

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6420246号
(P6420246)

(45) 発行日 平成30年11月14日(2018.11.14)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 B	7/02	(2006.01)	GO 1 B	7/02	A
GO 1 B	7/28	(2006.01)	GO 1 B	7/28	D
GO 1 B	3/10	(2006.01)	GO 1 B	3/10	A
A 6 1 B	5/05	(2006.01)	A 6 1 B	5/05	B

請求項の数 10 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2015-539166 (P2015-539166)
 (86) (22) 出願日 平成26年9月19日(2014.9.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/074854
 (87) 国際公開番号 W02015/046058
 (87) 国際公開日 平成27年4月2日(2015.4.2)
 審査請求日 平成29年6月22日(2017.6.22)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-204223 (P2013-204223)
 (32) 優先日 平成25年9月30日(2013.9.30)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 598041566
 学校法人北里研究所
 東京都港区白金5丁目9番1号
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄
 (74) 代理人 100188558
 弁理士 飯田 雅人
 (72) 発明者 根武谷 吾
 神奈川県相模原市南区北里1丁目15番1号
 学校法人北里研究所内

審査官 眞岩 久恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 長さ測定装置、長さ測定方法、プログラム、形状推定装置、及び体脂肪率測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の電極パッドが長手方向に配列されるとともに、測定対象物の周囲に巻かれて用いられるテープ部と、

前記複数の電極パッドの中から任意の電極パッド対を選択するとともに、選択した前記電極パッド対の間の電気インピーダンスを取得するインピーダンス取得部と、

前記テープ部のうち、前記電気インピーダンスが判定閾値以下となる電極パッド対が連続して配列されている領域を特定し、当該特定された領域の長さを算出する長さ演算部と

を備え、

前記インピーダンス取得部は、

第1の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第1の取得ステップと、

前記第1の離間距離よりも大きい第2の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第2の取得ステップと、

を実行し、

前記長さ演算部は、

前記テープ部のうち、前記第1の取得ステップで取得する電気インピーダンスが判定閾値以下となる領域である近接領域が、前記判定閾値を上回る領域である非近接領域を隔て

て複数存在する場合には、当該非近接領域において、前記第2の取得ステップで取得する電気インピーダンスが判定閾値以下となるか否かを判定するとともに、当該判定閾値以下となっている場合には、複数の前記近接領域が存在する領域全体の長さを算出する

長さ測定装置。

【請求項2】

前記テープ部が、フレキシブル基板の上の前記複数の電極パッドを配列することによって形成される

請求項1に記載の長さ測定装置。

【請求項3】

前記テープ部は、表面が絶縁体からなる被膜部により被膜されている

10

請求項1又は請求項2に記載の長さ測定装置。

【請求項4】

前記テープ部は、前記被膜部の内側において、前記複数の電極パッドの何れか一方の面と、当該電極パッドに接続された引き回し配線の両面と、を覆うように形成された導体からなるシールド部をさらに備える

請求項3に記載の長さ測定装置。

【請求項5】

前記テープ部は、前記電極パッド及びこれに接続された引き回し配線を、導電性を有する繊維で形成している

請求項1から請求項4の何れか一項に記載の長さ測定装置。

20

【請求項6】

前記テープ部は、更に、複数の曲率センサを長手方向に沿って配列し、前記複数の曲率センサにより検出される曲率半径に基づいて、前記テープ部のうち、前記測定対象物の周囲に巻かれた領域の形状を推定する形状推定部を更に備える

請求項1から請求項5の何れか一項に記載の長さ測定装置。

【請求項7】

複数の前記曲率センサの各々は、複数の前記電極パッドの各々と一体に設けられている

請求項6に記載の長さ測定装置。

【請求項8】

前記インピーダンス取得部が取得した前記電気インピーダンスに基づいて、前記テープ部が巻かれた生体の体脂肪率を算出する体脂肪率演算部を更に備える

30

請求項1から請求項7の何れか一項に記載の長さ測定装置。

【請求項9】

複数の電極パッドが長手方向に配列されるとともに、測定対象物の周囲に巻かれて用いられるテープ部を備える長さ測定装置を用いた長さ測定方法であって、

インピーダンス取得部が、前記複数の電極パッドの中から任意の電極パッド対を選択するとともに、選択した前記電極パッド対の間の電気インピーダンスを取得し、

長さ演算部が、前記テープ部のうち、前記電気インピーダンスが判定閾値以下となる電極パッド対が連続して配列されている領域を特定し、当該特定された領域の長さを算出し

40

前記インピーダンス取得部は、

第1の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第1の取得ステップと、

前記第1の離間距離よりも大きい第2の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第2の取得ステップと、

を実行し、

前記長さ演算部は、

前記テープ部のうち、前記第1の取得ステップで取得する電気インピーダンスが判定閾値以下となる領域である近接領域が、前記判定閾値を上回る領域である非近接領域を隔て

50

て複数存在する場合には、当該非近接領域において、前記第2の取得ステップで取得する電気インピーダンスが判定閾値以下となるか否かを判定するとともに、当該判定閾値以下となっている場合には、複数の前記近接領域が存在する領域全体の長さを算出する

長さ測定方法。

【請求項10】

複数の電極パッドが長手方向に配列されるとともに、測定対象物の周囲に巻かれて用いられるテープ部を備える長さ測定装置のコンピュータを、

前記複数の電極パッドの中から任意の電極パッド対を選択するとともに、選択した前記電極パッド対の間の電気インピーダンスを取得するインピーダンス取得手段、

前記テープ部のうち、前記電気インピーダンスが判定閾値以下となる電極パッド対が連続して配列されている領域を特定し、当該特定された領域の長さを算出する長さ演算手段

10

として機能させ、

前記インピーダンス取得手段は、

第1の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第1の取得ステップと、

前記第1の離間距離よりも大きい第2の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第2の取得ステップと、

を実行し、

20

前記長さ演算手段は、

前記テープ部のうち、前記第1の取得ステップで取得する電気インピーダンスが判定閾値以下となる領域である近接領域が、前記判定閾値を上回る領域である非近接領域を隔てて複数存在する場合には、当該非近接領域において、前記第2の取得ステップで取得する電気インピーダンスが判定閾値以下となるか否かを判定するとともに、当該判定閾値以下となっている場合には、複数の前記近接領域が存在する領域全体の長さを算出する

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、測定対象物の長さを測定する長さ測定装置、長さ測定方法、プログラム、形状推定装置、及び体脂肪率測定装置に関する。

本願は、2013年9月30日に、日本に出願された特願2013-204223号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子部品の小型化が進んだことに伴って、電子式の巻尺（電子メジャー）の開発が進められている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に記載の電子メジャーは、一般的な巻尺と同じように、テープ部分を本体から引き出す構成となっており、本体から引き出したテープ部分の長さを本体に備えられたセンサによって取得する。このような電子メジャーによれば、利用者は、測定対象物にテープ部に付された目盛りを読み取ることを要さずとも、測定対象物の長さを容易に把握することができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-345107号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば、上述の電子メジャーは、測定対象物の長さを測定する際に、テ

50

ープ部分を本体部から引出す、又は、本体部に収納（巻き取り）する際に、その引き出しまたは収納したテープ部分の長さを光センサにより検出する仕組みとなっている。そのため、利用者は、長さの測定にあたり、テープ部分の引き出し又は本体部への収納の処理を行う必要があった。また、測定対象物の長さを正確に測定するためには、測定対象物の一方をテープ部分に予め付された基準点に揃えながらテープ部分を引き出す必要があり、利用者の測定作業の負担が大きい。

【0005】

本発明は、長さの測定時における利用者の負担を軽減することができる長さ測定装置、長さ測定方法、プログラム、形状推定装置、及び体脂肪率測定装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様によれば、長さ測定装置は、複数の電極パッドが長手方向に配列されるとともに、測定対象物の周囲に巻かれて用いられるテープ部と、前記複数の電極パッドの中から、任意の電極パッド対を選択するとともに、当該電極パッド対の間の電気インピーダンスを取得するインピーダンス取得部と、前記電極パッド対のインピーダンス変化に基づき前記電極パッド対の間の長さを算出する長さ演算部と、前記複数の電極パッドの位置関係を示す位置関係データを記憶させた位置関係データ記憶部と、を有し、前記長さ演算部において、前記位置関係データを用いて前記電極パッド対の間の長さの演算が行われることを特徴とし、前記インピーダンス取得部は、前記電極パッド対を複数選択するとともに、当該電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得し、前記長さ演算部は、前記テープ部のうち、前記電気インピーダンスが判定閾値以下となる電極パッド対が配列されている領域を特定し、当該特定された領域の長さを算出し、更に、前記インピーダンス取得部は、第1の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第1の取得ステップと、前記第1の離間距離よりも大きい第2の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第2の取得ステップと、を実行する。

【0007】

また、第2の態様によれば、上述の長さ測定装置は、前記複数の電極パッドの位置関係を示す位置関係データを記憶させた位置関係データ記憶部をさらに有し、前記長さ演算部において、前記位置関係データを用いて前記電極パッド対の間の長さの演算が行われる。

【0008】

また、第3の態様によれば、上述の長さ測定装置において、前記テープ部は、フレキシブル基板の上の前記複数の電極パッドを配列することによって形成される。

【0009】

【0010】

【0011】

また、第6の態様によれば、上述の長さ測定装置において、前記長さ演算部は、前記テープ部のうち、前記第1の取得ステップで取得する電気インピーダンスが前記判定閾値以下となる領域である近接領域が、前記判定閾値を上回る領域である非近接領域を隔てて複数存在する場合には、当該非近接領域において、前記第2の取得ステップで取得する電気インピーダンスが前記判定閾値以下となるか否かを判定するとともに、当該判定閾値以下となっている場合には、複数の前記近接領域が存在する領域全体の長さを算出する。

【0012】

また、第7の態様によれば、上述の長さ測定装置において、前記テープ部は、表面が絶縁体からなる被膜部により被膜されている。

【0013】

また、第8の態様によれば、上述の長さ測定装置において、前記テープ部は、前記被膜部の内側において、前記複数の電極パッドの何れか一方の面と、当該電極パッドに接続された引き回し配線の両面と、を覆うように形成された導体からなるシールド部をさらに備

10

20

30

40

50

える。

【 0 0 1 4 】

また、第 9 の態様によれば、上述の長さ測定装置において、前記テープ部は、前記電極パッド及びこれに接続された引き回し配線を、導電性を有する繊維で形成している。

【 0 0 1 5 】

また、第 10 の態様によれば、上述の長さ測定装置において、前記テープ部は、更に、複数の曲率センサを長手方向に沿って配列し、前記複数の曲率センサにより検出される曲率半径に基づいて、前記テープ部のうち、前記測定対象物の周囲に巻かれた領域の形状を推定する形状推定部を更に備える。

【 0 0 1 6 】

また、第 11 の態様によれば、上述の長さ測定装置において、複数の前記曲率センサの各々は、複数の前記電極パッドの各々と一体に設けられている。

【 0 0 1 7 】

また、第 12 の態様によれば、上述の長さ測定装置は、前記インピーダンス取得部が取得した前記電気インピーダンスに基づいて、前記テープ部が巻かれた生体の体脂肪率を算出する体脂肪率演算部を更に備える。

