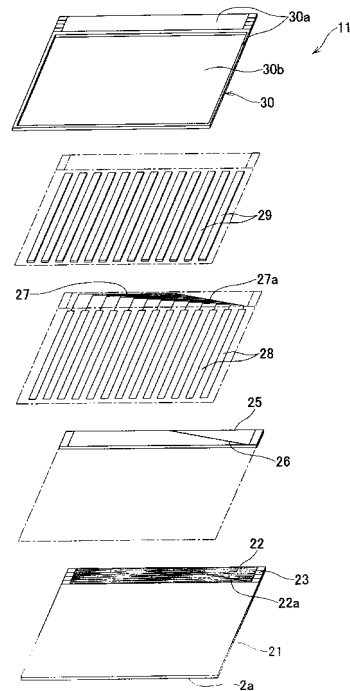
10

20

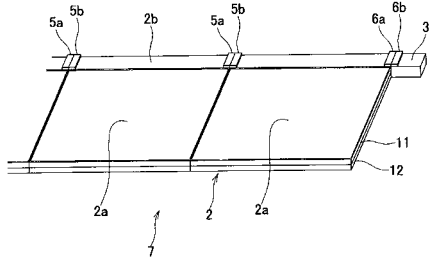
【図1】



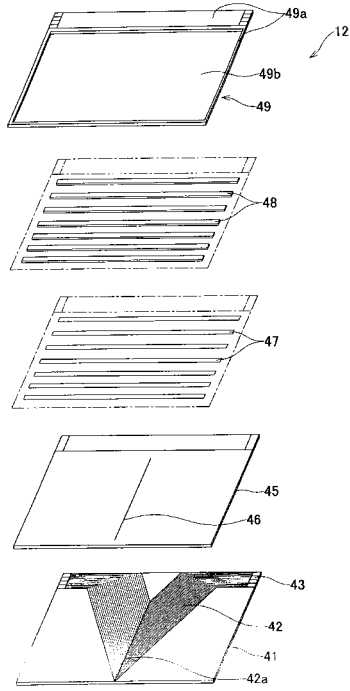
【図3】



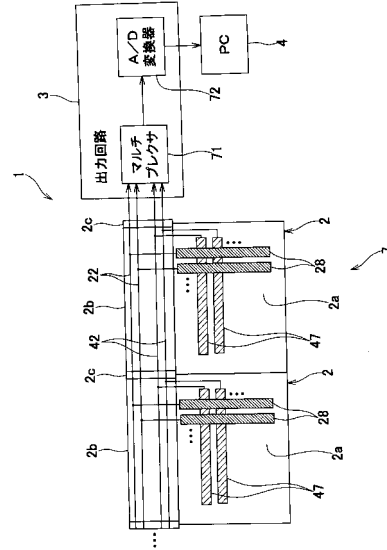
【図2】



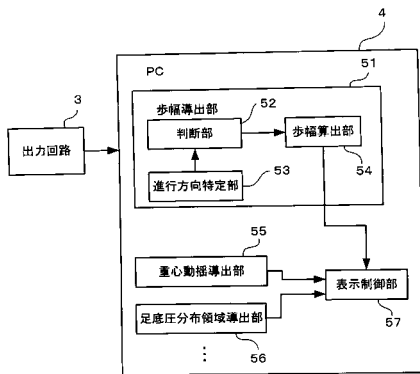
【図4】



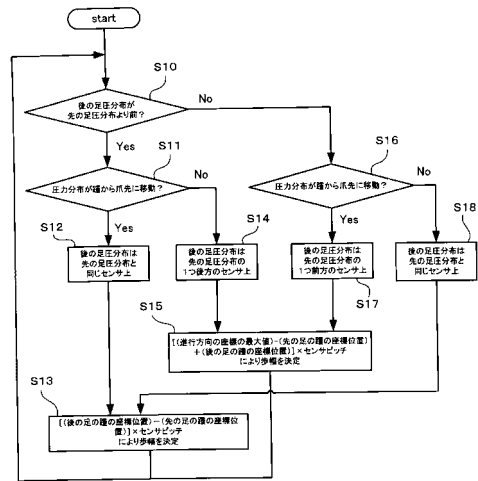
【図5】



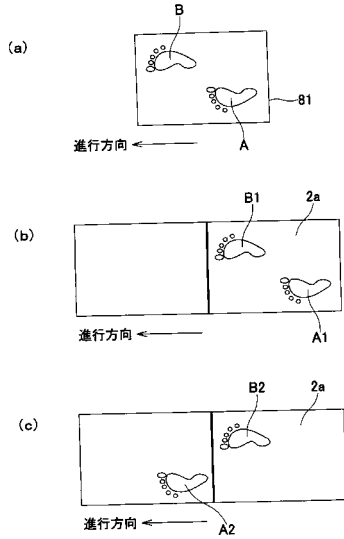
【図6】



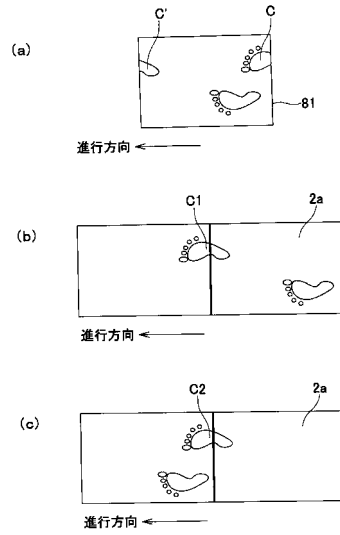
【図7】



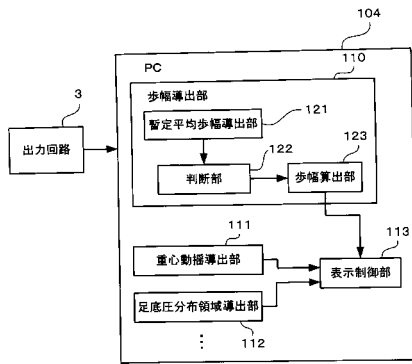
【図8】



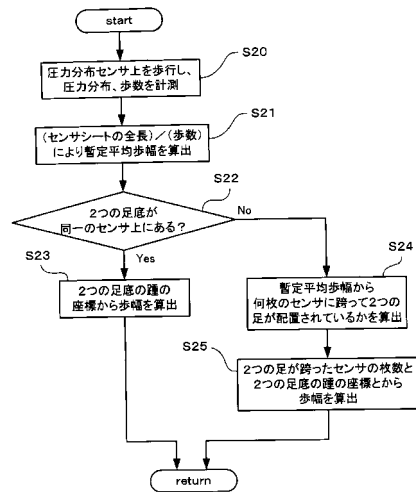
【図9】



