

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4831700号
(P4831700)

(45) 発行日 平成23年12月7日 (2011. 12. 7)

(24) 登録日 平成23年9月30日 (2011. 9. 30)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 5/0408 (2006. 01)	A 6 1 B 5/04 3 0 0 B
A 6 1 B 5/0478 (2006. 01)	A 6 1 B 5/04 3 0 0 P

請求項の数 32 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-547175 (P2007-547175)	(73) 特許権者	507210281
(86) (22) 出願日	平成17年12月23日 (2005. 12. 23)		フラウンホファー - ゲゼルシャフト・ツア
(65) 公表番号	特表2008-525063 (P2008-525063A)		・フェルデルング・デア・アンゲヴァンテ
(43) 公表日	平成20年7月17日 (2008. 7. 17)		ン・フォルシュング・エー・ファウ
(86) 国際出願番号	PCT/DE2005/002319		ドイツ国, 8 0 6 8 6 ミュンヘン, ハン
(87) 国際公開番号	W02006/066566		ザストラーセ 2 7 c
(87) 国際公開日	平成18年6月29日 (2006. 6. 29)	(73) 特許権者	507210292
審査請求日	平成19年9月26日 (2007. 9. 26)		テヒニシェ・ウニフェルシテート・ブラウ
(31) 優先権主張番号	102004063249. 9		ンシュヴァイク
(32) 優先日	平成16年12月23日 (2004. 12. 23)		TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		ドイツ国, 3 8 1 0 6 ブラウンシュヴァ
			イク, ポッケルストラーセ 1 4
		(74) 代理人	100087941
			弁理士 杉本 修司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体電磁信号の容量測定用のセンサ・システムおよびその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体電磁信号を測定するために、

容量電極装置 (10)、

前記電極装置 (10) を少なくとも部分的に包囲する電極シールド体 (20) であって、前記電極装置 (10) を外部の電磁干渉場から遮蔽する電極シールド体 (20)、
前記電極装置 (10) によって検出される電磁信号を処理する信号処理装置 (30)
、および、

外部の電磁干渉場を遮蔽する追加のシールド手段 (21) であって、前記電極装置 (10) および前記電極シールド体 (20) の少なくとも一部を空間的に包囲し、複数のコンパートメントを有して、前記信号処理装置 (30) がこれらコンパートメントの1つに配置されている追加のシールド手段 (21) を備えた、生体電磁信号の容量測定用のセンサ・システムを使用することによって、移動アーティファクトの影響を最小限に抑える方法であって、

前記センサ・システムを測定対象 (Q) に取り付けるステップと、

電氣的交流信号 (a (t)) を前記測定対象 (Q) に印加するステップと、

前記印加された交流信号を推算して、前記センサ・システムの前記電極装置 (10) の前記電極容量 (C) を求めるステップと、

前記センサ・システムの前記測定信号を推算する際に、前記電極装置 (10) の前記求めた電極容量 (C) を考慮するステップとを備え、

10

20

前記センサ・システムの前記電極装置（１０）の前記電極容量（Ｃ）の相対的時間変化が考慮され、前記測定対象に対する前記電極装置（１０）の移動信号（Ｂ（ｔ））が前記電極容量（Ｃ）の前記相対的時間変化から導出され、生体電磁信号に重畳される妨害移動アーティファクトが前記移動信号（Ｂ（ｔ））によって補償される、方法。

【請求項２】

生体電磁信号を測定するために、

容量電極装置（１０）、

前記電極装置（１０）を少なくとも部分的に包囲する電極シールド体（２０）であって、前記電極装置（１０）を外部の電磁干渉場から遮蔽する電極シールド体（２０）、
前記電極装置（１０）によって検出される電磁信号を処理する信号処理装置（３０）
、および、

外部の電磁干渉場を遮蔽する追加のシールド手段（２１）であって、前記電極装置（１０）および前記電極シールド体（２０）の少なくとも一部を空間的に包囲し、複数のコンパートメントを有して、前記信号処理装置（３０）がこれらコンパートメントの１つに配置されている追加のシールド手段（２１）を備えた、生体電磁信号の容量測定用のセンサ・システムを複数有する測定装置であって、前記センサ・システムが、被験者の頭部上に被せるように少なくとも部分的にはめられるヘルメット状またはキャップ状の搬送装置に設けられている測定装置を使用することによって、移動アーティファクトの影響を最小限に抑える方法であって、

前記測定装置を測定対象（Ｑ）に取り付けるステップと、

電氣的交流信号（ $a(t)$ ）を前記測定対象（Ｑ）に印加するステップと、

前記印加された交流信号を推算して、前記測定装置の前記電極装置（１０）の前記電極容量（Ｃ）を求めるステップと、

前記測定装置の前記測定信号を推算する際に、前記電極装置（１０）の前記求めた電極容量（Ｃ）を考慮するステップとを備え、

前記測定装置の前記電極装置（１０）の前記電極容量（Ｃ）の相対的時間変化が考慮され、前記測定対象に対する前記電極装置（１０）の移動信号（Ｂ（ｔ））が前記電極容量（Ｃ）の前記相対的時間変化から導出され、生体電磁信号に重畳される妨害移動アーティファクトが前記移動信号（Ｂ（ｔ））によって補償される、方法。

【請求項３】

生体電磁信号を測定するために、

容量電極装置（１０）、

前記電極装置（１０）を少なくとも部分的に包囲する電極シールド体（２０）であって、前記電極装置（１０）を外部の電磁干渉場から遮蔽する電極シールド体（２０）、
前記電極装置（１０）によって検出される電磁信号を処理する信号処理装置（３０）
、および、

外部の電磁干渉場を遮蔽する追加のシールド手段（２１）であって、前記電極装置（１０）および前記電極シールド体（２０）の少なくとも一部を空間的に包囲し、複数のコンパートメントを有して、前記信号処理装置（３０）がこれらコンパートメントの１つに配置されている追加のシールド手段（２１）を備えた、生体電磁信号の容量測定用のセンサ・システムを複数有する測定装置であって、前記センサ・システムが、被験者の身体に締め付けることができる平面状の可撓性搬送装置に設けられている測定装置を使用することによって、移動アーティファクトの影響を最小限に抑える方法であって、

前記測定装置を測定対象（Ｑ）に取り付けるステップと、

電氣的交流信号（ $a(t)$ ）を前記測定対象（Ｑ）に印加するステップと、

前記印加された交流信号を推算して、前記測定装置の前記電極装置（１０）の前記電極容量（Ｃ）を求めるステップと、

前記測定装置の前記測定信号を推算する際に、前記電極装置（１０）の前記求めた電極容量（Ｃ）を考慮するステップとを備え、

前記測定装置の前記電極装置（１０）の前記電極容量（Ｃ）の相対的時間変化が考慮さ

10

20

30

40

50

れ、前記測定対象に対する前記電極装置（１０）の移動信号（Ｂ（ｔ））が前記電極容量（Ｃ）の前記相対的時間変化から導出され、生体電磁信号に重畳される妨害移動アーティファクトが前記移動信号（Ｂ（ｔ））によって補償される、方法。

【請求項４】

請求項１から３のいずれか一項において、前記センサ・システムの前記電極装置（１０）の前記電極容量（Ｃ）、または前記測定装置の前記電極装置（１０）の前記電極容量（Ｃ）を求めるための電氣的交流信号は、前記電極装置（１０）を介して、または前記センサ・システムもしくは前記測定装置と協働する外部基準電極を介して、前記測定対象に印加される方法。

【請求項５】

請求項１から４のいずれか一項において、ライン周波数干渉信号が電氣的交流信号として使用される方法。

【請求項６】

請求項１から５のいずれか一項において、前記測定信号はデジタル・フィルタによって雑音除去のためにフィルタリングされ、前記デジタル・フィルタが瞬間的な信号特性に適する方法。