【 0 0 1 8 】

また、第 13 の態様によれば、長さ測定方法は、複数の電極パッドが長手方向に沿って配列されるとともに、測定対象物の周囲に巻かれて用いられるテープ部と、前記複数の電極パッドの位置関係を示す位置関係データを記憶させた位置関係データ記憶部と、を備える長さ測定装置を用いた長さ測定方法であって、インピーダンス取得部が、前記複数の電極パッドの中から、任意の電極パッド対を選択するとともに、当該電極パッド対の間の電気インピーダンスを取得し、長さ演算部が、前記電極パッド対のインピーダンス変化に基づき前記電極パッド対の間の長さを算出し、前記長さ演算部において、前記位置関係データを用いて前記電極パッド対の間の長さの演算が行われることを特徴とし、前記インピーダンス取得部は、前記電極パッド対を複数選択するとともに、当該電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得し、前記長さ演算部は、前記テープ部のうち、前記電気インピーダンスが判定閾値以下となる電極パッド対が配列されている領域を特定し、当該特定された領域の長さを算出し、更に、前記インピーダンス取得部は、第 1 の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第 1 の取得ステップと、前記第 1 の離間距離よりも大きい第 2 の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第 2 の取得ステップと、を実行する。

【 0 0 1 9 】

また、第 14 の態様によれば、プログラムは、複数の電極パッドが長手方向に沿って配列されるとともに、測定対象物の周囲に巻かれて用いられるテープ部と、前記複数の電極パッドの位置関係を示す位置関係データを記憶させた位置関係データ記憶部と、を備える長さ測定装置のコンピュータを、前記複数の電極パッドの中から、任意の電極パッド対を選択するとともに、当該電極パッド対の間の電気インピーダンスを取得するインピーダンス取得手段、前記電極パッド対のインピーダンス変化に基づき前記電極パッド対の間の長さを算出する長さ演算手段、前記長さ演算手段において、前記位置関係データを用いて前記電極パッド対の間の長さの演算が行われることを特徴とするプログラムであって、前記インピーダンス取得手段は、前記電極パッド対を複数選択するとともに、当該電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得し、前記長さ演算手段は、前記テープ部のうち、前記電気インピーダンスが判定閾値以下となる電極パッド対が配列されている領域を特定し、当該特定された領域の長さを算出し、更に、前記インピーダンス取得手段は、第 1 の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第 1 の取得ステップと、前記第 1 の離間距離よりも大きい第 2 の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第 2 の取得ステップと、を

10

20

30

40

50

実行する。

【0020】

【0021】

【発明の効果】

【0022】

長さの測定時における利用者の負担を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】第1の実施形態に係る長さ測定装置の概要を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。

10

【図3A】第1の実施形態に係る長さ測定装置のテープ部の構成をより詳細に示す第1の図である。

【図3B】第1の実施形態に係る長さ測定装置のテープ部の構成をより詳細に示す第2の図である。

【図4】第1の実施形態に係る長さ測定装置の本体部の機能構成を示す図である。

【図5A】第1の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第1の図である。

【図5B】第1の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第2の図である。

【図6】第1の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第3の図である。

【図7】第1の実施形態に係る長さ測定装置の制御部の処理フローを示す図である。

【図8】第1の実施形態の変形例に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。

20

【図9】第1の実施形態の他の変形例に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。

【図10A】第2の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第1の図である。

【図10B】第2の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第2の図である。

【図11】第2の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第3の図である。

【図12】第2の実施形態に係る長さ測定装置の制御部の処理フローを示す第1の図である。

【図13】第2の実施形態に係る長さ測定装置の制御部の処理フローを示す第2の図である。

【図14】第3の実施形態に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。

30

【図15】第3の実施形態に係る長さ測定装置の本体部の機能構成を示す図である。

【図16】第4の実施形態に係る長さ測定装置の本体部の機能構成を示す図である。

【図17】形状推定装置の機能構成を示す図である。

【図18】体脂肪率測定装置の機能構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

<第1の実施形態>

以下、第1の実施形態に係る長さ測定装置を、図面を参照して説明する。

図1は、第1の実施形態に係る長さ測定装置の概要を示す図である。

【0025】

40

図1に示すように、長さ測定装置1は、テープ部10と、本体部20と、を備えている。長さ測定装置1は、通常の巻尺（メジャー）と同様に、テープ部10が柔軟な素材で作製されており、本体部20内部においてリールに巻き付けられて収納される。長さ測定装置1の利用者は、本体部20からテープ部10を引き出すとともに、これを測定対象物の周囲に巻き付ける等して、当該測定対象物に係る長さの測定を行う。

【0026】

図2は、第1の実施形態に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。

次に、図2を参照しながら、テープ部10の構成について説明する。

図2に示すように、テープ部10は、フレキシブル基板11及び被膜部12で構成される。

50

フレキシブル基板 11 は、その長手方向に沿って複数の電極パッド 100 a、100 b、101 a、101 b、・・・、10 n a、10 n b (n は 1 以上の整数) を周期配列している。電極パッド 100 a、100 b、・・・は、いずれも等間隔 (例えば、1 ミリメートル間隔) で、フレキシブル基板 11 上に形成される。

フレキシブル基板 11 は、形状の柔軟性及び電気的な絶縁性を有する樹脂素材で形成されている。テープ部 10 の当該電極パッド 100 a、100 b、・・・及び引き回し配線 120 (後述する図 3 A、図 3 B で図示) は、フレキシブル基板 11 上に形成された導電性膜をパターンニングして作製されている。

以下の説明において、テープ部 10 上における各電極パッド 100 a、100 b、・・・それぞれの位置 A を、基準点 O (電極パッド 100 a の位置) から各電極パッド 100 a、100 b、101 a、・・・までの離間距離で表す。

10

【0027】

後述するように、電極パッド 100 a、101 a、・・・は、電気インピーダンス測定のための交流電圧信号が印加される陽極端子として用いられる。また、電極パッド 100 b、101 b、・・・は、接地電位が与えられる陰極端子として用いられる。

【0028】

被膜部 12 は、樹脂や繊維などの絶縁体からなり、各電極パッド 100 a、100 b、・・・を含めたフレキシブル基板 11 の表面全体を被膜する。このように、被膜部 12 がフレキシブル基板 11 全体を被膜することで、電極パッド 100 a、100 b、・・・が外部に曝されなくなり、これによってさびや変質を防止し、或いは、各電極パッド 100 a、100 b、・・・を介した静電破壊による故障を低減することができる。

20

【0029】

図 3 A、図 3 B は、それぞれ、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置のテープ部の構成をより詳細に示す第 1 の図、第 2 の図である。

図 3 A は、テープ部 10 の一部の正面図を示している。図 3 A に示すように、フレキシブル基板 11 は、内部に、引き回し配線 120 を有している。引き回し配線 120 は、例えば、各電極パッド 100 a、100 b、・・・と同一の層に形成され、一方が電極パッド 100 a、100 b、・・・のそれぞれと接続し、その他方が、コネクタ 13 を介して本体部 20 (後述する電極選択部 25 (図 4)) と接続されている。後述するように、本体部 20 は、コネクタ 13 及び引き回し配線 120 を介して電極パッド 100 a、100 b、・・・の各々に高周波信号を送出する。

30

【0030】

図 3 B は、テープ部 10 の断面模式図を示している。図 3 B に示すように、フレキシブル基板 11 は、電極パッド 100 a、100 b、・・・及び引き回し配線 120 が形成される導体層である信号配線部 100 と、他の層であるシールド部 111、112 と、が、絶縁層 113 を介して多層積層される構造を有している。ここで、シールド部 111、112 は、電極パッド 100 a、100 b、・・・等が形成される信号配線部 100 と同様に、導体で形成された導体層である。また、シールド部 111、112 は、それぞれ本体部 20 において接地され、接地電位で固定されている。

なお、図 3 B には、テープ部 10 の「表面側 U」及び「裏面側 D」を特定してテープ部 10 の断面模式図を図示しているが、本実施形態における長さ測定装置 1 は、テープ部 10 の「表面側 U」を、測定対象物に対向させて長さの測定を行う。

40

【0031】

図 3 B に示すように、シールド部 111、112 は、それぞれ、絶縁層 113 を介して、信号配線部 100 に対し、図 3 B に示す「表面側 U」及び「裏面側 D」に形成されている。つまり、信号配線部 100 は、フレキシブル基板 11 内において、「表面側 U」及び「裏面側 D」からシールド部 111、112 に挟まれるように配されている。

また、図 3 A、図 3 B に示すように、信号配線部 100 の「表面側 U」に積層されるシールド部 111 は、電極パッド 100 a、100 b、・・・の面と対向する領域に間欠部 111 a が形成される。これにより、電極パッド 100 a、100 b、・・・の対向面は

50

、シールド部 111 によって覆われなくなる。つまり、シールド部 111 は、図 3 A に示すように、信号配線部 100 の電極パッド 100 a、100 b・・・の対向面が存在する領域以外の部分、特に引き回し配線 120 が配される領域を覆う。

一方、シールド部 112 は、間欠部を有することなく、信号配線部 100 の「裏面側 D」全面を覆うように形成される。

以上のように、シールド部 111、112 は、被膜部 12 の内側において、電極パッド 100 a、100 b、・・・の何れか一方の面（「表面側 U」の面）と、電極パッド 100 a、100 b、・・・に接続された引き回し配線 120 の両面と、を覆うように形成される（図 3 A、図 3 B）。これにより、電極パッド 100 a、100 b、・・・の測定対象物に対する対向面以外の領域（引き回し配線 120 の両面全体）がシールド部 111、112 に覆われるので、測定時における外部からの電磁的な干渉の影響を低減させ、誤差の少ない測定を行うことができる。

10

【0032】

図 4 は、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置の本体部の機能構成を示す図である。

次に、図 4 を参照しながら、本体部 20 の各機能構成について詳細に説明する。なお、図 4 では、各機能部を結ぶ回路の配線を実線で示し、各機能部間の信号（情報）の流れを破線で示している。

図 4 に示すように、本体部 20 は、制御部 21、発振源 22、電圧計 23、電流計 24、電極選択部 25、及び表示部 26 を備えている。

【0033】

制御部 21 は、長さ測定装置 1 の処理全体を司る CPU（Central Process Unit：中央演算装置）であり、インピーダンス取得部 210 及び長さ演算部 211 としての機能を有する。インピーダンス取得部 210、長さ演算部 211 の具体的な機能については、後述する。

20

【0034】

発振源 22 は、一端子が基準電位（接地電位）点に接続されるとともに、他端子において、接地電位を基準とした所定の周波数の交流電圧信号を出力する。発振源 22 は、制御部 21（インピーダンス取得部 210）の制御信号を受けて、交流電圧信号を出力する。

電圧計 23、電流計 24 は、それぞれ、図 4 に示す回路上における電圧値及び電流値を取得して、制御部 21（インピーダンス取得部 210）に出力する。電圧計 23、電流計 24 は、検出される電圧、電流を電圧情報、電流情報（サンプリング値）として取得する A/D（Analog/Digital）コンバータであってもよい。

30

電極選択部 25 は、制御部 21（インピーダンス取得部 210）から供給される制御信号に応じて、回路の配線をつなぎ変えるリレースイッチである。具体的には、電極選択部 25 は、コネクタ 13 を介して、陽極側の電極パッドとして、電極パッド 100 a、101 a、102 a、・・・に接続される引き回し配線 120 のうちから何れか一つを選択して、発振源 22（の上記“他端子”）に接続する。さらに、電極選択部 25 は、陰極側の電極パッドとして、電極パッド 100 b、101 b、102 b、・・・に接続される引き回し配線 120 のうちから何れか一つを選択して、上記接地電位点に接続する。

