

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7440515号
(P7440515)

(45)発行日 令和6年2月28日(2024.2.28)

(24)登録日 令和6年2月19日(2024.2.19)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 5/053(2021.01) A 6 1 B 5/053

A 6 1 B 5/304(2021.01) A 6 1 B 5/304

A 6 1 B 5/276(2021.01) A 6 1 B 5/276 1 0 0

請求項の数 19 (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-532500(P2021-532500)	(73)特許権者	000109543
(86)(22)出願日	令和1年12月13日(2019.12.13)		テルモ株式会社
(65)公表番号	特表2022-512157(P2022-512157 A)		東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4 4 番1 号
(43)公表日	令和4年2月2日(2022.2.2)	(74)代理人	100147485
(86)国際出願番号	PCT/US2019/066379		弁理士 杉村 憲司
(87)国際公開番号	WO2020/124035	(74)代理人	230118913
(87)国際公開日	令和2年6月18日(2020.6.18)		弁護士 杉村 光嗣
審査請求日	令和4年9月13日(2022.9.13)	(74)代理人	100186015
(31)優先権主張番号	62/779,657		弁理士 小松 靖之
(32)優先日	平成30年12月14日(2018.12.14)	(72)発明者	クレイトン ジー ルバック
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4
			1 0 3 サン フランシスコ パール スト
			リート 1 1
		(72)発明者	レーザ ナイマ
			アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 乾式電極生体電気インピーダンス検知を校正するためのシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体電気インピーダンス測定装置であって、
ソース電極及びシンク電極を備える少なくとも1対の刺激電極と、
第1検知電極及び第2検知電極を備える少なくとも1対の検知電極と、
少なくとも1対の刺激電極に操作可能に接続された信号発生器と、
標準モードと短絡モードとの間で前記装置を切り換えるように構成された制御器であって、前記標準モードにおいて、前記信号発生器は、前記ソース電極と前記シンク電極との間に電流を印加し、前記短絡モードにおいて、前記信号発生器は、前記同じ電流を前記ソース電極と前記シンク電極の両方に印加する、制御器と、
前記標準モードと前記短絡モードの両方における前記検知電極での信号に少なくとも部分的に基づいて校正された生体電気インピーダンス測定値を出力するように構成された処理器と、
を備える生体電気インピーダンス測定装置。

【請求項2】

前記処理器は、測定値に少なくとも部分的に基づいて前記校正された生体電気インピーダンス測定値を決定するように更に構成され、前記測定値は、前記標準モードと前記短絡モードの両方における前記第1検知電極と前記第2検知電極との間の電圧差分、前記標準モードと前記短絡モードとにおける前記第1検知電極での電圧の比、及び前記標準モードにおける電流検知抵抗器をわたる電流に等しい、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記処理器は、前記制御器と統合されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記制御器は、前記標準モードと前記短絡モードとの間で自動的に切り換わるように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記制御器は、前記標準モードと前記短絡モードとの間で切り換わるように構成されたマルチプレクサを駆動するように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記制御器は、前記標準モードと、前記短絡モードと、逆方向モードとの間で切り替わるように更に構成され、前記逆方向モードにおいて、前記信号発生器は、前記標準モードに対して逆にされている方向に前記シンク電極と前記ソース電極との間に電流を印加する、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記処理器は、前記標準モードと前記短絡モードの両方における前記検知電極での前記信号に少なくとも部分的に基づいて第 1 生体電気インピーダンス測定値を決定し、前記逆方向モードと前記短絡モードの両方における前記検知電極での前記信号に少なくとも部分的に基づいて第 2 生体電気インピーダンス測定値を決定するように構成されており、前記校正された生体電気インピーダンス測定値は、前記第 1 生体電気インピーダンス測定値と前記第 2 生体電気インピーダンス測定値とを組み合わせる、請求項 6 に記載の装置。

20

【請求項 8】

前記校正された生体電気インピーダンス測定値は、前記第 1 生体電気インピーダンス測定値と前記第 2 生体電気インピーダンス測定値との平均である、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記装置は、手首装着型デバイスとして構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 対の刺激電極と通信している電流検知抵抗器を更に備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 対の刺激電極及び前記少なくとも 1 対の検知電極は、全て乾式電極を備える、請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 12】

校正された生体電気インピーダンスを決定する方法であって、前記方法は、
順方向モードにおいて、ソース電極とシンク電極との間に第 1 電流を印加するステップであって、それにより、第 1 検知電極及び第 2 検知電極からの電圧を記憶する、ステップと、

短絡モードにおいて、前記ソース電極と前記シンク電極の両方に同時に第 2 電流を印加するステップであって、それにより、前記第 1 検知電極及び前記第 2 検知電極からの電圧を記憶する、ステップと、

校正された生体電気インピーダンス測定値を出力するステップであって、前記生体電気インピーダンス測定値は、前記順方向モードと前記短絡モードの両方における前記検知電極の前記電圧に少なくとも部分的に基づいている、ステップと、

40

を含む、方法。

【請求項 13】

前記校正された生体電気インピーダンス測定値を推定するステップが、測定値に少なくとも部分的に基づいて前記校正された生体電気インピーダンス測定値を決定するステップを含み、前記測定値は、前記順方向モードと前記短絡モードの両方における前記第 1 検知電極と前記第 2 検知電極との間の電圧差分、前記順方向モードと前記短絡モードにおける前記第 1 検知電極での電圧の比、及び前記順方向モードにおける電流検知抵抗器をわたる電流に等しい、請求項 12 に記載の方法。

50

【請求項 14】

前記校正された生体電気インピーダンス測定値 (Z_2) を前記推定するステップは、前記順方向モードにおける前記第1検知電極と前記第2検知電極との差分電圧 (β_N) から、前記短絡モードにおける前記第1検知電極と前記第2検知電極との差分電圧 (β_B) に前記順方向モードと前記短絡モードとにおける前記検知電極のうちの1つの入力での電圧の前記比 (γ_N / γ_B) を乗算したものを減算して、前記順方向モードにおける前記電流検知抵抗器をわたる前記電流 (α_N / Z_6) によって除算するステップを含み、ここに、

$$Z_2 = (\beta_N - \beta_B * (\gamma_N / \gamma_B)) / (\alpha_N / Z_6)$$

である、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記順方向モードと前記短絡モードとの間で自動的に切り換わるステップを更に含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 16】

逆方向モードにおいて、前記シンク電極と前記ソース電極との間の電流が前記順方向モードに対して逆にされているように、前記シンク電極と前記ソース電極との間に第3電流を印加するステップと、前記第1検知電極及び前記第2検知電極からの電圧を記憶するステップと、を更に含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 17】

