

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/002210

発行日 平成29年2月23日 (2017. 2. 23)

(43) 国際公開日 平成27年1月8日 (2015. 1. 8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/05 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 B	4 C 0 2 7
A 6 1 B 5/0408 (2006.01)	A 6 1 B 5/04 3 0 0 J	4 C 0 3 8
A 6 1 B 5/0478 (2006.01)	A 6 1 B 5/10 3 0 0 B	
A 6 1 B 5/0492 (2006.01)		
A 6 1 B 5/107 (2006.01)		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 40 頁)

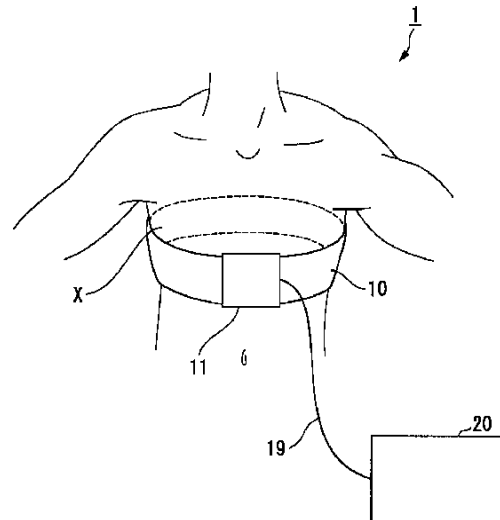
出願番号 特願2015-525246 (P2015-525246)	(71) 出願人 598041566 学校法人北里研究所 東京都港区白金5丁目9番1号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2014/067590	
(22) 国際出願日 平成26年7月1日 (2014. 7. 1)	
(31) 優先権主張番号 特願2013-139164 (P2013-139164)	(74) 代理人 100106909 弁理士 棚井 澄雄
(32) 優先日 平成25年7月2日 (2013. 7. 2)	(74) 代理人 100188558 弁理士 飯田 雅人
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 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
	(72) 発明者 一二三 奏 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
	Fターム(参考) 4C027 AA06 EE01 4C038 VA04 VB19 VC20

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 E I T測定装置、E I T測定方法及びプログラム

(57) 【要約】

E I T測定装置(1)は、並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドと並列して配置される複数の歪みゲージと、を一体として貼着しながら、生体の測定対象とする部分Xに巻きつけられて使用される測定用ベルト(10)と、複数の電極パッドへの通電、及び、電極パッド間に生じる電圧信号の取得をしながら、測定対象とする部分Xの断層画像を取得するE I T測定制御部と、歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて、測定対象とする部分の輪郭形状及びその大きさを推定する輪郭推定部と、を備えている。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドと並列して配置される複数の歪みゲージと、を一体として貼着しながら、生体の測定対象とする部分に巻きつけられて使用される測定用ベルトと、

前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号の取得をしながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得する EIT 測定制御部と、

前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて、前記測定対象とする部分の輪郭形状及びその大きさを推定する輪郭推定部と、

を備え、

前記輪郭推定部は、

前記曲率データに基づいて、前記歪みゲージごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された歪みゲージ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行する EIT 測定装置。

【請求項 2】

前記輪郭推定部は、

前記形状特定処理の後に、さらに、前記推定された輪郭形状の周囲長が、別途測定された前記測定対象とする部分の周囲長と一致するように、前記推定された輪郭形状を拡大または縮小するサイズ特定処理を実行する

請求項 1 に記載の EIT 測定装置。

【請求項 3】

前記輪郭推定部は、前記相対位置特定処理において、

並べて配置される複数の前記歪みゲージのうち、一つ以上の前記歪みゲージを隔てた所定間隔ごとに指定される歪みゲージの位置を示す基準点の座標位置を、予め定められた初期座標値と特定する第 1 ステップと、

前記基準点の座標位置に対する、当該基準点を示す歪みゲージの中間に配される何れかの歪みゲージの位置を示す従属点の座標位置を示す相対座標値を、前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて算出する第 2 ステップと、

一の前記基準点の座標位置に対する相対座標値から座標位置が特定される第 1 従属点と、他の基準点の座標位置に対する相対座標値から座標位置が特定される従属点であって前記第 1 従属点と同一の前記歪みゲージの位置を示す第 2 従属点と、の座標位置が最も近くなるように、前記一の基準点及び前記他の基準点の座標位置を変更する第 3 ステップと、

前記第 3 ステップによって変更した後の前記第 1 従属点と前記第 2 従属点との中点を、前記基準点を示す歪みゲージの両隣に配される歪みゲージの位置を示す 2 つの従属点の座標位置と特定する第 4 ステップと、

を実行する請求項 1 または請求項 2 に記載の EIT 測定装置。

【請求項 4】

前記輪郭推定部は、

前記相対位置特定処理の前記第 1 ステップにおいて、前記複数の歪みゲージのうち、前記測定対象とする部分の対称軸上に配される歪みゲージを示す基準点の座標位置を、予め定められた初期座標値と特定する

請求項 3 に記載の EIT 測定装置。

【請求項 5】

前記輪郭推定部は、

前記測定対象とする部分に巻き付けられた前記測定用ベルト上の、当該測定対象とする部分の対称軸上に配される位置に歪みゲージが配されない場合において、当該測定対象とする部分の対称軸上に配される位置に歪みゲージが配されているものとみなして、前記相対位置特定処理を実行する

請求項 4 に記載の EIT 測定装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記輪郭推定部は、前記形状特定処理において、

一の歪みゲージの位置と、当該一の歪みゲージに隣接する他の歪みゲージの位置と、を結ぶ曲線を特定する複数の補完点を設定するとともに、前記複数の補完点の原点からの距離は、当該補完点と、原点と、前記一の歪みゲージの位置と、が成す角度についての所定の関数によって定められる

請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の E I T 測定装置。

【請求項 7】

前記複数の電極パッドと並列して配置されながら、前記測定用ベルトに貼着される周囲長計測用電極パッドと、

前記周囲長計測用電極パッドを介して取得される電圧信号に基づいて、前記測定対象とする部分の周囲長を計測する周囲長測定部と、

を備える請求項 1 から請求項 6 の何れか一項に記載の E I T 測定装置。

【請求項 8】

並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドに沿って配置される複数の歪みゲージと、が一体として貼着された測定用ベルトを、生体の測定対象とする部分に巻きつけ、

E I T 測定制御部が、前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号を取得しながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得し、

輪郭推定部が、前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて、前記歪みゲージごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された歪みゲージ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記測定対象とする部分の輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行し、前記輪郭形状及びその大きさを推定する E I T 測定方法。

【請求項 9】

並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドに沿って配置される複数の歪みゲージと、を一体として貼着するとともに、生体の測定対象とする部分に巻きつけられて使用される測定用ベルトと、を備える E I T 測定装置のコンピュータを、

前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号を取得しながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得する E I T 測定制御手段、

前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて、前記測定対象とする部分の輪郭形状及びその大きさを推定する輪郭推定手段、

として機能させ、

前記輪郭推定手段は、

前記曲率データに基づいて、前記歪みゲージごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された歪みゲージ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行するプログラム。

【請求項 10】

並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドと並列して配置される複数の曲率センサと、を一体として貼着しながら、生体の測定対象とする部分に巻きつけられて使用される測定用ベルトと、

前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号の取得をしながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得する E I T 測定制御部と、

前記曲率センサを介して取得される曲率データに基づいて、前記測定対象とする部分の輪郭形状及びその大きさを推定する輪郭推定部と、

を備え、

前記輪郭推定部は、

前記曲率データに基づいて、前記曲率センサごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された曲率センサ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行する E I T 測定装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体の断層画像を測定する電気インピーダンストモグラフィ (Electrical Impedance Tomography) 測定装置、断面形状取得方法及びプログラムに関する。

本願は、2013年7月2日に、日本に出願された特願2013-139164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】

電気インピーダンストモグラフィ (以下、単にEITと記載する) 測定装置は、体表面上に貼付した電極対から微弱電流を流すとともに、体表面上に生じた電位差から、生体内の導電率分布または導電率変化の分布を画像化する技術である。

10

EITは、微弱電流を流すだけで断層画像を取得できるので、X線CT (Computed tomography) と比較して、被曝の問題がなく、小型化や長時間測定、リアルタイムの測定が容易であるという利点がある。

【0003】

EIT測定では、一般的に、8個から64個の電極を用いる。これらの電極を測定対象部位の周囲に貼着し、かつ、それらの電極に対して個々に接続された信号ケーブルを引き回して、測定用回路に接続する。近年では、これら複数の電極並びに信号ケーブルをモジュールとして単一化し、電極の着脱、測定装置のセッティングを容易にする方法が試みられている。

20

【0004】

さらに、そのような方法の中で、EITで使用する多数の電極ケーブルを、複数個ごとにモジュール化して電極と接続する技術や、EIT測定の際に必要な多数の電極を体表面に接続する手続きを簡略化させるために、複数個ごとに電極をモジュール化する技術が提案されている (例えば、特許文献1、特許文献2参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-228514号公報

【特許文献2】特開2009-523037号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述のEIT測定において、複数の電極パッドを介して取得した電気信号を基に生成した断層画像には、その電極パッドが、いかなる位置関係で配されていたかを示す情報が含まれていない。すなわち、EIT測定装置が生成した断層画像は、電極パッド間の相対的な位置関係を仮想して生成されたものであり、断層画像における各座標位置と、測定対象における実際の断層面における各位置との絶対的な位置関係が特定されたものとはなっていない。

そうすると、EIT測定装置のオペレータ (診療を行う者) は、輪郭の形状や大きさが異なる種々の測定対象について、生成された断層画像に基づいて正確な診断を行うことができない。

40

【0007】

これに対し、EIT測定装置のオペレータは、専用のノギスなどを用いて測定対象部の横の長さに対する縦の長さの比 (e値という) を測定する等の対応を行う等して、測定対象部の形状を把握する作業を行っていたが、これでは手間が煩雑となるばかりでなく測定誤差も大きくなる可能性があった。また、この手法では、身体を起こすことが困難な患者に対しては対応が困難であった。

【0008】

本発明は、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

50

り正確な診断を行うことができるEIT測定装置、EIT測定方法及びプログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の態様によれば、EIT測定装置は、並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドと並列して配置される複数の歪みゲージと、を一体として貼着しながら、生体の測定対象とする部分に巻きつけられて使用される測定用ベルトと、前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号の取得をしながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得するEIT測定制御部と、前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて、前記測定対象とする部分の輪郭形状及びその大きさを推定する輪郭推定部と、を備え、前記輪郭推定部は、前記曲率データに基づいて、前記歪みゲージごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された歪みゲージ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行する。

10

【0010】

本発明の第2の態様によれば、上述のEIT測定装置において、前記輪郭推定部が、前記形状特定処理の後に、さらに、前記推定された輪郭形状の周囲長が別途測定された前記測定対象とする部分の周囲長と一致するように、前記推定された輪郭形状を拡大または縮小するサイズ特定処理を実行する。

20

【0011】

本発明の第3の態様によれば、上述のEIT測定装置において、前記輪郭推定部が、前記相対位置特定処理において、並べて配置される複数の前記歪みゲージのうち、一つ以上の前記歪みゲージを隔てた所定間隔ごとに指定される歪みゲージの位置を示す基準点の座標位置を、予め定められた初期座標値と特定する第1ステップと、前記基準点の座標位置に対する、当該基準点が表示歪みゲージの中間に配される何れかの歪みゲージの位置を示す従属点の座標位置を示す相対座標値を、前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて算出する第2ステップと、一の前記基準点の座標位置に対する相対座標値から座標位置が特定される第1従属点と、他の基準点の座標位置に対する相対座標値から座標位置が特定される従属点であって前記第1従属点と同一の前記歪みゲージの位置を示す第2従属点と、の座標位置が最も近くなるように、前記一の基準点及び前記他の基準点の座標位置を変更する第3ステップと、前記第3ステップによって変更した後の前記第1従属点と前記第2従属点との中点を、前記基準点が表示歪みゲージの両隣に配される歪みゲージの位置を示す2つの従属点の座標位置と特定する第4ステップと、を実行する。

30

【0012】

本発明の第4の態様によれば、上述のEIT測定装置において、前記輪郭推定部が、前記相対位置特定処理の前記第1ステップにおいて、前記複数の歪みゲージのうち、前記測定対象とする部分の対称軸上に配される歪みゲージを示す基準点の座標位置を、予め定められた初期座標値と特定する。

【0013】

本発明の第5の態様によれば、上述のEIT測定装置において、前記輪郭推定部が、前記測定対象とする部分に巻き付けられた前記測定用ベルト上の、当該測定対象とする部分の対称軸上に配される位置に歪みゲージが配されない場合において、当該測定対象とする部分の対称軸上に配される位置に歪みゲージが配されているものとみなして、前記相対位置特定処理を実行する。

40

【0014】

本発明の第6の態様によれば、上述のEIT測定装置において、前記輪郭推定部が、前記形状特定処理において、一の歪みゲージの位置と、当該一の歪みゲージに隣接する他の歪みゲージの位置と、を結ぶ曲線を特定する複数の補完点を設定するとともに、前記複数の補完点の原点からの距離は、当該補完点と、原点と、前記一の歪みゲージの位置と、が成す角度についての所定の関数によって定められる。

50

【0015】

本発明の第7の態様によれば、上述のEIT測定装置は、前記複数の電極パッドと並列して配置されながら、前記測定用ベルトに貼着される周囲長計測用電極パッドと、前記周囲長計測用電極パッドを介して取得される電圧信号に基づいて、前記測定対象とする部分の周囲長を計測する周囲長測定部と、を備える。

【0016】

本発明の第8の態様によれば、EIT測定方法は、並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドに沿って配置される複数の歪みゲージと、が一体として貼着された測定用ベルトを、生体の測定対象とする部分に巻きつけ、EIT測定制御部が、前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号を取得しながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得し、輪郭推定部が、前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて、前記歪みゲージごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された歪みゲージ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記測定対象とする部分の輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行し、前記輪郭形状及びその大きさを推定する。

10

【0017】

本発明の第9の態様によれば、プログラムは、並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドに沿って配置される複数の歪みゲージと、を一体として貼着するとともに、生体の測定対象とする部分に巻きつけられて使用される測定用ベルトと、を備えるEIT測定装置のコンピュータを、前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号を取得しながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得するEIT測定制御手段、前記歪みゲージを介して取得される曲率データに基づいて、前記測定対象とする部分の輪郭形状及びその大きさを推定する輪郭推定手段、として機能させ、前記輪郭推定手段は、前記曲率データに基づいて、前記歪みゲージごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された歪みゲージ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行する。

20

【0018】

本発明の第10の態様によれば、EIT測定装置は、並べて配置される複数の電極パッドと、当該複数の電極パッドと並列して配置される複数の曲率センサと、を一体として貼着しながら、生体の測定対象とする部分に巻きつけられて使用される測定用ベルトと、前記複数の電極パッドへの通電、及び、当該電極パッド間に生じる電圧信号の取得をしながら、前記測定対象とする部分の断層画像を取得するEIT測定制御部と、前記曲率センサを介して取得される曲率データに基づいて、前記測定対象とする部分の輪郭形状及びその大きさを推定する輪郭推定部と、を備え、前記輪郭推定部は、前記曲率データに基づいて、前記曲率センサごとの相対的な位置関係を特定する相対位置特定処理と、当該相対的な位置関係が特定された曲率センサ間を、所定の関数曲線で結び合わせながら前記輪郭形状を特定する形状特定処理と、を実行する。

30

【発明の効果】

【0019】

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。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】第1の実施形態に係るEIT測定装置の全体構成を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係る測定用ベルトの機能構成を示す図である。

