

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-202160
(P2015-202160A)

(43) 公開日 平成27年11月16日(2015.11.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/11 (2006.01)	A 6 1 B 5/10 3 1 0 B	2 F 0 5 1
G 0 1 L 5/00 (2006.01)	G 0 1 L 5/00 1 0 1 Z	4 C 0 3 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-82184 (P2014-82184)
 (22) 出願日 平成26年4月11日 (2014.4.11)
 特許法第30条第2項適用申請有り 平成26年3月5日 第5回 日本複合材料会議 (JCCM-5) にて公開

(71) 出願人 505089614
 国立大学法人福島大学
 福島県福島市金谷川1番地
 (74) 代理人 100087767
 弁理士 西川 恵清
 (74) 代理人 100155745
 弁理士 水尻 勝久
 (74) 代理人 100143465
 弁理士 竹尾 由重
 (74) 代理人 100155756
 弁理士 坂口 武
 (74) 代理人 100161883
 弁理士 北出 英敏
 (74) 代理人 100167830
 弁理士 仲石 晴樹

最終頁に続く

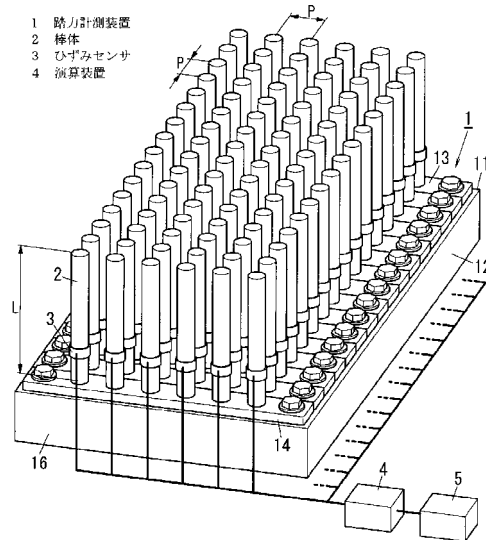
(54) 【発明の名称】 踏力計測装置

(57) 【要約】

【課題】 歩行者の足裏による歩行面への圧力だけでなく、歩行面に平行な方向の力の掛かり具合を計測することができ、さらにその力の分布も計測できる踏力計測装置を提供する。

【解決手段】 本発明の踏力計測装置1は、上端面が同一平面上に位置するように複数箇所立設され、当該上端面に歩行者の足裏が載る棒体2と、この棒体2に生じたひずみを計測するひずみセンサ3と、このひずみセンサ3によって計測されたひずみから、前記棒体2に与えられた圧縮荷重および曲げ荷重を算出する演算装置4とを備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それらの上端面が同一平面上に位置するように基台に立設され、当該上端面に歩行者の足裏が載せられる複数の棒体と、

歩行者の足裏が与える力によって前記棒体に生じたひずみを計測するひずみセンサと、

このひずみセンサによって計測されたひずみから、歩行者の足裏により前記棒体に与えられた圧縮荷重および曲げ荷重を算出する演算装置と

を備えている

ことを特徴とする踏力計測装置。

【請求項 2】

前記棒体が断面円形の丸棒である

ことを特徴とする請求項 1 記載の踏力計測装置。

【請求項 3】

前記ひずみセンサは、前記棒体の外周面に取り付けられた少なくとも 3 つ以上のひずみゲージであり、

このひずみゲージは、前記棒体の直径線上の 2 点と、当該 2 点の間の 1 点とに取り付けられており、

各ひずみゲージは、前記棒体の上端面との間の距離が一定の寸法となるよう配置されることを特徴とする請求項 2 記載の踏力計測装置。

【請求項 4】

前記直径線は、歩行者の進行方向に平行である

ことを特徴とする請求項 3 記載の踏力計測装置。

【請求項 5】

前記演算装置によって算出された算出結果を出力する出力装置をさらに備えている

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の踏力計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、踏力計測装置、より詳細には、歩行中の人の足裏が靴底等に与える力を計測するための踏力計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、従来 of 踏力計測装置（特許文献 1 では「足圧等の分布測定装置」と称される）が開示されている。この特許文献 1 記載の足圧等の分布測定装置は、アクリル板によって形成された受圧部と、この受圧部の平面上の縦横に並ぶように多数配置された受圧棒体と、この受圧棒体の下端に回転自在に設けられた鋼球とを備えている。この鋼球の下方には、上面に反射塗料が塗布されたエポキシシラバ板が敷かれている。このエポキシシラバ板の下方には、二層のアクリル板と、このアクリル板の間に挟まれた偏光板とが設けられている。