【請求項７】

請求項６において、単変量または多変量の雑音除去法を利用して、前記測定信号をベース・システムに分解する方法。

【請求項８】

請求項１から７のいずれか一項において、前記追加のシールド手段（２１）が前記信号処理装置（３０）の少なくとも一部を包囲する、方法。

【請求項９】

請求項１から８のいずれか一項において、前記信号処理装置（３０）が前記電極シールド体（２０）に隣接して配置されている、方法。

【請求項１０】

請求項１から９のいずれか一項において、前記追加のシールド手段（２１）は、前記信号処理装置（３０）の少なくとも一部を包囲して、前記信号処理装置（３０）と前記電極装置（１０）との間の電磁シールドとしても作用する、方法。

【請求項１１】

請求項１から１０のいずれか一項において、前記追加のシールド手段（２１）は、前記電極装置（１０）と前記信号処理装置（３０）とを被覆して、立体角範囲を画定し、発生する電磁信号がこの立体角範囲からこのセンサ・システムによって検出される、方法。

【請求項１２】

請求項１から１１のいずれか一項において、前記電極シールド体（２０）と前記電極装置（１０）との距離および／または前記電極シールド体（２０）と前記電極装置（１０）の形状および／または前記電極シールド体（２０）と前記電極装置（１０）との間に配置される充填材料（１１）の誘電特性が、これらから生じるシールド容量（Ｃ_g）が前記信号処理装置（３０）の雑音信号の前記電極装置（１０）への結合を最小限に抑えることができる程度に小さくなるように、選択される、方法。

【請求項１３】

請求項１から１２のいずれか一項において、前記信号処理装置（３０）の寄生漏れ抵抗と共に前記電極装置（１０）の電極容量（Ｃ）が測定対象に対して生体電磁信号に適したカットオフ周波数の高域通過フィルタを構成するように、前記電極装置（１０）の形状が選択される、方法。

【請求項１４】

請求項１３において、前記信号処理装置（３０）の寄生入力抵抗の雑音信号の上限カットオフ周波数が、測定される信号の下限カットオフ周波数よりも小さくなるように、前記電極装置（１０）の形状が選択される、方法。

【請求項１５】

10

20

30

40

50

請求項 1 から 1 4 のいずれか一項において、さらに、前記追加のシールド手段 (2 1) を封入するハウジングを備え、前記電極装置 (1 0) と前記ハウジングとの間のオーム抵抗が高く、容量蓄積された信号が改変なく前記信号処理装置 (3 0) の入力に現れるように、前記電極装置 (1 0) は前記ハウジング内に配置されている、方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 から 1 5 のいずれか一項において、さらに、前記電極装置 (1 0) を電気絶縁する電気絶縁領域 (1 2) を備え、信号源の測定中に、前記電極シールド体 (2 0) および前記追加のシールド手段 (2 1) が、前記信号源からガルバニック絶縁される、方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 4 において、前記絶縁領域 (1 2) は、周囲静電荷による前記絶縁領域 (1 2) の静電荷電が最小限に抑えられるような材料特性を有する、方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 から 1 7 のいずれか一項において、前記信号処理装置 (3 0) が、インピーダンス変換器として設計された入力段 (3 1) を有する、方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 から 1 8 のいずれか一項において、前記信号処理装置 (3 0) が差動増幅器を有し、この差動増幅器は外部基準電極の信号を差信号として処理することができる、方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項において、前記信号処理装置 (3 0) は、アナログゲデジタル変換器と、デジタル信号プロセッサとを備える、方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 から 2 0 のいずれか一項において、前記信号処理装置 (3 0) が前記追加のシールド手段 (2 1) によって信号源および前記電極装置 (1 0) から遮蔽されて、寄生的影響、ガルバニック電流の影響、容量的もしくは誘導的な影響が信号源または前記電極装置 (1 0) に及ばないようにする、方法。

【請求項 2 2】

請求項 1 から 2 1 のいずれか一項において、処理された信号の前記電極装置 (1 0) へのフィードバックが、容量式、抵抗式または誘導式で実現された補償インピーダンス (Ck) によって提供される、方法。

【請求項 2 3】

請求項 1 から 2 2 のいずれか一項において、前記電極容量 (C) と共に、測定される生体電磁信号に適したカットオフ周波数を有する高域通過フィルタが形成されるように、前記信号処理装置 (3 0) の入力インピーダンスが選択される、方法。

【請求項 2 4】

請求項 1 から 2 3 のいずれか一項において、前記信号処理装置 (3 0) によって増幅される信号が、動的な測定信号から DC 電圧電位を隔離するように、高域通過フィルタを通過する、方法。

【請求項 2 5】

請求項 1 から 2 4 のいずれか一項において、前記電極装置 (1 0) は生体電磁信号を検出する複数の電極体 (1 0 0) を有し、前記信号処理装置には、前記電極体 (1 0 0) にそれぞれ対応した複数の並列接続された成分信号処理装置が設けられている、方法。

【請求項 2 6】

請求項 1 から 2 5 のいずれか一項において、さらに、地電位に対して遮蔽された電気回線装置 (4 0) を備え、この電気回線装置 (4 0) は、前記測定信号をセンサ・システムから送り出す、方法。

【請求項 2 7】

請求項 1 から 2 6 のいずれか一項において、さらに、センサ・システムから隔離した受信装置に、センサ・システムから前記測定信号を、回線伝達式に送信する手段および／または回線なしで送信する手段を備えた、方法。

【請求項 28】

請求項 1 から 27 のいずれか一項において、測定対象 (Q) においてセンサ・システムの隣に取り付けられた基準電極と協働して、センサ・システムに基準電位を供給する、方法。

【請求項 29】

請求項 28 において、前記基準電極は、抵抗式、誘導式または容量式で前記測定対象 (Q) に結合される、方法。

【請求項 30】

請求項 28 または 29 において、前記基準電極が交流信号 ($a(t)$) を印加するのに使用され、この交流信号 ($a(t)$) によって移動信号 ($B(t)$) が導出され、これにより、生体電磁信号における移動アーティファクトを補償することが可能である、方法。

10

【請求項 31】

請求項 28 から 30 のいずれか一項において、1 つまたは複数の基準電極が使用される、方法。

【請求項 32】

請求項 31 において、複数の基準電極が異なる周波数の交流信号 ($a(t)$) の印加に使用され、個々の交流信号 ($a(t)$) によって異なる電極体 (100) または電極装置 (10) の移動アーティファクトを補償することが可能である、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、生体電磁信号の容量測定用のセンサ・システムに関する。本発明はさらに、生体電磁信号の容量測定を行う 2 つの方法に関し、詳細には新規なセンサ・システムを用いた生体電磁信号の容量測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

このような、生体電磁信号 (生体起源を有する電磁信号) の容量測定用のセンサ・システムは、容量電極装置と、外部電磁干渉場から遮蔽するために上記電極装置を少なくとも部分的に囲む電極シールド体と、上記電極装置によって検出される電磁信号を処理する信号処理装置とを備える。このようなセンサ・システムは、通常は医療技術において使用され、詳細には脳波図 (EEG) および心電図 (ECG) 用に生体信号 (生体起源を有する信号) を記録するために使用される。

30

【0003】

測定対象にガルバニック接続された電極装置を使用する先行技術から知られている方法に比べて、生体電磁信号の容量測定は、一連の利点を呈する。特に、EEG を記録する場合、被験者頭部の測定領域から毛髪を除去するという大抵は面倒である準備作業と、これら測定領域における頭皮の電気抵抗を低減させることを、省略することができる。このように電気抵抗を低減させるには、例えば、いかなる場合にも必要である電極ゲルに加えてピーリング剤を使用する。被験者の測定部位と電極との容量結合の場合、結合領域の電気抵抗はもはや適切ではない。