【図3】第1の実施形態に係るEIT測定本体部の機能構成を示す図である。

【図4】第1の実施形態に係るEIT測定制御部の機能を説明する第1の図である。

【図5】第1の実施形態に係るEIT測定制御部の機能を説明する第2の図である。

【図6】第1の実施形態に係る輪郭推定部の処理フローを示す図である。

50

【図 7】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 1 の図である。

【図 8】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 2 の図である。

【図 9】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 3 の図である。

【図 10】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 4 の図である。

【図 11】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 5 の図である。

10

【図 12】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 6 の図である。

【図 13】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 7 の図である。

【図 14 A】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 8 の図である。

【図 14 B】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 8 の図である。

【図 15】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 9 の図である。

20

【図 16】第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理結果を示す図である。

【図 17 A】第 1 の実施形態に係る E I T 測定制御部による画像生成処理の例を説明する図である。

【図 17 B】第 1 の実施形態に係る E I T 測定制御部による画像生成処理の例を説明する図である。

【図 18】第 2 の実施形態に係る測定用ベルトの機能構成を示す図である。

【図 19】第 2 の実施形態に係る周囲長測定部の機能を説明する図である。

【図 20】第 3 の実施形態に係る測定用ベルトの機能構成を示す図である。

【図 21】第 3 の実施形態に係る測定用ベルトが巻かれた状態を示す図である。

【図 22】第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の機能を説明する図である。

30

【図 23】第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 1 の図である。

【図 24】第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 2 の図である。

【図 25】第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 3 の図である。

【図 26】第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 4 の図である。

【図 27】第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 5 の図である。

40

【図 28】第 3 の実施形態の変形例に係る測定用ベルトが巻かれた状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

< 第 1 の実施形態 >

以下、第 1 の実施形態に係る E I T 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 E I T 測定装置の全体構成を示す図である。図 1 において、E I T 測定装置 1 を示している。

【0022】

E I T 測定装置 1 は、測定用ベルト 10 と、E I T 測定本体部 20 と、から構成される。図 1 に示すように、測定用ベルト 10 は、例えば測定対象者（生体）の胸部等、測定対

50

象とする部分（以下、測定対象部 X と記載）に巻きつけられて使用される。測定用ベルト 10 は、測定回路 11 及び信号ケーブル 19 を介して EIT 測定本体部 20 に接続されている。

測定用ベルト 10 は、巻きつける長さの調整が可能な構成となっており、胸部などの他、頭部や腕、脚等にも巻かれて使用されてもよい。測定用ベルト 10 は、後述するように、EIT 測定を行うための電極パッド等が同一のフレキシブル基板に設けられており、これら電極パッド等を一体として扱うことが可能な構成となっている（例えば、特許文献、特願 2010 - 205988 参照）。

【0023】

EIT 測定本体部 20 は、測定用ベルト 10 及び測定回路 11 を介して取得した電気信号に基づいて所定の演算処理を行い、測定対象者の測定用ベルト 10 が巻かれた部分（測定対象部 X）の断層画像を表示する機能部である。EIT 測定装置 1 のオペレータは、EIT 測定本体部 20 に備えられる操作入力部を介して EIT 測定のための条件等を設定したり、或いは、EIT 測定本体部 20 に備えられるモニタ（画像表示部）を介して断層画像を認知したりすることができる。EIT 測定本体部 20 の詳細な機能構成については後述する。

10

【0024】

図 2 は、第 1 の実施形態に係る測定用ベルトの機能構成を示す図である。

図 2 に示すように、測定用ベルト 10 は、帯状のフレキシブル基板 14 上において 8 個の電極パッド 12 A ~ 12 H が等間隔の距離 P で並べて配置（周期配列）される構成となっている。また、同じくフレキシブル基板 14 上において、当該 8 個の電極パッド 12 A ~ 12 H と並列して 8 個の歪みゲージ 13 A ~ 13 H が等間隔の距離 P で周期配列されている。

20

測定用ベルト 10 は、これら複数の電極パッド 12 A ~ 12 H、及び、歪みゲージ 13 A ~ 13 H を一体として貼着しながら、測定対象者の測定対象部 X に巻きつけられて使用される。各電極パッド 12 A ~ 12 H は、測定用ベルト 10 が巻きつけられた際に、測定対象部 X の周囲を囲む体表面に接触される仕組みとなっている。

このような構成とすることで、EIT 測定装置 1 のオペレータは、測定用ベルト 10 を測定対象部 X へ巻きつけて取り付ける作業を行うのみで測定を開始することができるので、電極パッドの取り付けの手間を大幅に削減し、EIT 測定の作業効率を改善することができる。

30

なお、測定用ベルト 10 は、測定時における測定対象者の負担を軽減する等の目的で、フレキシブル基板 14 が、さらに非導電性のベルト状の布に覆われた態様を成していてもよい。

また、この場合において、測定用ベルト 10 は、上記布ベルトのうち電極パッド 12 A ~ 12 H と接する部分が導電性ゲルや導電性繊維電極で構成されるとともに、測定装置 1 は、電極パッド 12 A ~ 12 H と体表面との間に当該導電性ゲルまたは導電性繊維電極を介在させながら EIT 測定を行ってもよい。このようにすることで、測定用ベルト 10 の構成を、布ベルト部分のみを取り外して洗濯あるいは廃棄できるような構成とすることができ、衛生面での使い勝手を一層向上させることができる。

40

また、測定用ベルト 10 は、歪みゲージ 13 A ~ 13 H それぞれの裏面の同じ位置に、同じ特性のひずみゲージを有していてもよい。これら測定箇所毎の一对の歪みゲージを一つのブリッジ回路に接続する 2 アクティブゲージ法を用いることで、歪みゲージ 13 A ~ 13 H の温度補正自動化と高感度化、高精度化を実現することができる。

或いは、測定用ベルト 10 は、歪みゲージ 13 A ~ 13 H それぞれの裏面の同じ位置に、温度センサを有していてもよい。そして測定装置 1 は、歪みゲージ 13 A ~ 13 H によって取得される曲率データを、当該温度センサによって取得される温度データに基づいて、曲率データの温度補正を行ってもよい。このようにすることで、歪みゲージ 13 A ~ 13 H の高感度化、高精度化を実現することができる。

【0025】

50

また、測定回路 11 は、EIT 測定本体部 20 と、電極パッド 12 A ~ 12 H 及び歪みゲージ 13 A ~ 13 H と、の電気信号のやり取りを仲介する電気回路である。例えば、測定回路 11 には、歪みゲージ 13 A ~ 13 H において出力される電気信号を増幅したり、A/D (Analog/Digital) 変換したりする回路が備えられている。

【0026】

図 3 は、第 1 の実施形態に係る EIT 測定本体部の機能構成を示す図である。

本実施形態に係る EIT 測定本体部 20 は、汎用のパーソナルコンピュータ (パソコン) 及び一般的な周辺機器 (パソコンモニタ等) で構成される。

【0027】

図 3 に示すように、EIT 測定本体部 20 は、全体の動作を司る CPU (Central Processing Unit: 中央演算装置) 200 と、EIT 測定に使用される測定用プログラム等の実行時において CPU 200 のワークエリアとなる RAM (Random Access Memory) 210 と、各種プログラム及び EIT 測定制御部 201 が取得した断層画像等を記憶する記憶手段としての HDD (Hard Disk Drive) 211 と、を備えている。 10

また、操作入力部 212 は、例えばマウス、キーボード、タッチパネル等から構成され、オペレータによる各種操作の入力を受け付ける。画像表示部 213 は、液晶ディスプレイ等であって、EIT 測定時において必要な情報や、取得された断層画像等を表示する。

外部インターフェイス 214 は、外部装置との通信を行うための通信インターフェイスであり、特に本実施形態においては、専用の通信ケーブルを介して測定用ベルト 10 と接続され、測定用ベルト 10 から種々の信号を取得する機能部である。 20

CPU 200、RAM 210、HDD 211、操作入力部 212、画像表示部 213、外部インターフェイス 214 は、システムバス 215 を介して相互に電氣的に接続されている。

【0028】

図 3 に示すように、CPU 200 は、所定の測定用プログラム実行時において、EIT 測定制御部 201、輪郭推定部 202 としての機能を発揮する。

EIT 測定制御部 201 は、複数の電極パッド 12 A ~ 12 H への通電、及び、当該電極パッド 12 A ~ 12 H 間に生じる電圧信号の取得をしながら、測定対象部 X の断層画像を取得する。

また、輪郭推定部 202 は、歪みゲージ 13 A ~ 13 H を介して取得される曲率データに基づいて、測定対象部 X の輪郭形状及びその大きさを推定する。 30

【0029】

図 4 は、第 1 の実施形態に係る EIT 測定制御部の機能を説明する第 1 の図である。

また、図 5 は、第 1 の実施形態に係る EIT 測定制御部の機能を説明する第 2 の図である。

以下、図 4、図 5 を参照しながら、EIT 測定制御部 201 の機能について説明する。図 4 は、測定対象部 X の例として、例えば測定対象者の胸部に測定用ベルト 10 が巻かれ、体表面に電極パッド 12 A ~ 12 H が接触した状態を示している。図 4 に示すように、電極パッド 12 A ~ 12 H の間には電流源 I と電圧計 V が接続される構成となっており、また、EIT 測定制御部 201 は、この電流源 I と電圧計 V を制御する機能を有している。 40

【0030】

EIT 測定制御部 201 は、電流源 I を介して、電極パッド 12 A ~ 12 H のうちの一对の電極パッドの間 (例えば、電極パッド 12 A と電極パッド 12 B の間) に所定の微弱電流を流す制御を行う。EIT 測定制御部 201 は、一对の電極パッドに微弱電流を流す間に、電圧計 V を介して、他の電極パッド (電極パッド 12 C ~ 12 H) の各々の間に生じる電位差を測定する。電流を流す電極パッドを 12 B と 12 C、12 C と 12 D、・・・と順次変更しながら回転させることで、測定対象部 X の断層における抵抗率分布を取得することができる。

【0031】

EIT測定制御部201は、上記のようにして取得した測定対象とした断層面における抵抗率分布を基に、例えば、一般的な逆投影法を用いて断層画像を生成する。EIT測定制御部201は、生成した断層画像を画像表示部213に表示させることで、オペレータに断層画像を視認させる。なおEIT測定制御部201において断層画像を生成する手法は公知の技術が用いられてよい。

図5は、EIT測定制御部201が生成した断層画像の例を示している。図5は、EIT測定制御部201によって取得された測定対象者の胸部における断層画像であり、電気インピーダンスが高い領域ほど濃い色合いで示している。図5によれば、空気の存在によって電気インピーダンスが高く測定される肺野が、左右に存在している様子を知ることができる。

なお、EIT測定制御部201が断層画像を生成する手法としては、上述した逆投影法の他に有限要素法(Finite Element Method: FEM)を用いる手法、または、有限要素法と逆投影法を組み合わせる手法が考えられる。逆投影法を用いた場合、EIT測定制御部201は、ある状態を基準とした相対的な変化のみしか画像化することができないが、有限要素法を用いることで、断層面における絶対的な電気抵抗率[m]に基づいた断層画像を形成することができる。

【0032】

図5のように取得された断層画像は、あくまで電極パッド12A~12Hを介して取得された電気信号のみに基づいて生成されたものであり、電極パッド12A~12Hが、実際にいかなる位置関係で配されているかを示す情報が含まれていない。すなわち、この断層画像は、電極パッド12A~12H間の相対的な位置関係を仮想して生成されたものに過ぎない。

したがって、EIT測定制御部201が取得した断層画像は、断層画像における各座標位置と、測定対象における実際の断層面における各位置との絶対的な位置関係が特定されたものとはなっていないため、オペレータは、この断層画像に基づいて正確な診断を行うことができない。

そこで、本実施形態に係るEIT測定装置1は、まず、測定用ベルト10に設けられた歪みゲージ13A~13Hと、輪郭推定部202とにより、測定対象部Xの断層面の輪郭の形状を推定する処理を行う。そして、上述したEIT測定制御部201は、輪郭推定部202によって推定された輪郭の形状に基づいた断層画像を生成する。

【0033】

図6は、第1の実施形態に係る輪郭推定部の処理フローを示す図である。

また、図7~図15は、各処理の具体的な内容を説明する第1~第9の図である。

次に、本実施形態に係る輪郭推定部202が、測定対象部Xの断層面の輪郭形状を推定する処理を具体的に説明する。

図6に示すように、輪郭推定部202は、相対位置特定処理S1、形状特定処理S2、サイズ特定処理S3を経て、測定対象部Xの輪郭形状及び大きさを推定する。以下、各処理S1~S3の内容について、図6及び図7~図15を参照しながら、詳細に説明する。

【0034】

(相対位置特定処理について)

まず、輪郭推定部202は、相対位置特定処理S1において、歪みゲージ13A~13Hごとの相対的な位置関係を特定する。

具体的には、図7に示すように、輪郭推定部202は、第1ステップS10(図6)において、まず所定のx y座標を設定するとともに、測定用ベルト10の長手方向に沿って並べて配置される歪みゲージ13A~13Hのうち、一つおきに指定される歪みゲージ(歪みゲージ13A、13C、13E、13G)それぞれについてのx y座標上の座標位置を仮想的に示す基準点N13A、N13C、N13E、N13Gを、所定のx y座標上に仮決めする処理を行う。

【0035】

ここで、輪郭推定部202は、上記仮決め処理において、例えば図7に示すように、

10

20

30

40

50

原点Oを中心として、x軸、y軸上の上下左右に各基準点N13A、N13C、N13E、N13Gの座標位置を特定する。具体的には、輪郭推定部202は、例えば、基準点N13A～N13Gごとに予め記憶された初期座標値をHDD211から読み出して、原点Oを中心とする座標上に設定する。ここで、例えば、基準点N13Aについての初期座標値は(0[cm]、50[cm])、N13Cの初期座標値は(-50[cm]、0[cm])、N13Eの初期座標値は(0[cm]、-50[cm])、N13Gの初期座標値は(50[cm]、0[cm])などと記憶されている。

【0036】

次に、輪郭推定部202は、第2ステップS11(図6)において、基準点N13A～N13Gと、各基準点N13A～N13Gが示す歪みゲージ13A～13G各々の両隣に配される2つの歪みゲージの位置を仮想的に示す従属点と、の相対的な位置関係を特定する。

10

なお、相対的な位置関係によって関連付けられた1つの基準点(例えばN13A)と、当該基準点の両隣の2つの従属点(例えばN13B1、N13H2)との組み合わせを一組の「束」と定義する。

【0037】

輪郭推定部202は、第2ステップS11において、歪みゲージ13Aの位置を示す基準点N13Aについて、測定用ベルト10が測定対象者に巻きつけられた際に歪みゲージ13Aの両隣に配される歪みゲージ13B、13Hの位置を仮想的に示す点をそれぞれ従属点N13B1、N13H2として、基準点N13Aとの相対的な位置関係を特定する。ここで、輪郭推定部202は、基準点に対する各従属点の相対的な位置関係を特定するにあたり、各歪みゲージ13A～13Hから取得した曲率データを測定回路11より入力して参照する。

20

【0038】

図8は、例として、輪郭推定部202が、基準点N13Aに対する従属点N13B1の相対的な位置関係を特定する具体的な処理を示している。

まず、HDD211は、既知のデータとして、歪みゲージ13Aと歪みゲージ13Bとの間隔が距離Pであることを記憶している。そして輪郭推定部202は、HDD211を参照して、歪みゲージ13Aと歪みゲージ13Bとの間隔を示す距離Pを読み取る。また、輪郭推定部202は、歪みゲージ13Aと歪みゲージ13Bによって検出された曲率データから、各々が配される箇所における曲率半径を取得する。

30

ここで、歪みゲージ13Aが配される箇所における曲率半径が R_a 、歪みゲージ13Bが配される箇所における曲率半径が R_b であったとする。

【0039】

次に、輪郭推定部202は、歪みゲージ13Aと歪みゲージ13Bとの間隔を示す距離Pに基づいて、予め設定された微小距離 d_P を算出する。この微小距離 d_P は、歪みゲージ13A～13Hが配される間隔の距離Pを n 等分(n は2以上の整数)して微小に分割したものである。そして輪郭推定部202は、基準点N13Aが配される点Q1(図8)から、距離 d_P だけ従属点N13B1に近づいた点Q2の座標位置を特定する。ここで輪郭推定部202は、点Q1(=基準点N13A)における曲率半径が R_1 (= R_a)であることから、点Q1(=基準点N13A)と原点Oとを結ぶ直線上において、点Q1を基準とした当該曲率半径 R_1 によって定まる中心O1を特定し、その中心O1、半径 R_1 で定まる円弧上の点であって、点Q1から従属点N13B1の方向に微小距離 d_P だけ離れた点Q2の座標位置を特定する(図8参照)。