【0003】

歩行中の人の足裏が受圧棒体の上端面に載ると、鋼球に押圧されたエポキシシラバ板とアクリル板と偏光板との作用によって、アクリル板には足圧の分布が縞状に現われる。これによって、この足圧等の分布測定装置は、歩行中の歩行者の足圧分布を測定して、踏力の解析をしようとするものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 5 - 1 1 5 4 6 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0005】

ところで、この特許文献1記載の足圧等の分布測定装置は、歩行者の足裏が載る地面（歩行面）上の圧力（つまり、Z方向の力の大きさ）の分布を測定するものに過ぎない。すなわち、この特許文献1記載の足圧等の分布測定装置では、歩行面において、当該歩行面に平行な方向（X方向およびY方向）の力の掛かり具合を計測することはできず、踏力の解析としては不十分であった。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、歩行者の足裏による歩行面への圧力だけでなく、歩行面に平行な方向の力の掛かり具合を計測することができ、さらにその力の分布も計測できる踏力計測装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の踏力計測装置は、それらの上端面が同一平面上に位置するように基台に立設され、当該上端面に歩行者の足裏が載せられる複数の棒体と、歩行者の足裏が与える力によって前記棒体に生じたひずみを計測するひずみセンサと、このひずみセンサによって計測されたひずみから、歩行者の足裏により前記棒体に与えられた圧縮荷重および曲げ荷重を算出する演算装置とを備えていることを特徴とする。

【0008】

またこの踏力計測装置において、前記棒体が断面円形の丸棒であることが好ましい。

【0009】

またこの踏力計測装置において、前記ひずみセンサは、前記棒体の外周面に取り付けられた少なくとも3つ以上のひずみゲージであり、このひずみゲージは、前記棒体の直径線上の2点と、当該2点の間の1点とに取り付けられており、各ひずみゲージは、前記棒体の上端面との間の距離が一定の寸法となるよう配置されることが好ましい。

20

【0010】

またこの踏力計測装置において、前記直径線は、歩行者の進行方向に平行であることが好ましい。

【0011】

またこの踏力計測装置において、前記演算装置によって算出された算出結果を出力する出力装置をさらに備えていることが好ましい。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明の踏力計測装置によれば、各棒体について、圧縮荷重の計測によって歩行面に掛かるZ方向の力が測定でき、曲げ荷重の計測によって歩行面に掛かる当該歩行面に平行な方向（X方向およびY方向）の力が測定できる。これにより、足裏が歩行面に与える力について、3方向の力が計測できる上に、力の分布も計測することができる。

【0013】

この結果、本発明の踏力計測装置によれば、歩行者の足裏による歩行面への圧力だけでなく、歩行面に平行な方向の力の掛かり具合を計測することができ、さらにその力の分布も計測することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本実施形態の踏力計測装置の斜視図である。

【図2】本実施形態の踏力計測装置の分解斜視図である。

【図3】本実施形態の踏力計測装置の棒体の拡大図であり、(a)は斜視図であり(b)は平面図である。

【図4】本実施形態の踏力計測装置の出力装置から出力された一例のグラフである。

【図5】本実施形態の踏力計測装置の使用状態の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

50

以下、本発明の実施形態について添付図面に基づいて説明する。

【0016】

本実施形態の踏力計測装置1は、歩行中の人（歩行者）の足裏が地面等（以下、歩行面）に与える3方向の力（ F_x, F_y, F_z ）および、その力の分布を測定できるものである。これによって、足裏が靴底に与える力や、歩行者の足裏が受ける歩行面からの反力等の解析ができる。この解析結果は、例えば、各個人の歩行態様に合わせた靴の形状設計等に利用することができ、医療やスポーツ等広く利用することができる。

【0017】

以下においては、歩行者の進行方向を前後方向（第1の方向）として定義し、進行方向に直角な水平方向を左右方向（第2の方向）として定義する。

10

【0018】

踏力計測装置1は、図1に示すように、計測体11と、演算装置4と、出力装置5とを備えている。計測体11は、基台12と、基台12に立設された棒体2と、この棒体2に生じたひずみを計測するひずみセンサ3とを備えている。