40

【0004】

一般的なタイプの容量センサ・システムは、米国特許第 2003/0036691 A1 号および国際特許公開第 03/048789 A2 に各々開示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

判別対象である生体測定信号が極めて小さいため、先行技術から知られ、生体電磁信号を測定する容量センサ・システムは、電極シールド体が存在するにも関わらず、外部の電磁干渉場に敏感に反応する。さらに、測定対象におけるセンサ・システムの配置によって、センサ・システムの容量電極と測定対象との間に必然的に形成される電極容量は、電極

50

に対する測定対象の移動に応じて変化する。これにより、電極によって検出される電磁信号には移動アーティファクトが重畳されて干渉を受ける、という問題が発生する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

したがって、本発明の目的は、改良されたセンサ・システムを提供することにある。

【0007】

この目的は、請求項1に記載されている構成を有するセンサ・システムによって達成される。

【0008】

本発明によれば、外部の電磁干渉場を遮断する追加のシールド手段が設けられ、この追加のシールド手段が空間的に電極装置および電極シールド体を少なくとも部分的に囲む。追加のシールド手段が複数のコンパートメントを有する構造の場合、信号処理装置はこのようなコンパートメントの1つに配置される。

10

【0009】

電極シールド体とは別に、電極シールド体から空間的に分離されて設けられる追加のシールド手段が本発明の範囲内に包含されることは理解されるべきである。但し、空間的に分離されるということは、追加のシールド手段が電極シールド体との機械的および／または電氣的接触なしに配置されるという意味に解釈されるべきではない。したがって、追加のシールド手段と電極シールド体との間に、例えば同一の電位を保証する目的で電気接点を設けることは可能である。

20

【0010】

電極シールド体は別として、追加のシールド手段は、好ましくは信号処理装置を少なくとも部分的に囲む。このために、信号処理装置が追加のシールド手段と電極シールド体との間の領域に配置されるように、追加のシールド手段が設計されてもよい。または、追加のシールド手段が電極シールド体および信号処理装置の両方を少なくとも部分的に囲むように設計されてもよい。

【0011】

したがって、シールド手段は、信号処理装置を信号源および電極装置から遮断して、信号源または電極装置に寄生的影響、ガルバニック効果、または容量的もしくは誘導的な影響がないようにする。

30

【0012】

小型センサ・システムは、外部電磁場に対する遮断が最適化される。センサ・システムは、信号処理装置を電極シールド体に隣接して、すなわち電極シールド体と隣り合わせに配置することによって、特に小型化されて設計されてもよい。電極と信号処理装置との間の空間的近接性が、後にさらに詳述する一連の利点を伴う。

【0013】

本発明の目的を達成するために、信号処理装置は、入ってくる測定信号を変化させる任意のシステムと見なされる。すなわち、上記システムは、測定信号が上記システムを通過する際に変化させられるように、測定信号と相互作用する。

【0014】

40

センサ・システムの好ましい実施形態では、追加のシールド手段が、信号処理装置から発生する電磁干渉場から電極装置を遮蔽するように、追加のシールド手段が信号処理装置を少なくとも部分的に囲む。

【0015】

さらに、シールド手段および／または電極シールド体の影響を受けることなく、センサ・システムによって検出することのできる立体角範囲を画定するように、電極装置と信号処理装置とが覆われるように追加のシールド手段が設計されるのが有利である。ここで、電磁信号はこの立体角範囲から発生する。

【0016】

センサ・システムのさらに別の実施形態では、電極シールド体と電極装置との距離およ

50

び／または電極シールド体と電極装置との幾何学的配置および／または電極シールド体と電極装置との間に配置される充填材料の誘電特性が、これらから生じる電極装置と電極シールド体との間のシールド容量が信号処理装置の雑音信号の電極装置への結合を最小限に抑えられる程十分に小さいように選択される。このようにして、電極装置を起点とする信号処理装置方向への信号経路が、本質的に「一方通行路」として機能することが保証される。少なくとも1つの電極体を備える電極装置は、このようにして可能な限り干渉信号との結合から切り離される。

【0017】

電極装置の幾何学的配置に関しては、さらに、測定対象に対して測定されるべき生体電磁信号に適したカットオフ周波数を有する高域通過フィルタを、信号処理装置の寄生入力インピーダンスと共に電極装置の電極容量が形成するように、電極装置の上記配置を選択するのが有利である。この寸法が、先に述べた信号処理装置から電極装置を切り離すことにも貢献する。

10

【0018】

電極装置の幾何学的配置に関しては、信号処理装置の寄生インピーダンスの入力雑音信号の上限カットオフ周波数が測定されるべき信号の下限カットオフ周波数よりも小さくなるように、電極装置の上記配置を選択するのが好ましい。

【0019】

ある有利な実施形態では、センサ・システムはハウジングを有する。このハウジングは、追加のシールド手段を収納する。換言すれば、シールド手段はハウジングの1つまたは複数の構成要素として設計される。このために、この構成要素は、ハウジングと一体またはモジュール式のいずれに設計されてもよい。電極装置は、好ましくは、電極装置とハウジングとの間のオーム抵抗が高く、電極装置によって容量的に記録される信号が改変なく信号処理装置の入力に現れるように、ハウジングに結合される。

20

【0020】

容量電極装置は、電極装置または信号処理装置を破壊する危険性を必然的に伴う電源との接続が発生し得ないように、ハウジング内に配置されるのが有利である。このために、センサ・システムは、具体的には、電極装置を信号源から電氣的に絶縁するための電気絶縁領域を有する。上記信号源の測定中は電極シールド体およびシールド手段の両方が信号源からガルバニック絶縁されるように、上記領域が設計されるのが有利である。さらに、上記絶縁領域は、周囲静電荷による絶縁領域の静電荷電が最小限に抑えられるような材料特性を有する。

30

【0021】

センサ・システムの信号処理装置は、好ましくは、入力段としてインピーダンス変換器を有する。ある有利な実施形態では、信号処理装置は差動増幅器を有する。この場合、差信号として特に適するのは、信号源に接触している外部基準電極の信号である。

【0022】

センサ・システムの特に好ましい実施形態は、信号の統合アナログーデジタル変換によって区別化される。このために、信号処理装置は、アナログーデジタル変換器およびデジタル信号プロセッサを備える。このようなプロセッサは、十分に小型であるセンサ・システムにもこの機能を装備することができる程、十分な小型化レベルで利用可能である。

40

【0023】

電極システムの電極容量と共に、測定されるべき生体電磁信号に適したカットオフ周波数を有する高域通過フィルタが形成されるように、信号処理装置の入力インピーダンスが選択されるのが有利である。電極システムの電極容量は、特に、先に説明したセンサ・システムの幾何学的パラメータから設定されてもよい。

【0024】

高域通過フィルタが、好ましくは、信号処理装置内に設けられ、DC電圧電位を動的な測定信号から隔離するように、信号処理装置内で増幅される信号が高域通過フィルタを通過する。

50

【0025】

センサ・システムのさらなる実施形態では、生体電磁信号を検出する複数の電極体を電極装置が有する。この場合、複数の電極体は複数の容量性電極として作用する。信号処理装置内には、これらの電極体のそれぞれについて、対応する信号処理経路が設計される。また、対応する複数の成分信号処理装置を設けることも考えられる。

【0026】

センサ・システムは、好ましくは、測定信号をセンサ・システムから送り出す、地電位に対して遮蔽された電気回線装置を有する。センサ・システムのさらなる実施形態は、センサ・システムから離れて配置された受信側に測定装置の信号をセンサ・システムから回線伝達式に送信する手段および／または非回線式に送信する手段を有する。信号は、回線伝達式または非回線式で光学のおよび／または電気的に送信される。光学形態の場合、センサ・システムは、好ましくは小型化された光電トランスデューサを有する。データは、フリー・ビーム式、またはガラスもしくはプラスチック製の光ファイバ等の光導波管を介して送信されてもよい。