40

なお、輪郭推定部202は、微小距離 d_P を十分に小さく設定した場合、点Q1と点Q2の間の微小距離 d_P を円弧の長さとしてではなく、点Q1と点Q2の直線距離と近似して点Q2の座標位置を特定する処理を行ってもよい。

【0040】

次に、輪郭推定部202は、基準点N13Aから従属点N13B1にかけて、曲率半径が R_a から R_b へ徐々に変化するものと仮定して、点Q2における曲率半径 R_2 を算出す

50

る。例えば、輪郭推定部 202 は、距離 P を n 等分して微小距離 d P を設定した場合、点 Q 2 における曲率半径 R 2 を、 $R_2 = R_a + (R_b - R_a) / n$ の式により算出する。

次に、輪郭推定部 202 は、点 Q 2 から微小距離 d P だけ従属点 N 13 B 1 に近づいた点 Q 3 の座標位置を特定する。この点 Q 3 の座標位置の特定において輪郭推定部 202 は、点 Q 2 における曲率半径が R 2 であることから、点 Q 2 と中心 O 1 とを結ぶ直線上において、点 Q 2 を基準とした曲率半径 R 2 によって定まる中心 O 2 を特定し、その中心 O 2、半径 R 2 で定まる円弧上の点であって、点 Q 2 から従属点 N 13 B 1 の方向に微小距離 d P だけ離れた点 Q 3 の座標位置を特定する（図 8 参照）。

【0041】

輪郭推定部 202 は、以上の処理を繰り返しながら、Q 3、Q 4、・・・と微小距離 d P ごとに座標位置を特定していき、微小距離 d P の総和が距離 P となったときの点 Q n を従属点 N 13 B 1 と決定する。なお、点 Q i (1 ≤ i ≤ n) における曲率半径 R i を求める一般式は、 $R_i = R_a + (R_b - R_a) \times i / n$ で与えられる。

以上の処理により、基準点 N 13 A と従属点 N 13 B 1 との相対的な位置関係を示す、従属点 N 13 B 1 についての相対座標値が特定される。同様に、輪郭推定部 202 は、従属点 N 13 H 2 についての相対座標値を特定する。輪郭推定部 202 は、このようにして、相対的な位置関係が特定された基準点 N 13 A と、2 つの従属点 N 13 B 1、N 13 H 2 と、を一組の束として関連付ける。

輪郭推定部 202 は、以上のような処理により、実際の体表面の形状を精度よく反映する仮定（歪みゲージ間の各点における曲率半径がなだらかに変化するものと仮定）のもと、基準点に対する従属点の相対的な位置関係を特定することができる。

【0042】

図 9 は、各基準点 N 13 A ~ N 13 G と、当該基準点 N 13 A ~ N 13 G に関する従属点 N 13 B 1 ~ N 13 H 2 と、を x y 座標上に示した図である。

図 9 に示すように、輪郭推定部 202 は、基準点 N 13 A の座標位置 (x a、y a) を基準とした相対座標値 (d x b、d y b)、(d x h、d y h) から、2 つの従属点 N 13 B 1、N 13 H 2 の座標位置 (x b、y b)、(x h、y h) を特定する。そして輪郭推定部 202 は、基準点 N 13 A の座標位置 (x a、y a) と、2 つの従属点 N 13 B 1、N 13 H 2 の座標位置 (x b、y b)、(x h、y h) とを、束 T 1 の情報として関連付けて RAM 210 に一時的に記録する。従属点 N 13 B 1 の座標位置 (x b、y b) は、この段階において、 $x_b = x_a + d_x b$ 、 $y_b = y_a + d_y b$ で算出できる。

このように、束 T 1 においては、基準点 N 13 A と、基準点 N 13 A に関連付けられた 2 つの従属点 N 13 B 1、N 13 H 2 の相対的な位置関係が特定されている。

同様に、輪郭推定部 202 は束 T 2 の情報として、基準点 N 13 C の座標位置の情報と、基準点 N 13 C に関連付けられた 2 つの従属点 N 13 D 1、N 13 B 2 の各座標位置の情報とを対応付けて RAM 210 に一時的に記録する。

さらに、輪郭推定部 202 は束 T 3、束 T 4 の情報として、基準点 N 13 E、N 13 G の座標位置の情報と、基準点 N 13 E 及び N 13 G に関連付けられた 2 つの従属点 N 13 F 1、N 13 D 2 及び N 13 H 1、N 13 F 2 の各座標位置の情報とを対応付けて RAM 210 に一時的に記録する。

【0043】

ここで上述したように、束 T 1 において、従属点 N 13 B 1 は、歪みゲージ 13 A の隣に配される歪みゲージ 13 B の位置を仮想的に示す点である。一方、束 T 2 において、従属点 N 13 B 2 は、歪みゲージ 13 C の隣に配される歪みゲージ 13 B の位置を仮想的に示す点である。

今、基準点の位置に対応する歪みゲージそれぞれの間に一つのみの電極パッドが存在し、体に貼着している電極パッドの数が合計 8 個であるとすると、異なる束 (T 1 または T 2) に属する 2 つの従属点 N 13 B 1、N 13 B 2 は、同一の歪みゲージ 13 B の位置を示す。したがって、この場合、2 つの従属点 N 13 B 1 (第 1 従属点)、N 13 B 2 (第 2 従属点) は、本来、同一の座標位置で表されるものと考えられる。

10

20

30

40

50

また、図9において、東T2に属する従属点N13D1と東T3に属する従属点N13D2は、同一の歪みゲージ13Dの位置を示している。同様に、従属点N13F1とN13F2は、同一の歪みゲージ13Fの位置を示すもの、そして、従属点N13H1とN13H2は、同一の歪みゲージ13Hの位置を示している。

したがって、これらの従属点N13D1とN13D2、N13F1とN13F2、及び、N13H1とN13H2についても同様の考えが成り立つ。

【0044】

ここで、輪郭推定部202は、第3ステップS12として、東T1に含まれる従属点N13B1と、東T2に含まれる従属点であって東T1に含まれる従属点N13B1と同一の歪みゲージ13Bの位置を示す従属点N13B2と、を一致させるように、東T1、T2のそれぞれに含まれる各点（基準点、従属点）の座標位置を変更して、 x y 座標上における位置を移動させる処理を行う。この際、輪郭推定部202は、東T1、東T2それぞれに含まれる各基準点と各従属点の相対的な位置関係を維持したまま各点の座標位置を変更する。

10

【0045】

図10は、輪郭推定部202が、東T1と、東T2に含まれる各点（基準点、従属点）の座標位置を変更して、同一の歪みゲージ13Bの位置を示す従属点N13B1、N13B2の座標位置を一致させる処理を示している。具体的には、図10に示すように、輪郭推定部202は、東T1を y 軸に沿って平行移動させるように座標位置を変更する処理を行う。「平行移動させるように」とは、例えば、基準点N13Aの y 座標値を所定の値だけ加算または減算して座標位置を変更したときに、同時に、従属点N13B1、N13H2の y 座標値についても、同一の値の加算または減算を行い、各点の相対的な位置関係を維持しながら座標位置を変更する処理を指す。ただし、本実施形態においては、従属点N13B1、N13H2の座標位置は、基準点N13Aの座標位置を基準とした相対座標値によって特定されているので、輪郭推定部202は、実質的には、基準点N13Aの座標位置のみを変更する処理を行うことで、東T1を平行移動させるように座標位置を変更する処理とすることができる。

20

同様に、輪郭推定部202は、東T2を x 軸に沿って原点Oに平行移動させるように座標位置を変更する処理を行う。

ここで、輪郭推定部202は、東T1、T2をそれぞれ y 軸及び x 軸に沿って平行移動させた場合に、従属点N13B1とN13B2とが重なる一致点K（図10）の座標位置を特定する。ここで、輪郭推定部202は、従属点N13B1の現時点における座標位置が (x_{b1}, y_{b1}) であって、従属点N13B2の現時点における座標位置が (x_{b2}, y_{b2}) であった場合に、一致点Kの座標位置を (x_{b1}, y_{b2}) と特定する。

30

そして、輪郭推定部202は、各従属点N13B1と一致点Kとの y 座標値についての差分 $(y_{b1} - y_{b2})$ を算出し、東T1に含まれる基準点N13Aの y 座標値について、差分 $(y_{b1} - y_{b2})$ を減算する処理を行う。同様に、輪郭推定部202は、各従属点N13B2と一致点Kとの x 座標値についての差分 $(x_{b1} - x_{b2})$ を算出し、東T2に含まれる基準点N13Cの x 座標値について、差分 $(x_{b1} - x_{b2})$ を加算する処理を行う。

40

このようにして、輪郭推定部202は、従属点N13B1、N13B2の座標位置を一致させるように、各東T1、T2の座標位置を変更する。

【0046】

図11は、次いで、輪郭推定部202が東T3に含まれる各点の座標位置を変更して、同一の歪みゲージ13Dの位置を示す従属点N13D1、N13D2の位置を一致させる処理を示している。

図11に示すように、輪郭推定部202は、東T3を y 軸に沿って平行移動させた際に、東T3の従属点N13D2が、東T2の従属点N13D1に最も接近するように、東T3各点の座標位置を変更する処理を行う。なお、この段階では東T2の座標位置は既に固定されているので、従属点N13D1とN13D2の座標位置は完全には一致せず、幾分

50

の誤差を有するものとなる。

この処理の後、輪郭推定部 202 は、さらに、束 T 4 を x 軸に沿って平行移動させた際に、束 T 4 の従属点 N 1 3 F 2 が束 T 3 の従属点 N 1 3 F 1 に最も接近するように、束 T 4 の各点の座標位置を変更する処理を行う。この段階では、上記と同様に、束 T 3 の座標位置は既に固定されているので、従属点 N 1 3 F 1 と N 1 3 F 2 の座標位置は完全に一致しない。また、束 T 4 の従属点 N 1 3 H 1 と束 T 1 の従属点 N 1 3 H 2 の座標位置も一致しない。

したがって、この段階では、各従属点の対、N 1 3 B 1 と N 1 3 B 2、N 1 3 D 1 と N 1 3 D 2、N 1 3 F 1 と N 1 3 F 2、N 1 3 H 1 と N 1 3 H 2、における座標位置の誤差量が不均一な状態となっている。よって、輪郭推定部 202 は、各従属点の対における座標位置の誤差量が均一化されるように、各束 T 1 ~ T 4 の座標位置を再度微調整する。例えば、輪郭推定部 202 は、各束 T 1 ~ T 4 のそれぞれについて、束 T 1 ~ T 4 に含まれる各点の相対的な位置関係を維持したまま微小移動を行い、当該微小移動ごとに誤差量を算出しつつ、その誤差量が均一化された時点で微小移動を停止する。

【0047】

図 12 は、各束 T 1 ~ T 4 についての平行移動が完了した直後の状態を示している。

図 12 に示すように、各従属点の対、N 1 3 B 1 と N 1 3 B 2、N 1 3 D 1 と N 1 3 D 2、N 1 3 F 1 と N 1 3 F 2、N 1 3 H 1 と N 1 3 H 2 における誤差量が均一化されたところで、各束 T 1 ~ T 4 の最終的な位置が特定される。

そして、輪郭推定部 202 は、従属点 N 1 3 B 1 と N 1 3 B 2 各々が示す座標位置の中点を算出し、ここで算出された中点の座標位置を、歪みゲージ 13 B の位置を示す点 N 1 3 B として特定する(図 6、第 4 ステップ S 13)。輪郭推定部 202 は、同様の処理を、他の従属点の対(N 1 3 D 1 と N 1 3 D 2、N 1 3 F 1 と N 1 3 F 2、N 1 3 H 1 と N 1 3 H 2)に対しても行う。

【0048】

図 13 は、上述した第 4 ステップ S 13 の処理が完了した直後の状態を示している。

図 13 に示すように、輪郭推定部 202 は、相対位置特定処理 S 1(第 1 ステップ S 10 ~ 第 3 ステップ S 12)の処理を経て、各歪みゲージ 13 A ~ 13 H の相対的な位置関係を示す点 N 1 3 A ~ N 1 3 H を、座標上において特定する。

なお図 10 ~ 13 を用いて説明した処理は、より一般的に説明すると、各束 T 1 ~ T 4 が示す基準点(N 1 3 A ~ N 1 3 G)の座標位置それぞれを原点 O 方向に移動させた場合において、当該基準点と従属点との相対的な位置関係が当該移動前の相対的な位置関係を保持した状態の各束における同一の歪みゲージを示す各従属点の座標位置の距離が最も近くなるような、各束を構成する基準点と従属点の移動後の座標位置を算出する。そして、輪郭推定部 202 はその同一の歪みゲージを示す従属点間の中点を、当該歪みゲージの位置を示す点として特定する。

【0049】

(形状特定処理について)

本実施形態に係る輪郭推定部 202 は、相対位置特定処理 S 1 を完了して、各歪みゲージ 13 A ~ 13 H の相対的な位置関係を特定した後、これらを所定の関数曲線で結び合わせながら、測定対象部 X の輪郭形状を特定する形状特定処理 S 2 を実行する(図 6)。

【0050】

図 14 A、図 14 B は、形状特定処理 S 2 の処理の具体的な内容を説明する図である。

図 14 A に示すように、輪郭推定部 202 は、歪みゲージ 13 A の位置を示す点 N 1 3 A と、歪みゲージ 13 A に隣接する歪みゲージ 13 B の位置を示す点 N 1 3 B とを結ぶ曲線 AB を特定する。ここで輪郭推定部 202 が特定する曲線 AB は、歪みゲージ 13 A と歪みゲージ 13 B の間における輪郭の形状を推定するものとなる。

【0051】

具体的には、輪郭推定部 202 は、点 N 1 3 A と点 N 1 3 B との間において、曲線 AB を特定する複数の補完点 H 1、H 2、・・・を設定する処理を行う。

10

20

30

40

50

まず、輪郭推定部 202 は、点 N13A と原点 O とを結ぶ長さ r_A の線分と、点 N13B と原点 O とを結ぶ長さ r_B の線分と、が原点 O において成す角度 θ_{AB} を特定する（図 14A 参照）。

次に、輪郭推定部 202 は、HDD211 を参照して、予め設定された微小角度 d を特定する。この微小角度 d は、角度 θ_{AB} を均等に m 等分（ m は 2 以上の整数）して微小に分割した角度を示している。そして、輪郭推定部 202 は、点 N13A と原点 O とを結ぶ線分を微小角度 d だけ傾けた直線上において補完点 H1 を特定する。次いで、輪郭推定部 202 は、さらに微小角度 d だけ傾けた直線上において補完点 H2 を特定する。このように、輪郭推定部 202 は、微小角度 d ごとに特定される原点 O を通る複数の直線の各々について、補完点 H1、H2、・・・を特定する（図 14A 参照）（図 6、ステップ S20）。

10

【0052】

ここで、輪郭推定部 202 は、補完点 H1、H2、・・・の位置を、所定の関数（2 次関数 $f(\theta)$ ）に基づいて特定する。この 2 次関数 $f(\theta)$ は、補完点 H1、H2、・・・と、原点 O と、歪みゲージ 13A の位置を示す点 N13A と、が成す角度 θ についての関数であって、補完点 H1、H2、・・・と原点 O とを結ぶ線分の長さ r_1 、 r_2 、・・・を解として特定する。

また、輪郭推定部 202 は、相対位置特定処理 S1 を経て点 N13A、点 N13B の座標位置を特定しているので、その座標位置から点 N13A と原点 O との距離 r_A 、点 N13B と原点 O との距離 r_B を算出する。そして、輪郭推定部 202 は、 $f(0) = r_A$ 、 $f(\theta_{AB}) = r_B$ となる拘束条件を満たすように 2 次関数 $f(\theta)$ を設定する（図 14B 参照）。