【0019】

基台12は、複数の棒体2を支持する。基台12は、棒体2が固定される支持部13と、この支持部13を支える脚部16とを備えている。支持部13は、複数の帯状金属板14によって構成されている。

【0020】

帯状金属板14は、幅方向に複数並べられて脚部16に取り付けられる。複数の帯状金属板14の上面同士は、面一となっており、これにより、支持部13の上面は水平面となっている。帯状金属板14は、長手方向の両端に取付孔（図示せず）が設けられており、この取付孔に通された固着具を介して脚部16に固定されている。

20

【0021】

帯状金属板14には、図2に示すように、棒体2を取り付けるための複数の貫通孔15が設けられる。貫通孔15は帯状金属板14を上下に貫通する。貫通孔15は、帯状金属板14の長さ方向に平行な方向に並んで設けられている。

【0022】

なお、貫通孔15間のピッチPは、例えば20mmに形成されるが、これに限定されない。また、帯状金属板14が脚部16に取り付けられた状態において、帯状金属板14の幅方向に平行な方向の貫通孔15間のピッチPは、例えば20mmに形成される。

30

【0023】

脚部16は、矩形棒状に形成されており、床や地面等の設置面に載置される。脚部の上面には帯状金属板14が取り付けられる。脚部16は、支持部13の上面を水平に保持させる。基台12は、例えば、ステンレスやアルミ合金等の金属によって構成される。支持部13と脚部16とは、固着具を介して連結されているが、一体に成形されてもよい。

【0024】

棒体2は、支持部13の上面から立ち上がるようにして取り付けられる。棒体2は、上下方向に長さを有する断面円形の丸棒によって構成されている。棒体2の材質は、例えば、アルミ合金などの金属や、MCナイロン（登録商標）等の樹脂が用いられる。なお、本実施形態の丸棒は、MCナイロンにより構成される。

40

【0025】

棒体2は、本体部21と、この本体部21の下端から下方に延出したねじ部22とを備えている。ねじ部22の外径は、本体部21の外径（本実施形態においては、10mm）よりも短く形成されている。また、ねじ部22の外径は、貫通孔15の内径よりも小さく形成されており、本体部21の外径は、貫通孔15の内径よりも長く形成される。

【0026】

棒体2は、ねじ部22を貫通孔15に上方から挿入し、この状態で支持部13の下方からナットをねじ込むことで、帯状金属板14に固定される。棒体2が取り付けられた帯状金属板14は、脚部16に固定される。これにより棒体2は、支持部13上に立設される

50

。

【0027】

なお、棒体2の基台12への固定方法は、ねじ部22とナットとを用いたものでなくてもよい。例えば、基台12の貫通孔15に雌ねじを設け、ねじ部22をこの雌ねじにねじ込むことで固定してもよいし、基台12に一体成形によって棒体2を形成してもよい。

【0028】

本体部21の長さは、すべての棒体2において、一定の長さL（本実施形態では、100mm）となるように形成される。これにより、支持部13上に棒体2が固定されると、棒体2の上端面は同一平面上に位置する。この棒体2の上端面は、歩行者の足裏が載せられる踏み面となる。

10

【0029】

ひずみセンサ3は、棒体2の上端に歩行者が載ることで棒体2に生じたひずみを計測する。このひずみセンサ3は、図1に示すように、演算装置4に電氣的に接続されている。ひずみセンサ3は、棒体2に生じたひずみを計測すると、その信号を演算装置4に出力する。

【0030】

ひずみセンサ3は、図3に示すように、複数のひずみゲージ31によって構成される。ひずみゲージ31は、少なくとも3つ設けられる（本実施形態では、計3つ設けられている）。ひずみゲージ31は、棒体2に生じた微小変化を電気信号として検出するものである。ひずみゲージ31は、棒体2の外周面に取り付けられている。具体的には、図3（b）に示すように、棒体2の直径線上の2点（直径線と外周との交点）と、この2点の間の1点とに貼着されている。また、ひずみゲージ31と棒体2の上端面との間の距離xは、すべてのひずみゲージ31において同一の寸法となるように配置される。