10

【0027】

センサ・システムが基準電極を有するのが有利である。基準電極がセンサ・システムに基準電位を供給するように、基準電極は、測定対象においてセンサ・システムの隣に配置されてもよい。この場合、基準電極は、好ましくはオーミック電極である。

【0028】

しかしながら、原理上、基準電極は抵抗式、導電式または容量式で測定対象に結合されることが可能である。

20

【0029】

基準電位を設けることに加えて、基準電極は、交流信号を印加するのに使用されてもよい。交流信号によって移動信号が導出され、生体電磁信号における移動アーティファクトを補償することができる。この場合、基準電極は2つの機能を果たす。すなわち、第1に、基準電位を供給し、第2に、移動信号が導出される交流信号の信号源として、これにより、移動アーティファクトを補償することができる。交流信号の供給に、1つまたは複数の基準電極が使用されてもよい。複数の基準電極が利用される場合、異なる周波数の交流信号の印加が可能であり、各交流信号によって種々の電極体または電極装置の移動アーティファクトを別々に補償することが可能である。

30

【0030】

上述のセンサ・システムは、様々な測定装置に統合されることができる。例として、以下、EEGおよびECGの記録に適する測定装置を具体的に示す。

【0031】

ある測定装置は、ヘルメット状またはキャップ状の搬送装置内に配置される複数のセンサ・システムを備える。この搬送装置は、被験者の頭部上に被せるように少なくとも部分的にはめられるようにして設計されている。この場合、好ましくは、長い時間間隔にわたる測定が被験者にとって不快とならないような着用特性を有する。換言すれば、重さ、ボディ・モイスチャなどの吸収またはボディ・モイスチャなどへの伝達特性は、適切な物質によって着用が快適になるように最適化されるべきである。先に述べたキャップ状の測定装置が、特に救急医療におけるEEG診断では大いに役立つことが考えられる。同様に、このようなキャップを着用する人は、制御されるシステムと、その脳の活動を介して相互作用することが考えられる。制御されるこれらのシステムは、人間によって監視または制御されるべきコンピュータ、義肢、ロボットまたはさらなる機械もしくは複合システムであってもよい。この場合、キャップは人と機械との間のインタフェースとして働くことになる。

40

【0032】

レジャーの分野では、この方法でコンピュータ・ゲームを完全または部分的に制御することが可能であろう。したがって、コンピュータを介在させて、複数の人間の間で精神的対話を行うこともまた考えられるであろう。

50

【0033】

第2の測定装置は、多数のセンサ・システムを備え、これらセンサ・システムは、被験者の身体に締め付けることができる平面状の可撓性搬送装置に配置される。したがって、この測定装置は、特にECGの記録に適する。着用の快適さに関しては、先の叙述が同様に当てはまる。

【0034】

測定装置が頭部および身体の個々の形状に先に述べたように柔軟に適合することを保証するために、電極装置および／またはハウジングおよび／または追加のシールド手段および／または電極シールド体は、好ましくは、適切な可撓性プラスチックから製造される。

【0035】

本発明のさらなる構成は、生体電磁信号の容量測定の場合、容量センサ・システムと信号源との間のほんの僅かな相対移動も明らかな干渉信号を引き起こす、という問題が発生することに関係する。したがって、生体の心臓の動きに起因して周期的に発生する機械的脈波は、測定信号に影響を与えるに足るものである。さらに、センサ・システムと信号源との間に配置される衣服、毛髪なども、信号源が移動した場合にはいわゆる移動アーティファクトを必然的に引き起こす。

【0036】

先行技術から知られる容量センサ・システムをさらに最適化するために、移動アーティファクトが測定信号に与える影響を最小限に抑えることが極めて重要である。本発明のこの構成は、請求項29および33に記載されている方法ステップを含む方法によって達成される。

【0037】

上述のセンサ・システムまたは上述の測定装置が利用される場合、上記センサ・システムまたは測定装置は測定対象に配置される。その後、電氣的交流信号が測定対象に印加され、電極装置を介して検出される交流信号の時間的变化を使用してセンサ・システムの電極装置の電極容量または測定装置の電極装置の電極容量が求められる。求められたこの電極容量は、センサ・システムまたは測定装置の測定信号を評価する際に、最終ステップで考慮される。

【0038】

同様に、印加される交流信号は、使用されるセンサ・システム以外の装置を介して外部印加されてもよく、また、電極容量を求めるために評価されてもよい。

【0039】

印加は、例えば、測定対象に配置されている別個の電極を介して実行される。この電極は、オーミック電極または容量電極であってもよい。印加される交流信号の周波数は、通常、生理学的に関連のある測定信号の周波数から2桁以上が除去される。技術上周知の方法においては、ロックイン増幅回路によって交流信号の外部印加を開始することが可能である。

【0040】

センサ・システムまたは測定装置の電極装置の電極容量を求める電氣的交流信号は、好ましくは、電極装置を介して、またはセンサ・システムもしくは測定装置と外的に協働する基準電極を介して測定対象に印加される。この場合、基準電極は2つの機能を果たす。

【0041】

したがって、以下のステップを含む方法によって、生体電磁信号を測定するセンサ・システムに与える移動アーティファクトの影響を全く一般的方式で最小限に抑えることができる。まず、生体電磁信号の測定に適した容量センサ・システムが測定対象に配置される。次に、電氣的交流信号が測定対象に印加され、印加された交流信号はセンサ・システムの電極容量を求めるために評価され、次いで、求められた電極容量が測定信号の評価に際に最終的に考慮される。

【0042】

先に挙げた方法のうちの1つにおいて、好ましくは、電氣的交流信号としてライン周波

10

20

30

40

50

数干渉信号が用いられてもよい。50または60Hzの電源信号がいかなる場合も存在することより、特別に装置を設けて信号を生成する必要がない。

【0043】

センサ・システムまたは測定装置の電極装置の電極容量の時間的な相対変化を考慮して、電極容量の時間的な相対変化から測定対象に対する電極装置の移動を導出するのが有利である。このように求められた移動が、次に、生体電磁信号に重畳されている移動アーティファクトを求めてこれらを補償するために使用されてもよい。

【0044】

先に述べたセンサ・システムおよび／または先に述べた測定装置を利用するさらなる方法は、以下のステップを含む。まず、測定対象にセンサ・システムまたは測定装置が配置される。続いて、測定中に、測定対象に対するセンサ・システムの位置の位置パラメータが求められ、求められた位置パラメータが、測定信号における移動アーティファクトを補償するために考慮される。

10

【0045】

全てのセンサ・システムには、必要な位置パラメータを求めるために位置測定システムが設けられる。これらの位置測定システムが、適切な測定方法によって必要な相対位置を求める。この方法には、特に、光学装置、音響装置および圧電装置ならびにこれらの装置を使用する方法が適している。

【0046】

電極装置によって測定される電磁信号を処理するためには、デジタル信号を処理するロバストな方法を使用するのが好ましい。詳細には、データは空間領域および周波数領域でフィルタリングされる。この場合、全てのフィルタは、測定中、リアルタイムが適当であれば、瞬間的な信号特性にも適応できる。さらに、詳細には、信号を例えばウェーブレット、シヌソイド関数などの任意のベース・システムに分解することを基礎とする単変量雑音除去法（univariate denoising method）が利用される。この任意のベース・システムは、過剰決定（システムを決定するのに冗長な状態）または過少決定（システムを一意に決定できない状態）を含む。単変量雑音除去は、センサ・システム自体の測定信号が、センサ・システムの他の並行測定信号とは別個に雑音除去されることを意味する。

20

【0047】

詳細には、適切な信号特徴を抽出するために、信号ダイナミクスを記述する技術（例えば、自己回帰係数、非線形動的パラメータ抽出法）またはシンクロニシティを記述する技術を使用することも可能である。