20

【0053】

例えば、補完点 H1 と、原点 O と、歪みゲージ 13A の位置を示す点 N13A との成す角度は d である。よって、図 14B に示すように、補完点 H1 と原点 O とを結ぶ線分の長さ r_1 は、 $r_1 = f(d)$ によって算出される。同様に、補完点 H2 と原点 O とを結ぶ線分の長さ r_2 は、 $r_2 = f(2 \times d)$ によって算出される。

輪郭推定部 202 は、上記処理を繰り返して、補完点 H1、H2、・・・の全てについての位置を特定する（図 6、ステップ S21）。

【0054】

このようにすることで、輪郭推定部 202 は、各補完点 H1、H2、・・・を結ぶ曲線 AB を特定することができる。輪郭推定部 202 は、同様にして、歪みゲージ 13B と歪みゲージ 13C との間を結ぶ曲線 BC など、他の歪みゲージ間における全ての曲線を特定する。輪郭推定部 202 は、最終的に、歪みゲージ 13A ~ 13H の全てを結ぶ閉曲線、すなわち測定対象部 X の輪郭の形状を特定することができる。

30

【0055】

（サイズ特定処理について）

本実施形態に係る輪郭推定部 202 は、形状特定処理 S2 を完了して、測定対象となる部分の輪郭の形状を推定した後、当該輪郭の形状の大きさが現実の測定対象となる部分の大きさと一致するように、そのサイズを特定するサイズ特定処理 S3 を実行する（図 6）

40

【0056】

具体的には、輪郭推定部 202 は、サイズ特定処理 S3 において、形状特定処理 S2 により推定された輪郭形状の周囲長が、別途測定された測定対象部 X の周囲長と一致するように、推定された輪郭形状を拡大または縮小する処理を行う（図 6、ステップ S30）。

ここで別途測定された周囲長とは、EIT 測定装置 1 を用いた EIT 測定とは別に、例えばメジャー等を用いて実測された、測定対象部 X の周囲長である。

【0057】

図 15 は、輪郭推定部 202 が、推定された輪郭形状を拡大または縮小する処理の様子を示している。

50

輪郭推定部 202 は、形状特定処理 S2 により形状が推定された輪郭の周囲長を算出し、これを、メジャー等を用いて別途測定された測定対象部 X の周囲長と比較する。そして、推定された輪郭の周囲長と、上記実測された周囲長とが異なる場合には、推定された輪郭形状を維持したまま、全体のサイズを拡大または縮小して、推定された輪郭の周囲長と、上記実測された周囲長とが一致するように調整する。

【0058】

輪郭推定部 202 は、以上の処理を経て、測定対象部 X の輪郭形状及びその大きさを推定する。

【0059】

(効果)

図 16 は、第 1 の実施形態に係る輪郭推定部の処理結果を示す図である。

図 16 は、輪郭推定部 202 が上記各処理 S1 ~ S3 を経て推定した測定対象者の胸郭の輪郭形状 A と、当該胸郭について別途 X 線 CT によって取得された CT 画像と、を重ね合わせた図を示している。図 16 に示すように、輪郭推定部 202 が、測定用ベルト 10 に備えられた歪みゲージ 13A ~ 13H に基づいて推定した輪郭形状 A は、CT 画像に示される胸郭の輪郭形状と概ね一致している。

【0060】

図 17A、図 17B は、第 1 の実施形態に係る EIT 測定制御部による画像生成処理の例を説明する第 1、第 2 の図である。

ここで、EIT 測定制御部 201 が、輪郭推定部 202 によって推定された輪郭形状 A に基づいて断層画像を生成する具体的な手法について簡単に説明する。ここで、EIT 測定制御部 201 が上述した有限要素法に基づいて断層画像を生成する場合を考える。

まず、EIT 測定制御部 201 は、予め HDD 211 に記憶された所定の FEM モデル (図 17A 左) を指定する。この FEM モデル は、他の被測定者による CT 画像等に基づいて予め作成されたものであって、EIT 測定における測定対象部 X と同一の部位 (例えば胸部) が指定される。そして、EIT 測定制御部 201 は、輪郭推定部 202 によって推定された輪郭形状 A と、指定した FEM モデル の輪郭形状 B (図 17A 右) と、を重ね合わせて比較する (図 17B 参照)。

【0061】

次に、EIT 測定制御部 201 は、輪郭形状 A と、輪郭形状 B との差分が最小となるように、輪郭形状 B を、X 方向、Y 方向それぞれについて一定比率で伸縮する処理を行う。具体的には、EIT 測定制御部 201 は、輪郭形状 A を構成する各点 (図 17B 黒丸で示す点) の位置と、輪郭形状 B 上において当該黒丸で示す各点に対応する点 (図 17B 白丸で示す点) の位置と、の差分 dL を全周囲で積分し、当該差分 dL の積分値が最小となる X 方向、Y 方向それぞれについての伸縮比率 (r_x 、 r_y) を算出する。

次いで、EIT 測定制御部 201 は、算出された伸縮比率 (r_x 、 r_y) を、最初に指定した FEM モデル に適用し、同比率で X 方向、Y 方向にそれぞれ伸縮された FEM モデル ' を生成する。

そして、EIT 測定制御部 201 は、電極パッド 12A ~ 12H を介して取得した電圧信号に対し、FEM モデル ' についての有限要素法を適用することで、測定対象部 X の輪郭形状及び大きさに即した断層画像を取得する。

【0062】

なお、HDD 211 には、複数の被測定者の CT 画像に基づいて作成された複数の異なる FEM モデル 1、2、... が予め記憶されていてもよい。この場合、EIT 測定制御部 201 は、輪郭推定部 202 によって推定された輪郭形状 A に最も近い FEM モデルを選択する処理を行ってもよい。具体的には、EIT 測定制御部 201 は、複数の FEM モデル 1、2、... のうち、例えば胸部において、輪郭形状 A の周囲長と一致する周囲長を有する FEM モデル a を選択する。そして、周囲長が一致する FEM モデル a について、上記と同様の伸縮処理を行う。

【0063】

10

20

30

40

50

以上のように、EIT測定装置1を用いることで、オペレータは、測定用ベルト10を測定対象者における測定対象部Xに巻きつけるのみで、当該部分の輪郭形状を推定するとともに、推定された輪郭形状に基づいた断層画像を取得できる。

したがって、オペレータは、その断層画像と、測定対象とした部分の絶対的な位置関係を特定することができるので、測定対象ごとに形状や大きさが異なっていたとしても、当該断層画像に基づいて正確な診断を行うことができる。

【0064】

以上、第1の実施形態に係るEIT測定装置によれば、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。

【0065】

なお、第1の実施形態に係るEIT測定装置1は、上述した態様に限定されることはなく、以下のように変形可能である。

【0066】

例えば、輪郭推定部202は、第3ステップS12（図10～図12参照）において、束T1～T4を平行移動させて各歪みゲージ13A～13Hの相対的な位置関係を特定する処理は、上述した処理の内容に限定されない。

例えば、輪郭推定部202が平行移動させる束T1～T4を動かす順番は任意であり、図9に示す状態から図12に示す状態へと移行することができれば、その間の処理内容は特に限定されない。

【0067】

また、輪郭推定部202は、形状特定処理S2のステップS21（図14A、図14B参照）において、相対的な位置関係が特定された各歪みゲージ13A～13Hを示す点の間の輪郭を、2次関数に基づく複数の補完点をもって推定するものとした。しかし、本実施形態の変形例として、補完点の位置は、2次関数ではなく、他の関数（1次関数、3次関数等）をもって特定されるものであってもよい。また、経験則等に基づいて、複数の関数候補の中から適切な関数や必要なパラメータを適宜選択可能とする機能を有していてもよい。

【0068】

また、上述の説明によれば、EIT測定本体部20は、信号ケーブル19を介して測定用ベルト10の測定回路11に接続されている態様としている。しかし、本実施形態の他の変形例において、この態様に限定されることはない。例えば、EIT測定本体部20は、測定回路11上に実装されている態様であってもよい。

またこの場合において、EIT測定本体部20の機能が実装された測定回路11は、さらに外部機器との無線または有線通信機能を有しているとともに、取得された断層画像を、種々の端末装置（スマートフォン、タブレット型コンピュータ、小型ゲーム機等）に無線あるいは有線で送信する機能を備えていてもよい。

【0069】

< 第2の実施形態 >

次に、第2の実施形態に係るEIT測定装置1について、図面を参照しながら説明する。なお、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。

【0070】

図18は、第2の実施形態に係る測定用ベルトの機能構成を示す図である。

なお、図18において、図面が煩雑となるのを避けるため、電極パッド12A～12H及び歪みゲージ13A～13Hの表記を省略しているが、実際には、第1の実施形態と同様に、フレキシブル基板14上に周期配列された構成となっている。

図18に示すように、本実施形態に係る測定用ベルト10は、その長手方向に沿って（電極パッド12A～12H等と並列して）、間隔で周期配列されながら測定用ベルト10に貼着された首位長計測用電極パッド301、302、・・・、30fを備えている。

【0071】

10

20

30

40

50

図19は、第2の実施形態に係る周囲長測定部の機能を説明する図である。

図19に示すように、本実施形態に係るEIT測定本体部20は、さらに、周囲長測定部203を備えている。周囲長測定部203は、周囲長計測用電極パッド301~30fを介して取得される電圧信号に基づいて、測定対象部Xの周囲長を計測する機能を有している。周囲長測定部203は、第1の実施形態におけるEIT測定制御部201、輪郭推定部202と同様に、EIT測定本体部20全体の動作を司るCPU200が、測定用プログラム実行時においてその機能を発揮する態様であってもよい。

【0072】

周囲長測定部203は、予め、測定用ベルト10に周期配列された周囲長計測用電極パッド301~30fの間隔（図18）を予め把握している。そして、周囲長測定部203は、周囲長計測用電極パッド301~30fにおける電極対ごとの電気インピーダンスを測定する。

例えば、図19に示すような状態のとき、周囲長計測用電極パッド301と周囲長計測用電極パッド30bとが密接しているため、当該周囲長計測用電極パッド301、30b間の電気インピーダンスは、両電極の容量結合に基づいて低下する。他の電極パッド対である302と30cの間、303と30eの間、304と30fの間についても同様の結果となる。一方、周囲長計測用電極パッド30a、305は、他の電極パッドとの容量結合が成されないため、周囲長測定部203は、周囲長計測用電極パッド30a、305については高い電気インピーダンス値を検出する。

なお周囲長計測用電極パッドの間隔は、必ずしも電極パッドの間隔と同じ必要はなく、間隔を小さくすることで周囲長測定精度を向上させることができる。

【0073】

このようにして、周囲長測定部203は、周囲長計測用電極パッド301~30fの対ごとの電気インピーダンス値の相違から、測定用ベルト10が巻きつけられて位置が重なった領域を特定し、測定対象部Xの周囲長を割り出す。

【0074】

このEIT測定装置1は、EIT測定とともに測定対象部Xの周囲長も同時に取得することが可能なので、EIT測定装置1のオペレータは、第1の実施形態において測定対象部Xの周囲長を、別途メジャーなどを用いて実測していた手間（図6、ステップS30参照）を省くことができる。

よって、第2の実施形態に係るEIT測定装置によれば、EIT測定を行う手順を一層簡素化することができる。

【0075】

なお、測定対象者や測定対象とする部分によって周囲長が異なる場合には、例えば、電極パッド間の距離等が変更された複数の測定用ベルト10を予め用意しておき、その中から最適な長さのものを一つ選択して用いる態様であってもよい。また、測定用ベルト10に伸縮可能な機構（ゴムバンド等）を備えたものであってもよい。

また、上述の説明において、各実施形態に係る測定用ベルト10は、電極パッド12A~12H及び歪みゲージ13A~13Hを長手方向に8個ずつ周期配列した構成であるとし、また、輪郭推定部202における各処理S1~S3の内容は、歪みゲージ13A~13Hの配列数が8個であることを前提として説明した。

しかし、他の実施形態に係るEIT測定装置1は、例えば、電極パッド及び歪みゲージを16個または32個備える態様としてもよい。例えば測定用ベルト10が伸縮可能な機構を備えていない場合には、測定対象部Xの大きさによって予め測定用ベルト10に複数設けられた電極パッド12A~12Hや歪みゲージ13A~13Hのうち測定対象部Xの体表面に接触する電極パッド12A~12Hや、これに並列して配置される歪みゲージ13A~13Hの数が変化することが考えられる。

このような態様の場合、例えば、輪郭推定部202は、測定用ベルト10上の周期配列において一つ以上の歪みゲージを隔てた所定間隔ごとに指定される歪みゲージの位置を示す、予め定められた基準点の座標位置を、HDD211から読み取り、その読み取った座

10

20

30

40

50

標位置を初期座標値と特定する（第1ステップS10）。

そして、当該基準点の座標位置に対する、当該基準点が示す歪みゲージの中間に配される何れかの歪みゲージの位置を示す従属点の座標位置を特定する相対座標値を、歪みゲージを介して取得した曲率データに基づいて算出する（第2ステップS11）。

以下、第1の実施形態で説明した第3ステップS12及び第4ステップS13を行うことで、各歪みゲージの相対的な位置関係を特定することができる。

【0076】

<第3の実施形態>

上述したように、第1の実施形態に係る相対位置特定処理S1では、一つおきに指定される歪みゲージ（歪みゲージ13A、13C、13E、13G（図2））のx-y座標上における仮想位置を仮決めする際、EIT測定装置1は、基準点N13A、N13E、及び、基準点N13C、N13Gを、それぞれ、互いに直交するx軸上及びy軸上に配する（図7参照）。すなわち、第1の実施形態に係るEIT装置1は、測定用ベルト10が測定対象部Xに巻かれる際、当該測定用ベルト10上に周期配列される歪みゲージのうち4つ（歪みゲージ13A、13C、13E、13G）は、常に、互いに直交する軸（x軸、y軸）上に配されることを前提として計算を行っている。

10

【0077】

しかしながら、測定用ベルト10に周期配列される歪みゲージ13A～13Hの周期間隔（距離P）は固定であるのに対し、測定対象部Xの周の長さは、測定対象者の体格によって変化する。したがって、必ずしも、歪みゲージ13A～13Hのうちの一部が互いに直交する軸上に配されとは限らない。したがって、第1の実施形態に係るEIT測定装置1は、歪みゲージの一部が互いに直交する軸上に存在しない場合、形状の推定結果に誤差を生じさせる可能性がある。

20

【0078】

これに対し、第3の実施形態に係るEIT測定装置1は、歪みゲージの一部が互いに直交する軸上に存在しない場合であっても、輪郭形状を精度よく推定することができる。

【0079】

以下、図面を参照しながら、第3の実施形態に係るEIT測定装置1について詳細に説明する。

【0080】

図20は、第3の実施形態に係る測定用ベルトの機能構成を示す図である。

30

図20に示すように、測定用ベルト10は、帯状のフレキシブル基板14上において、16個の歪みゲージ13A～13Pが等間隔の距離Pで周期配列されている。なお、図20においては、図面が煩雑となるのを避けるため、測定回路11及び電極パッド12A～12Hの表記を省略しているが、実際には、第1の実施形態と同様に設けられている。

【0081】

以下の説明においては、測定対象物Xとして胸囲L1の胸部に測定用ベルト10を巻き付ける場合を説明する。ここで、胸囲L1は、測定用ベルト10の一端に配される歪みゲージ13Aから他方の端部に配される歪みゲージ13Pまでの長さよりも短い長さとする（図20参照）。