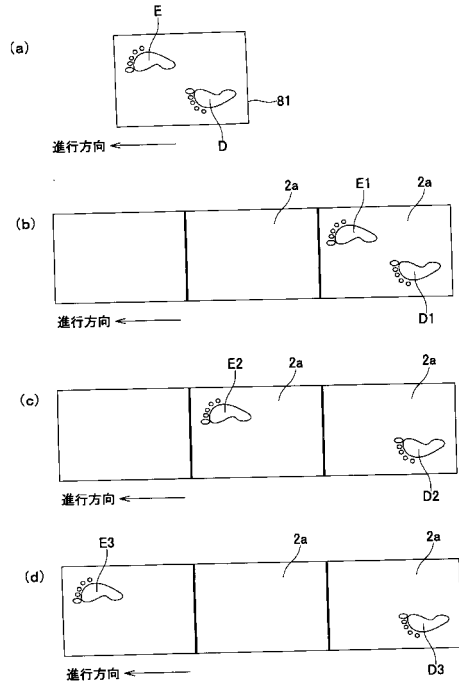
【図10】



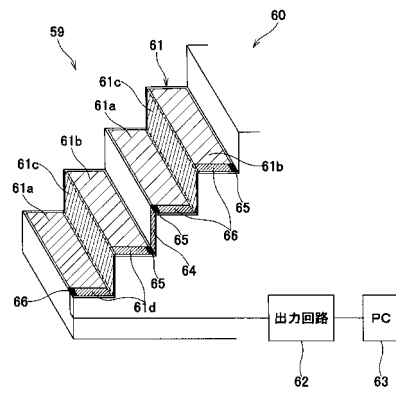
【図11】



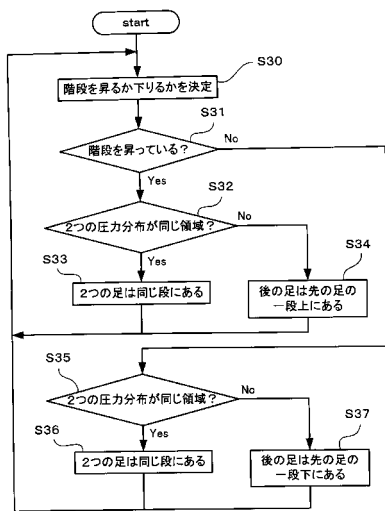
【図12】



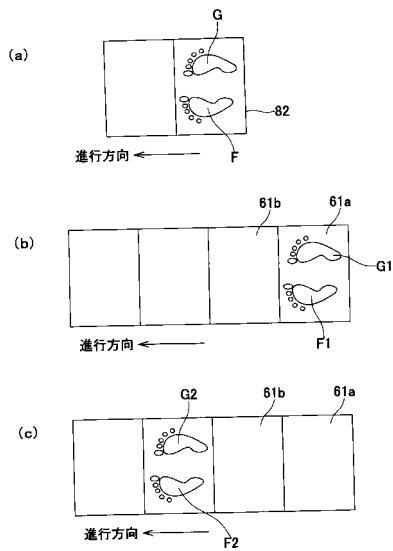
【図13】



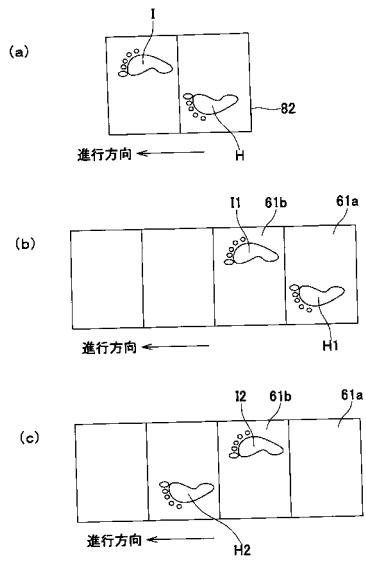
【図14】



【図15】



【 図 16 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-038720(JP,A)  
特開2004-024726(JP,A)  
特開2001-287189(JP,A)  
特開平06-082320(JP,A)  
特開2002-345786(JP,A)  
特開昭60-108033(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 5/00  
A61B 5/11