前記順方向モードと前記短絡モードの両方における前記検知電極での信号に少なくとも部分的に基づいて第1生体電気インピーダンス測定値を決定するステップと、前記逆方向モードと前記短絡モードの両方における前記検知電極での前記信号に少なくとも部分的に基づいて第2生体電気インピーダンス測定値を決定するステップと、を更に含む、前記校正された生体電気インピーダンス測定値は、前記第1生体電気インピーダンス測定値と前記第2生体電気インピーダンス測定値とを組み合わせる、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記校正された生体電気インピーダンス測定値は、前記第1生体電気インピーダンス測定値と前記第2生体電気インピーダンス測定値との平均である、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

電流検知抵抗器を通る電流を測定するステップを更に含む、請求項 12 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本特許出願は、2018年12月14日に出願された、名称が「Methods and Apparatus for Calibrating Dry Electrode Sensing」である米国仮特許出願第62/779,657号の優先権を主張し、この出願は参照により全体として本明細書に組み込まれる。

【0002】

参照による援用

本明細書内で言及される全ての出版物及び特許出願は、あたかも個々の出版物又は特許出願が、参照によって組み込まれるように具体的に及び個々に示されるように同じ範囲まで全体として参照によって本明細書に組み込まれる。

【0003】

本明細書に記載された方法及び装置が用いられて、生体電気インピーダンス信号を含む生体電気信号を測定してもよい。特に、乾式電極を正確に急速に校正し、生体電気インピーダンスを決定するための方法及び装置が、本明細書に記載されている。

【背景技術】

【0004】

生体電気測定、例えば、心電図 (ECG、EKG)、脳波 (EEG)、筋電図 (EMG)、電気皮膚反応、生体インピーダンス等は、それぞれの電極についての皮膚電極界面の

10

20

30

40

50

電気パラメータに依存している。示差測定法のための電極と皮膚との間のインピーダンスのなんらかの不整合が、測定信号内に、測定及び診断忠実度を劣化させる位相及び振幅シフトを生じさせることがある。皮膚電極インピーダンスは、最大インピーダンス要素である皮膚によって支配され、皮膚は、大きく変動するインピーダンスを有し、なんらかの正確度を伴いつつ直接測定されることがない場合がある。皮膚インピーダンスは、時間、被験者、及び環境によって変動する。それに加えて、皮膚接触のわずかな変化、及び／又は皮膚位置が、測定値の大きい変動をもたらすことがある。

【0005】

生体電気測定についての業界標準は、ヒドロゲル電極である。皮膚用製品と結合される
とき、ヒドロゲル電極は、良好な信号品質を提供する。しかし、ヒドロゲル電極は、移動
監視又は長期間監視には適さず、その理由は、ヒドロゲル電極が不快感を与え、時間と共に乾燥し、頻繁な取換えを必要とするからである。また、皮膚用製品との被験者の追従を維持することが非常に困難であり、該追従は、移動又は長期間監視に対するヒドロゲル電極の性能を最適化するのに必要である。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

下記の装置及び方法は、移動時及び／又は長期間の生体電気測定のための正確で整合性のある乾燥電極検知を提供する。特に、これらの装置（例えば、デバイス、システム等）及び方法は、生体電気インピーダンス信号についての正確で一貫性のある検出であることを決定するのに好適であり、それに用いられてもよい。乾式電極検知を最適化するには、電極－皮膚界面の定期的又は連続的校正が必要であり、その理由は、界面特性が時間及びユーザ動作によって変化するからである。

【0007】

方法、及びシステムを含む装置が、本明細書に記載されており、該システムは、1つ又は複数の対の検知電極を用いて生物学的組織の電気特性を測定することと、印加された順方向電流（この場合、電流が順方向に1対の刺激電極の間に印加されている）だけでなく、印加された短絡電流（この場合、同じ電流が両方の刺激電極に同時に印加されている）から校正されたインピーダンス測定値を決定することと、によって生体電気測定値（例えば、生体電気インピーダンス）を校正する。順方向動作（例えば、順方向電流）と短絡動作（例えば、短絡電流）の両方の動作中の検知電極での電圧だけでなく、順方向動作中の電流検知抵抗器での電流又は電圧が、組織についての校正された組織インピーダンス測定値を提供してもよい。この自己校正測定値を用いて生体インピーダンスを検知することであって、この場合、「短絡」電流を用いて順方向（及び／又はいくつかの変形では、逆方向）電流を校正する、ことは、非常に正確で再現可能な結果を提供してもよい。短絡電流は、順方向（及び／又は逆方向）電流の前に又は後に印加されてもよく、順方向（及び／又は逆方向）電流の直後に又は少し後に（例えば、数ミリ秒、数秒、又は数分以内に）印加されてもよい。順方向及び／又は逆方向電流構成におけるのと同じ電流（例えば、同じ振幅、周波数、継続期間等）が、短絡構成において印加されてもよい。いくつかの変形では、短絡電流の1つ又は複数の特性（例えば、振幅、周波数、継続期間等）が、順方向及び／又は逆方向電流と異なってもよい。

【0008】

いくつかの変形では、方法又は装置（例えば、システム）は、同じく又は代替として、電流が順方向動作の反対である方向に刺激電極同士の間印加されている逆方向動作を用いてもよく、逆方向動作は、逆方向動作と短絡動作の両方の動作中に短絡動作及び検知電極での電圧と一緒に用いられてもよいだけでなく、逆方向動作中の電流検知抵抗器での電流又は電圧が、組織についての校正された組織インピーダンス測定値を提供してもよい。

【0009】

いくつかの変形では、順方向動作、逆方向動作、及び短絡動作が用いられてもよく、そして、順方向動作及び短絡動作から決定された校正された組織インピーダンス測定値は、

逆方向動作及び短絡動作から決定された校正された組織インピーダンス測定値と組み合わせられて（例えば、平均化されて、重み付けされて、修正されて等）、改善された適合を提供する。

【0010】

順方向検知と短絡検知とを組み合わせること及び／又は逆方向検知と短絡検知とを組み合わせることによって、本明細書に記載された乾式電極を用いて測定された生体電気信号を校正するための本明細書に記載された装置及び方法は、乾式電極の皮膚－電極界面の変化を補正してもよく、そして、測定された生体電気信号を校正して診断品質信号を提供してもよい。

【0011】

例えば、生体電気インピーダンス測定装置は、ソース電極及びシンク電極を備える少なくとも1対の刺激電極と、第1検知電極及び第2検知電極を備える少なくとも1対の検知電極と、少なくとも1対の刺激電極に操作可能に接続されている信号発生器と、標準モードと短絡モードとの間で装置を切り換えるように構成された制御器であって、標準モードにおいて、信号発生器はソース電極とシンク電極との間に電流を印加し、短絡モードにおいて、信号発生器は、同じ電流をソース電極とシンク電極の両方に印加する、制御器と、正常モードと短絡モードの両方における検知電極での信号に少なくとも部分的に基づいて校正された生体電気インピーダンス測定値を出力するように構成された処理器と、含んでもよい。装置は、電流が短絡モード及び標準（例えば、順方向）モードにおいて互いについての所定時間以内（例えば、1ミリ秒以内、10ミリ秒以内、100ミリ秒以内、1秒以内、10秒以内、30秒以内、1分以内等）だけ印加されるように構成されてもよい。