40

【0082】

図21は、第3の実施形態に係る測定用ベルトが巻かれた状態を示す図である。

図21に示すように、測定用ベルト10は、当該測定用ベルト10の端部に配される歪みゲージ13Aを測定対象物Xの胸部の中心（胸骨体）に合わせながら巻き付けられている。この場合、各歪みゲージ13A～13Pごとの間隔（距離P）の整数倍（本実施形態では16倍）が胸囲L1に一致しないため、測定対象物X（測定対象者）の前後方向の対称軸にx軸を、左右方向の対称軸にy軸を定義した場合に、歪みゲージ13A以外の歪みゲージがx軸上、y軸上からずれた位置に配される。

したがって、第1の実施形態に係るEIT測定装置1のように、歪みゲージのうち4つが、常に、互いに直交するx軸及びy軸上に配されることを前提として輪郭（胸郭）の

50

推定処理を行うと誤差が生じてしまう。

そこで、本実施形態に係る輪郭推定部 202 は、このような場合であっても、高精度で測定対象物 X の輪郭を推定可能とすべく以下の処理を実行する。

【0083】

図 22 は、第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の機能を説明する図である。

本実施形態に係る EIT 装置 1 を扱うオペレータは、まず、測定用ベルト 10 の一端側に配された歪みゲージ（本実施形態では、歪みゲージ 13A）を第 1 基点として、測定対象物 X（測定対象者）の胸部の中心（胸骨体上）に配する。

次に、オペレータは、測定用ベルト 10 における第 1 基点を測定対象物 X の胸骨体上に固定したまま、当該測定用ベルト 10 を測定対象物 X に巻き付ける。

10

【0084】

上述したように、測定対象物 X の胸囲 L1 が距離 P の整数倍に一致しない場合、各歪みゲージ 13A ~ 13P は、測定対象物 X に対して非対称に配される。したがって、図 22 に示すように、測定対象物 X の背中の中心（背骨突起）には、歪みゲージが配されない。そこで、オペレータは、測定対象物 X の背骨突起の位置に一致する測定用ベルト 10 上の位置を第 2 基点として特定する。具体的には、オペレータは、各歪みゲージ 13A ~ 13P のうち、測定対象物 X の背骨突起を間に配する歪みゲージの対を特定する（本実施形態では、歪みゲージ 13H と歪みゲージ 13I）。更に、オペレータは、当該歪みゲージ（歪みゲージ 13H）から測定対象物 X の背骨突起（第 2 基点）までの距離 P1A を計測する。

20

【0085】

次いで、オペレータは、測定用ベルト 10 を測定対象物 X に巻き付けて一周させたときに、測定用ベルト 10 の他端側において、測定対象物 X に接触する歪みゲージの中で第 1 基点に最も近い歪みゲージ（本実施形態では、歪みゲージ 13O）の位置を特定する。具体的には、オペレータは、歪みゲージ 13O から第 1 基点までの距離 P1B を計測する。これにより、測定用ベルト 10 上における各歪みゲージ 13A ~ 13O と、別途規定された第 1 基点及び第 2 基点と、の位置関係を特定することができる。

なお、この場合、測定用ベルト 10 の他端側の余りの部分に配される歪みゲージ 13P は、輪郭の形状の推定処理には用いられない。

【0086】

本実施形態に係る EIT 測定装置 1 の輪郭推定部 202 は、オペレータが計測した歪みゲージ 13H から第 2 基点までの距離 P1A と、歪みゲージ 13O から第 1 基点までの距離 P1B と、の入力を受け付ける。オペレータは、EIT 測定装置 1 の操作入力部 212 を操作して、EIT 測定装置 1 に対し、歪みゲージ識別情報（歪みゲージ 13H、歪みゲージ 13O を特定する情報）及び計測した距離 P1A、距離 P1B を示す情報を入力する。

30

【0087】

図 23 ~ 図 27 は、第 3 の実施形態に係る輪郭推定部の処理の具体的な内容を説明する第 1 ~ 第 5 の図である。

次に、本実施形態に係る輪郭推定部 202 が、測定対象物 X の断層面の輪郭形状を推定する処理を具体的に説明する。

40

【0088】

（相対位置特定処理について）

第 1 の実施形態と同様に、輪郭推定部 202 は、相対位置特定処理 S1 において、歪みゲージ 13A ~ 13O ごとの相対的な位置関係を特定する。

具体的には、図 23 に示すように、輪郭推定部 202 は、第 1 ステップ S10（図 6）において、まず所定の x y 座標を設定するとともに、第 1 基点に配される歪みゲージ 13A が y 軸上に配されるものとして、当該歪みゲージ 13A についての x y 座標上の座標位置を示す基準点 N13A を、x y 座標上に仮決めする。

【0089】

50

次に、輪郭推定部 202 は、第 2 基点 に配される歪みゲージに対応する x y 座標上の基準点を仮決めする。ここで、第 2 基点 上には、実際には歪みゲージは存在しない（図 22 参照）。したがって、輪郭推定部 202 は、仮想の歪みゲージ 13Q が第 2 基点 に存在するものとみなして、当該仮想の歪みゲージ 13Q の位置を示す基準点 N13Q を y 軸上に仮決めする。即ち、第 1 基準点 上に配される歪みゲージ 13A と第 2 基点 上に（仮想的に）配される歪みゲージ 13Q とは、共に、測定対象物 X の前後方向の対称軸、即ち、胸骨体及び背骨突起を結ぶ対称軸上に配される。したがって、輪郭推定部 202 は、基準点 N13A 及び基準点 N13Q が測定対象物 X の前後方向の対称軸に相当する軸（ y 軸）に存在するものとして x y 座標上の位置の仮決めを行う。

【0090】

このように、本実施形態に係る輪郭推定部 202 は、相対位置特定処理 S1 の第 1 ステップ S10 において、まず、複数の歪みゲージ 13A ~ 13P のうち、測定対象物 X の対称軸（胸骨体及び背骨突起を結ぶ軸）上に配される歪みゲージ 13A を示す基準点の座標位置を、予め定められた初期座標値と特定する。また、輪郭推定部 202 は、測定対象物 X に巻かれた測定用ベルト 10 の、測定対象物 X の上記対称軸上に配される位置（第 2 基点）に歪みゲージが配されない場合において、当該第 2 基点 上に仮想の歪みゲージ 13Q が配されているものとみなして、相対位置特定処理 S1 を実行する。

【0091】

ここで、輪郭推定部 202 は、原点 O を中心として、 y 軸上の上下に基準点 N13A、N13Q の座標位置を特定する。具体的には、輪郭推定部 202 は、基準点 N13A、N13Q ごとに予め記憶された初期座標値を HDD 211 から読み出して、原点 O を中心とする座標上に設定する。例えば、HDD 211 において、基準点 N13A についての初期座標値は（0 [cm]、50 [cm]）、N13Q の初期座標値は（0 [cm]、-50 [cm]）などと記憶されている。

【0092】

次に、輪郭推定部 202 は、第 2 ステップ S11（図 6）において、基準点 N13A、N13Q と、基準点 N13A、N13Q に対応する歪みゲージ 13A、13Q 各々の両隣に配される 2 つの歪みゲージの x y 座標上における位置を示す従属点と、の相対的な位置関係を特定する。

なお、本実施形態に係る輪郭推定部 202 は、上記相対的な位置関係によって関連付けられた 1 つの基準点（例えば、基準点 N13A）と、当該基準点の両側に、直列に連続して配される従属点（例えば、N13B1、N13C1、N13D1・・・等）との組み合わせを一組の「束」と定義する。

【0093】

ここで、歪みゲージ 13A の両側に隣接して配される歪みゲージは、歪みゲージ 13B と、歪みゲージ 13O である（図 21、図 22 参照）。この場合において、輪郭推定部 202 は、基準点 N13A の位置（ x_a 、 y_a ）を基準とした歪みゲージ 13B の相対的な位置を示す従属点を従属点 N13B1、基準点 N13A の位置を基準とした歪みゲージ 13O の相対的な位置を示す従属点を従属点 N13O1 として、各従属点 N13B1、N13O1 の x y 座標上の位置を特定する。

また、仮想の歪みゲージ 13Q の両側に隣接して配される歪みゲージは、歪みゲージ 13H と、歪みゲージ 13I である（図 21、図 22 参照）。この場合において、輪郭推定部 202 は、基準点 N13Q の位置（ x_q 、 y_q ）を基準とした歪みゲージ 13H の相対的な位置を示す従属点を従属点 N13H2、基準点 N13Q の位置を基準とした歪みゲージ 13I の相対的な位置を示す従属点を従属点 N13I2 として、各従属点 N13H2、N13I2 の x y 座標上の位置を特定する。

【0094】

本実施形態に係る輪郭推定部 202 による、基準点 N13A、N13Q に対する各従属点の相対的な位置関係を特定する処理については、第 1 の実施形態と同様である（図 8 参照）。

10

20

30

40

50

ただし、輪郭推定部 202 は、基準点 N13A に対する従属点 N13O1 の相対的位置を特定する場合においては、基準点 N13A から従属点 N13O1 までの距離が、オペレータによって入力された距離 P1B (< 距離 P) であることを利用する。具体的には、輪郭推定部 202 は、図 8 において、基準点 N13A からの微小距離 dP の積算量が距離 P1B となった地点を従属点 N13O1 とする。なお、輪郭推定部 202 は、基準点 N13A に対する従属点 N13B1 の相対的位置を特定する場合は、基準点 N13A から基準点 N13B1 までの距離が距離 P であることを利用する。

【0095】

同様に、輪郭推定部 202 は、基準点 N13Q から従属点 N13H2 までの距離がオペレータによって入力された距離 P1A (< 距離 P) であることを利用して、従属点 N13H2 との相対的位置を特定する。具体的には、輪郭推定部 202 は、図 8 において、基準点 N13Q からの微小距離 dP の積算量が距離 P1A となった地点を従属点 N13H2 とする。

10

更に、輪郭推定部 202 は、基準点 N13Q から従属点 N13I2 までの距離が距離 (P - P1A) であることを利用して、従属点 N13I2 との相対的位置を特定する。具体的には、輪郭推定部 202 は、図 8 において、基準点 N13Q からの微小距離 dP の積算量が距離 (P - P1A) となった地点を従属点 N13I2 とする。

なお、上記の場合において、本実施形態に係る輪郭推定部 202 は、第 2 基点に配される仮想の歪みゲージ 13Q により取得される曲率がゼロ (曲率半径が無量大) であると仮定した上で、基準点 N13Q に対する従属点 N13H2、N13I2 の相対的位置を特定する。

20

【0096】

図 24 は、以上の処理によって、輪郭推定部 202 が、基準点 N13A、N13Q を基準として、当該基準点 N13A、N13Q に隣接する各従属点の位置を特定した状態を示している。

図 24 に示すように、輪郭推定部 202 は、基準点 N13A の位置 (x_a、y_a) を基準とした従属点 N13B1 の相対的な位置 (x_b、y_b)、及び、従属点 N13O1 の相対的な位置 (x_o、y_o) を特定する。同様に、輪郭推定部 202 は、基準点 N13Q の位置 (x_q、y_q) を基準とした従属点 N13H2 の相対的な位置 (x_h、y_h)、及び、従属点 N13I2 の相対的な位置 (x_i、y_i) を特定する。

30

【0097】

さらに、本実施形態に係る輪郭推定部 202 は、図 8 に示す処理を繰り返して、各従属点に更に従属する従属点の位置を特定する。例えば、輪郭推定部 202 は、従属点 N13B1 の位置 (x_b、y_b) を基準として、当該従属点 N13B1 に隣接する従属点 N13C1 (歪みゲージ 13C に対応する従属点) の位置 (x_c、y_c) を特定する。同様に、輪郭推定部 202 は、従属点 N13O1 の位置 (x_o、y_o) を基準として、当該従属点 N13O1 に隣接する従属点 N13N1 (歪みゲージ 13N に対応する従属点) の位置 (x_n、y_n) を特定する。

輪郭推定部 202 は、上記処理を繰り返して、基準点 N13A の一方側において直列に従属する従属点 N13B1 ~ N13E1 の各々の位置、及び、基準点 N13A の他方側において直列に従属する従属点 N13L1 ~ N13O1 の各々の位置を特定する。これにより、基準点 N13A を中心とした束 T1 の位置が仮決めされる (図 25 参照)。

40

【0098】

同様に、輪郭推定部 202 は、従属点 N13H2 の位置 (x_h、y_h) を基準として、当該従属点 N13H2 に隣接する従属点 N13G2 (歪みゲージ 13G に対応する従属点) の位置 (x_g、y_g) を特定する。同様に、輪郭推定部 202 は、従属点 N13I2 の位置 (x_i、y_i) を基準として、当該従属点 N13I2 に隣接する従属点 N13J2 (歪みゲージ 13J に対応する従属点) の位置 (x_j、y_j) を特定する。

輪郭推定部 202 は、上記処理を繰り返して、基準点 N13Q の一方側において直列に従属する従属点 N13D2 ~ N13H2 の各々の位置、及び、基準点 N13Q の他方側に

50

において直列に従属する従属点 N 1 3 I 2 ~ N 1 3 M 2 の各々の位置を特定する。これにより、基準点 N 1 3 Q を中心とした束 T 2 の位置が仮決めされる（図 2 5 参照）。

【 0 0 9 9 】

ここで上述したように、束 T 1 に属する従属点 N 1 3 D 1、N 1 3 E 1 は、それぞれ、測定用ベルト 1 0 上に配された歪みゲージ 1 3 D、歪みゲージ 1 3 E の位置を仮想的に示す点である。一方、束 T 2 に属する従属点 N 1 3 D 2、N 1 3 E 2 も、それぞれ、測定用ベルト 1 0 上に配された歪みゲージの 1 3 D、歪みゲージ 1 3 E の位置を仮想的に示す点である。

つまり、異なる束（T 1 または T 2）に属する 2 つの従属点 N 1 3 D 1、N 1 3 D 2 は、同一の歪みゲージ 1 3 D の位置を示す。また、異なる束に属する 2 つの従属点 N 1 3 E 1、N 1 3 E 2 は、同一の歪みゲージ 1 3 E の位置を示す。同様に、異なる束に属する 2 つの従属点 N 1 3 L 1、N 1 3 L 2 は、同一の歪みゲージ 1 3 L の位置を示す。そして、異なる束に属する 2 つの従属点 N 1 3 M 1、N 1 3 M 2 は、同一の歪みゲージ 1 3 M の位置を示す。

【 0 1 0 0 】

したがって、この場合、従属点 N 1 3 D 1 と従属点 N 1 3 D 2、従属点 N 1 3 E 1 と従属点 N 1 3 E 2、従属点 N 1 3 L 1 と従属点 N 1 3 L 2、従属点 N 1 3 M 1 と従属点 N 1 3 M 2 は、それぞれ、同一の座標位置で表されるべきものと考えられる。

【 0 1 0 1 】

よって、輪郭推定部 2 0 2 は、第 3 ステップ S 1 2（図 6）において、束 T 1 に含まれる従属点 N 1 3 D 1、N 1 3 E 1、N 1 3 L 1、N 1 3 M 1 の各々の位置と、束 T 2 に含まれる従属点 N 1 3 D 2、N 1 3 E 2、N 1 3 L 2、N 1 3 M 2 の各々の位置と、が一致するように、束 T 1、T 2 のそれぞれに含まれる各点（基準点及び従属点）の座標位置を変更して、x y 座標上における位置を移動させる処理を行う。この際、輪郭推定部 2 0 2 は、束 T 1、束 T 2 それぞれに含まれる各基準点と各従属点の相対的な位置関係を維持したまま各点の座標位置を変更（平行移動）する。

【 0 1 0 2 】

図 2 6 は、輪郭推定部 2 0 2 が、束 T 1 と、束 T 2 に含まれる各点（基準点、従属点）の座標位置を平行移動する処理を示している。

このとき、輪郭推定部 2 0 2 は、同一の歪みゲージ 1 3 D の位置を示す従属点 N 1 3 D 1、N 1 3 D 2、同一の歪みゲージ 1 3 E の位置を示す従属点 N 1 3 E 1、N 1 3 E 2、同一の歪みゲージ 1 3 L の位置を示す従属点 N 1 3 L 1、N 1 3 L 2、同一の歪みゲージ 1 3 M の位置を示す従属点 N 1 3 M 1、N 1 3 M 2 の各々の座標位置の誤差の合計が最も小さくなる位置に移動する。