30

【0048】

さらに、雑音除去に多変量方法も利用できる。この場合、センサ・システムの複数の測定信号が共通処理で雑音除去される。これらの処理は、例えば、主成分分析、独立成分分析、射影追跡技術、疎分解技術またはベイズの部分空間正則化技術によって、測定データの空間的投影に基づく。

【0049】

さらに、センサ・システムの幾何学的配置を考慮する投影技術が利用されてもよい。詳細には、ビーム形成技術やラプラシアン・フィルタなどの電極装置およびシールド手段および／または電極シールド体の幾何学的配置を考慮する。

40

【0050】

また、信号特性の変化、いわゆる非定常性に、リアルタイムが適当であれば、上記空間投影法の変形を使用してもよい。非定常性は、極めて一般的には、例えば雑音源の添加または削除、センサ・システムと測定対象との相対移動、測定対象の生理的状態変動などである環境条件の変化として理解される。

【0051】

実際の測定を開始する前に、任意選択として較正測定が実行され、この場合、信号は特定の条件下で測定される。これにより、例えば空間投影のための共通空間パターン技術などの監視される処理方法を使用することができる。

50

【0052】

校正データは、モデルの選択（最適方法および設定可能パラメータ値の決定）を実行するためにも使用される。

【0053】

これらの予め処理されて雑音除去されたデータに基づいて、必要に応じておそらくは非定常信号特性にリアルタイムで適応する分類および回帰に対して、適切な適応技術が利用される。このような方法の例としては、線形／非線形判別分析、（カーネル）フィッシャーの判別式、カーネルを用いた学習法（例えば、サポート・ベクトル・マシン、線形プログラミング・マシンなど）、ブースティング、決定木およびニューラル・ネットワークがある。

10

【0054】

このような分類および回帰の技術は、例えば、測定されて前処理された測定信号に基づいて異なる（脳）状態を区別するために、さらには情報を送信するために使用されてもよい。また、状態を予測することも可能である。

【0055】

次に、添付の図面に関連して、本発明のさらなる特性および効果を説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0056】

1. センサ・システムの設計

図1Aは、本発明の第1実施形態にかかるセンサ・システムを示す断面図である。この図は全く概略的であり、縮尺は正確ではない。電極装置10は、絶縁領域として作用する平板状の絶縁素子12上に配置されている。電極装置10は、電極装置10に面する絶縁素子12と電極シールド体20とによって、本質的に完全に囲まれている。この電極シールド体20も同様に絶縁素子12上に取り付けられ、絶縁素子12を介して電極装置10にDCデカップリングされている。

20

【0057】

電極シールド体20は、電極装置10から出現する信号線4を導く開口を有する。この信号線4は、電極シールド体20の外側に配置された信号処理装置30に接続されている。信号処理装置30および電極シールド体20の両方は、電極装置10の上方に存在している。信号処理装置30および電極シールド体20の両方は、電極装置10に面する絶縁素子12と追加のシールド手段21とによって囲まれている。追加のシールド手段21は、測定信号をセンサ・システムから送り出す電気回線40の貫通孔を有し、この貫通孔はフレーム電位である。

30

【0058】

図示されている回線40は、ライトガイドの構造で光学的に設計されてもよい。このような場合、信号処理装置30は適切な電気光学トランスデューサを含む。さらにライトガイドは、光ファイバとして、および光学的に集積されて設計されてもよい。回線40としてライトガイドを使用する利点は、ライトガイドは外部電磁場に対する遮蔽を必要としない点である。

【0059】

絶縁素子12は、第1に、電極装置10のDCデカップリングを保証する。第2に、同様に、電極シールド体20と追加のシールド手段21との間のDCデカップリングの機能を果たす。図1Aにおいて、電極シールド体20は、互いに対向して配置された断面がL字形の翼部として設計されている。当然ながら、電極シールド体20は、例えばチャンバ部を備えた構造のような他の多くの構造も可能である。特に、立体角を画定するようにして電極シールド体20が電極装置10を囲む点は重要である。この立体角から電磁場は、電極シールド体20によって生じる減衰を受けることなく、電極装置10に到達する、

40

【0060】

上記記載は、追加のシールド手段21の空間的構造に関して、必要な変更を加えても有効である。図1Bに示すように、追加のシールド手段21を別個のコンパートメント（室

50

）を備えた構造に設計することが可能である。よって、このような1つのコンパートメント内では、信号処理装置30とは反対側の電極装置10を追加のシールド手段21が電極シールド体20と共に遮蔽するように、信号処理装置30を配置することが可能である。このようにして、信号処理装置30内で発生する電磁場の干渉が最小限に抑えられる。

【0061】

電極シールド体20および追加のシールド手段21の両方ともが様々な幾何学的構造を採用しうることは、明らかである。これは、詳細には、信号処理装置30の空間的構造に関連する。測定信号処理の全範囲を信号処理装置30が引き受けなければならないわけではない。図示されている信号処理装置30では、信号処理は単に部分的に実行されてもよい。センサ・システムから離れて配置された追加の信号処理装置が、図示されている信号処理装置30の下流に接続されてもよい。

10

【0062】

同様に、追加のシールド手段21に関しても、必ずしも一体物として設計される必要のない点は同じである。また、個々の遮蔽エレメントを備えたハイブリッド設計も可能である。同様に、信号線4用の通路開口も、信号処理装置30と電極装置10との間の遮蔽に対する種々の要件を満たすために、設計が変更されてもよい。

【0063】

さらに、図1Aおよび図1Bにおいて単一の構成要素として示されている信号処理装置30は、複数の空間的に分離されたサブエレメントで構成されてもよい。これらのサブエレメントの個々の1つ、または全ては、異なるコンパートメントまたは同一のコンパートメント内で追加のシールド手段21によって囲まれてもよい。

20

【0064】

図2は、本発明によるセンサ・システムの概略等価回路図である。電極装置10は、生体電磁信号源として機能する測定対象Qに関する電極容量Cを有する。

【0065】

電場および電場から生じる信号源Qの電位が、容量電極装置10の容量Cに応じて、容量電極装置10の電荷に影響を与える。時間依存信号源Qを所与として容量Cの電荷自体も時間依存性であり、この容量Cの電荷は、インピーダンス変換器31として作用する信号処理装置30の演算増幅器に到達する。このインピーダンス変換器31は、入力インピーダンス Z_i を有する。周囲の全ての抵抗性、容量性および誘導性の外的寄与分、およびインピーダンス変換器31の内部入力インピーダンスは、この入力インピーダンス Z_i に含まれている。インピーダンス Z_i の外的分は、容量性分および誘導性分を可能な限り小さくし、抵抗性分を限り大きくするためのものである。インピーダンス変換器31は、後続の信号処理に従回路32を使用できるように、インピーダンス変換器の入力信号を小さい出力インピーダンスに変換する。インピーダンス変換器31の出力信号は、電極シールド体20の電位を構成する。この電位は、市販のガード電極システムではガード電位として示される。

30

【0066】

キャパシタCを介して電荷信号を記録している間、寄生信号が発生する。これら寄生信号は、容量電極装置10と電極シールド体20との間に作用する寄生シールド・キャパシタ C_g と、電極シールド体20とシールド手段21との間に作用する第1の寄生シールド・キャパシタ C_{s1} と、容量電極装置10とシールド手段21との間に作用する第2の寄生シールド・キャパシタ C_{s2} とを介して、結合される。

40

【0067】

したがって、これら寄生キャパシタ C_g 、 C_{s1} および C_{s2} を、幾何学的パラメータの適切な適応によって、詳細には電極シールド体20およびシールド手段21の公差および表面形状と、電極装置10、電極シールド体20およびシールド手段21間のそれぞれの間隔とによって、設定することが効果的である。さらに、寄生キャパシタ C_g は、電極装置10と電極シールド体20との間に配置された媒体11の誘電特性によって影響される。当然ながら、寄生キャパシタ C_{s1} および C_{s2} もそれらに関する媒体の誘電特性に