表示部 26 は、制御部 21（長さ演算部 211）から供給される長さ情報（長さの測定結果を示す情報）に基づいてその長さ情報を表示し、利用者に視認させる。表示部 26 は、例えば、簡易的な液晶表示装置等で構成される。

40

【0035】

次に、制御部 21 が有するインピーダンス取得部 210、長さ演算部 211 の機能について説明する。

インピーダンス取得部 210 は、複数の電極パッド 100 a、100 b、・・・の中から、2 つの電極パッド（電極パッド対）を複数選択するとともに、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する。

具体的には、インピーダンス取得部 210 は、上述した発振源 22 に制御信号を出力し、所定の周波数（例えば、数 MHz ~ 数百 MHz オーダー）の交流電圧信号を出力させる

50

とともに、電圧計 2 3、電流計 2 4 を介して取得される電圧情報、電流情報を元に電気インピーダンスを取得する。この際、インピーダンス取得部 2 1 0 は、電極選択部 2 5 にも制御信号を出力し、電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、・・・のうちの 2 つを選択する。例えば、電極選択部 2 5 は、インピーダンス取得部 2 1 0 の制御信号により、電極パッド 1 0 0 a と、電極パッド 1 0 0 b と、を選択して接続する。そうすると、インピーダンス取得部 2 1 0 は、その二つの電極パッド 1 0 0 a、電極パッド 1 0 0 b 間の電気インピーダンスを取得する。

【 0 0 3 6 】

インピーダンス取得部 2 1 0 は、一の電極パッド対（例えば、電極パッド 1 0 0 a と電極パッド 1 0 0 b）の間の電気インピーダンスを取得して、その電気インピーダンスを一時的に記憶して保持しておく。そして、インピーダンス取得部 2 1 0 は、別の電極パッド対（例えば、電極パッド 1 0 0 b と電極パッド 1 0 1 a）を選択し、その間の電気インピーダンスを取得する。インピーダンス取得部 2 1 0 は、このような処理を繰り返して、テープ部 1 0 の全範囲における電極パッド対間の電気インピーダンスを取得する。

なお、インピーダンス取得部 2 1 0（制御部 2 1）の具体的な処理フローについては、後述のフローチャート図（図 7）を用いて詳細に説明する。

【 0 0 3 7 】

なお、上述した本体部 2 0 において構成される回路は一例であって、本実施形態においては、図 4 に示すような回路に限定されるものではない。例えば、図 4 に示す回路は、インピーダンス整合のための種々の素子（抵抗素子、コンデンサ等）や、検出精度を向上させるための増幅器（アンプ）やフィルタが適宜配されたものであってもよい。

また、上述したインピーダンス取得部 2 1 0 は、電圧計 2 3 及び電流計 2 4 を介して取得される電圧情報、電流情報に基づいて電極パッド対間の電気インピーダンスを取得するものとして説明したが、本実施形態の変形例に係る長さ測定装置 1 においては、この態様に限定されない。例えば、当該変形例に係る長さ測定装置 1 のインピーダンス取得部 2 1 0 は、発振源 2 2 からの出力のインピーダンスの不整合に基づく反射成分を検出し、これに基づいて電気インピーダンスを取得するものとしてもよい。その他、電極間の電気インピーダンスを取得可能な態様であれば、どのような態様であってもよい。

【 0 0 3 8 】

長さ演算部 2 1 1 は、インピーダンス取得部 2 1 0 によって取得された一連の電気インピーダンス（後述する図 6）を参照して、テープ部 1 0 のうち、電気インピーダンスが所定の判定閾値以下となる電極パッド対が配列されている領域を特定し、当該特定された領域の長さを算出する。また、長さ演算部 2 1 1 は、算出した長さを示す情報（長さ情報）を、表示部 2 6 に出力する処理を行う。

長さ演算部 2 1 1 の具体的な処理の内容については後述する。

【 0 0 3 9 】

図 5 A、図 5 B は、それぞれ、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第 1 の図、第 2 の図である。

図 5 A は、テープ部 1 0 が、測定対象物 X の周囲に一部巻き付けられるように配されている様子を示している。

【 0 0 4 0 】

図 5 A に示すように、テープ部 1 0 が、位置 A 1 から位置 A 2 にかけて、生体である測定対象物 X の周囲に沿うように配されている場合を説明する。テープ部 1 0 は、位置 A 1 から位置 A 2 にかけての領域において測定対象物 X に近接しており、それ以外の領域においては、測定対象物 X と離間している。

図 5 B は、図 5 A に示す状態におけるテープ部 1 0 の位置 A 1 付近を詳細に示した図である。

例えば、位置 A 1 付近において、電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 1 a、1 0 1 b、1 0 2 a、1 0 2 b が図 5 B に示すように配されていたとする。この場合、インピーダンス取得部 2 1 0 は、測定の処理フロー（後述）に基づいて、例えば、電極パッド 1 0 0

10

20

30

40

50

a - 100b間、電極パッド101a - 100b間、電極パッド101a - 101b間、
 ・ ・ ・ と、電極パッド対を順に変更しながら、各々の電極パッド対間の電気インピーダ
 スを取得していく。インピーダンス取得部210が取得する電気インピーダンスは、各電
 極パッド対間に生じる電界E0、E1、 ・ ・ ・ 、E4（図5B）に依存した値となる。

【0041】

ここで、各電極パッド対間に生じる電界E0～E4の経路に着目する。図5Bに示すよ
 うに、電極パッド100a、100bは、測定対象物Xには近接しておらず、その間に生
 じる電界E0は大気中に生じるものとなる。一方、電極パッド102a、102bは、位
 置A1において測定対象物Xに近接していることから、その間に生じる電界E4は、測定
 対象物X内（生体内）を通過する。したがって、電極パッド102a、102b間の電気
 インピーダンスは、電極パッド100a、100b間の電気インピーダンスよりも低く測
 定される。

10

すなわち、電極パッド100a、100b、 ・ ・ ・ は、位置A1に向かうにつれて徐々
 に測定対象物Xに近づくため、電界E0、E1、E2、E3、E4は、その経路において
 、徐々に測定対象物X内を通過する領域が増えるため、各電界E0～E4に対応する電気
 インピーダンスは、徐々に低下していく。

【0042】

このように、テープ部10が測定対象物Xと近接する領域においては、その領域内に属
 する電極パッド対間の電気インピーダンスが低く測定され、テープ部10が測定対象物X
 と近接しない領域においては、その領域内に属する電極パッド対間の電気インピーダンス
 が高く測定される。

20

【0043】

図6は、第1の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第3の図である。

図6に示すグラフは、横軸にテープ部10の位置Aを、縦軸にその位置Aに配される電
 極対間の電気インピーダンスZを示している。

図5A、図5Bを用いて説明したように、インピーダンス取得部210が取得する電気
 インピーダンスZは、測定対象物Xに近接する領域に属する電極パッド対間において低く
 なり、近接していない領域に属する電極パッド対間において高くなる傾向が表れる。

したがって、図5A、図5Bに示した状態において、インピーダンス取得部210が取
 得する電気インピーダンスZは、図6に示すグラフのように取得される。すなわち、テ
 ープ部10の位置A1付近を境に徐々に電気インピーダンスZが低下し、測定対象物Xに近
 接する領域（位置A1～位置A2）の間、低い電気インピーダンスZが取得される領域が
 続く。測定対象物Xから再度離間される領域が始まる位置A2以降後は、再び高いイン
 ピーダンスZが取得される。

30

【0044】

ここで、長さ演算部211は、上述したように、インピーダンス取得部210によって
 取得された一連の電気インピーダンス（図6）を参照して、テープ部10のうち、電気イン
 ピーダンスZが所定の判定閾値Zth以下となる電極パッド対が配列されている領域を
 特定し、当該特定された領域の長さを算出する。

具体的には、長さ演算部211は、予め判定処理を行うための判定閾値Zthを記憶し
 ている。そして、図6に示すように、この判定閾値Zth以下となる電気インピーダンス
 Zが取得された領域（近接領域（図6））を特定する。ここで、長さ演算部211は、
 各電極パッド100a、100b、 ・ ・ ・ と、それぞれのテープ部10上に配される位置
 Aと、を対応付けて記憶している。具体的には、長さ演算部211は、電極パッド100
 a、100b、 ・ ・ ・ ごとに割り振られた識別子と、電極パッド100a、100b、 ・
 ・ ・ の各々が配置されるテープ部10上の位置（所定の基準点からの距離）と、が予め対
 応付けられて記憶された位置関係データ記憶部（図示せず）を有している。

40

これにより、長さ演算部211は、例えば、電極パッド102a、102b間の電気イン
 ピーダンスZが判定閾値Zth以下となることを検知して、この電極パッド102a、
 102bに対応するテープ部10上の位置A1において、測定対象物Xが近接する位置と

50

判断することができる。

このようにして、長さ演算部 211 は、テープ部 10 上において電気インピーダンス Z が判定閾値以下となる近接領域 を特定すると、次に、近接領域 の長さ A を算出する。具体的には、長さ演算部 211 は、近接領域 の長さ A を、 $A = A_2 - A_1$ の演算により算出する。

【0045】

図 7 は、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置の制御部の処理フローを示す図である。

以上に説明した機能を有する制御部 21 の処理フローについて、図 7 を参照しながら、順を追って説明する。

図 7 に示す制御部 21 の処理フローは、利用者が長さ測定装置 1 を利用可能な状態にする操作を行った直後（例えば、主電源を入れた直後）から開始する。

まず、制御部 21 のインピーダンス取得部 210 は、テープ部 10 に周期配列される電極パッド 100 a、100 b、・・・のうち、電気インピーダンス Z を取得しようとする 2 つを選択する（ステップ S10）。ここで、インピーダンス取得部 210 は、電極選択部 25 に所定の制御信号を出力し、これにより電極選択部 25 を制御する。電極選択部 25 は、当該制御信号に応じた配線接続処理を行い、所望の電極パッド対を選択する。

ここで、例えば、インピーダンス取得部 210 は、2 つの電極パッド 100 a、100 b を選択する。

【0046】

次に、インピーダンス取得部 210 は、選択した電極パッド 100 a、100 b 間の電気インピーダンス Z を取得する（ステップ S11）。ここで、インピーダンス取得部 210 は、まず発振源 22 に対して測定開始用の制御信号を出力する。発振源 22 は、測定開始用の制御信号に基づき、所定の周波数からなる交流電圧信号を出力する。この交流電圧信号は、電極パッド 100 a、100 b 間の媒体を伝達し、電圧計 23、電流計 24 によって検出される。インピーダンス取得部 210 は、電圧計 23、電流計 24 で検出される電圧情報、電流情報を取り込んで電気インピーダンスを取得する。

【0047】

次に、インピーダンス取得部 210 は、次の電極パッド対を選択するか否かを判定する（ステップ S12）。

例えば、ステップ S10 にて、電極パッド 100 a、100 b を選択したときは、インピーダンス取得部 210 は、次の電極パッドがある（ステップ S12：YES）と判定して、ステップ S10 において、次の電極パッド対（電極パッド 100 b、101 a）を選択する。

インピーダンス取得部 210 は、ステップ S10 ~ S12 の処理を繰り返して、テープ部 10 の基準点 O から順に隣接する電極パッド 100 a、100 b、・・・の対の間の電気インピーダンスを取得する。そして、端部の電極パッド 10 n a、10 n b 間の電気インピーダンスを取得した時点で電気インピーダンスの取得処理を終了する（ステップ S12：NO）。