20

【0031】

棒体2の外周面に取り付けられたひずみゲージ31は、棒体2の直径線上の2点と、この2点の間の1点の計3点に貼着されるが、棒体2の直径線上の2点は、前後方向に並ぶように（つまり、歩行者の進行方向に平行に）取り付けられることが好ましい。また、この間の1点は、前後方向の直径線に直交する直径線（左右方向の直径線）と外周面との交点のうち1点に設けられることが好ましい。これによって、棒体2に与えられた圧縮荷重および曲げ荷重を、より精度よく算出することができる。

30

【0032】

以下、必要に応じて、丸棒の前側に貼着されたひずみゲージ31を第1のひずみゲージ32とし、丸棒の後ろ側に貼着されたひずみゲージ31を第2のひずみゲージ33とし、第1のひずみゲージ32と第2のひずみゲージ33との間に設けられたひずみゲージ31を第3のひずみゲージ34として区別する。

【0033】

ひずみゲージ31は、演算装置4に電氣的に接続されている。ひずみゲージ31は、ひずみを検出すると、これに応じた電気信号を演算装置4に出力する。

【0034】

演算装置4は、ひずみゲージ31から電気信号が入力されると、その電気信号からひずみを検出し、これに基づいて各棒体2に与えられた圧縮荷重と曲げ荷重とを算出する。本実施形態の演算装置4は、次の数式に基づいて、圧縮荷重と曲げ荷重とを算出する。

40

【0035】

図3に示すように、第1のひずみゲージ32によって検出されたひずみを δ_1 、第2のひずみゲージ33によって検出されたひずみを δ_2 、第3のひずみゲージ34によって検出されたひずみを δ_3 とし、ひずみゲージ31と棒体2の上端面との間の寸法をx、棒体2の半径をr、棒体2の縦弾性係数をEとすると、曲げ荷重 W_m （曲げ荷重 W_{m1} と W_{m2} との合力）および圧縮荷重 W_p は、以下のようにして求められる。

【0036】

δ_1 と δ_2 は、圧縮によるひずみ δ_p と、前後方向（X方向とする）の曲げ荷重 W_{m1} が掛

50

かることで生じる曲げによるひずみ ε_{m1} とを用いて表すと、次のようになる。

【0037】

【数1】

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_p + \varepsilon_{m1} \quad \dots\dots (式1)$$

【0038】

【数2】

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_p - \varepsilon_{m1} \quad \dots\dots (式2)$$

10

【0039】

これより ε_p 、 ε_{m1} を求めると、つぎのようになる。

【0040】

【数3】

$$\varepsilon_p = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \quad \dots\dots (式3)$$

【0041】

【数4】

$$\varepsilon_{m1} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2} \quad \dots\dots (式4)$$

20

【0042】

次に、(式3)(式4)で求めた ε_p 、 ε_{m1} から、圧縮荷重 W_p と前後方向の曲げ荷重 W_{m1} とを求めると、

【0043】

【数5】

$$W_p = \pi r^2 E \varepsilon_p \quad \dots\dots (式5)$$

30

【0044】

【数6】

$$W_{m1} = \frac{\pi r^3 E \varepsilon_{m1}}{4x} \quad \dots\dots (式6)$$

【0045】

となる。

【0046】

また、 ε_3 は、圧縮によるひずみ ε_p と、左右方向(Y方向とする)の曲げ荷重 W_{m2} によるひずみ ε_{m2} とを用いて表すと、

【0047】

【数7】

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_p + \varepsilon_{m2} \quad \dots\dots (式7)$$

40

【0048】

50

となり、これと(式3)とから、

【0049】

【数8】

$$\varepsilon_{m2} = \frac{2\varepsilon_3 - \varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2} \dots\dots(式8)$$

【0050】

が求められる。よって、左右方向の曲げ荷重 W_{m2} は、

【0051】

【数9】

$$W_{m2} = \frac{\pi r^3 E (2\varepsilon_3 - \varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{8X} \dots\dots(式9)$$