【0012】

処理器は、測定値に少なくとも部分的に基づいて校正された生体電気インピーダンス測定値を決定するように更に構成されてもよく、測定値は、正常モードと短絡モードの両方における第1検知電極と第2検知電極との間の電圧差分、標準モードと短絡モードとにおける第1検知電極での電圧の比、及び標準モードにおける電流検知抵抗器をわたる電流に等しい。

【0013】

これらの装置のうちのいずれかにおいて、処理器は、制御器を用いて統合されてもよい。制御器は、標準モードと短絡モードとの間で（例えば、所定期間以内に、例えば、1ミリ秒以内に、10ミリ秒以内に、100ミリ秒以内に、1秒以内に等）自動的に切り換わるように構成されてもよい。いくつかの変形では、制御器は、標準モードと短絡モードとの間で切り換わるように構成されたマルチプレクサを駆動するように構成されている。

【0014】

装置（例えば、装置の制御器）は、標準モード、短絡モード、及び／又は逆方向モードの間で切り換わるように構成されてもよく、逆方向モードにおいて、信号発生器は、標準モードに対して逆にされている方向にシンク電極とソース電極との間に電流を印加する。したがって、いくつかの変形では、処理器は、標準モードと短絡モードの両方における検知電極での信号に少なくとも部分的に基づいて第1生体電気インピーダンス測定値を決定し、逆方向モードと短絡モードの両方における検知電極での信号に少なくとも部分的に基づいて第2生体電気インピーダンス測定値、を決定するように構成されてもよく、校正された生体電気インピーダンス測定値は、第1生体電気インピーダンス測定値と第2生体電気インピーダンス測定値とを組み合わせる。いくつかの変形では、校正された生体電気インピーダンス測定値は、第1生体電気インピーダンス測定値と第2生体電気インピーダンス測定値との平均である。

【0015】

本明細書に記載された装置のうちのいずれかは、装着されるように構成されてもよい。例えば、装置は、腕、手首、手、首、胴、腰、脚部、足首、頭部等、又はこれらのうちの2つ以上に装着されるように構成されてもよい。いくつかの変形では、装置は、衣類（例えば、シャツ、パンツ等）、又は装身具（例えば、ブレスレット、アンクレット、イヤリ

10

20

30

40

50

ング、ネックレス、眼鏡等)の部分として構成されてもよい。例えば、本明細書に記載された装置は、手首装着型デバイスとして構成されてもよい。

【0016】

これらの装置のうちのいずれかは、少なくとも1対の刺激電極と通信している電流検知抵抗器を含んでもよい。

【0017】

一般に、上記のように、本明細書に記載された方法及び装置は、乾式電極と一緒に用いられてもよい。例えば、刺激電極及び／又は検知電極は、全て乾式電極であってもよい。いくつかの変形では、乾式電極は、ジェル（例えば、導電性ジェル、ヒドロゲル等）を含まない。

【0018】

また、「校正された生体電気インピーダンス」と称されてもよい生体電気インピーダンスを決定する方法が、本明細書に記載されている。例えば、順方向モードにおいて、ソース電極とシンク電極との間に第1電流を印加して、第1検知電極及び第2検知電極からの電圧を記憶することと、短絡モードにおいて、ソース電極とシンク電極の両方に同時に第2電流を印加して、第1検知電極及び第2検知電極からの電圧を記憶することと、校正された生体電気インピーダンス測定値を出力することであって、生体電気インピーダンス測定値が、順方向モードと短絡モードの両方における検知電極での電圧に少なくとも部分的に基づいている、ことと、を含む方法が、本明細書に記載されている。第1電流と第2電流とは、同じ振幅、周波数、及び／又は継続期間を有してもよい。第1電流と第2電流とは、互いに所定時間以内（例えば、1ミリ秒、10ミリ秒、30ミリ秒、50ミリ秒、100ミリ秒、1秒、2秒以内等）に印加されてもよい。第1電流と第2電流とは、実質的に互いの直後に提供されてもよい。方法は、モード同士の間（例えば、順方向モードと短絡モードとの間、又は順方向、例えば、標準モード、短絡モードと、逆方向モードとの間）の循環を含んでもよい。

【0019】

校正された生体電気インピーダンス測定値を推定することは、測定値に少なくとも部分的に基づいて校正された生体電気インピーダンス測定値を決定することを含んでもよく、想定値は、標準モードと短絡モードの両方における第1検知電極と第2検知電極との間の電圧差分、標準モードと短絡モードとにおける第1検知電極での電圧の比、及び標準モードにおける電流検知抵抗器をわたる電流に等しい。

【0020】

いくつかの変形では、校正された生体電気インピーダンス測定値 (Z_2) を推定することは、標準モードにおける第1検知電極と第2検知電極との差分電圧 (β_N) から、短絡モードにおける第1検知電極と第2検知電極との差分電圧 (β_B) に標準モードと短絡モードとにおける検知電極のうちの1つの入力での電圧の比 (γ_N / γ_B) を乗算したものを減算して、標準モードにおける電流検知抵抗器をわたる電流 (α_N / Z_6) によって除算することを含み、ここに、 $Z_2 = (\beta_N - \beta_B * (\gamma_N / \gamma_B)) / (\alpha_N / Z_6)$ である。

【0021】

これらの方法のうちのいずれかは、順方向モードと短絡モードとの間で自動的に切り換えることを含んでもよい。

【0022】

いくつかの変形では、方法は、逆方向モードにおいて、シンク電極とソース電極との間の電流が順方向モードに対して逆にされているように、シンク電極とソース電極との間に第3電流を印加することと、第1検知電極及び第2検知電極からの電圧を記憶することと、を含む。例えば、方法は、順方向モードと短絡モードの両方における検知電極での信号に少なくとも部分的に基づいて第1生体電気インピーダンス測定値を決定することと、逆方向モードと短絡モードの両方における検知電極での信号に少なくとも部分的に基づいて第2生体電気インピーダンス測定値を決定することと、を含んでもよく、校正された生体

10

20

30

40

50

電気インピーダンス測定値は、第1生体電気インピーダンス測定値と第2生体電気インピーダンス測定値とを組み合わせる。校正された生体電気インピーダンス測定値は、第1及び第2生体電気インピーダンス測定値の関数（例えば、平均、又は別の関数）であってもよい。

【0023】

本明細書に記載された方法は、記載された装置のうちのいずれかによって実行されてもよい。いくつかの変形では、方法は、処理器を含む自立型デバイス（例えば、腕時計、ブレスレット、衣類等）において実行される。いくつかの変形では、方法は、装着式装置と、単数又は複数の遠隔処理器との間に分散してもよく、装置は、遠隔処理器（例えば、スマートフォン、タブレット、ラップトップ、サーバ等）と無線通信していてもよい。いくつかの変形では、方法の全部又は一部を実行する装置が、手首装着型デバイスとして構成されている。