【0048】

インピーダンス取得部 210 による電気インピーダンスの取得処理（ステップ S10 ~ S12）が終了すると、制御部 21 の長さ演算部 211 は、取得した電気インピーダンスを参照して、長さ A の演算処理を行う（ステップ S13）。具体的には、上述したように、判定閾値 Z_{th} と電気インピーダンス Z とを比較して、電気インピーダンス Z が判定閾値 Z_{th} 以下となる近接領域 を特定する（図 6 参照）。そして、測定対象物 X に近接している領域である近接領域 の長さ A を算出する。

なお、長さ演算部 211 は、ステップ S13 において、電気インピーダンス Z が判定閾値 Z_{th} 以下となる近接領域 が存在する場合にのみ長さ A を算出するものとし、テープ部 12 上におけるいずれの領域も判定閾値 Z_{th} 以下となっていない場合には、長さ A を算出する処理を実行しなくともよい。

【0049】

10

20

30

40

50

長さ演算部 2 1 1 は、算出した長さ A を示す長さ情報を表示部 2 6 に出力して、算出結果（長さの測定結果）を表示し（ステップ S 1 4）、測定処理を終了する。これにより、利用者は、測定対象物 X（位置 A 1 ~ A 2 の領域）の長さを把握することができる。

【 0 0 5 0 】

長さ測定装置 1 の制御部 2 1 は、ステップ S 1 4 終了後に一定時間待機した後、ステップ S 1 0 に戻って、ステップ S 1 0 ~ S 1 4 の一連の測定処理を定期的に繰り返すようにしてもよい。これにより、表示部 2 6 には、常に最新の長さ測定の結果が更新されながら表示されるので、利用者の利便性が向上する。

また、制御部 2 1 は、別途、本体部 2 0 に設けられた「測定開始ボタン」の押下を検知したことをもって、ステップ S 1 0 ~ S 1 4 の一連の測定処理を実行してもよい。このようにすることで、利用者が所望するタイミング（測定開始ボタンの押下のタイミング）で長さ測定を開始することができる。さらにこの場合、長さの測定が完了した際に、電子音を出力して利用者にその旨を認識させるようにしてもよい。

【 0 0 5 1 】

次に、上述した第 1 の実施形態に係る長さ測定装置 1 の効果について説明する。

本実施形態に係る長さ測定装置 1 によれば、制御部 2 1 は、テープ部 1 0 上に設けられた電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、・・・の各電極パッド対間の電気インピーダンスと判定閾値との比較に基づいて、測定対象物 X に近接する領域の長さを自動的に算出する。ここで、通常のみジャーの場合、例えば、胸郭にテープ部を巻き付けた後、交差する部分の目盛りを読み取って引き算する等の作業が必要となる。一方、本実施形態に係る長さ測定装置 1 によれば、利用者は、テープ部 1 0 を測定対象物 X に巻き付けるだけで、巻き付けて接した部分の長さ（A）を把握することができる。これにより、例えば、高齢者や被介護者等、体を動かすのが困難な利用者であっても、簡単に身体の測定を行うことができる。

また、通常のみジャーで自身の体に対して測定を行う場合、測定箇所によっては一人で目盛りを読み取るのが困難で、第三者に目盛りを読み取ってもらう等の対応を必要とする場合がある。しかし、本実施形態に係る長さ測定装置 1 によれば、利用者は、所望する箇所にテープ部 1 0 を巻き付けるだけで表示部 2 6 にその部分の長さを知ることができるので、肩幅や腕回り等、いかなる箇所についての測定であっても、単独で簡単に長さを把握することができる。

【 0 0 5 2 】

また、各電極パッド対間の電気インピーダンスは、発振源 2 2 が生成する所定の周波数の交流電圧信号を用いて行うため、電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、・・・を直接測定対象物 X に接触させて取得することを要さない。したがって、通常のみジャーと同じように、例えば、衣服を身に着けたまま、テープ部 1 0 を巻き付けて長さ測定を行うことが可能となる。また、これにより、電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、・・・を樹脂や繊維などで形成された被膜部 1 2 で覆う構造とすることもでき（図 2、図 3 A、図 3 B 参照）、電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、・・・等のさびや変質を防止することができる。

【 0 0 5 3 】

以上、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置によれば、長さの測定時における利用者の負担を軽減することができる。

【 0 0 5 4 】

< 第 1 の実施形態の変形例 >

第 1 の実施形態に係る長さ測定装置 1 は、上述の態様に限定されることはなく、例えば、以下のように変形可能である。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、第 1 の実施形態の変形例に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。

第 1 の実施形態に係る長さ測定装置 1 のテープ部 1 0 は、図 3 A、図 3 B で示したように、信号配線部 1 0 0 及びシールド部 1 1 1、1 1 2 の計 3 層の導体層が積層されたフレ

10

20

30

40

50

キシブル基板 11 で構成される旨を説明した。しかし、第 1 の実施形態の変形例に係る長さ測定装置 1 は、この態様に限定されない。

例えば、当該変形例に係る長さ測定装置 1 においては、図 8 に示すように、引き回し配線 120 が、電極パッド 100 a、100 b、・・・が形成される層と異なる層に形成されていてもよい。この場合、電極パッド 100 a、100 b、・・・が形成される層と、引き回し配線 120 が形成される層との層間を貫くコンタクト部 121 が設けられ、各テープ部 10 と引き回し配線 120 は、このコンタクト部 121 を介して接続される。

このようにすることで、図 8 に示すように、引き回し配線 120 を、電極パッド 100 a、100 b、・・・の裏面側に配することが可能となり、これにより、テープ部 10 全体を小型化（細型化）することができる。なお、この場合、電極パッド 100 a、100 b、・・・が形成される層と、引き回し配線 120 が形成される層との間に導体層を更にもう一層追加して、引き回し配線 120 が形成された導体層のみを覆うシールド層をさらに形成してもよい。

【0056】

図 9 は、第 1 の実施形態の他の変形例に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。

図 9 に示すように、他の変形例に係る長さ測定装置 1 においては、電極パッド 100 a、100 b、・・・が、テープ部 10 上において、千鳥状に周期配列される態様であってもよい。このようにすることで、一の電極パッド対間の電気インピーダンスを取得する際に、隣接する電極パッドとの電磁的な干渉の影響を軽減することができる。

例えば、第 1 の実施形態において、インピーダンス取得部 210 が、図 3 A における電極パッド 101 a、101 b 間の電気インピーダンスを取得しようとする際、電極パッド 101 a、101 b 間に生じる電界が、容量結合により、隣接する電極パッド 100 b や電極パッド 102 a の影響を受けて誤差を生じる場合が想定される。

しかし、図 9 に示す変形例に係る長さ測定装置 1 によれば、電極パッド 100 a、100 b、・・・を千鳥状に配している。これにより、例えば、図 9 における電極パッド 101 a、101 b 間の電気インピーダンスを取得しようとする際に、隣接する電極パッド 100 b や電極パッド 102 a との容量結合が低減され、その影響を最小限に留めることができる。

【0057】

また、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置 1 の引き回し配線 120 は、各電極パッド 100 a、100 b、・・・ごとに一本ずつ接続されて本体部 20 にまで引き回されるものとして説明した。しかし、他の変形例に係る長さ測定装置 1 は、この態様に限定されない。例えば、当該変形例に係る長さ測定装置 1 のテープ部 10 は、内部にマルチプレクサを有していて、このマルチプレクサにより、一本の引き回し配線 120 を複数の電極パッド 100 a、100 b、・・・で共有化する。この場合、制御部 21 は、このマルチプレクサを制御して、一本の引き回し配線 120 をいずれの電極パッドに接続するかを選択する処理を行う。このようにすると、マルチプレクサの制御線を 1 本追加することになるが、例えば、1 本の引き回し配線 120 を、10 個の電極パッドで共有化すれば、引き回し配線を 9 本削減できる。

このようにすることで、テープ部 10（フレキシブル基板 11）内に形成すべき引き回し本数を減らし、テープ部 10 を細型化することができる。

【0058】

また、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置 1 は、所定の周波数からなる交流電圧信号により、測定対象物 X に対して非接触で電気インピーダンスを取得するものと説明した。しかし、第 1 の実施形態の他の変形例に係る長さ測定装置 1 は、電極パッド 100 a、100 b、・・・の対向面が、測定対象物 X に直接接触しているか否かを読み取って、その長さの測定を行うのもであってもよい。この場合、例えば、テープ部 10 は、「表面側 U」における被膜部 12（図 3 B）が設けられずに、電極パッド 100 a、100 b、・・・の対向面がむき出しになって配されるものとなる。また、制御部 21 は、電極パッド 10

0 a、100 b、・・・が測定対象物Xに直接接触しているか否かを、第1の実施形態と同様に、電極パッド対間の電気インピーダンスと、所定の判定閾値と、の比較によって読み取る。

このようにすることで、当該変形例に係る長さ測定装置1は、電極パッド100 a、100 b、・・・の対向面が測定対象物Xに直接接触しているか否かを判定しながら長さ測定を行うので、より精度の高い測定結果を得ることができる。また、電極パッド100 a、100 b、・・・の対向面に測定対象物Xの表面が直接的に接触するので、発振源22が出力する交流電圧信号に、比較的低い周波数のものを用いることができる。よって、回路の全体構成を簡素なものとすることができる。

【0059】

また、上述の第1の実施形態に係る長さ測定装置1のインピーダンス取得部210は、電極パッド100 a、100 b、・・・のうちから2つを選択し、その間における交流電圧信号の印加及び計測を行う、いわゆる2電極法を用いているが、他の実施形態に係る長さ測定装置1は、この態様に限定されない。例えば、当該他の実施形態に係る長さ測定装置1のインピーダンス取得部210は、電極パッド100 a、100 b、・・・のうちから4つを選択し、その両端に位置する電極パッド対間に交流電圧信号を印加するとともに、内側に位置する電極パッド対間に生じる電圧、電流を計測して電気インピーダンスを取得するものとしてもよい。このようにすることで、インピーダンス取得部210は、電極パッド100 a、100 b、・・・、引き回し配線120等による誤差要因を低減した精度の高い電気インピーダンス測定を行うことができる。

【0060】

また、上述の第1の実施形態に係る長さ測定装置1は、テープ部10を、電極パッド100 a、100 b、・・・、シールド部111、112等がパターンニング及び積層されたフレキシブル基板11と、全体を覆う被膜部12と、で構成する態様であることを説明した。しかし、テープ部10においてフレキシブル基板11を用いる態様は、一例にすぎず、他の方法によってテープ部10を構成することも可能である。

例えば、第1の実施形態の他の変形例に係る長さ測定装置1において、テープ部10は、導電性を有する導電性繊維と、非導電性繊維（通常の絶縁性を有する繊維）とを組み合わせて作製されるものであってもよい。具体的には、フレキシブル基板11の代わりに、導電性繊維が電極パッド100 a、100 b、・・・、及び、引き回し配線120のレイアウト（図3A）と同様のパターンに織り込まれた繊維（電極用繊維）をテープ部10に採用してもよい。またこの場合、シールド部111、112と同様のパターン（図3A）に織り込まれた導電性繊維を有する繊維（シールド用繊維）をもって、上記電極用繊維を挟み込むような構成としてもよい。このようにすることで、第1の実施形態におけるフレキシブル基板11と同様の構成を、導電性繊維及び通常の繊維のみで作製することができる。これにより、テープ部10をより安価に作成することができ、長さ測定装置1の製造コスト削減を図ることができる。