10

【0052】

となり、従って、曲げ荷重 W_m は次のように求められる。

【0053】

【数10】

$$W_m = \sqrt{W_{m1}^2 + W_{m2}^2} \dots\dots(式10)$$

20

【0054】

このように演算装置4は、ひずみセンサ3によって計測されたひずみから棒体2に与えられた圧縮荷重および曲げ荷重を算出することができる。圧縮荷重は、歩行者の足裏が棒体2に与える鉛直方向(Z方向)の力を表す。また、曲げ荷重 W_{m1} 、 W_{m2} は、それぞれ、歩行者の足裏が棒体2に与える水平方向(X方向およびY方向)の力を表し、つまり、歩行面に平行な方向(歩行面の面方向)の力を表す。これによって、本実施形態の踏力計測装置1によれば、歩行面の3方向の力を測定することができる。また、踏力計測装置1は、この棒体2に掛かる圧縮荷重と曲げ荷重とを、棒体ごとに算出することで、歩行面の3方向の力の分布を測定することができる。演算装置4は、棒体2ごとに算出した圧縮荷重と曲げ荷重のデータを出力装置5に出力する。

30

【0055】

出力装置5は、演算装置4によって算出された算出結果を外部に出力する。出力装置5は、例えば、モニターやプリンターによって構成される。出力の態様は、数値を表にして出力してもよいし、グラフにして出力してもよく、特に限定されない。

【0056】

出力装置5は、例えば、図4のようにして、圧縮荷重と曲げ荷重とを出力する。この出力態様は、各棒体2の支持部13上の位置座標と対応するようにして、ベクトル表示を行うものである。これにより、圧縮荷重および曲げ荷重の絶対値と、曲げ荷重の力の方向と、力の分布とを一見して把握することができる。

40

【0057】

このような構成の踏力計測装置1は、例えば、図5に示すような測定用設備6に設置して使用される。この測定用設備6は、歩行者が歩行する歩行路62を備えている。歩行路62の上面は、歩行面であり、歩行者の足裏が接地する。この歩行路には、凹部61が設けられている。

【0058】

凹部61は、歩行面から凹没している。凹部61には、本実施形態の踏力計測装置1が設置される。踏力計測装置1は、棒体2の上端面が歩行面と略同一平面上に位置するよう

50

に配置される。

【0059】

歩行者は、歩行路を進行し凹部61に差し掛かったら、棒体2の上端面を踏むようにする。これによって、歩行者の通常の歩行状態の踏力を計測することができる。なお、本実施形態の踏力計測装置1は、歩く場合だけでなく走る場合の踏力も計測することができる。従って、本実施形態にいう「歩行者」は、走行する者も含むものとする。

【0060】

以上、説明したように、本実施形態の踏力計測装置1は、棒体2と、ひずみセンサ3と、演算装置4とを備えている。棒体2は、それぞれの上端面が同一平面上に位置するように基台12に立設されている。棒体2の上端面には歩行者の足裏が載せられる。ひずみセンサ3は、歩行者の足裏により与えられた力によって棒体2に生じたひずみを計測する。演算装置4は、このひずみセンサ3によって計測されたひずみから、棒体2に与えられた圧縮荷重および曲げ荷重を算出する。

10

【0061】

このため、本実施形態の踏力計測装置1によれば、各棒体2について、圧縮荷重の計測によって歩行面に掛かるZ方向の力が測定でき、曲げ荷重の計測によって歩行面に平行な方向(X方向およびY方向)の力が測定できる。これにより、足裏が歩行面に与える力について、3方向の力が計測できる上に、力の分布も計測することができる。

【0062】

また、本実施形態の棒体2は、断面円形の丸棒である。

20

【0063】

このため、本実施形態の踏力計測装置1によれば、曲げ荷重の大きさと方向の算出を容易に行うことができる。

【0064】

また、本実施形態のひずみセンサ3は、棒体2の外周面に取り付けられた少なくとも3つ以上のひずみゲージ31である。このひずみゲージ31は、棒体2の直径線上の2点と、当該2点の間の1点とに取り付けられており、各ひずみゲージ31は、前記棒体2の上端面との間の距離が一定の寸法となるよう配置される。

【0065】

このため、本実施形態の踏力計測装置1は、簡単な演算によって、圧縮荷重と曲げ荷重とを算出することができる。このため、本実施形態の踏力計測装置1によれば、演算装置4として、処理能力が高いものを用いなくてもよい。