【0024】

本明細書に記載された方法のうちのいずれかは、電流検知抵抗器を通る電流を測定するように構成されてもよい。一般に、本明細書に記載された電極は、生体の皮膚又は組織と接触しているように配置されてもよい。生体のインピーダンスは、生体の組成を示すことがある。例えば、生体のインピーダンスが用いられて、生体内の水又は液体の量、除脂肪体重、又は体脂肪を決定してもよい。上述のように、装置は、腕時計、活動量計、アームバンド、チェストバンド、パッチ等の部分であってもよい。装置が用いられて、生物測定学を、例えば、ユーザ、医者、データベース等に提供してもよい。生物測定学は、とりわけ、生体電気インピーダンス、あるいは体組成又は流体内容物等の生体インピーダンスに基づくいずれかのパラメータを含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0025】

本発明の新規な特徴が、後続のクレームにおいて詳細に記述される。本発明の特徴及び利点についてのより良好な理解が、本発明の原理が利用されている例示的な実施形態について述べる以下の詳細な説明及び以下の添付図面を参照することによって達成されるであろう。

【図1】被験者の手首に装着された装置（例えば、生体電気測定システム）の1つの例についての側面図である。

【図2】線A-Aに沿ってとられた図1の典型的な生体電気測定システムの断面である。

【図3】図2に示すような生体電気測定システムの一例についてのブロック図である。

【図4】検知電極を通る順方向信号経路を概略的に示す、図3のブロック図の一部分である。

【図5】検知電極を通る逆方向信号経路を概略的に示す、図3のブロック図の一部分である。

【図6】検知電極を通る短絡信号経路を概略的に示す、図3のブロック図の一部分である。

【図7】図4に示すような順方向信号経路（同様に、図5の逆方向信号経路）を示す生体電気測定装置に対応する回路図の一変形についての一例である。

【図8】図6に示すような短絡信号経路を示す生体電気測定装置に対応する回路図の一変形についての一例である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

乾式電極を用いるときに、生体電気インピーダンス（生体インピーダンス）のような生体電気特性を正確に決定するために用いられてもよい生体電気測定方法及び装置が、本明細書において概して記述されている。これらの方法及び装置は、ソース電極とシンク電極（刺激電極）との間の順方向構成（及び／又は逆方向構成）電流と短絡電流の両方を同時にソース電極とシンク電極の両方に印加するように、そして、順方向構成（及び／又は逆方向構成）並びに短絡構成における1対の検知電極のそれぞれでの電圧だけでなく、順方向（及び／又は逆方向）構成における電流検知抵抗器の電流（及び／又はいくつかの変形

では、電圧)を検出して記憶するように構成されてもよい。方法又は装置は、順方向(及び/又は逆方向)構成だけでなく短絡構成の電気測定値を用いることにより、正確な生体電気インピーダンス測定値を校正して提供してもよい。

【0027】

したがって、本明細書に記載された装置のうちのいずれかは、少なくとも1対のソース及びシンク電極を含んでもよく、該ソース及びシンク電極は、1対の刺激電極と、少なくとも1対の検知電極と、電流検知抵抗器と、を形成してもよい。ソース、シンク、及び検知電極は、全てが乾式電極であってもよい。装置は、また、刺激電極のソース及びシンク電極のいずれか又は両方に印加されるように構成された電流を発生するための信号発生器を含んでもよい。信号発生器は、1つの周波数又はある範囲の周波数を有する電流を印加するように構成されてもよい。例えば、電流は、例えば、低周波数(例えば、1kHz)から高周波数(例えば、1MHz以上)までの交流電流(AC)であってもよく、そして、測定された電気値(例えば、順方向、逆方向、又は短絡構成中の電圧又は電流)が、様々な周波数についてサンプリングされてもよい。AC電流の周波数を変化させることによって、インピーダンスと周波数との間の関係が、測定されてもよい。

【0028】

本明細書に記載された装置のうちのいずれかは、同様に又は代替として、印加されたあるいは検知された電圧及び/又は電流のうちのいずれかを処理するように構成された信号処理器を含んでもよい。信号処理器は、電極及び/又は電流検知抵抗器のうちのいずれかからの信号をサンプリング及び/又は記憶するように構成されてもよい。いくつかの変形では、信号処理器は、平滑化する、平均化する、変換する、又は信号を別様に処理するように構成されてもよい。信号処理器は、制御器から入力を受け取ってもよく、及び/又は制御器と統合されてもよい。信号処理器は、信号発生器から入力を受け取ってもよく、及び/又は信号発生器と統合されてもよい。同様に、信号発生器は、制御器から入力を受け取ってもよく、及び/又は制御器と統合されてもよい。

【0029】

本明細書に記載された装置のうちのいずれかは、短絡構成、順方向構成、及び/又は逆方向構成の間で切り換わるように構成されてもよい。それで、下記で更に詳しく述べるように、装置は、ハードウェア、ファームウェア、及び/又はソフトウェアについてのいずれかの組合せを含むことにより、これらのモードの間で切り換わり、そして、これらの異なるモード中に検知電極電圧及び電流検知抵抗器を通る電流(又は均等物)から校正された組織インピーダンスを受け取り、記憶し、及び決定してもよい。いくつかの変形では、制御器は、これらのモードの間で装置を切り換えること、検知された電圧及び/又は電流を受け取って処理すること、及び校正された組織インピーダンスを出力することを行うように構成されてもよい。

【0030】

本明細書に記載された装置は、概して、被験者の皮膚の上に装着されるように構成されてもよい。例えば、装置は、被験者の腕、手首、手、肩、胸、首、腰、胴、腹、頭、脚、足首、足等の上に装着されるように構成されてもよい。特に、本明細書に記載された方法及び装置は、剛性又は可撓性フレーム(例えば、ストラップ、リストバンド等)に取り付けられた、1対の検知電極並びに1対の刺激電極(例えば、ソース及びシンク電極)を含む手首装着型デバイスと一緒に用いられるように構成されてもよく、該手首装着型デバイスは、これらの乾式電極を被験者の皮膚に当接して固定するように構成されている。

【0031】

図1及び2は、被験者の手首2に装着されるように構成された生体電気測定システム1の一例を示す。被験者の手首2は、皮膚2Sによって覆われている。生体電気測定システム1は、皮膚2Sと接触する電極4、5、6、及び7に接続されている内部電子部品3を含む。第1及び第3電極4及び6は、刺激電極(例えば、順方向構成のソース4及びシンク6、並びに逆方向構成のシンク4及びソース6)であり、第2及び第4電極5及び7は、検知電極である。電極は、全てが乾式接触電極であってもよく、皮膚電極インピーダン

10

20

30

40

50

スを最適化するための皮膚の調整剤、ジェル、又は別の材料を必要としなくてもよい。いくつかの変形では、検知電極は、刺激電極同士の間にある。いくつかの変形では、複数のソース及び／又は検知電極が含まれ、本明細書に記載された方法及び装置は、複数対（又は対の組合せ）のソース及び検知電極と一緒に用いられてもよい。