【0061】

上述の実施形態に係る長さ測定装置1は、内部に記憶部を有し、連続して取得される複数の長さ情報を記憶できる機能を有していてもよい。具体的には、長さ演算部211は、別途備えられた記憶部に対し、逐次算出する長さ情報を記憶して蓄積する。この場合、長さ測定装置1は、利用者の操作に応じて、記憶部に記憶、蓄積された複数の長さ情報を任意に表示部26に表示できる機能を有していてもよい。

このようにすることで、利用者は、例えば測定対象物の縦・横・奥行などを連続して測定したときに、その連続して測定した長さ情報ごとにメモ等を行う必要がなくなるため、測定作業を効率化させることができる。

【0062】

また、長さ測定装置1は、内部に所定の通信部を有し、この通信部を介して長さ演算部211が算出した長さ情報、若しくは、上記記憶部に蓄積された長さ情報を外部サーバへ転送する機能を備えていてもよい。この場合、長さ測定装置1は、複数の長さ情報を外部

10

20

30

40

50

サーバー（スマートフォンなども含む）に連続して記録し、必要なときに逐次読み取る機能を有してもよい。

【 0 0 6 3 】

< 第 2 の実施形態 >

次に、第 2 の実施形態に係る長さ測定装置を、図面を参照して説明する。

第 2 の実施形態に係る長さ測定装置 1 の機能構成は、第 1 の実施形態に係る長さ測定装置 1 の機能構成と同一であるため、機能構成の図示を省略するとともに、各機能部には同一の符号を付してその説明を省略する。

第 2 の実施形態に係る長さ測定装置 1 は、その制御部 2 1（インピーダンス取得部 2 1 0、長さ演算部 2 1 1）の処理内容が相違する点で、第 1 の実施形態と異なる。以下、図 4 を参照しながら、第 2 の実施形態に係るインピーダンス取得部 2 1 0 及び長さ演算部 2 1 1 の機能について説明する。

10

【 0 0 6 4 】

第 2 の実施形態に係るインピーダンス取得部 2 1 0 は、まず、第 1 の離間距離を隔てて配された電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、・・・の対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第 1 の取得ステップを実行する。次に、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 1 の離間距離よりも大きい第 2 の離間距離を隔てて配された電極パッド対を複数選択し、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する第 2 の取得ステップを実行する。

ここで例えば、第 1 の離間距離が隣接する電極パッド間の距離であるとし、第 2 の離間距離が電極パッド 3 つ分の離間距離であるとして説明する。

20

つまり、この場合、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 1 の取得ステップにおいて、隣接する電極パッド対（例えば、電極パッド 1 0 0 a と 1 0 0 b の対、1 0 1 a と 1 0 0 b の対、1 0 1 a と 1 0 1 b の対、・・・）ごとに電気インピーダンスを取得する。この第 1 の取得ステップに係る電気インピーダンスの取得処理は、第 1 の実施形態に係るインピーダンス取得部 2 1 0 と同一の処理内容である。

第 2 の実施形態に係るインピーダンス取得部 2 1 0 は、第 1 の取得ステップ後、更に、第 2 の取得ステップを実行する。具体的には、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 2 の取得ステップにおいて、電極パッド 3 つ分の離間距離を隔てた電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得する。例えば、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 2 の取得ステップにおいて、電極パッド 1 0 0 a と、この電極パッド 1 0 0 a から電極パッド 3 つ分の距離を隔てて配される電極パッド 1 0 1 b と、を選択し、この電極パッド対間の電気インピーダンスを取得する。

30

【 0 0 6 5 】

また、第 2 の実施形態に係る長さ演算部 2 1 1 は、第 1 の取得ステップによって取得された電気インピーダンスと、第 2 の取得ステップによって取得された電気インピーダンスの両方を参照して、長さ A を算出する。この具体的な処理内容については、後述のフローチャート図（図 1 2、図 1 3）を用いて説明する。

【 0 0 6 6 】

図 1 0 A、図 1 0 B は、それぞれ、第 2 の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第 1 の図、第 2 の図である。

40

図 1 0 A は、テープ部 1 0 が、測定対象物 X の周囲の一部に巻き付けられるように配されている様子を示している。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 A に示すように、テープ部 1 0 は、位置 A 1 から位置 A 2 にかけて、生体である測定対象物 X の周囲に沿うように巻き付けられて配されている。なお、テープ部 1 0 は、位置 A 1 と、位置 A 2 の周辺において測定対象物 X に近接しているが、位置 A 1 から位置 A 2 の間の領域の一部に隙間 M を有し、測定対象物 X からわずかに離間した領域が存在している。このように、長さ測定装置 1 を生体の長さ測定に用いる場合、測定対象物 X（生体）の巻き付ける箇所によっては、体の凹凸や衣服のしわ等の影響により、テープ部 1 0

50

の一部と測定対象物 X の間に隙間が生じる状況が想定される。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 B は、図 1 0 A に示す状態におけるテープ部 1 0 の隙間 M が存在する部分を詳細に示した図である。

例えば、隙間 M 付近において、電極パッド 1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 1 a、1 0 1 b、1 0 2 a、1 0 2 b が図 1 0 B に示すように配されていたとする。この場合、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 1 の取得ステップに基づいて、例えば、電極パッド 1 0 0 a - 1 0 0 b 間、電極パッド 1 0 1 a - 1 0 0 b 間、電極パッド 1 0 1 a - 1 0 1 b 間、・・・と、電極パッド対を順に変更しながら、互いに隣接する電極パッド対間の電気インピーダンスを順次取得していく。

10

【 0 0 6 9 】

ここで、隙間 M の領域において、隣接する電極パッド 1 0 0 a - 1 0 0 b 間に生じる電界 E 0 に着目する。この場合、電極パッド 1 0 0 a - 1 0 0 b 間の離間距離に応じて電界 E 0 の発生領域は狭く限定されるため、電界 E 0 の発生領域は、隙間 M を介して存在する測定対象物 X を含まない。したがって、電極パッド 1 0 0 a - 1 0 0 b 間の電気インピーダンスは、測定対象物 X の有無の影響を受けず、測定対象物 X と近接しない範囲において取得される電気インピーダンスと同様の高い値が取得される。電極パッド 1 0 1 a - 1 0 0 b 間、電極パッド 1 0 1 a - 1 0 1 b 間で取得される電気インピーダンスも同様となる。

つまり、テープ部 1 0 と測定対象物 X との間に隙間 M が生じていた場合、隣接する電極パッド間に生じる電界（電界 E 0）では、隙間 M を介して存在する測定対象物 X を感知することができない。

20

【 0 0 7 0 】

次に、図 1 0 B を参照しながら、本実施形態に係るインピーダンス取得部 2 1 0 が実行する第 2 の取得ステップについて説明する。

上述の例による第 2 の取得ステップでは、インピーダンス取得部 2 1 0 は、電極パッド 3 つ分の離間距離を隔てた電極パッド対間の電気インピーダンスを取得する。具体的には、図 1 0 B のように、電極パッド 1 0 0 a - 1 0 1 b 間、電極パッド 1 0 0 b - 1 0 2 a 間、電極パッド 1 0 1 a - 1 0 2 b 間、・・・の電気インピーダンスを順次取得していく。

30

この場合、電極パッド対の間隔が第 1 の取得ステップで取得したときよりも広いため、これに応じて、その間に生じる電界（図 1 0 B の電界 E 0'、E 1'、E 2'）の発生領域も拡張される。したがって、図 1 0 B に示すように、電界 E 0'、E 1'、E 2' は、隙間 M を介して存在する測定対象物 X の領域を通過するので、各電極パッド対間の電気インピーダンスが、測定対象物 X の影響を受けて低下する。

このように、第 2 の取得ステップでは、隙間 M が存在する領域においても、測定対象物 X の存在を検出することができる。

【 0 0 7 1 】

図 1 1 は、第 2 の実施形態に係る長さ測定装置の作用を説明する第 3 の図である。

図 1 1 に示すグラフは、図 6 と同様、横軸にテープ部 1 0 の位置 A を、縦軸にその位置 A に配される電極対間の電気インピーダンス Z を示している。また、第 1 の取得ステップで取得した電気インピーダンスを破線で、第 2 の取得ステップで取得した電気インピーダンスを実線で示している。

40

図 1 0 B で説明したように、インピーダンス取得部 2 1 0 が第 1 の取得ステップで取得する電気インピーダンス Z は、隙間 M が存在する領域では測定対象物 X の影響を受けないため、図 1 1 の破線で示したように、隙間 M が存在する領域で電気インピーダンスが高く検出される。したがって、長さ演算部 2 1 1 が判定閾値 Z t h をもって判定を行うと、判定閾値 Z t h 以下となる領域である近接領域が、判定閾値 Z t h を上回る領域である非近接領域を隔てて複数存在するため、利用者が本来知ろうとする長さ A' を正しく算出できない場合がある。

50

【 0 0 7 2 】

一方、インピーダンス取得部 2 1 0 が第 2 の取得ステップで取得する電気インピーダンス Z は、隙間 M が存在する領域においても測定対象物 X の影響を受けるので、図 1 1 の実線で示したように、隙間 M が存在する領域であっても電気インピーダンスが低く検出される。したがって、長さ演算部 2 1 1 は、判定閾値 Z_{th} による判定により、位置 A_1 ~ 位置 A_2 間において測定対象物 X が一続きになっていることを判別することができ、その長さ A' を正しく算出することができる。

【 0 0 7 3 】

図 1 2 は、第 2 の実施形態に係る長さ測定装置の制御部の処理フローを示す第 1 の図である。

以上に説明した機能を有する制御部 2 1 の処理フローについて、図 1 2 を参照しながら、順を追って説明する。なお、第 1 の実施形態と同一の処理内容については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図 1 2 に示す制御部 2 1 の処理フローは、利用者が長さ測定装置 1 を利用可能な状態にする操作を行った直後（例えば、主電源を入れた直後）から開始する。

まず、制御部 2 1 のインピーダンス取得部 2 1 0 は、第 1 の取得ステップを開始する。この際、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 1 の取得ステップにおいて選択する電極パッドの離間距離として、隣接する電極パッド間距離（離間距離 $d = " 1 "$ ）を設定する（ステップ $S 2 0$ ）。

【 0 0 7 4 】

次に、インピーダンス取得部 2 1 0 は、ステップ $S 1 0$ ~ $S 1 2$ において、隣接する電極パッド $1 0 0 a - 1 0 0 b$ 、 $1 0 1 a - 1 0 0 b$ 、 \dots を選択しながら、各々の電極パッド対間の電気インピーダンスを順次取得する。全ての電極パッド対間の電気インピーダンスを取得すると（ステップ $S 1 2$: NO ）、第 1 の取得ステップを終了してステップ $S 2 1$ へ進む。

【 0 0 7 5 】

次に、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 2 の取得ステップが終了しているか否かを判定する（ステップ $S 2 1$ ）。ここで、第 1 の取得ステップのみが終了している場合（ステップ $S 2 1$: NO ）は、ステップ $S 2 2$ へ進む。一方、第 2 の取得ステップが終了している場合（ステップ $S 2 1$: YES ）は、ステップ $S 1 3$ へ進む。

【 0 0 7 6 】

第 1 の取得ステップが終了した場合、インピーダンス取得部 2 1 0 は、第 2 の取得ステップを開始する。この際、インピーダンス取得部 2 1 0 は、選択する電極パッドの離間距離を、第 1 の取得ステップにおける離間距離よりも大きい離間距離、例えば、電極パッド 3 つ分の離間距離（離間距離 $d = " 3 "$ ）に変更する（ステップ $S 2 2$ ）。