50

よって影響される。

【0068】

補償インピーダンス C_k を介して処理された信号を電極装置 10 にフィードバックする代わりに、適切な論理演算から電極シールド体の電位（ガード電位）を生成するために、処理された信号がインピーダンス変換器 31 の出力回線と結合されてもよい。信号処理のパラメータが、ガード電位の生成にいずれのタイプの信号論理演算（例えば、減算、加算など）が適するかを決定する。また、センサ・システムのダイナミック・レンジも上述の方法で増加されてもよい。

【0069】

図 3 A から 3 C は、電極装置 10 の設計の種々の変形を示したものである。図示されている 3 つの変形のそれぞれは、複数の電極体 100 を備える。

10

【0070】

図 3 A には、4 つの電極体が、対称配置された四分円状のエレメントのトポロジーで示されている。図 3 B は、2 つの楕円状の電極体 100 が、一方の楕円が他方の楕円の隙間に入り込む、すなわち互い違いになるように配置された構造を示す。図 3 C では、電極装置 10 が 5 つの電極体 100 を備え、これらはそれぞれ異なる直径を有する環形状であり、同心状に配置されている。

【0071】

電極装置 10 に関して図示されている多様な設計の場合、信号処理装置における並列信号処理を保証するために、それぞれの電極体に対応する複数の信号線および信号処理経路が必要である。

20

【0072】

2. 電極に対する静電荷電の補償

センサ・システムの周囲の電荷およびセンサ・システムの電極装置 10 の外部電荷は、電極装置 10 に、すなわち電極装置 10 の各電極体 100 上に、静電荷を生成するという影響を与える。静電荷は電極装置 10 すなわち各電極体 100 に集まって、電極装置 10 の静電荷電となる。電極装置 10 すなわち電極装置 10 の電極体 100 のこのような静電荷電は、測定対象 Q から電磁信号を受信するセンサ・システムのダイナミック・レンジを著しく損ない、達成可能なセンサ・システムの信号対雑音比を低減させる。

【0073】

30

測定対象 Q からの電磁信号の検出は、電極装置 10 上での電荷移動を伴う。検出対象の電磁信号が測定対象 Q から電極装置 10 に通過すると、電磁信号は、電極装置 10 上の電荷移動を生じさせ、電流およびこの電流に起因した信号処理装置 30 で処理される信号を引き起こす。しかしながら、センサ・システムの周囲における外部電荷のために電極装置 10 上に静電荷が存在すれば、これにより、実際に検出されるべき測定対象 Q からの電磁信号について電極装置 10 のダイナミック・レンジが低減され、さらに、この電磁信号には干渉信号がより強力に重畳される、という影響が出てしまう。

【0074】

さらに、電極装置 10 上に位置づけられる静電荷は、測定対象 Q に対する電極装置 10 の移動によって生じる移動アーティファクトに起因して、測定対象 Q から受信されるべき電磁信号の干渉に重大な影響を与える。電極装置 10 の測定対象 Q からの距離の関数として電極装置 10 によって受信される信号の変化は、次式で表すことができる。

40

【0075】

【数 1】

$$\frac{\partial U}{\partial d} = \frac{1}{C} \frac{\partial Q}{\partial d} - \frac{Q}{C^2} \frac{\partial C}{\partial d} \quad (1)$$

【0076】

式 (1) において、第 1 項は、電極装置 10 と測定対象 Q との間隔が d であるとして、

50

電極装置 10 における電圧 U の間隔 d による変化を表し、第 2 項は間隔 d による電荷 Q の変化を表し、第 3 項は間隔 d による電極容量 C の変化を表す。信号 U が電極装置 10 によって検出され、かつ移動アーティファクトによって干渉されない場合、式 (1) の第 2 項および第 3 項はゼロになる。すなわち、両項に寄与分はなく、よって信号 U は、電極装置 10 と測定対象 Q との距離 d に対する電極容量 C の変化に依存しない。式 (1) から分かるように、第 3 項は、電極装置 10 上に集まる電荷 Q に比例する。したがって、電極装置 10 上に集まる電荷 Q の抑制は、受信される信号に干渉する移動アーティファクトの低減を伴う。

【0077】

電極装置 10 上に静電荷が集まることを補償するために、センサ・システムには、信号処理装置 30 の出力と電極装置 10 との間にフィードバックが構成される。図 2 に示すようなセンサ・システムの等価回路図の場合、キャパシタ C_k として設計された補償インピーダンスがこのために設けられる。この補償インピーダンスは、信号処理装置の信号出力と電極装置 10 との間で作用する。この補償インピーダンス C_k は、図 2 に示すような容量性であってもよいが、抵抗性または誘導性であってもよい。センサ・システムのダイナミック・レンジは、補償インピーダンス C_k を設けることによって拡大される。

【0078】

図 4 は、補償インピーダンス C_k を使用する補償回路のさらなる実施形態を示す。図示の補償回路は、電極装置 10、インピーダンス変換器 31、および回路 32 を有する。この回路 32 は、信号処理装置 30 の出力からの信号を電極装置 10 に補償インピーダンス C_k を介してフィードバックする機能を有する。回路 31 は 2 つの段を備える。そのうちの第 1 段は、抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 および R_t 、キャパシタ C_1 、 C_t および演算増幅器 O_1 を備え、二次低域通過フィルタを構成する。第 2 段は、抵抗 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 、キャパシタ C_2 および演算増幅器 O_2 を備え、信号を電極装置 10 にフィードバックする制御回路を構成する。電極装置 10 によって検出された信号は、インピーダンス変換器 31 を介して低域通過装置に供給され、低域通過装置によってフィルタリングされ、キャパシタ C_k により形成された補償インピーダンスおよび制御回路を介して電極装置 10 にフィードバックされる。

【0079】

補償インピーダンス C_k は、電極装置 10 と信号処理装置 30 の出力との間で電荷を交換できるという効果を有する。この場合、低域通過フィルタでフィルタリングされた反対符号の出力信号が補償インピーダンス C_k を介して電極装置 10 にフィードバックされ、これにより、フィードバック信号は、正確に、電極装置 10 に結合されて電極装置 10 上に集まる電荷量とは同一の電荷量で逆符号となる。この場合、低域通過フィルタのカットオフ周波数は小さくなるように選択されるため、低域通過フィルタでフィルタリングされた信号は本質的に静的である。これにより、電極装置 10 にフィードバックされるのは、出力信号の低周波数で本質的に静的な成分のみである。したがって、補償されるのは電極装置 10 の低周波数電荷成分のみであり、これらは本来（準）静的であって、言い換えれば、電極装置 10 上に集まった実質上の静電荷のみが補償される。低域通過フィルタのカットオフ周波数は、この場合に妥当な約 200 mHz であってもよく、これにより、測定対象 Q から検出されるべき電磁信号の周波数レンジよりも極めて低い。

【0080】

電極装置 10 の静電荷電の最も広範囲で完全な抑制は、図 2 および図 4 に示す補償インピーダンス C_k によって達成される。これにより、電極装置 10 のダイナミック・レンジを改善し、センサ・システムの達成可能な信号対雑音比を拡大することが可能である。

【0081】

3. センサ・システムによる移動アーティファクトの補正方法

本発明によれば、測定対象 Q に対する容量電極装置 10 の相対移動によって生じる、測定対象 Q から測定される電磁信号における移動アーティファクトの影響を最小限に抑えることのできる方法が提供される。本発明の方法では、電極装置 10 を備えるセンサ・シ