【0032】

被験者の皮膚25と電極4、5、6、及び7との間の界面の特性、例えば、インピーダンス及び静電容量は、典型的には、時間経過とともに及び被験者が動くときに変化することがある。皮膚－電極界面特性の変化が、正確に特性付けられてもよく、そのとき、本明細書に記載された方法及び装置を用いて生体電気データ収集中に補償されてもよい。

【0033】

図3は、被験者の組織（例えば、皮膚組織）の校正された生体電気インピーダンスを決定するための装置の一例を表す。この概略図が、図1及び2に示す手首装着型装置のような装置に当てはまってもよい。図3に示すように、内部電子部品は、制御器10と、信号発生器11と、信号処理電子部品12と、随意のマルチプレクサ13と、電源14と、を含んでもよい。上記のように、いくつかの変形では、これらの構成要素のうちのいずれかは、一緒に組み合わせられ／統合されてもよい。図4～6で以下に述べて示すように、皮膚－電極界面の特性は、信号（例えば、試験信号）を信号発生器11から随意のマルチプレクサ13又は別の制御器を通して送ること、及び／又は回路を切り換えて順方向構成又は短絡構成（及び、いくつかの変形では、逆方向構成）における刺激電極4及び6を通して送ることによって達成されてもよい。

【0034】

例えば、図4は、順方向構成における、図3に概略的に表すもののような例示的な装置の操作についての一例を示す。この例では、順方向構成において、制御器が装置を操作するように構成されることにより、信号発生器11からの信号15が、信号処理器12の1つ又は複数の要素によって渡され及び／又は処理され、そして（例えば、マルチプレクサ13によって）装置のソース電極4とシンク電極6との間で第1又は順方向に転送されてもよい。電流（信号）がソース電極とシンク電極との間に印加されるとき、装置は、検知電極5、7から信号を検出してもよい。この例では、データ信号16A及び16Bは、信号処理器12及び制御器10によって処理されて解釈されてもよい。これらのデータ信号は、検知電極での電圧に対応してもよい。それと同時に、電流検知抵抗器（図4に示されず）からの信号（例えば、電圧及び／又は電流）が、順方向信号の印加中に記録されてもよく、結果として生じる順方向又は第1特性データ17が、図3に示すような制御器10によって記憶されてもよい。

【0035】

1つ又は複数の組の試料についての順方向構成における装置の操作（例えば、1つ又は複数の周波数で記録すること等）に続いて、装置は、（例えば、制御器の作用によって）自動的に切り換えられて短絡構成において動作してもよい。その代替又は追加として、装置が切り換わって逆方向構成において動作するように構成されてもよく、該逆方向構成において、ソースとシンク電極とが、逆にされてもよい（例えば、ソースは、シンクとして動作してもよく、シンクは、ソースとして動作してもよい）。このことが、図5に示されている。

【0036】

図5は、逆方向構成における、図3に概略的に表すような例示的な装置の動作の一例を示す。図5では、信号発生器11からの信号19（これは、順方向構成において印加された信号と同じ又はそれと異なるものであってもよい）は、信号処理器12の1つ又は複数の要素によって処理され、そして、シンク電極6とソース電極4との間で第2又は逆方向に（例えば、マルチプレクサ13によって）転送されてもよい。検知電極5、7が用いられて、印加された逆方向電流から生じるデータ信号20A及び20B（例えば、電圧）を記録してもよく、これらの検知データ信号は、検知された電流及び／又は電流検知抵抗器（図示せず）からの電圧とともに、信号処理器12及び制御器10によって処理されて解

10

20

30

40

50

釈されてもよく、そして、結果として生じる逆方向又は第2特性データ21が、図3に示すような制御器10によって記憶されてもよい。

【0037】

上記のように、順方向及び／又は逆方向構成若しくはモードにおける装置の1つ又は複数の動作の直後に、装置が（例えば、制御器の作用によって）自動的に切り換えられて、短絡構成において動作してもよく、該短絡構成において、電流が、同時にソース電極とシンク電極の両方に転送される。短絡構成（又は短絡モード）において、同じ電流が、ソース電極とシンク電極の両方に印加されてもよい。印加された電流は、順方向及び／又は逆方向構成中に印加されたものと同じか又はほぼ同じであってもよい。いくつかの変形では、電流は、異なってもよい（例えば、短絡構成において動作するときに両方の電極に印加される電流は、順方向及び／又は逆方向構成における動作中よりも小さくてもよい）。

10

【0038】

図6は、短絡構成／モードにおける、上記の例示的な装置の動作を示す。図6では、示すように、信号発生器11からの平行信号24（例えば、電流）が、信号処理器12の1つ又は複数の要素によって処理され、そして、第3、平行、又は短絡方向に（例えば、マルチプレクサ13によって）転送され、それにより、同じ信号（電流）が、ソース4及びシンク6の両方に印加されてもよい。印加された信号から生じる、検知電極によって検知された信号は、データ信号25A及び25Bとして受け取られて、信号処理器12及び制御器10によって処理及び／又は解釈されてもよい。短絡動作中に受け取られた信号（例えば、検知電極での電圧）は、短絡又は第3特性データ26に対応してもよく、そして、図3に示すような制御器10によって記憶されてもよい。

20

【0039】

いくつかの変形では、制御器10が順方向データ17及び短絡データ26（及び／又は、いくつかの実施形態では、逆方向データ21及び短絡データ26）を用いることにより、電極4、5、6、及び7と皮膚2Aとの間の界面27を特性付け、そして、組織の生体電気信号（例えば、生体電気インピーダンス）の正確な推定値を決定する。

【0040】

下記に更に詳細に記載するように、短絡構成の使用は、乾式電極を用いるときでさえ、生体電気インピーダンスが校正されることを可能にしてもよい。本明細書に記載された例は、乾式電極に対して特にうまく機能するけれども、これらの方法及び装置は、また、生体電気インピーダンスに用いられる湿式（例えば、ヒドロゲル）電極に適用されてもよいことに留意する。

30

【0041】

被験者の組織2Sと電極との間（例えば、S2と7との間、及びS2と5との間）のインピーダンス不整合が、本明細書に記載された方法及び装置を用いる校正中に決定されてもよく、そして、電極4、5、6、及び7からの生体電気信号の解釈を調節するように用いられてもよい。生体電気測定システム1は、1組の校正測定値を測定する。例えば、システム校正測定値は、検知電極5と7との間の差分電圧、電極を通る全電流（例えば、電流検知抵抗器を通る電流）、及び順方向（又は逆方向）及び短絡構成中の検知電極のうちの1つの入力での電圧を含んでもよい。いずれかの好適な1組の測定値が用いられて、電極／皮膚インタフェースインピーダンスを校正してもよい。