30

【0066】

また、本実施形態の上述の直径線は、歩行者の進行方向に平行である。

【0067】

このため、本実施形態の踏力計測装置1によれば、より精度よく圧縮荷重と曲げ荷重とを算出することができる。

【0068】

また、本実施形態の踏力計測装置1は、演算装置4によって算出された算出結果を出力する出力装置5をさらに備えている。

40

【0069】

このため、本実施形態の踏力計測装置1によれば、歩行者の足裏が歩行面に対して与える3分力やその反力を見やすく表示できる。

【0070】

また、本実施形態の棒体2は、MCナイロンによって構成されている。MCナイロンは、機械的強度に優れている一方、金属等に比べて縦弾性係数が小さい。このため、本実施形態の棒体2は、歩行者が棒体2の上端面に載った際に、ひずみが生じやすい。この結果、より精度よく、歩行面の3分力の計測を行うことができる。

【0071】

なお、本実施形態の踏力計測装置1は、出力装置5を備えていたが、本発明において出

50

力装置 5 は必ずしも必要ではない。例えば、踏力計測装置 1 は、演算装置によって算出された圧縮荷重および曲げ荷重の電子データを、CSV形式のデータに変換して通信手段により、ユーザー等に送信してもよい。

【符号の説明】

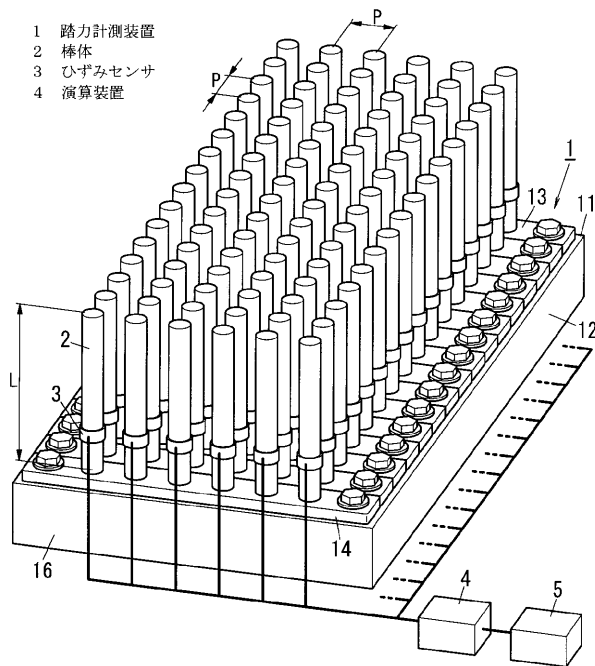
【0072】

- 1 踏力計測装置
- 1 1 計測体
- 1 2 基台
- 1 3 支持部
- 1 4 取付部
- 1 5 貫通孔
- 1 6 脚部
- 2 棒体
- 2 1 本体部
- 2 2 ねじ部
- 3 ひずみセンサ
- 3 1 ひずみゲージ
- 3 2 第1のひずみゲージ
- 3 3 第2のひずみゲージ
- 3 4 第3のひずみゲージ
- 4 演算装置
- 5 出力装置
- 6 測定用設備
- 6 1 凹部