テム、または多様なセンサ・システムおよび電極装置10を有する測定装置が、測定対象Q上に取り付けられ、電氣的交流信号が電極装置10を介して測定対象に接続され、接続された交流信号が評価され、これにより、センサ・システムの電極装置10の電極容量Cの時間的变化が求められる。この場合、各電極装置10の移動を別個に補償できるように、各センサ・システムの電極装置10ごとに別々に電極容量Cが求められる。

【0082】

補償は、電極容量の時間的变化を考慮して各センサ・システムの測定信号を評価することによって実行され、これにより、移動によって生じる移動アーティファクトが計算により測定信号から除去される。

【0083】

図5は、測定対象Q上への電極装置10の配置を概略示したものである。ここで、電極装置10は測定対象Qから距離 $d(t)$ を隔てている。距離 $d(t)$ は時間的に可変であり、よって、測定対象Qと電極装置10によって形成される容量Cもまた時間的に可変である。

【0084】

移動アーティファクトを求めるために、時間可変的な交流信号 $a(t)$ が電極装置10に印加され、交流信号 $a(t)$ の応答信号 $b(t)$ が測定される。この場合、交流信号 $a(t)$ は例えば300Hzである特定の周波数の搬送信号であり、応答信号 $b(t)$ は、測定対象Qに対する電極装置10の移動による交流信号 $a(t)$ の変調に相当する。この場合、測定対象Qに対する電極装置10の移動は電極容量Cの時間的变化と相関関係があり、よって、電極容量Cの時間的变化に関する情報は、変調された交流信号 $a(t)$ によって構成される応答信号 $b(t)$ に包含されている。

【0085】

図5に示す構成では、応答信号 $b(t)$ は、距離に応じて変化する電極容量Cによって生じる交流信号 $a(t)$ の振幅変調に対応する。しかしながら、変化する電極容量Cによって交流信号 $a(t)$ が周波数変調または位相変調されるか、または他の既知の変調方法によって交流信号 $a(t)$ が変調される構成も可能であり、このためには、いずれの場合も電極容量Cが変調成分として機能する既知の回路を利用することが可能である。

【0086】

また、電極装置10を介する交流信号 $a(t)$ の直接的な供給に代わるものとして、交流信号 $a(t)$ を測定対象Qの別の場所に配置された別個の基準電極を介して測定対象Qに接続し、測定対象Qに配置された各電極装置10を介して、応答信号 $b(t)$ を検出することも可能である。この応答信号 $b(t)$ は、その時点での交流信号 $a(t)$ の変調成分に対応し、電極装置10ごとの各電極容量Cの時間的变化に関する情報を包含する。この場合、交流信号 $a(t)$ は別個の基準電極を介して結合されるのに対して、信号は各電極装置10を介して受信するのみであるため、センサ・システムの設計を単純化することができる。この場合、交流信号 $a(t)$ を各電極装置10に供給する供給路は必要なく、よって、図2に示すように、センサ・システムは、信号を受信する受信路、すなわち手段30、31、32しか必要としない。このような電極構成は、例えば図3Aから図3Cに示すように設計されてもよく、これらの場合、電極体100のうちの1つは基準電極として機能し、他の電極体100は受信電極として機能する。

【0087】

基準電極は、交流信号 $a(t)$ を測定対象Qに供給するために、一般に測定対象Qに抵抗式、誘導式または容量式に取り付けられてもよい。また、種々の周波数の交流信号を供給する複数の基準電極の使用も考えられる。この場合、電極装置10は、測定対象Qに対する各電極装置10の移動に関する結論をその時点で引き出すことが可能な周波数で交流信号 $a(t)$ をそれぞれ受信する。

【0088】

図6は、電極装置10によって受信される応答信号 $b(t)$ の一例を示す。本図に示す応答信号 $b(t)$ の周波数スペクトルは、応答信号 $b(t)$ のフーリエ変換された $F\{b$

10

20

30

40

50

(t)} に相当する。図 6 に示す事例では、交流信号 $a(t)$ は測定対象 Q 上に取り付けられた基準電極を介して抵抗式に接続され、電極装置 10 は測定対象 Q に対して 10 Hz の周波数で移動する。これに応じて、図 6 に示す応答信号 $b(t)$ は、交流信号 $a(t)$ の周波数 300 Hz の周辺に、両側波帯、詳細には 290 Hz および 310 Hz である 2 つの側波帯を有する。これら側波帯は、測定対象 Q に対する電極装置 10 の移動に起因した交流信号 $a(t)$ の変調によって生成される。

【0089】

図 7 は、測定された応答信号 $b(t)$ (図 7 の下側) と、上記応答信号 $b(t)$ から計算されて電極容量 C の時間的変化と相関関係がある移動信号 $B(t)$ (図 7 の上側) とを示す。したがって、移動信号 $B(t)$ は、測定対象 Q に対する電極装置 10 の時間的変化に関する情報を含む。ここで、高域通過フィルタに応答信号 $b(t)$ をかけることによって、移動信号 $B(t)$ が応答信号 $b(t)$ から導出され、交流信号 $a(t)$ (この場合は 300 Hz である) の周波数よりも低い周波数範囲内に存在する、測定対象 Q から検出されるべき生体電磁信号の成分が抑制される。続いて、高域通過フィルタにかけられた応答信号 $b(t)$ は復調され、次に、元々の交流信号 $a(t)$ の成分が計算によって応答信号 $b(t)$ から除去され、これにより、移動信号 $B(t)$ が求められる。移動信号 $B(t)$ は電極容量 C の時間的変化と相関関係があり、よって、電極容量 C の相対的時間変化に関する情報を測定対象 Q に対する電極装置 10 の移動の関数として包含することから、移動信号 $B(t)$ が、さらに処理されて、既知の信号処理アルゴリズムを用いて検出された生体電磁測定信号における移動アーティファクトを補償するために使用されてもよい。この場合、移動アーティファクトの補償は、実際の測定の下流における後処理ステップにおいて実行されてもよく、または、相応のより強力な信号処理装置 30 を所与として、移動アーティファクトの直接的な補償を目的として測定の間リアルタイムで実行されてもよい。

【0090】

図 8 は、本発明によるセンサ・システムを使用して移動アーティファクトの影響を最小限に抑える方法の基本シーケンスを示す。この場合、センサ・システムまたは測定装置の測定信号の評価の際に、電極装置 10 の電極容量 C の変化が考慮される。

【0091】

図 9 は、移動アーティファクトの影響を最小限に抑えるさらなる方法の基本シーケンスを示す。本方法では、センサ・システムまたは測定装置がまず測定対象に取り付けられ、このセンサ・システムまたは測定装置の位置を求める位置測定システムが、センサ・システムまたは測定装置に設けられる。続いて、測定中に、測定対象に対するセンサ・システムの位置の位置パラメータが求められ、求められた位置パラメータが測定信号における移動アーティファクトを補償するために考慮される。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図 1 A】 本発明の第 1 実施形態にかかるセンサ・システムの概略断面図である。

【図 1 B】 本発明の第 2 実施形態にかかるセンサ・システムの概略断面図である。

【図 2】 本発明にかかるセンサ・システムを示す概略等価回路図である。

【図 3 A】 図 2 のセンサ・システムの電極の多体構造の一形態を示す図である。

【図 3 B】 図 2 のセンサ・システムの電極の多体構造の別の形態を示す図である。

【図 3 C】 図 2 のセンサ・システムの電極の多体構造のさらに別の形態を示す図である。

【図 4】 電極上の静電荷を補償する補償回路の一実施形態を示す概略等価回路図である。

【図 5】 測定対象から一定の距離を隔てた電極の配置を示す概略図である。

【図 6】 電極の移動によって変調される交流信号の周波数スペクトルを示すグラフである。

。

【図 7】 電極の移動によって変調される交流信号を示すグラフと、変調された交流信号から計算された移動信号を示すグラフである。

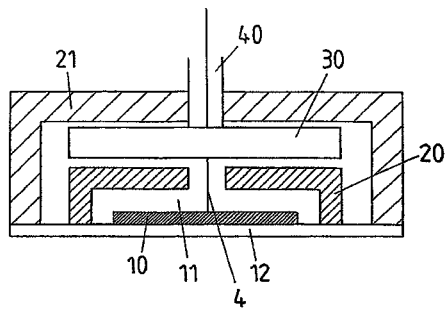
【図 8】 センサ・システムを使用して移動アーティファクトの影響を最小限に抑える方法