【 0 0 7 7 】

次に、インピーダンス取得部 2 1 0 は、再度、ステップ $S 1 0$ ~ $S 1 2$ において、電極パッド 3 つ分の離間距離を隔てた電極パッド $1 0 0 a - 1 0 1 b$ 、 $1 0 2 a - 1 0 0 b$ 、 \dots を選択しながら、各々の電極パッド対間の電気インピーダンスを順次取得する。全ての電極パッド対間の電気インピーダンスを取得すると（ステップ $S 1 2$: NO ）、第 2 の取得ステップを終了し、ステップ $S 2 1$ を介してステップ $S 2 3$ へ進む。

【 0 0 7 8 】

本実施形態に係る長さ演算部 2 1 1 は、上記第 1 の取得ステップ、第 2 の取得ステップを経て電気インピーダンスを取得すると、これらを参照して、測定対象物 X の長さ A の演算処理を行う（ステップ $S 2 3$ ）。ステップ $S 2 3$ における演算処理の具体的な内容については後述する。

【 0 0 7 9 】

長さ演算部 2 1 1 は、算出した長さ A を示す長さ情報を表示部 2 6 に出力して、算出結果（長さの測定結果）を表示し（ステップ $S 1 4$ ）、測定処理を終了する。これにより、利用者は、測定対象物 X （位置 A_1 ~ A_2 の領域）の長さを把握することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

なお、本実施形態に係る長さ測定装置 1 の制御部 2 1 は、第 1 の実施形態と同様に、ステップ S 1 4 終了後に一定時間待機した後、ステップ S 1 0 に戻って、ステップ S 1 0 ~ S 1 4 の一連の測定処理を定期的に繰り返すようにしてもよい。また、制御部 2 1 は、別途、本体部 2 0 に設けられた「測定開始ボタン」の押下を検知したことをもって、ステップ S 1 0 ~ S 1 4 の一連の測定処理を実行してもよい。

【 0 0 8 1 】

図 1 3 は、第 2 の実施形態に係る長さ測定装置の制御部の処理フローを示す第 2 の図である。

次に、図 1 3 を参照しながら、長さ演算部 2 1 1 が実行する長さ A の演算処理（図 1 2、ステップ S 2 3）について説明する。

本実施形態に係る長さ演算部 2 1 1 は、まず、第 1 の実施形態と同様に、第 1 の取得ステップによって取得された電気インピーダンス Z が、判定閾値 Z t h 以下となる領域である「近接領域」と、判定閾値 Z t h を上回る領域である「非近接領域」と、を特定する（ステップ S 2 3 0）。

次に、長さ演算部 2 1 1 は、近接領域と非近接領域の特定を完了すると、近接領域が非近接領域を隔てて複数存在するか否かを判定する（ステップ S 2 3 1）。具体的には、長さ演算部 2 1 1 は、電極パッド対ごとに取得された電気インピーダンス値 Z を順に参照していき、判定閾値 Z t h 以下となるような電極パッド対が連続して存在する区間を一つの「近接領域」と特定する。そして、その後の「非近接領域」の領域が続いた後、再度、電気インピーダンス値 Z が判定閾値 Z t h 以下となる電極パッド対が現れた場合には、これを 2 つ目の「近接領域」と特定する。

例えば、図 1 1 に示すような状態の場合は、隙間 M の存在により近接領域が非近接領域を隔てて複数（2 つ）存在している。この場合、長さ演算部 2 1 1 は、ステップ S 2 3 1 で“YES”と判定する。

【 0 0 8 2 】

非近接領域が存在せず近接領域が一つのみ存在する場合（ステップ S 2 3 1：NO）は、長さ演算部 2 1 1 は、第 1 の実施形態と同一の処理を行う。すなわち、長さ演算部 2 1 1 は、単一の近接領域の長さ A（= A 1 - A 2）を算出する（ステップ S 2 3 2）。

【 0 0 8 3 】

一方、近接領域が非近接領域を隔てて複数存在する場合（ステップ S 2 3 1：YES）、長さ演算部 2 1 1 は、第 2 の取得ステップで取得した電気インピーダンスを参照する（ステップ S 2 3 3）。

ここで、長さ演算部 2 1 1 は、第 1 の取得ステップで特定された非近接領域に対応する電極パッド対において、第 2 の取得ステップで取得した電気インピーダンス Z が判定閾値 Z t h 以下となるか否かを判定する（ステップ S 2 3 4）。

【 0 0 8 4 】

第 1 の取得ステップで特定された非近接領域に対応する電極パッド対において、第 2 の取得ステップで取得した電気インピーダンス Z が判定閾値 Z t h 以下となっていた場合（ステップ S 2 3 4：YES）、長さ演算部 2 1 1 は、非近接領域には、わずかな隙間（隙間 M）を介して、測定対象物 X が存在しているものとみなし、非近接領域を隔てて複数の近接領域が存在する領域全体の長さ A'（図 1 1）を算出する（ステップ S 2 3 5）。

一方、非近接領域において、第 2 の取得ステップで取得した電気インピーダンス Z が判定閾値 Z t h を再度上回っていた場合（ステップ S 2 3 4：NO）、長さ演算部 2 1 1 は、複数の近接領域を示す測定対象物 X が分離しているものとみなして、何れか（例えば、長さが最も長い近接領域）の長さ を算出する（ステップ S 2 3 6）。

【 0 0 8 5 】

このような処理により、例えば図 1 0 A、図 1 0 B のような隙間 M が存在する状況であ

10

20

30

40

50

っても、長さ演算部 211 は、その領域（非近接領域）において測定対象物 X が存在するとみなして、利用者が実際に知ろうとする長さ（位置 A1 ~ 位置 A2 の範囲の長さ A'）を算出することができる。

【0086】

以上、第2の実施形態に係る長さ測定装置1によれば、テープ部10と測定対象物Xの間にわずかな隙間が生じた状態であっても、その隙間の有無によって測定結果が変動することなく、利用者が所望する長さを精度よく測定することができる。

【0087】

なお、上述の第2の実施形態に係る長さ測定装置は、隣接する電極パッド間の電気インピーダンスを取得する第1の取得ステップと、より大きい離間距離を隔てた電極パッド間の電気インピーダンスを取得する第2の取得ステップと、を実行することを説明したが、本実施形態の変形例に係る長さ測定装置においてはこの方法に限定されない。例えば、当該変形例に係る長さ測定装置は、第2の取得ステップにおける電極パッドの離間距離よりもさらに大きい離間距離を隔てた電極パッド間の電気インピーダンスを取得する第3の取得ステップ、第4の取得ステップを実行してもよい。

【0088】

<第3の実施形態>

次に、第3の実施形態に係る長さ測定装置を、図面を参照して説明する。

図14は、第3の実施形態に係る長さ測定装置のテープ部の構成を示す図である。なお、第1の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図14に示すように、第3の実施形態に係る長さ測定装置1のテープ部10は、曲率センサの一態様である複数の歪みゲージ140、141、・・・14m（mは1以上の整数）を長手方向に沿って、一定の間隔Bで周期配列している。

歪みゲージ140、141、・・・は、自身に与えられる歪み（曲げ）の度合いに応じた検出信号を出力するセンサである。

【0089】

本実施形態において、歪みゲージ140、141、・・・は、電極パッド100a、100b、・・・及び引き回し配線120と同一面（信号配線部100、図3B参照）に形成される。したがって、歪みゲージ140、141、・・・は、テープ部12の面内のうち電極パッド100a、100b、・・・が配されていない領域に配される。

【0090】

図15は、第3の実施形態に係る長さ測定装置の本体部の機能構成を示す図である。

第1の実施形態と同一の機能構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図15に示すように、第3の実施形態に係る長さ測定装置1の本体部20は、制御部21において形状推定部212を備えている。

形状推定部212は、歪みゲージ140、141、・・・から取得されたそれぞれの歪み状態を示す検出信号に基づいて、測定対象物Xのうち、テープ部10が巻かれた部分（図5A）の形状を推定する。

具体的には、まずインピーダンス取得部210は、電極選択部25を介して各歪みゲージ140、141、・・・に所定の入力信号を供給する。次に、インピーダンス取得部210は、各歪みゲージ140、141、・・・の上記入力信号に対する応答信号であって、その曲率半径に応じた検出信号を取得する。そして、インピーダンス取得部210は、取得した検出信号を形状推定部212に出力する。

形状推定部212は、例えば、テープ部10上に配される間隔Bの情報を予め把握しておき、この情報と、選択された歪みゲージ140、141、・・・のそれぞれにおける検出信号から算出される曲率半径 r_0 、 r_1 、・・・と、を組み合わせ、測定対象物Xに巻かれているテープ部10の形状を推定することができる。

また、形状推定部212は、電極パッド100a、100b、・・・から取得される電気インピーダンスに基づいて特定される「近接領域」を参照して、当該「近接領域」

10

20

30

40

50

に属する歪みゲージ140、141、・・・のみから供給される検出信号を用いて、テープ部10の「近接領域」に係る部分の形状を推定してもよい。

【0091】

このようにすることで、利用者は、テープ部10を巻き付けた部分の長さのみならず、その部分の形状を把握することができる。したがって、例えば、パスト、ウエスト、ヒップ等の項目に対応する形状情報を取得して組み合わせることで、簡易的に体型の立体的形状を示す三次元形状情報を取得することができる。

【0092】

また、長さ測定装置1は、形状推定部212が取得した形状情報を、通信部27を介して外部サーバに送信できるようにしてもよい(図15)。このようにすることで、長さ測定装置1を用いて取得した自己の体型の形状情報を外部サーバに蓄積し、適宜利用することができる。例えば、利用者は、定期的に取り得た自己の身体についての形状情報に基づいて、ダイエットの効果等を定量的に評価することが可能となる。

10

【0093】

なお、本実施形態において、歪みゲージ140、141、・・・は、電極パッド100a、100b、・・・と同一面(信号配線部100)に形成されるものとして説明したが、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。例えば、歪みゲージ140、141、・・・は、フレキシブル基板11において、電極パッド100a、100b、・・・とは異なる層に形成されてもよい。

この場合、電極パッド100a、100b、・・・が形成される層(信号配線部100)と、歪みゲージ140、141、・・・が形成される層とは、一つ以上の絶縁層(及び、場合によってはシールド層)を介して電氣的に分離される。

20

【0094】

また、この場合において、各歪みゲージ140、141、・・・は、他の層(信号配線部100)に形成された電極パッド100a、100b、・・・の各々と、層間方向に重なって一致するように形成されることで、見かけ上、電極パッド100a、100b、・・・と一体に形成される態様としてもよい。このようにすることで、テープ部12の面積(幅方向の長さ)を縮小することができる。

【0095】

なお、上述の各実施形態に係る長さ測定装置1は、いずれも「生体」の周囲長を測定する例を挙げてその機能を説明したが、各実施形態に係る長さ測定装置1の測定対象物は、「生体」に限定されることはなく、例えば、工業製品の寸法や周囲長を測定することも可能である。この場合、長さ測定装置1は、測定対象物の種別(生体・金属・非金属等)に応じて、判定閾値Zthを変更する機能を有していてもよい。具体的には、制御部21が、利用者の操作を受け付けて測定対象物の種別を選択する種別選択部を備える態様であってもよい。この場合、当該種別選択部が、選択された測定対象物の種別に応じて判定閾値Zthの値を変更する。

30

【0096】

また、本実施形態に係る長さ演算部211は、電気インピーダンスZが判定閾値Zth以下となった場合に、当該判定閾値Zth以下となる電気インピーダンスZが取得された電極パッド対が存在する領域を「近接領域」とみなし、この近接領域の長さAを算出するものとして説明した。しかし、他の実施形態においてはこの態様には限定されず、例えば、電気インピーダンスZが判定閾値Zth以上となった場合に、当該判定閾値Zth以上の電気インピーダンスZが取得された領域の長さを算出する態様であってもよい。