40

【0042】

例えば、上記のように、第1組の測定値が順方向又は逆方向のいずれかに印加された電流によって作成されて、順方向データ17又は逆方向データ21を提供してもよい。短絡データ26は、（例えば、順方向及び／又は逆方向構成からデータを収集することの直後に、前に、又はそれと断続的に）上記のように収集されてもよく、そして、第1組のデータ、例えば、順方向データ17、及び短絡データ26が組み合わされて、短絡データの使用によって校正される被験者の組織2の第1インピーダンスを算出してもよい。

【0043】

いくつかの変形では、測定及び計算プロセスが、前に用いられなかった電流方向（例え

50

ば、逆方向データ 2 1) 及び対応する短絡データ 2 6 を用いて繰り返されてもよい。逆方向データ 2 1 と短絡データ 2 6 とが組み合わせられて、被験者の組織 2 の第 2 インピーダンスを算出してもよい。第 1 インピーダンスデータが、次いで、第 2 インピーダンスデータと、例えば、2 つを一緒に平均化すること、逆方向を用いて順方向を重み付けすること等によって組み合わせられてもよく、それが、結果として生じる生体電気インピーダンス測定値の正確度を改善することがある。

【0044】

特に、生体電気インピーダンスは、検知電極での差分電圧、及び順方向構成と短絡構成の両方の間の検知電極のうちの 1 つへの入力での電圧の比によって校正されてもよい。

【0045】

例えば、図 7 及び 8 は、それぞれ、正常な順方向構成中及び短絡構成中の、図 3 ～ 6 に示すような装置の動作の概略図を表す。図 7 ～ 8 では、電流ソース／シンク電極 4 及び 6 は、それぞれインピーダンス Z_1 及び Z_3 を有する。電圧検知電極 5 及び 7 は、それぞれインピーダンス Z_4 及び Z_5 を有する。被験者の組織 2 は、インピーダンス Z_2 を有する。 Z_6 は、電流検知抵抗器である。 Z_8 及び Z_9 は、それぞれ、バッファ増幅器 8 及び 9 への入力インピーダンスを指す。上記のように、図 7 は、正常動作（例えば、順方向構成又はモード）におけるシステムを示し、図 8 は、短絡構成又はモードにおいて動作するシステムを示し、このとき、電流が、同時にソース電極 4 とシンク電極 6 の両方に印加される。

【0046】

本明細書に記載された装置の全てでは、生体電気測定装置（例えば、システム）は、電流源と、シンク電極と、少なくとも 2 つの検知電極と、を有する。これらの装置の全ては、また、順方向（又は、「正常」）構成と、短絡構成との間で、また、いくつかの変形では、逆方向構成との間で切り換わる能力を有する。したがって、これらの装置は、電流を順方向（及び／又は逆方向）に導くだけでなく、電流をソース電極とシンク電極の両方に同時に導いて、検知電極（例えば、図 4 ～ 6 では、検知電極 5 及び 7）を通る、図 7 及び 8 に示すリーク電流 i_8 及び i_9 の測定を可能にする。

【0047】

このように、生体電気測定システム 1 は、次式のような、差分電圧に検知電極での増幅器のゲインが掛けられたものを測定するように構成されてもよい。

$$(G(V_4 - V_5)) = \beta$$

標準（順方向）構成では、検知電極での差分電圧にゲインが掛けられたものが、下付き記号「N」によって示されてもよい。短絡構成では、検知電極での差分電圧にゲインが掛けられたものが、下付き記号「B」によって示されてもよい。したがって、以下のようになる。

【0048】

$$\beta_N = G(V_{4,N} - V_{5,N})$$

【0049】

$$\beta_B = G(V_{4,B} - V_{5,B})$$

【0050】

電流検知抵抗器にかかる差分電圧は、 $(G(V_6 - V_7)) = \alpha$ である。それで、順方向構成については、これは以下であってもよい。

【0051】

$$\alpha_N = G(V_6 - V_7) = I_{6,N} Z_6 G$$

【0052】

上記に示す様々なゲインは、同じゲイン（例えば、用いられる増幅器についてのゲイン）であるように設定されてもよく、又はそれらが異なるゲインであってもよいが、便宜的に、これらのゲインは、同じゲインであるように本明細書では示されているけれども、それらが異なってもよいことが理解されるべきである。

【0053】

検知電極のうちの 1 つについての入力での電圧、例えば、 V_4 は V である。順方向及び

10

20

30

40

50

短絡構成については、それぞれ、以下の2つの式の様である。

【0054】

$$V_N = V_{4,N}$$

【0055】

$$V_B = V_{4,B}$$

【0056】

以下の1組の式が、順方向に流れる電流を示す。

【0057】

$$V_4 - V_5 = (V_2 - Z_4 I_4) - (V_3 - Z_5 I_5)$$

【0058】

$$V_4 - V_5 = (V_2 - V_3) + (Z_5 I_5 - Z_4 I_4)$$

【0059】

ここに、 $V_2 - V_3$ は所望の測定値であり、 $(Z_5 I_5 - Z_4 I_4)$ は誤差項である。以下の等式を用いて、

【0060】

$$V_2 - V_3 = Z_2 I_2$$

【0061】

$$I_2 = I_6 + I_9$$

【0062】

次式の関係を誘導することができる。

$$V_4 - V_5 = Z_2 (I_6 + I_9) + Z_5 I_5 - Z_4 I_4 \quad [1]$$

【0063】

$I_5 = I_9$ 及び $I_4 = I_8$ に留意すると、次式のようになる。

$$V_4 - V_5 = Z_2 (I_6 + I_9) + Z_5 I_9 - Z_4 I_8 \quad [2]$$

【0064】

上記のように、標準（例えば、順方向／逆方向）電流動作は、測定用語においてNの下付き記号によって示されてもよい。 $I_6 \gg I_9$ の条件下で、関係は次式のように簡略になる。

$$V_{4,N} - V_{5,N} = Z_2 I_6 + Z_5 I_9 - Z_4 I_8 \quad [3]$$

【0065】

電流がソース電極とシンク電極の両方に同時に送られる（それで、Bの下付き記号が含まれる）ところの短絡モードについては、 $I_6 + I_9 = I_2$ であり、 I_8 にほぼ等しく、それは、また I_9 にほぼ等しい。しかし、 $Z_2 \ll Z_4$ かつ $Z_2 \ll Z_5$ ならば、 $Z_2 I_2$ はゼロに設定され得る。この仮定は、関係を次式のように簡略化する。

$$V_{4,B} - V_{5,B} = Z_5 I_9 - Z_4 I_8 \quad [4]$$

【0066】

次の2つの式を代入すると、

【0067】

【数1】

$$I_{9,B} = \frac{V_{5,B}}{Z_9}$$

及び

$$I_{8,B} = \frac{V_{4,B}}{Z_8}$$

【0068】

次式が得られる。

【数 2】

$$V_{4,B} - V_{5,B} = Z_5 \left(\frac{V_{5,B}}{Z_9} \right) - Z_4 \left(\frac{V_{4,B}}{Z_8} \right) \quad [5]$$