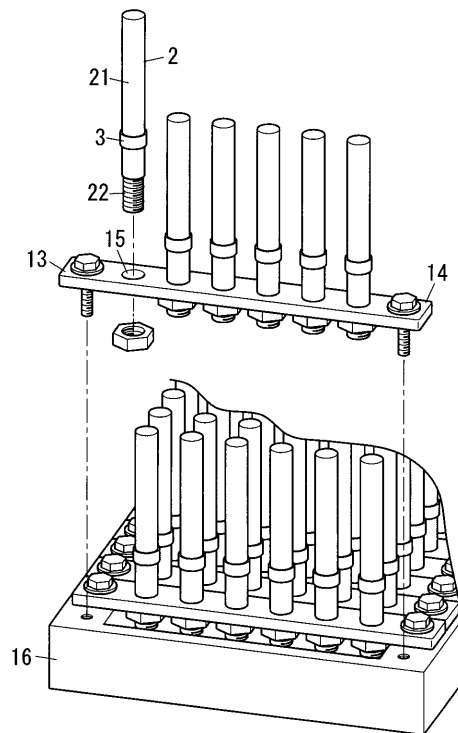
10

20

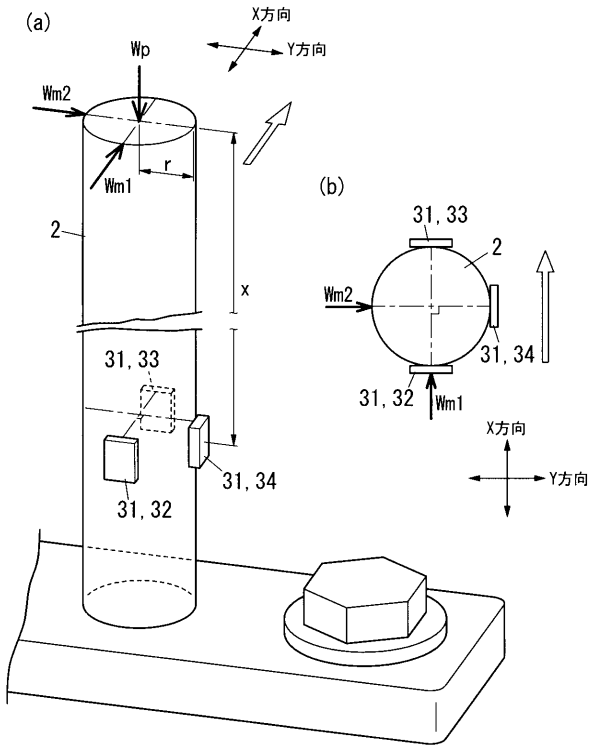
【図1】



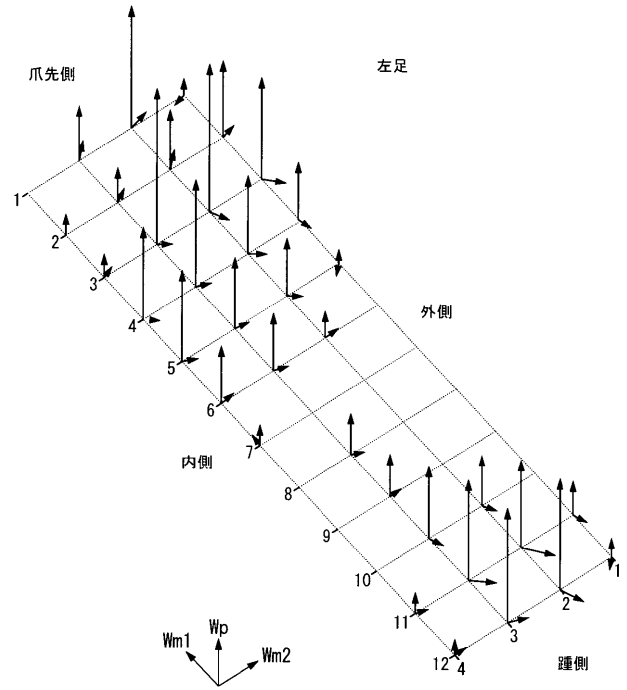
【図2】



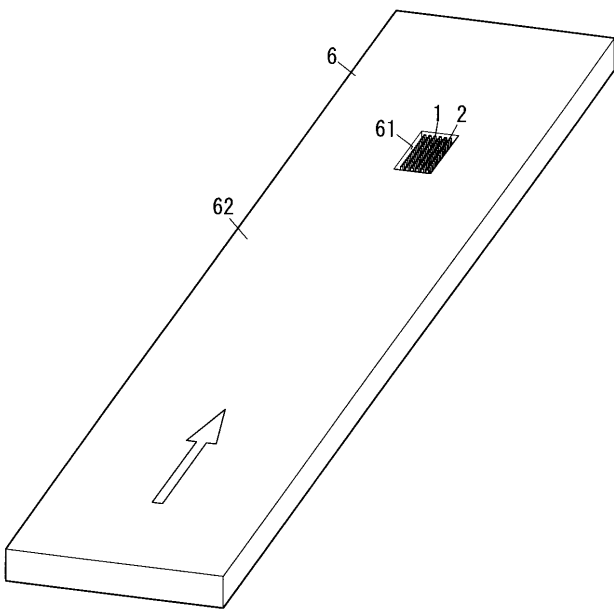
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100136696

弁理士 時岡 恭平

(74)代理人 100162248

弁理士 木村 豊

(72)発明者 小沢 喜仁

福島市金谷川1番地 国立大学法人福島大学内

(72)発明者 吉田 義宏

福島市金谷川1番地 国立大学法人福島大学内

Fターム(参考) 2F051 AA17 AB09 BA07 DA03

4C038 VA04 VB14 VC20