に関する第 1 の方法を示すフローチャートである。

【図 9】センサ・システムを使用して移動アーティファクトの影響を最小限に抑える方法に関する第 2 の方法を示すフローチャートである。

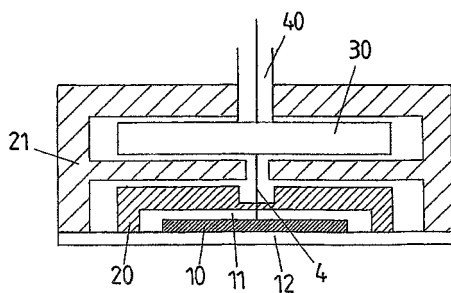
【図 1 A】

FIG 1A



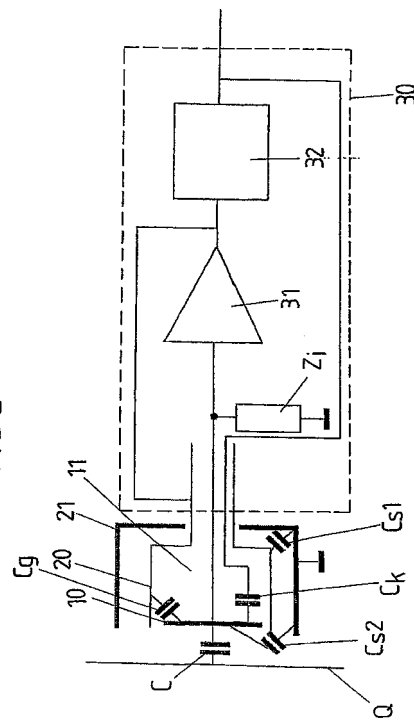
【図 1 B】

FIG 1B

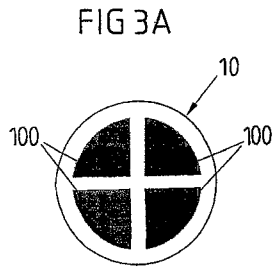


【図 2】

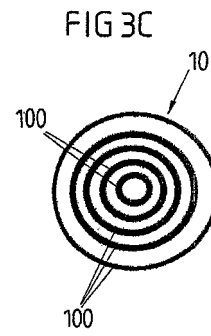
FIG 2



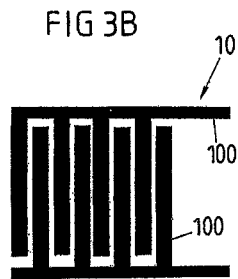
【図 3 A】



【図 3 C】

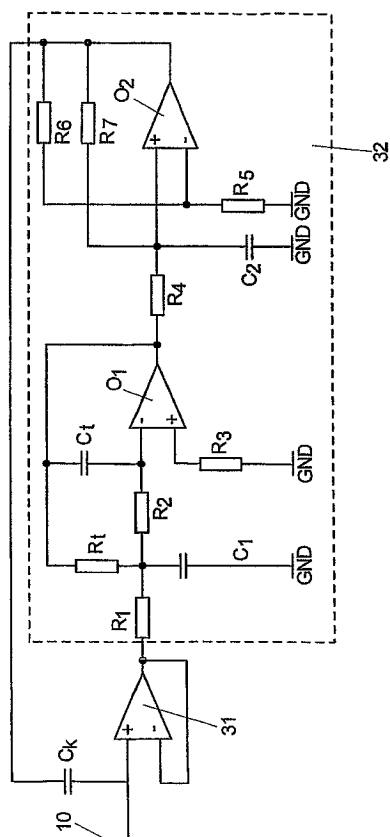


【図 3 B】



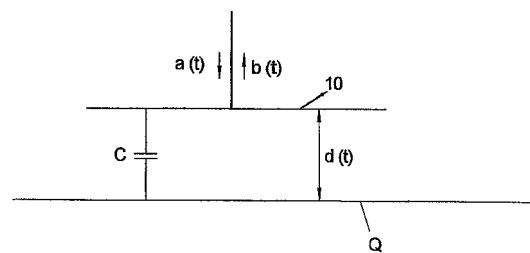
【図 4】

FIG 4



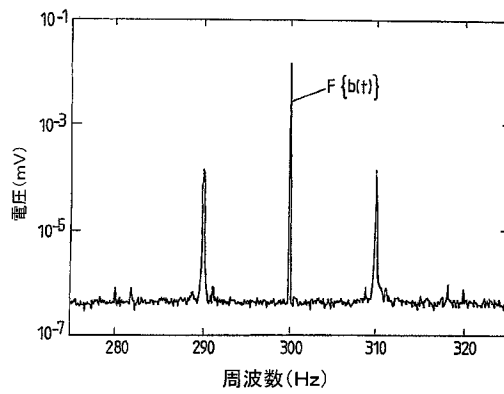
【図 5】

FIG 5



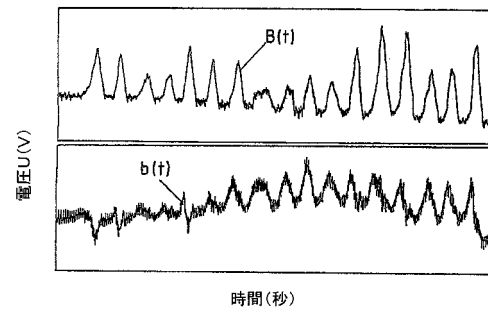
【図 6】

FIG 6



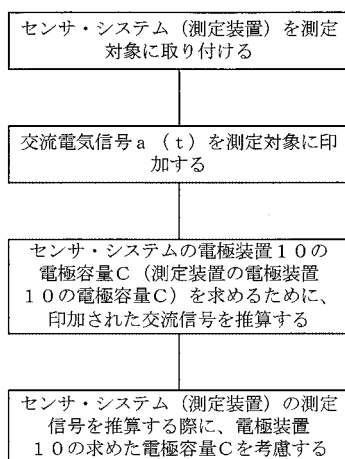
【図 7】

FIG 7



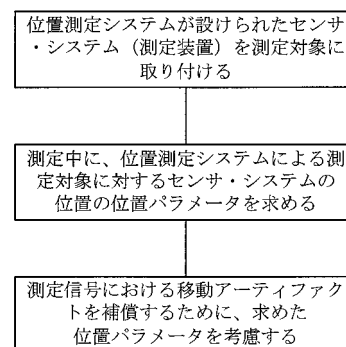
【図 8】

FIG 8



【図 9】

FIG 9



フロントページの続き

(74)代理人 100086793

弁理士 野田 雅士

(74)代理人 100112829

弁理士 堤 健郎

(72)発明者 ミュラー・クラウス・ロベルト

ドイツ国, 1 2 1 5 9 ベルリン, フレゲストラーセ 7 a

(72)発明者 ブランカーツ・ベンジャミン

ドイツ国, 1 0 2 4 7 ベルリン, ベーンシュストラーセ 6 5

(72)発明者 クリオ・ガブリエル

ドイツ国, 1 4 1 6 7 ベルリン, エヒタメイヤーStraße 1 5

(72)発明者 シリング・マインハルト

ドイツ国, 3 8 3 0 2 ヴォルフエンビュテル, クライネ ブライテ 5 1

審査官 小島 寛史

(56)参考文献 米国特許出願公開第2004/0254435 (US, A1)

米国特許出願公開第2004/0073104 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/0408

A61B 5/0478