40

【0097】

なお、第3の実施形態に係る長さ測定装置1は、テープ部10上に周期配列された「歪みゲージ」(歪みゲージ140、141、・・・)から取得される曲率データに基づいて、測定対象物Xの輪郭の形状を精度よく推定する旨を説明したが、「歪みゲージ」は、当該歪みゲージの各々が配される位置における曲率データを取得するための「曲率センサ」の一態様に過ぎない。第3の実施形態に係る長さ測定装置1は、曲率データを取得するた

50

めに必ずしも歪みゲージを用いる必要はなく、曲率データを取得可能な他の態様からなる曲率センサを用いても構わない。曲率センサの一態様としては、例えば、導電性インクを応用した曲率センサ等が挙げられる。この導電性インクを用いた曲率センサは、湾曲自在な基板の表面に塗布（プリント）された導電性インクが当該基板の湾曲に伴って伸長又は圧縮されることで、当該導電性インクの電気抵抗が変化することを利用して作製される。

【0098】

更に、他の実施形態において、上記曲率センサは、2つの歪みゲージ（上述の歪みゲージ140、141、・・・と同様のもの）を対にして構成されるものであってもよい。具体的には、当該他の実施形態に係る曲率センサは、2つの歪みゲージと抵抗値が既知の抵抗素子とがブリッジ回路をなすように電氣的に接続される。このようにすることで、温度変化や引張・圧縮応力が発生した時に、これら誤差要因が2つの歪みゲージ両方に影響し、両方で同様の特性の変化とそれに伴う抵抗値の変化を起こすため、検出信号（電位差）自体は変わらず、ひずみゲージに働く誤差原因を低減できる。

また、この場合において、上記2つの歪みゲージは、フレキシブル基板11において、同一層に並べて配置されていてもよいし、絶縁層を介して2層に重なるように配置されていてもよい。

また、更に別の実施形態に係る曲率センサは、3つ以上（例えば4つ）の歪みゲージがブリッジ回路をなすように電氣的に接続される態様であってもよい。

【0099】

<第4の実施形態>

次に、第4の実施形態に係る長さ測定装置を、図面を参照して説明する。

図16は、第4の実施形態に係る長さ測定装置の本体部の機能構成を示す図である。

第1の実施形態と同一の機能構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。また、第4の実施形態に係る長さ測定装置1のテープ部10の構成は、第1の実施形態と同一であるため、図示を省略する。

【0100】

図16に示すように、本実施形態に係る長さ測定装置1の制御部21は、体脂肪率演算部213を備えている。

体脂肪率演算部213は、インピーダンス取得部210が取得した電気インピーダンスに基づいて、テープ部10が巻かれた生体の体脂肪率（正確には、生体のうちテープ10が巻かれた局所部分における局所脂肪含有率）を算出する。具体的には、体脂肪率演算部213は、特定された近接領域における電気インピーダンスを分析して、その部分における体脂肪の含有率を算出する。なお、電気インピーダンスから体脂肪の含有率を算出する手法は、広く一般に知られている手法を用いることができる。

これにより、本実施形態に係る長さ測定装置1は、テープ部10を巻き付けた部分における局所脂肪含有率を算出することができるので、利用者は、長さ測定装置1を用いることで自己の身体の局所的な領域（例えば二の腕等）における体脂肪の含有率を把握することができる。

【0101】

なおこの場合、インピーダンス測定部210は、電極選択部25を介して、電極パッド100a、100b、・・・と、発振源22との接続を、体脂肪率測定に適するように接続する機能を有していてもよい。具体的には、例えば、インピーダンス測定部210は、電極パッド100a、100b、101a、101b、102a、102b等の所定領域に連続して配される電極パッドを「陽極電極」とし、107a、107b、108a、108b、109a、109b等の他の領域に連続して配される電極パッドを「陰極電極」として、体脂肪率測定用のインピーダンス測定を行ってもよい。

さらに、インピーダンス測定部210は、上記体脂肪率測定用の「陽極電極」、「陰極電極」の領域を特定するにあたり、先に実施した長さ測定用の電気インピーダンス（図6等）を参照しながら特定するようにしてもよい。

【0102】

10

20

30

40

50

なお、体脂肪率を算出するには、電極パッド100a、100b、・・・を生体（身体）に直接接触させて取得した電気インピーダンスを用いた方が、測定精度の面で好ましいが、本実施形態に係る長さ測定装置1は、このような態様に限定されることはなく、体脂肪率演算部213は、生体と非接触で取得した電気インピーダンスに基づいて体脂肪率を算出するものであってもよい。

また、長さ測定装置1は、体脂肪率演算部213が取得した体脂肪率を、通信部27を介して外部サーバに送信できるようにしてもよい（図16）。

【0103】

上述の説明において、各実施形態に係る長さ測定装置1は、内部にコンピュータシステムを有していてもよい。そして、上述した長さ測定装置1の各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われてもよい。ここで、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM（Compact Disk Read Only Memory）または半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

【0104】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものとする。

【0105】

図17は、形状推定装置の機能構成を示す図である。

図17に示すように、形状推定装置の本体部20は、複数の歪みゲージ140、141、・・・が長手方向に沿って配列されるとともに、測定対象物の周囲に巻かれて用いられるテープ部と、複数の歪みゲージ140、141、・・・により検出される曲率半径に基づいて、上記テープ部のうち測定対象物の周囲に巻かれた領域の形状を推定する形状推定部212と、を備えている。

なお、図17に示した上記形状推定装置の各機能構成については、上述した各実施形態に係る長さ測定装置1において対応する各機能構成（図4）と同様である。

【0106】

図18は、体脂肪率測定装置の機能構成を示す図である。

図18に示すように、体脂肪率測定装置の本体部20は、複数の電極パッド100a、100b、・・・が長手方向に沿って周期配列されるとともに、生体の周囲に巻かれて用いられるテープ部と、複数の電極パッド100a、100b、・・・の中から、電極パッド対を複数選択するとともに、当該複数の電極パッド対ごとに、その間の電気インピーダンスを取得するインピーダンス取得部210と、インピーダンス取得部210が取得した電気インピーダンスに基づいて、上記テープ部が巻かれた生体の体脂肪率を算出する体脂肪率演算部213と、を備えている。

なお、図18に示した上記体脂肪率測定装置の各機能構成については、上述した各実施形態に係る長さ測定装置1において対応する各機能構成（図4）と同様である。

【産業上の利用可能性】

【0107】

上述の各実施形態によれば、輪郭の形状や大きさが異なる種々の測定対象に対しても、簡素で、かつ、より正確な診断を行うことができる。

【符号の説明】

【0108】

1 長さ測定装置

10

20

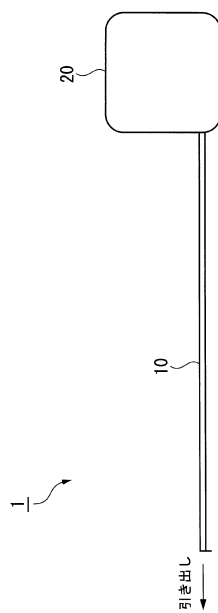
30

40

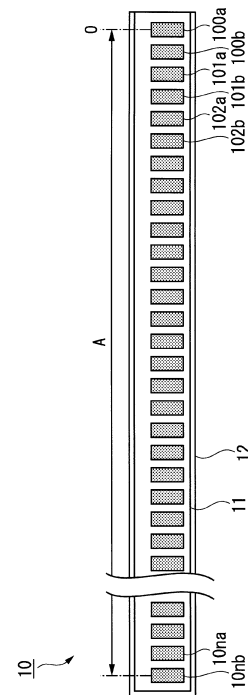
50

- 1 0 テープ部
- 1 0 0 信号配線部
- 1 1 1、1 1 2 シールド部
- 1 1 3 絶縁層
- 1 0 0 a、1 0 0 b、・・・、1 0 n a、1 0 n b 電極パッド
- 1 1 フレキシブル基板
- 1 2 被膜部
- 1 2 0 引き回し配線
- 1 3 コネクタ
- 1 4 0、1 4 1、・・・1 4 m 歪みゲージ 10
- 2 0 本体部
- 2 1 制御部
- 2 1 0 インピーダンス取得部
- 2 1 1 長さ演算部
- 2 1 2 形状推定部
- 2 1 3 体脂肪率演算部
- 2 2 発振源
- 2 3 電圧計
- 2 4 電流計
- 2 5 電極選択部 20
- 2 6 表示部
- 2 7 通信部