【0069】

電圧の比（例えば、 V_4 / V_5 ）は、かなり一貫し、動作のモードから独立している。このことは、経験的に検証されている。いくつかの変形では、 V_5 での追加の測定が用いられて、この近似に対する必要性を不要にすることがある。以下の関係

【0070】

【数 3】

$$\frac{V_{4,N}}{V_{5,N}} \approx \frac{V_{4,B}}{V_{5,B}}$$

10

を用いて、整理すると次式が得られ、

【0071】

【数 4】

$$\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \approx \frac{V_{5,N}}{V_{5,B}}$$

20

【0072】

そして、上記の式 [5] の両辺にかけると、次式が得られる。

【数 5】

$$(V_{4,B} - V_{5,B}) \left(\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \right) = Z_5 \left(\frac{V_{5,B}}{Z_9} \right) \left(\frac{V_{5,N}}{V_{5,B}} \right) - Z_4 \left(\frac{V_{4,B}}{Z_8} \right) \left(\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \right) \quad [6]$$

【0073】

これは、次式に簡略化される。

【数 6】

$$(V_{4,B} - V_{5,B}) \left(\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \right) = Z_5 \left(\frac{V_{5,N}}{Z_9} \right) - Z_4 \left(\frac{V_{4,N}}{Z_8} \right) \quad [7]$$

30

【0074】

【数 7】

$$\frac{V_{5,N}}{Z_9} = I_{9,N}$$

及び

$$\frac{V_{4,N}}{Z_8} = I_{8,N}$$

40

に留意すると、次式が得られる。

【数 8】

$$(V_{4,B} - V_{5,B}) \left(\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \right) = Z_5 I_{9,N} - Z_4 I_{8,N} \quad [8]$$

【0075】

50

【 3 】 から 【 8 】 を減算すると、次式が得られる。

【数 9】

$$(V_{4,N} - V_{5,N}) - (V_{4,B} - V_{5,B}) \left(\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \right) = Z_2 I_{6,N} + Z_5 I_{9,N} - Z_4 I_{8,N} - Z_5 I_{9,N} + Z_4 I_{8,N} \quad [9]$$

【 0 0 7 6 】

簡約化すると、次式が得られる。

【数 1 0】

$$(V_{4,N} - V_{5,N}) - (V_{4,B} - V_{5,B}) \left(\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \right) = Z_2 I_{6,N} \quad [10]$$

10

【 0 0 7 7 】

最終的に、組織インピーダンス（ Z_2 ）について解くと次式が得られる。

【数 1 1】

$$Z_2 = \frac{(V_{4,N} - V_{5,N}) - (V_{4,B} - V_{5,B}) \left(\frac{V_{4,N}}{V_{4,B}} \right)}{I_{6,N}} \quad [11]$$

【 0 0 7 8 】

したがって、上記の式中の全ての項を測定することが、組織についての校正された組織インピーダンスを提供することになる。

20

【 0 0 7 9 】

上記の等式が式 1 1 に用いられることにより次式が得られる。

$$Z_2 = (\beta_N - \beta_B * (\gamma_N / \gamma_B)) / (\alpha_N / Z_6) \quad [12]$$

【 0 0 8 0 】

前の解析は、標準動作の下で $I_6 \gg I_9$ を仮定し、したがって、式 2 中の $Z_2 I_9$ の項がゼロに設定されてもよい。電流が両方の電流経路（例えば、短絡構成）に印加される状況において、 $I_6 + I_9 = I_2$ であって、ほぼ I_8 及び I_9 と同じであり、そして、 $Z_2 < Z_4$ かつ $Z_2 < Z_5$ であれば、式 2 中の $Z_2 I_2 = Z_2 (I_6 + I_9)$ がゼロに設定されることを可能にする。最終的に、電圧 V_5 に対する電圧 V_2 の比が、標準及び短絡（遮断）モードにおいて同じであってもよく、したがって、 $V_{4,N} / V_{4,B}$ の比は、 $V_{5,N} / V_{5,B}$ にほぼ等しい。

30

【 0 0 8 1 】

装置及び方法についての好ましい実施形態が、それらが開発された環境に関して記載されてきたけれども、それらは、単に発明の原理を示しているにすぎない。様々な実施形態についての要素が別の種のそれぞれに組み込まれることにより、かかる別の種との組合せにおいてそれらの要素の利点を取得してもよく、そして、様々な有利な特性が、単独の又は互いに組み合わせられた実施形態において用いられてもよい。別の実施形態及び構成が、本発明の趣旨及び添付クレームの範囲から逸脱することなく考案されてもよい。

【 0 0 8 2 】

本明細書に記載された方法（ユーザインターフェースを含む）のうちのいずれかが、ソフトウェア、ハードウェア、又はファームウェアとして実装されてもよく、そして、処理器によって実行されるときに、制御するための処理器にステップのうちのいずれかを実行させる処理器（例えばコンピュータ、タブレット、スマートフォン等）によって実行されることが可能な 1 組の命令を記憶する非一過性コンピュータ可読記憶媒体として記載されてもよく、該ステップは、表示すること、ユーザと通信すること、分析すること、パラメータ（時間調整、周波数、強度等を含む）を修正すること、決定すること、警告すること等を含むが、これに限定されない。

40

【 0 0 8 3 】

特徴又は要素が、本明細書で別の特徴又は要素の「上」にあると言及されるとき、それ

50

は、別の特徴又は要素の直上にあってもよく、又は介在する特徴及び／又は要素がまた存在してもよい。対照的に、特徴又は要素が別の特徴又は要素の「直上に」とあるとされるときは、介在する特徴又は要素が存在しない。また、特徴又は要素が、別の特徴又は要素に「接続されている」、「取り付けられている」、又は「結合されている」と言及されるとき、それは、別の特徴又は要素に直接的に、接続されている、取り付けられている、又は結合されていてもよく、あるいは介在する特徴又は要素が存在することがあると理解されるであろう。対照的に、特徴又は要素が、別の特徴又は要素に「直接的に接続されている」、「直接的に取り付けられている」、又は「直接的に結合されている」と言及されるとき、介在する特徴又は要素が存在しない。一実施形態について記述され表されているけれども、そのように記述され表された特徴及び要素は、別の実施形態に当てはまることがある。また、当業者であれば、別の特徴に「隣接して」配設されている構造又は特徴への言及は、隣接する特徴と重複する又はその下にある部分を有してもよいことを理解するであろう。