【 0 1 0 3 】

具体的には、輪郭推定部 2 0 2 は、束 T 1 を y 軸に沿って - y 方向に平行移動させるように座標位置を変更する処理を行う。ここで、輪郭推定部 2 0 2 は、束 T 1 の基準点 N 1 3 A の座標 (x a、y a) を座標 (x a、y a') に変更する (y a > y a')。同様に、輪郭推定部 2 0 2 は、束 T 2 を y 軸に沿って + y 方向に平行移動させるように座標位置を変更する処理を行う。ここで、輪郭推定部 2 0 2 は、束 T 2 の基準点 N 1 3 Q の座標 (x q、y q) を座標 (x q、y q') に変更する (y q < y q')。

図 2 6 に示すように、束 T 1 と束 T 2 とがオーバーラップする領域に属する各従属点の対である N 1 3 D 1 と N 1 3 D 2、N 1 3 E 1 と N 1 3 E 2、N 1 3 L 1 と N 1 3 L 2、N 1 3 M 1 と N 1 3 M 2 における位置の誤差の合計が最小となるところで、各束 T 1、T 2 の最終的な位置が特定される。

【 0 1 0 4 】

次いで、輪郭推定部 2 0 2 は、同一の歪みゲージを示す束 T 1、束 T 2 の各々に属する従属点間の中点を、当該歪みゲージの位置を示す点として特定する（ステップ S 1 3（図 6））。

図 2 7 は、上述した第 4 ステップ S 1 3 の処理が完了した直後の状態を示している。な

10

20

30

40

50

お、図 27 において、従属点 N 1 3 B ~ N 1 3 O は、それぞれ、歪みゲージ 1 3 B ~ 1 3 O に対応する x y 座標上の位置を示している。ここで、従属点 N 1 3 B、N 1 3 C、N 1 3 N、N 1 3 O は、それぞれ、束 T 1 に属していた従属点 N 1 3 B 1、N 1 3 C 1、N 1 3 N 1、N 1 3 O 1 の位置と同一の位置とされる。また、従属点 N 1 3 F、N 1 3 G、N 1 3 H、N 1 3 I、N 1 3 J、N 1 3 K は、それぞれ、束 T 2 に属していた従属点 N 1 3 F 2、N 1 3 G 2、N 1 3 H 2、N 1 3 I 2、N 1 3 J 2、N 1 3 K 2 と同一の位置とされる。そして、束 T 1 と束 T 2 とがオーバーラップする領域に属する従属点 N 1 3 D、N 1 3 E、N 1 3 L、N 1 3 M は、それぞれ、束 T 1、T 2 の各々に属する従属点 N 1 3 D 1、N 1 3 D 2、従属点 N 1 3 E 1、N 1 3 E 2、従属点 N 1 3 L 1、N 1 3 L 2、従属点 N 1 3 M 1、N 1 3 M 2 の中点の位置とされる。

10

輪郭推定部 2 0 2 は、以上の第 1 ステップ S 1 0 ~ 第 4 ステップ S 1 3 の処理を経て、15 個の歪みゲージ 1 3 A ~ 1 3 O (及び仮想の歪みゲージ 1 3 Q) の x y 座標上における位置を特定する。

【 0 1 0 5 】

なお、相対位置特定処理 S 1 以降の処理である形状特定処理 S 2、サイズ特定処理 S 3 については、第 1 の実施形態と同様であるため説明を省略する。

【 0 1 0 6 】

(効果)

以上のように、第 3 の実施形態に係る輪郭推定部 2 0 2 は、相対位置特定処理 S 1 の第 1 ステップ S 1 0 において、複数の歪みゲージ 1 3 A ~ 1 3 P のうち、測定対象物 X の対称軸 (胸骨体と背骨突起を結ぶ軸) 上の所定位置 (第 1 基点) に配される歪みゲージ 1 3 A の座標位置を予め定められた初期座標値と特定する。そして、この場合における初期座標値は、上記測定対象物 X の対称軸に対応する軸 (y 軸) 上の所定位置とされる。

20

これにより、当該歪みゲージ 1 3 A が測定対象物 X の対称軸に対応する軸上に配されることを拘束条件として相対位置特定処理 S 1 を実行する際に、精度よく輪郭の推定を行うことができる。

【 0 1 0 7 】

また、第 3 の実施形態に係る輪郭推定部 2 0 2 は、測定対象物 X に巻き付けられた測定用ベルト 1 0 上の、当該測定対象物 X の対称軸上に配される位置 (第 2 基点) に歪みゲージが配されない場合において、当該測定対象物 X の対称軸上に配される位置に仮想の歪みゲージ 1 3 Q が配されているものとみなして、相対位置特定処理 S 1 を実行する。即ち、輪郭推定部 2 0 2 は、測定対象物 X の対称軸上の位置 (第 2 基点) に配される仮想の歪みゲージ 1 3 Q (基準点 N 1 3 Q) の座標位置を予め定められた初期座標値と特定する。そして、この場合における初期座標値も、測定対象物 X の対称軸に対応する軸 (y 軸) 上の所定位置とされる。

30

このようにすることで、輪郭推定部 2 0 2 は、当該仮想の歪みゲージ 1 3 Q が測定対象物 X の対称軸に対応する軸上に配されることを拘束条件として相対位置特定処理 S 1 を実行する。これにより、測定用ベルト 1 0 を測定対象物 X に巻き付けた場合に、測定対象物 X の対称軸上に歪みゲージが配されていない場合であっても、精度よく輪郭の推定を行うことができる。

40

【 0 1 0 8 】

さらに、輪郭推定部 2 0 2 は、巻き付けられた測定用ベルト 1 0 上に配される複数の歪みゲージ 1 3 A ~ 1 3 P の、第 1 基点、第 2 基点 との距離 (距離 P 1 A、P 1 B) を別途取得する。これを用いることで、輪郭推定部 2 0 2 は、第 2 ステップ S 1 1 において、基準点 N 1 3 A、N 1 3 Q の座標位置に対する各従属点の座標位置を示す相対座標値 (例えば、基準点 N 1 3 Q に対する従属点 N 1 3 H 2、N 1 3 I 2 の相対座標値) を、精度よく算出することができる。

【 0 1 0 9 】

以上、第 3 の実施形態に係る E I T 測定装置 1 について詳しく説明したが、本実施形態に係る E I T 測定装置 1 の具体的な態様は、上述のものに限定されることはなく、要旨を

50

逸脱しない範囲内において種々の設計変更等を加えることは可能である。

【0110】

図28は、第3の実施形態の変形例に係る測定用ベルトが巻かれた状態を示す図である。

図28は、測定対象物Xとして胸囲L2の胸部に測定用ベルト10を巻き付けた場合を示している。ここで、胸囲L2は、測定用ベルト10の一端に配される歪みゲージ13Aから他方の端部に配される歪みゲージ13Pまでの長さよりも長い長さである。

この場合も、測定用ベルト10は、当該測定用ベルト10の端部に配される歪みゲージ13Aを測定対象物Xの胸部の中心（胸骨体）に合わせながら巻き付けられている。また、この場合、各歪みゲージ13A～13Pごとの間隔（距離P）の整数倍（本実施形態では16倍）が胸囲L2に一致しないため、測定対象物X（測定対象者）の前後方向の対称軸にx軸を、左右方向の対称軸にy軸を定義した場合に、歪みゲージ13A以外の歪みゲージがx軸上、y軸上からずれた位置に配される。

したがって、第1の実施形態に係るEIT測定装置1のように、歪みゲージのうちの4つが、常に、互いに直交するx軸及びy軸上に配されることを前提として輪郭（胸郭）の推定処理を行うと誤差が生じてしまう。

【0111】

この場合も、オペレータは、測定対象物Xの背骨突起の位置に一致する測定用ベルト10上の位置を第2基点として特定する。具体的には、オペレータは、各歪みゲージ13A～13Pのうち、測定対象物Xの背骨突起を間に配する歪みゲージの対を特定する（本実施形態では、歪みゲージ13Iと歪みゲージ13J）。更に、オペレータは、当該歪みゲージ（歪みゲージ13I）から測定対象物Xの背骨突起（第2基点）までの距離P1Aを計測する。

【0112】

次いで、オペレータは、測定用ベルト10を測定対象物Xに巻き付けて一周させたときに、測定用ベルト10の他端側において、測定対象物Xに接触する歪みゲージの中で第1基点に最も近い歪みゲージ（本実施形態では、歪みゲージ13P）の位置を特定する。具体的には、オペレータは、歪みゲージ13Pから第1基点までの距離P1Bを計測する。これにより、測定用ベルト10上における各歪みゲージ13A～13Pと、別途規定された第1基点及び第2基点と、の位置関係を特定することができる。

【0113】

以降は、第3の実施形態で説明した処理と同様の処理を実行することで測定対象物Xの輪郭の形状を推定することができる。

【0114】

したがって、測定対象物Xの胸囲（胸囲L2）が大きい場合であっても、一つの測定用ベルト10で対応することができる。これにより、測定対象物X（測定対象者）の体格に合わせて、複数種類の測定用ベルトを用意する必要がないため、装置のコストを低減することができる。

【0115】

また、第3の実施形態に係るEIT測定装置1は、オペレータ自身が、第1基点、第2基点から、隣接する歪みゲージまでの距離（距離P1A、P1B）を計測するものとして説明した。

しかし、第3の実施形態の変形例に係るEIT測定装置1は、上記距離P1A、P1Bを自動で取得する態様としてもよい。

【0116】

例えば、当該変形例に係るEIT測定装置1は、測定用ベルト10上に、歪みゲージ13A～13Pが配される間隔（距離P）よりも密な間隔で周期配列される電極パッドを備えていてもよい。この場合、EIT測定装置1は、当該周期配列される電極パッド間の各々に生じる電気インピーダンスを取得する。

EIT測定装置1は、測定対象物Xに巻き付けられた測定用ベルト10が、当該測定対

10

20

30

40

50

象物 X と密接する範囲を、当該周期配列される電極パッド間に生じる電気インピーダンスの変化に基づいて検出する。ここで、上記電極パッド間のインピーダンスは、当該電極パッドに対し、生体である測定対象物 X が密接しているか否かに応じて変化する。

これにより、EIT測定装置 1 は、測定対象物 X に密接する電極パッドと歪みゲージ 13A ~ 13P との相対的な位置関係に基づいて、一端側の歪みゲージ（歪みゲージ 13A）に隣接して配される他端側の歪みゲージ、及び、当該他端側の歪みゲージとの距離 P1B を自動的に特定することができる。

【0117】

更に、EIT測定装置 1 は、周期配列される上記電極パッドのうち、測定対象物 X の背骨突起部分に配される電極パッド間に生じる特有の電気インピーダンスを検出して、測定用ベルト 10 上における第 2 基点 の位置を特定してもよい。ここで、測定対象物 X の背骨突起部分では、上記電極パッドと生体内の骨とが密接するため、測定対象物 X の他の部分に接する電極パッド間とは異なる特有の電気インピーダンスを示す。これにより、EIT測定装置 1 は、第 2 基点 の位置及び当該第 2 基点 に隣接する歪みゲージ、及び、当該歪みゲージとの距離 P1A を自動的に特定することができる。

10

【0118】

また、第 3 の実施形態に係る EIT測定装置 1 は、第 2 基点 に配される仮定の歪みゲージ 13Q により取得される曲率がゼロであると仮定した上で、基準点 N13Q に対する従属点 N13H2、N13I2 の相対的位置を特定するものとして説明したが、他の実施形態に係る EIT測定装置 1 は、この態様に限定されない。例えば、EIT測定装置 1 は、従属点 N13I2 と従属点 N13H2 との間を微小距離 dP で分割するとともに、同従属点間に配される基準点 N13Q に対応する位置における曲率を、歪みゲージ 13I、13H の各々が取得した曲率（実測値）を用いて補間することで求めてもよい。

20

【0119】

なお、第 1 ~ 第 3 の実施形態及びその変形例に係る EIT測定装置 1 は、測定用ベルト 10 上に周期配列された「歪みゲージ」（歪みゲージ 13A ~ 13P）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一態様に過ぎない。上述の各実施形態に係る EIT測定装置 1 は、曲率データを取得するた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。

30

【0120】

また、第 1 ~ 第 3 の実施形態及びその変形例に係る EIT測定装置 1 は、測定用ベルト 10 において、電極パッド 12A、12B、・・・、及び、歪みゲージ 13A、13B、・・・がいずれも等間隔（間隔 P）で周期配列されているものとして説明したが、他の実施形態に係る EIT測定装置 1 において、電極パッド 12A、12B、・・・、歪みゲージ 13A、13B、・・・は必ずしも周期配列されなくともよい。即ち、他の実施形態に係る EIT測定装置 1 は、電極パッド 12A、12B、・・・、及び、歪みゲージ 13A、13B、・・・の各々の間隔が既知でさえあれば、互いに異なる間隔で配置されていてもよい。

40

【0121】

また、上述の説明において、各実施形態に係る EIT測定本体部 20 は、上述した通り、内部にコンピュータシステムを有している。そして、上述した EIT測定本体部 20 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、上記処理が行われる。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 Disc Read Only Memory）または半導体メモリ等をいう。

50

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良い。

【 0 1 2 2 】

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。

【 産業上の利用可能性 】

10

【 0 1 2 3 】

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 】

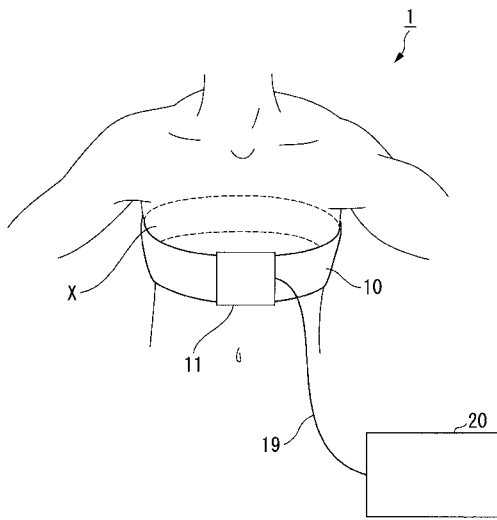
【 0 1 2 4 】

- 1 E I T 測定装置
- 1 0 測定用ベルト
- 1 1 測定回路
- 1 2 A ~ 1 2 H 電極パッド
- 1 3 A ~ 1 3 P 歪みゲージ
- 1 4 フレキシブル基板
- 1 9 信号ケーブル
- 2 0 E I T 測定本体部
- 2 0 0 C P U
- 2 0 1 E I T 測定制御部
- 2 0 2 輪郭推定部
- 2 0 3 周囲長測定部
- 2 1 0 R A M
- 2 1 1 H D D
- 2 1 2 操作入力部
- 2 1 3 画像表示部
- 2 1 4 外部インターフェイス
- 3 0 1 ~ 3 0 f 周囲長計測用電極パッド