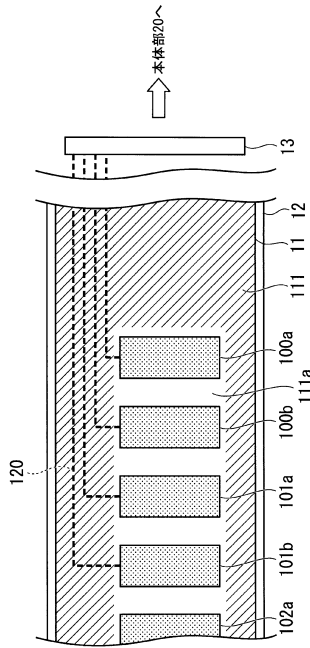
【図 1】



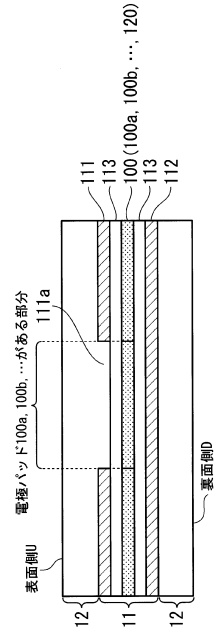
【図 2】



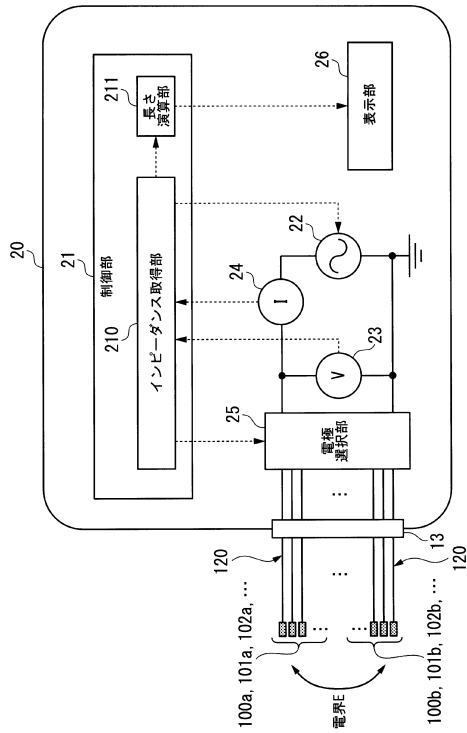
【図3A】



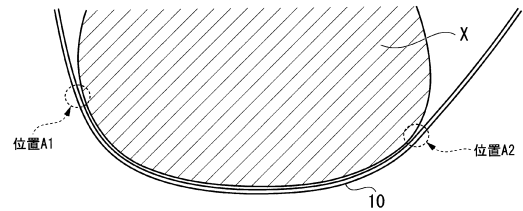
【図3B】



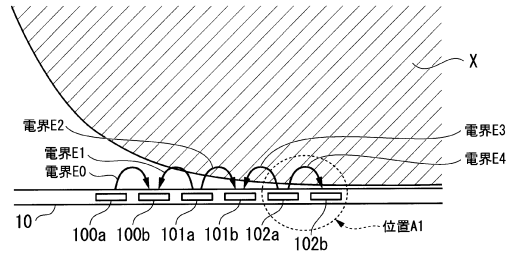
【図4】



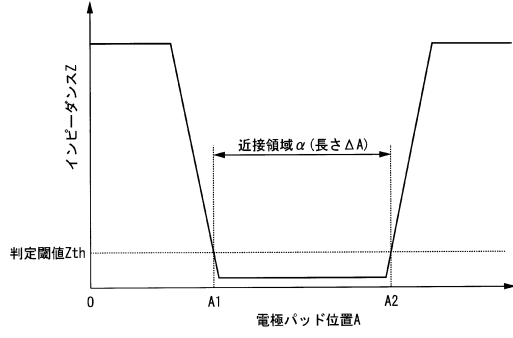
【図5A】



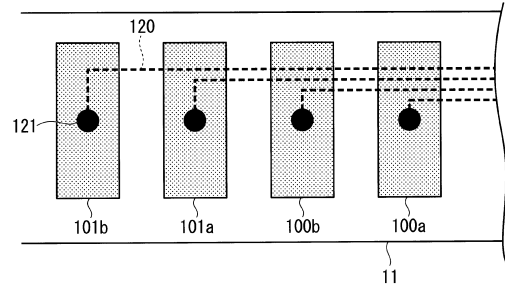
【図5B】



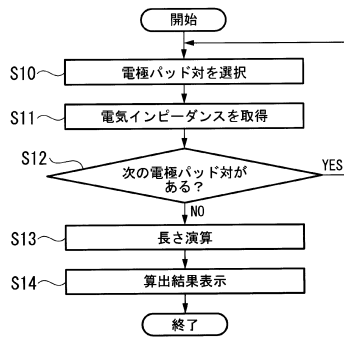
【図6】



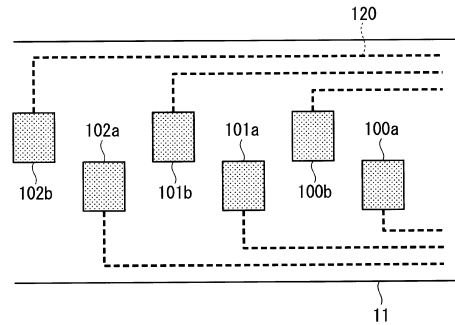
【図8】



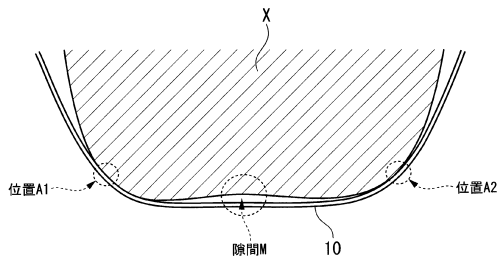
【図7】



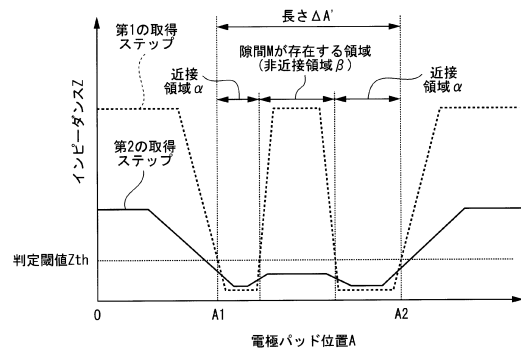
【図9】



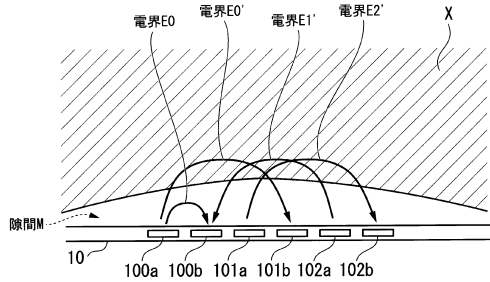
【図10A】



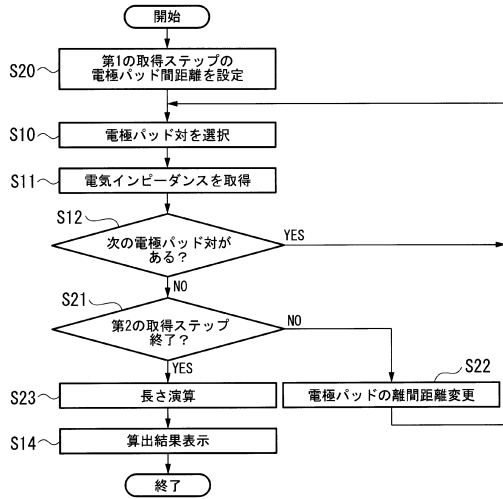
【図11】



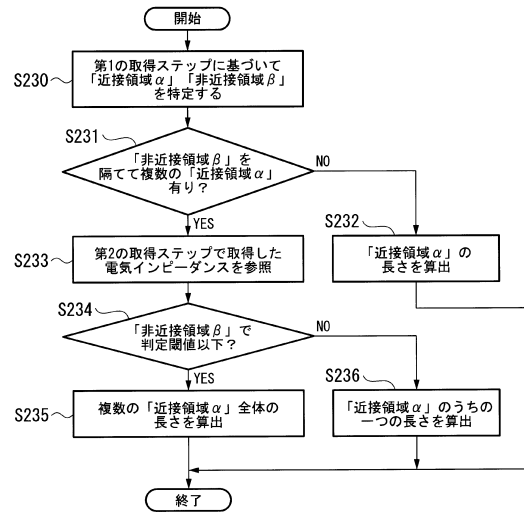
【図10B】



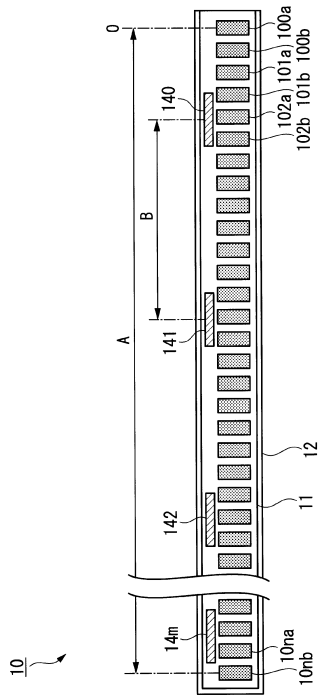
【図12】



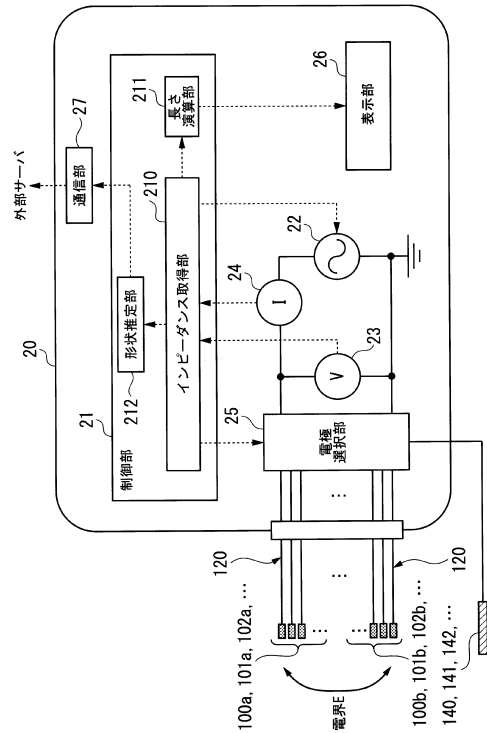
【図13】



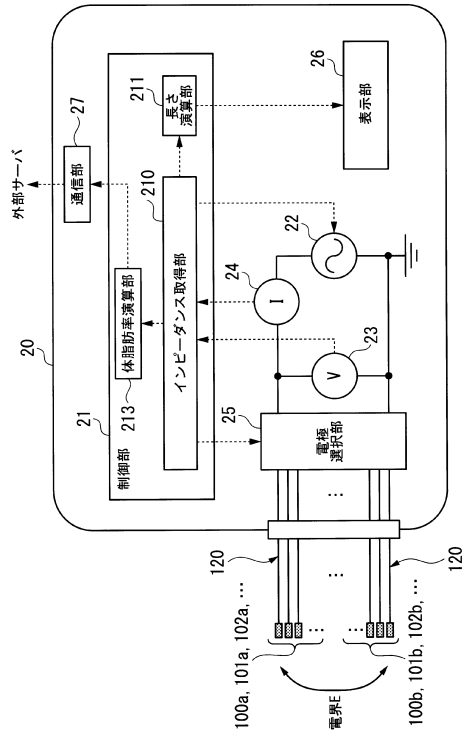
【図14】



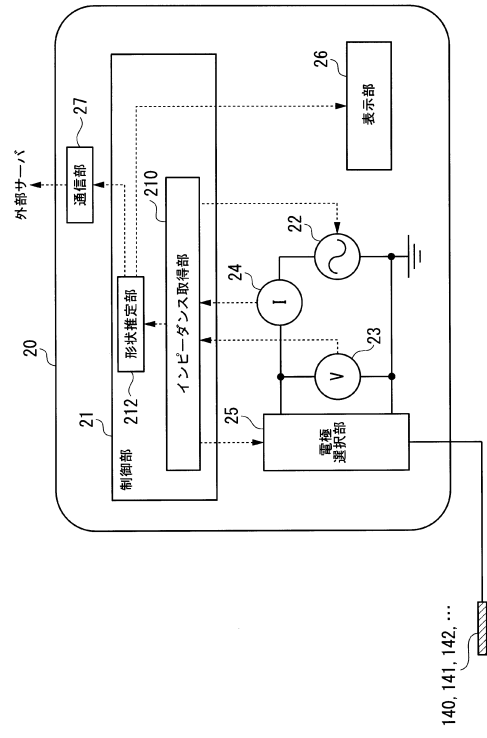
【図15】



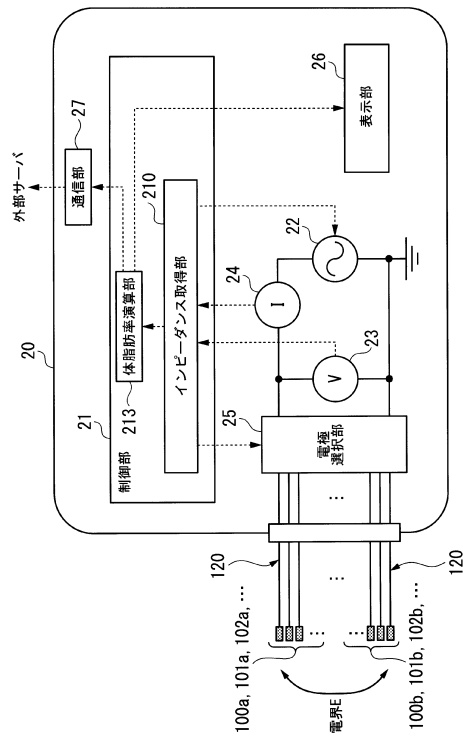
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-240775(JP,A)
特開平11-113870(JP,A)
特開2011-053212(JP,A)
特開2005-140700(JP,A)
特開2005-253610(JP,A)
特開昭60-067804(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 7/7/00 - 7/34
A61B 5/05
G01B 3/10