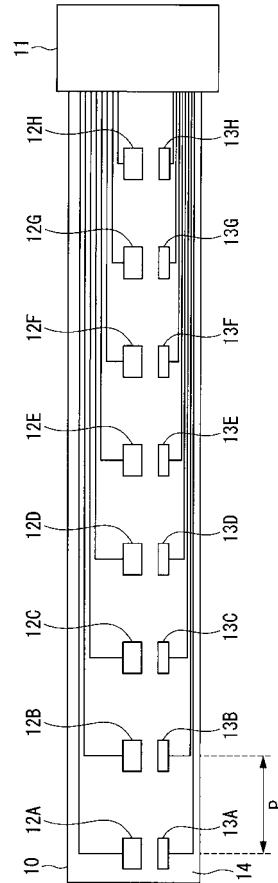
20

30

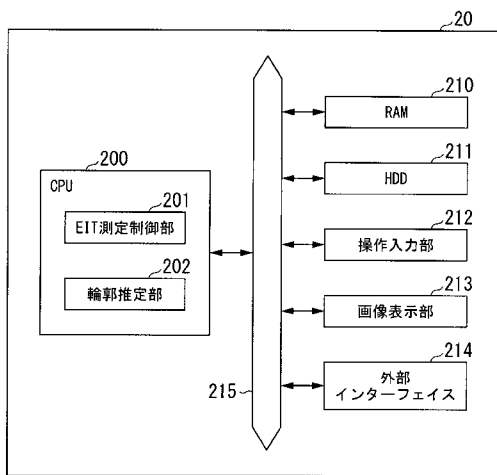
【 図 1 】



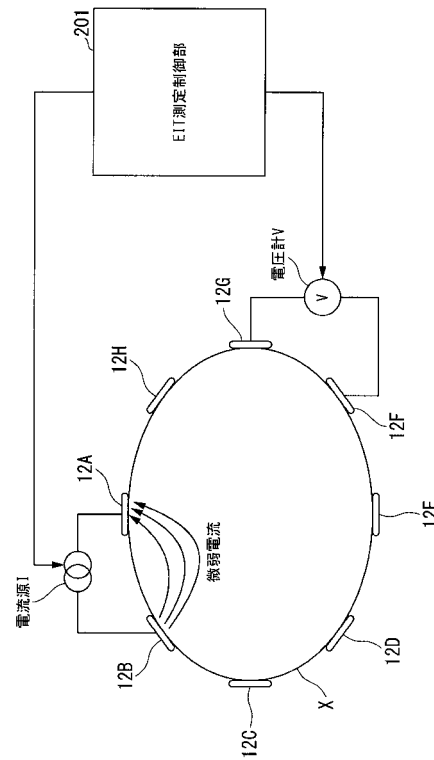
【 図 2 】



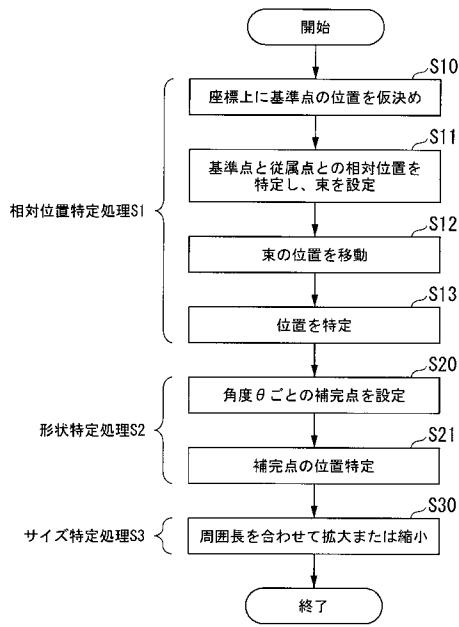
【 図 3 】



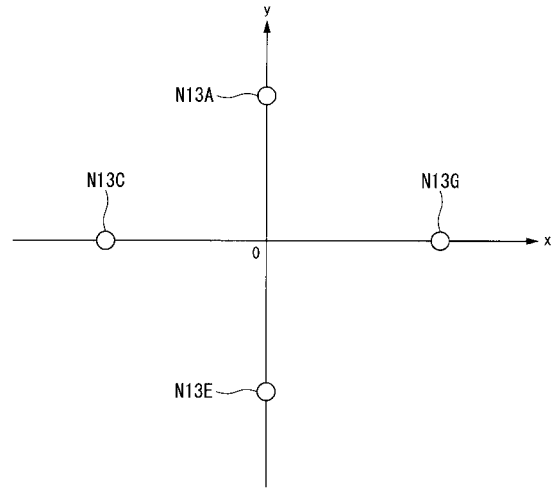
【 図 4 】



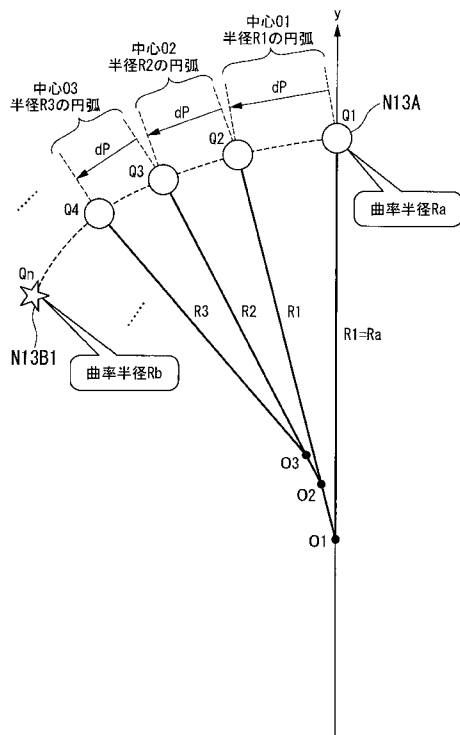
【 図 6 】



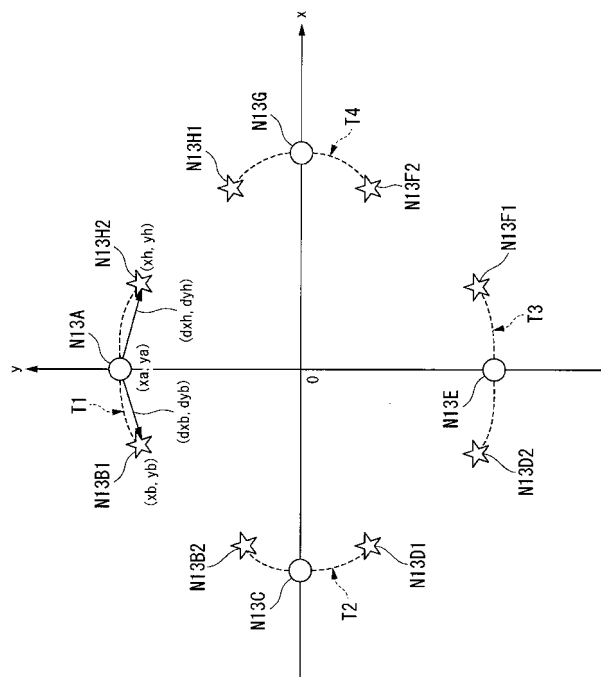
【 図 7 】



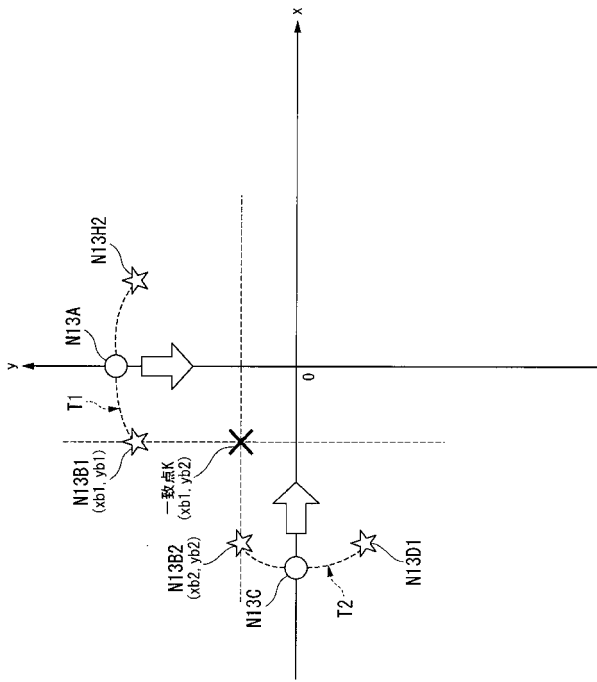
【 図 8 】



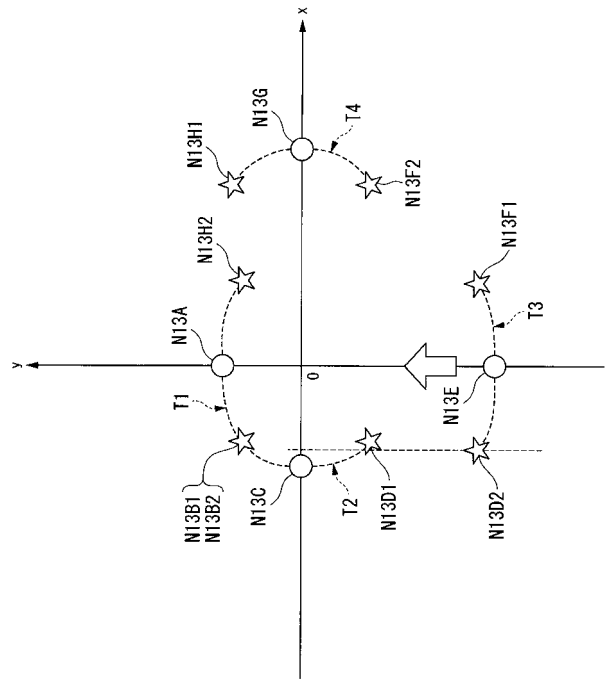
【 図 9 】



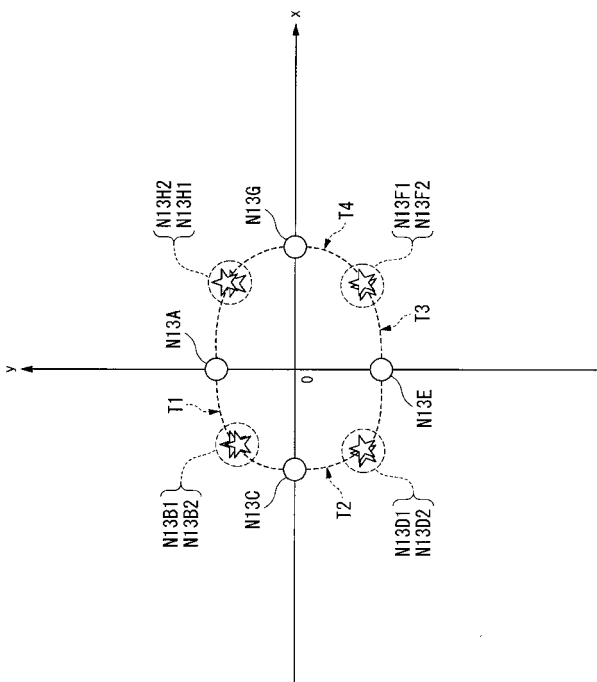
【 図 1 0 】



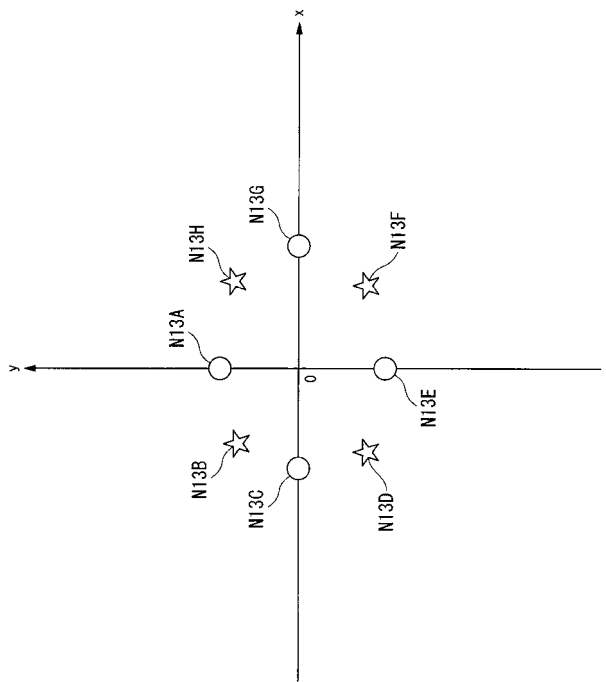
【 図 1 1 】



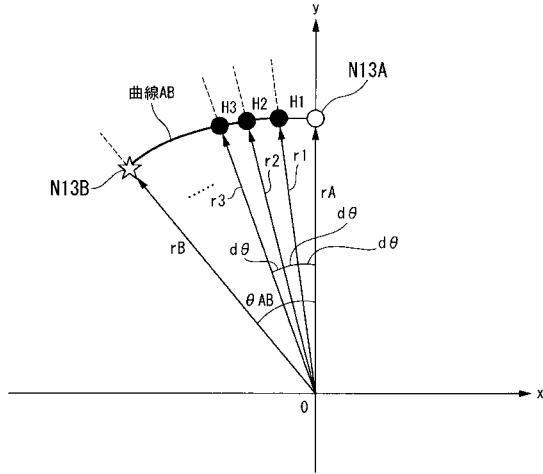
【 図 1 2 】



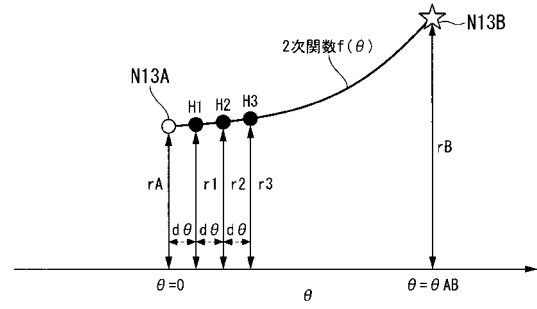
【 図 1 3 】



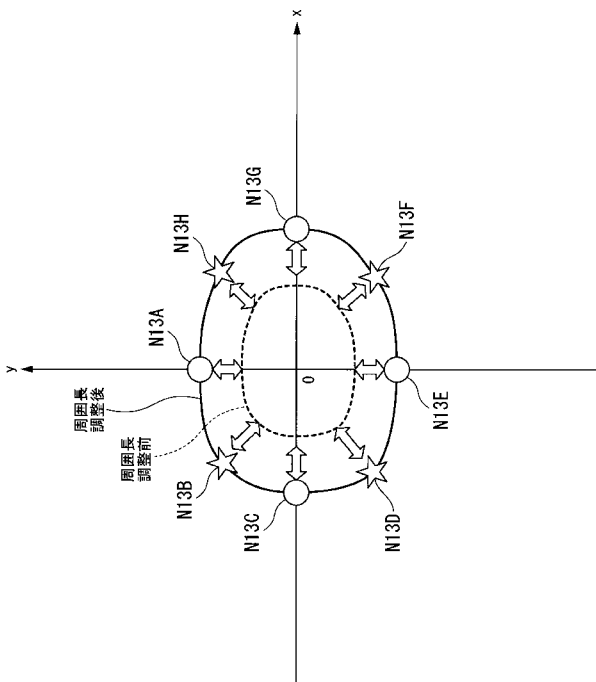
【図 14 A】



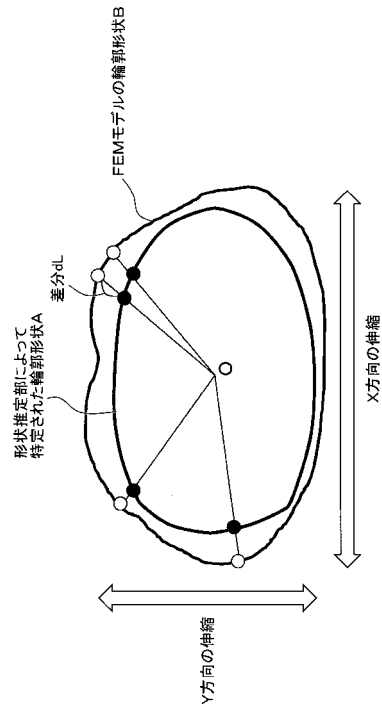
【図 14 B】



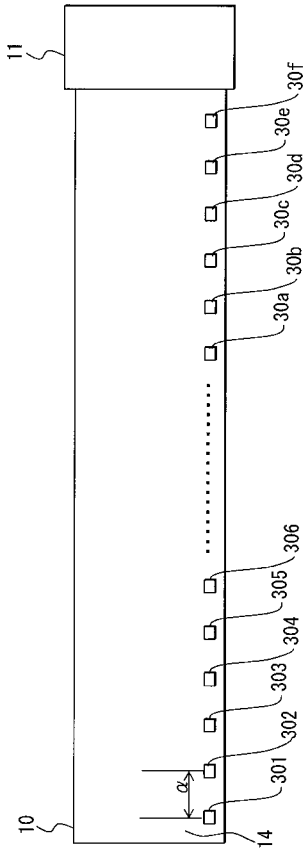
【図 15】



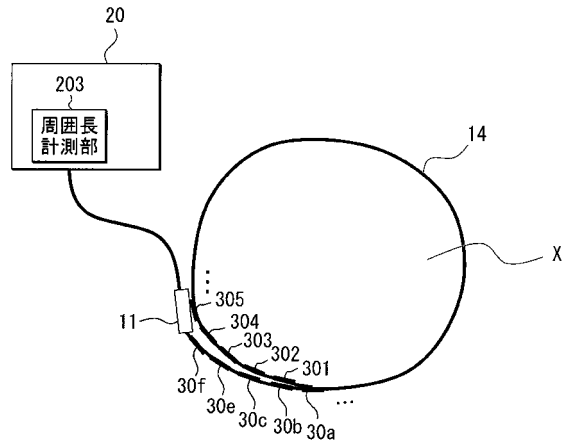
【図 17 B】



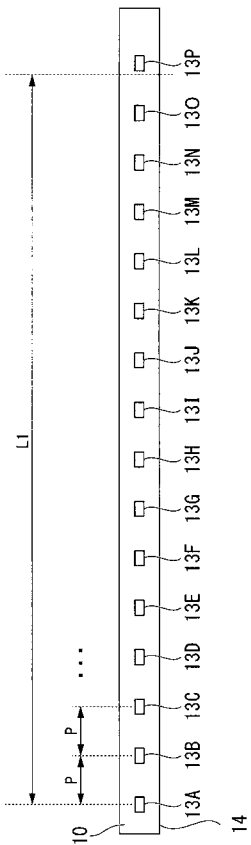
【 図 1 8 】



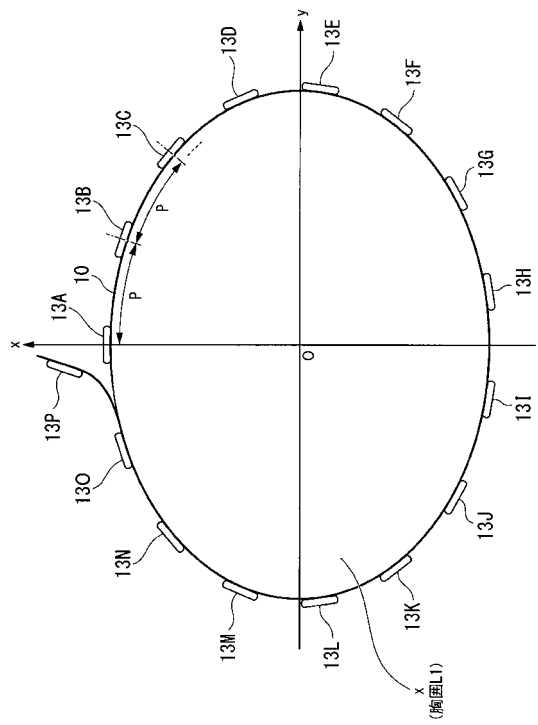
【 図 1 9 】



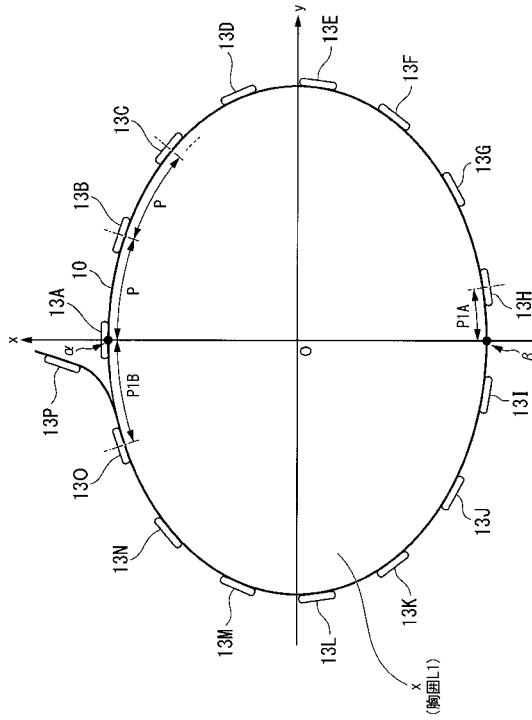
【 図 2 0 】



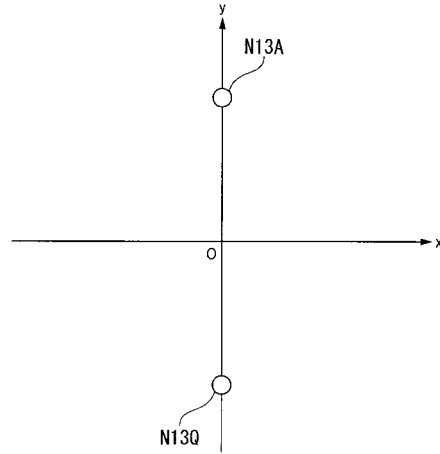
【 図 2 1 】



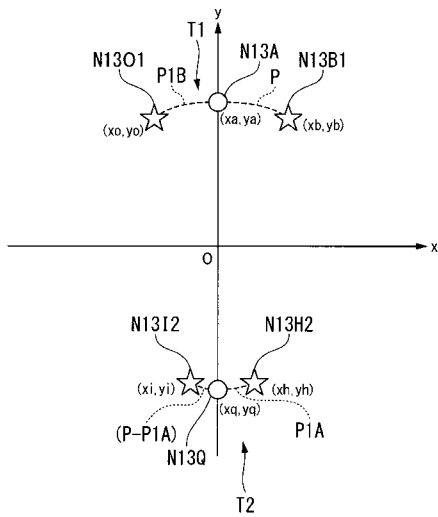
【 図 2 2 】



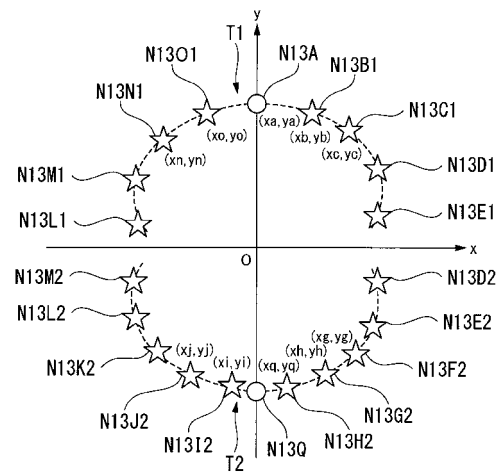
【 図 2 3 】



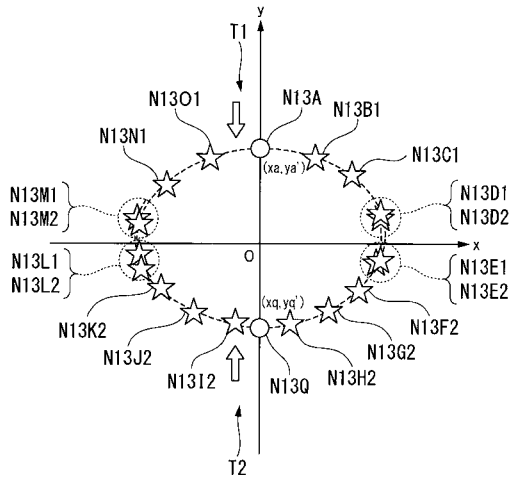
【 図 2 4 】



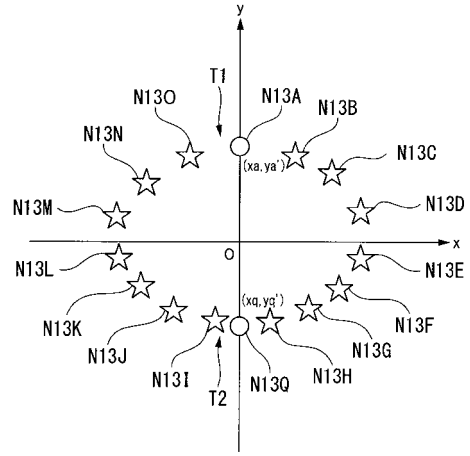
【 図 2 5 】



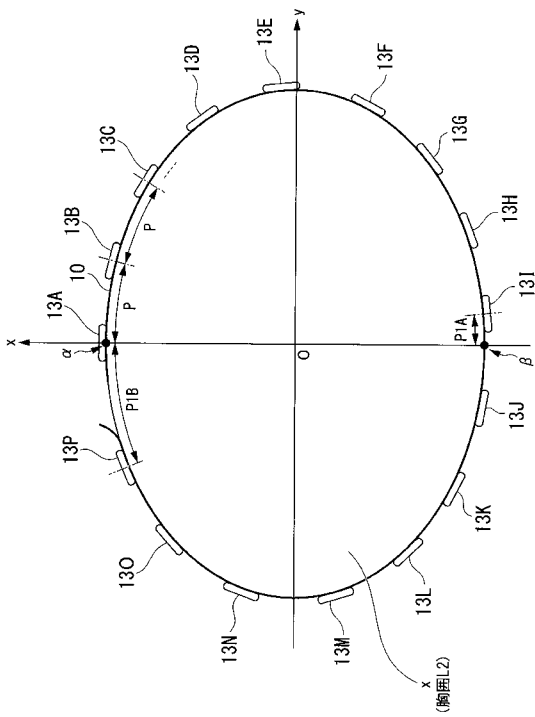
【 図 2 6 】



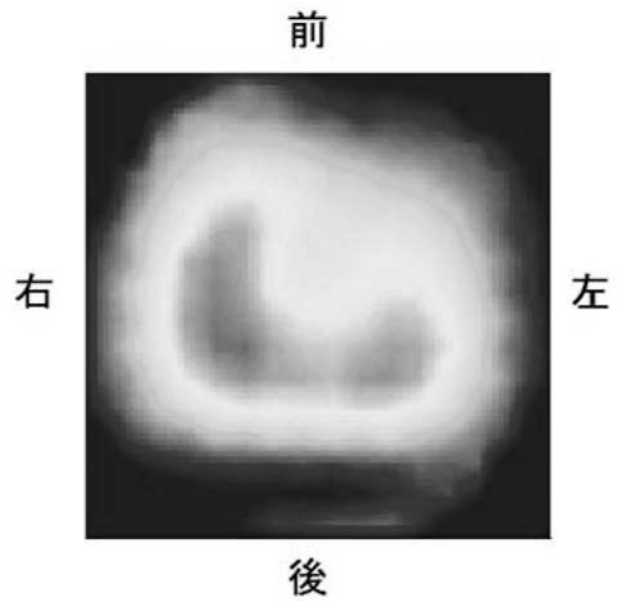
【 図 2 7 】



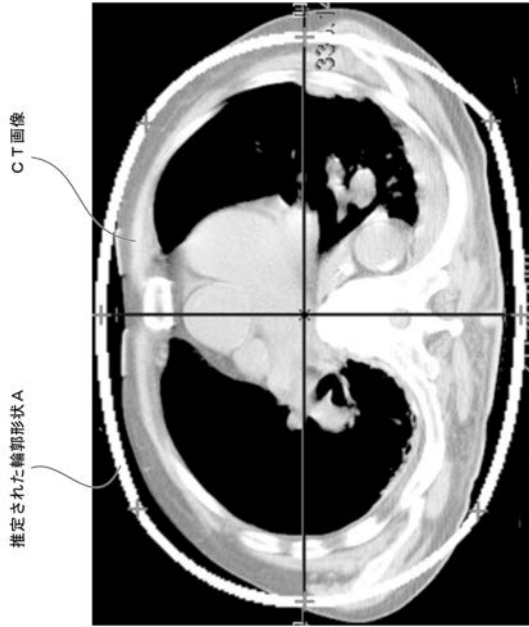
【 図 2 8 】



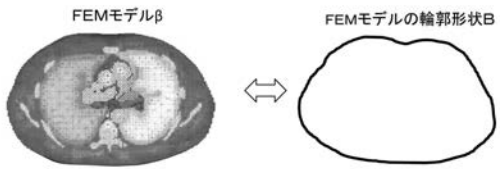
【 図 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 A 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2014/067590
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B5/05(2006.01)i, A61B5/0408(2006.01)i, A61B5/0478(2006.01)i, A61B5/107(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) A61B5/04-5/055, A61B5/107 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 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/045188 A1 (SWISSTOM AG), 12 April 2012 (12.04.2012), claim 10; fig. 1 & JP 2013-540523 A & US 2013/0190577 A1 & EP 2624750 A1 & CN 103153180 A	1-10
A	JP 2011-515181 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 19 May 2011 (19.05.2011), paragraph [0030]; fig. 1 & US 2011/0007937 A1 & EP 2271256 A1 & WO 2009/118701 A1 & CN 101980658 A	1-10
A	JP 2012-90880 A (The Kitasato Institute), 17 May 2012 (17.05.2012), abstract (Family: none)	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 September, 2014 (03.09.14)		Date of mailing of the international search report 16 September, 2014 (16.09.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067590

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-523037 A (Dixtal Biomedica Industria e Comercio Ltda), 18 June 2009 (18.06.2009), entire text; all drawings & US 2009/0084674 A1 & EP 1962680 A1 & WO 2007/070997 A1 & CN 101340847 A	1-10
A	JP 2012-228514 A (Draeger Medical GmbH), 22 November 2012 (22.11.2012), entire text; all drawings & US 2012/0271193 A1 & GB 2490196 A & DE 102011018505 A1 & CN 102755163 A	1-10
A	US 2010/0198101 A1 (Song Kubo), 05 August 2010 (05.08.2010), claim 5 & WO 2009/042637 A2	1-10
A	NEBUYA S., KOIKE T., KOBAYASHI T., ARAI M., IWASHITA Y., IMAI H., SOMA K., Development of a wearable electrical impedance tomography for an evaluation of lung function, Proceedings of the 27th Symposium on Biological and Physiological Engineering, 19 September 2012 (19.09.2012), pages 263 to 265 (thesis no.2A2-02)	1-10

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 6 7 5 9 0									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B5/05(2006.01)i, A61B5/0408(2006.01)i, A61B5/0478(2006.01)i, A61B5/107(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. A61B5/04-5/055, A61B5/107											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2014年										
日本国実用新案登録公報	1996-2014年										
日本国登録実用新案公報	1994-2014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) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	WO 2012/045188 A1 (SWISSTOM AG) 2012.04.12, claim 10, FIG. 1 & JP 2013-540523 A & US 2013/0190577 A1 & EP 2624750 A1 & CN 103153180 A	1-10									
A	JP 2011-515181 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2011.05.19, 【0030】【図1】 & US 2011/0007937 A1 & EP 2271256 A1 & WO 2009/118701 A1 & CN 101980658 A	1-10									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 03.09.2014		国際調査報告の発送日 16.09.2014									
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) 野田 洋平	2Q 3210								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 6 7 5 9 0
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-90880 A (学校法人北里研究所) 2012.05.17, 【要約】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2009-523037 A (ダイクスタル・バイオメディカ・インダストリア・エ・コメルシオ・リミタダ) 2009.06.18, 全文、全図 & US 2009/0084674 A1 & EP 1962680 A1 & WO 2007/070997 A1 & CN 101340847 A	1-10
A	JP 2012-228514 A (ドレーゲル メディカル ゲー・エム・ペー・ハー) 2012.11.22, 全文、全図 & US 2012/0271193 A1 & GB 2490196 A & DE 102011018505 A1 & CN 102755163 A	1-10
A	US 2010/0198101 A1 (Song Xubo) 2010.08.05, claim 5 & WO 2009/042637 A2	1-10
A	NEBUYA S., KOIKE T., KOBAYASHI T., ARAI M., IWASHITA Y., IMAI H., SOMA K., Development of a wearable electrical impedance tomography for an evaluation of lung function, 第27回生体・生理工学シンポジウム論文集 (Proceedings of the 27th Symposium on Biological and Physiological Engineering), 2012.09.19, 第263-265頁 (論文番号 2A2-02)	1-10

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。