【0084】

本明細書で用いられた用語は、特定の実施形態を記述することだけを目的とし、本発明を限定することを意図しない。例えば、本明細書で用いられるとき、単数形「a」、「an」、及び「the」は、文脈が明らかに異なるように示さない限り、同様に複数形を含むことが意図されている。用語「備える」及び／又は「備えている」が、本明細書で用いられるとき、記載された特徴、ステップ、操作、要素、及び／又は構成要素の存在を指定するけれども、1つ又は複数の別の特徴、ステップ、操作、要素、構成要素、及び／又はそれらの群の存在又は追加を排除しないことが更に理解されるであろう。本明細書で用いられるとき、用語「及び／又は」は、関連する列挙にされた項目のうちの1つ又は複数のいずれかの及び全ての組合せを含み、「／」と略記されてもよい。

【0085】

「下の」、「下方の」、「下側の」、「上方の」、「上側の」等の空間的相対語が説明の容易さのために本明細書で用いられて、図に示すような別の要素又は特徴に対する1つの要素又は特徴の関係を記述する。空間的相対語が、図に表された方向に加えて使用又は操作中のデバイスの様々な方向を包含することが意図されていることは理解されるであろう。例えば、図中のデバイスが反転されている場合、別の要素又は特徴の「下に」又は「下方に」と記述された要素は、別の要素又は特徴の「上方に」向いているであろう。このように、「下に」という例示的な用語は、上に及び下への両方の方向を包含してもよい。デバイスは、異なるように向けられ（90度又は別の方向に回転させられ）てもよく、そして、本明細書で用いられた空間的相対記述子は、それに応じて解釈される。同様に、用語「上方へ」、「下方へ」、「鉛直の」、「水平の」等は、特に別段示されない限り、説明だけの目的で本明細書において用いられる。

【0086】

用語「第1」及び「第2」が、様々な特徴／要素（ステップを含む）を記述するために本明細書で用いられてもよいけれども、これらの特徴／要素は、文脈が別段示さない限り、これらの用語によって限定されるべきではない。これらの用語が用いられることにより、別の特徴／要素から1つの特徴／要素を識別してもよい。したがって、下記の第1特徴／要素が、第2特徴／要素と呼ばれてもよく、同様に、下記の第2特徴／要素が、本発明の教示から逸脱することなく、第1特徴／要素と呼ばれてもよい。

【0087】

本明細書及びそれに続くクレーム全体を通じて、文脈が別段要求しない限り、語「備える」並びに「備える」及び「備えている」等の変形は、様々な構成要素が方法及び物品（例えば、デバイス及び方法を含む構成物及び装置）において共同で用いられてもよいことを意味する。例えば、用語「備える」は、いずれかの記載された要素又はステップの包含を意味し、いずれか別の要素又はステップの除外を意味しないと理解されるであろう。

【0088】

一般に、本明細書に記載された装置及び方法のうちのいずれかが包括的であると理解さ

10

20

30

40

50

れなければならないが、構成要素及び／又はステップのうちの全部又は一部が、代替的に排他的であってもよく、様々な構成要素、ステップ、下位構成要素、又はサブステップ「から成る」又は代替的に「から実質的に成る」と表示されてもよい。

【0089】

実施例において用いられるものを含む、明細書及びクレームにおいてここで用いられるとき、そして、別途明示されない限り、全ての数は、たとえ用語が明示的に現れなくとも、語「約」又は「ほぼ」が前に付いているように読み取られてもよい。句「約」又は「ほぼ」が、大きさ及び／又は位置を記述するときに用いられて、記述された値及び／又は位置が、値及び／又は位置についての合理的な予想範囲内にあることを示してもよい。例えば、数値は、記載された値（又は値の範囲）の $\pm 0.1\%$ 、記載された値（又は値の範囲）の $\pm 1\%$ 、記載された値（又は値の範囲）の $\pm 2\%$ 、記載された値（又は値の範囲）の $\pm 5\%$ 、記載された値（又は値の範囲）の $\pm 10\%$ 等を含んでもよい。本明細書で与えられた任意の数値は、また、文脈が別段示さない限り、その値の約又はほぼの値を含むと理解されなければならない。例えば、値「10」が開示されているならば、「約10」もまた開示されている。本明細書で記載された任意の数値範囲は、その中に含まれる全ての部分範囲を含むことが意図されている。また、値が開示されているとき、当業者によって適切に理解されるように、「その値以下」、「その値以上」、及び値同士の間の可能な範囲もまた開示されていると理解される。例えば、値「X」が開示されているならば、「X以下」及び「X以上」もまた開示されている（例えば、Xが数値である場合）。アプリケーション全体を通じて、データがいくつかの異なる形式で提供されること、このデータが、終了点及び開始点を表し、データ点の任意の組合せについての範囲に及ぶことがまた理解される。例えば、特定のデータ点「10」及び特定のデータ点「15」が開示されるならば、10と15との間だけでなく、15超、15以上、10未満、10以下、10又は15に等しいことが開示されていると理解される。また、2つの特定のユニットの間のそれぞれのユニットもまた開示されていることが理解される。例えば、10と15とが開示されているならば、11、12、13、及び14もまた開示されている。

【0090】

様々な例示的な実施形態が上記に記述されているけれども、いくつかの変更のうちのいずれかが、クレームによって記述されたような本発明の範囲から逸脱することなく、様々な実施形態に対してなされてもよい。例えば、様々な記述された方法ステップが実行される順序が、代替の実施形態において、しばしば変更されてもよく、そして、別の代替の実施形態では、1つ又は複数の方法ステップが完全にスキップされてもよい。様々なデバイス及びシステム実施形態についての随意の特徴が、いくつかの実施形態には含まれ、別の実施形態には含まなくてもよい。そのため、前述の説明は、主に例示的な目的で提供されており、そして、本発明の範囲をそれがクレームに記載されているように限定すると解釈されるべきではない。

【0091】

本明細書に含まれる例及び説明図は、説明のものであって、限定のものではなく、主題が実施されてもよい特定の実施形態を表す。上述のように、別の実施形態が、構造的及び論理的置換及び変更がこの本開示の範囲から逸脱することなく成されてもよいように利用されてよく、それから導き出されてもよい。発明の主題についてのかかる実施形態は、2つ以上のものが実際に開示されているならば、本出願の範囲をいずれかの単一の発明又は発明概念に自ずと限定することを意図することなく、単に便宜的に用語「発明」によって個別に又は集合的に本明細書において言及されてもよい。このように、特定実施形態が本明細書において図示され記載されてきたけれども、同じ目的を達成するように見積もられたいずれかの配列が、表された特定実施形態に代用されてもよい。本開示は、様々な実施形態のいずれかの又は全ての適合又は変動を網羅することが意図されている。上記の実施形態と詳細には本明細書に記述されていない別の実施形態との組合せが、上記の記載を精査すると当業者には明らかになるであろう。

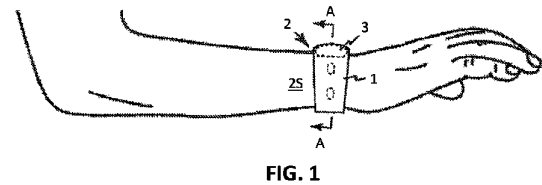
【符号の説明】

【0092】

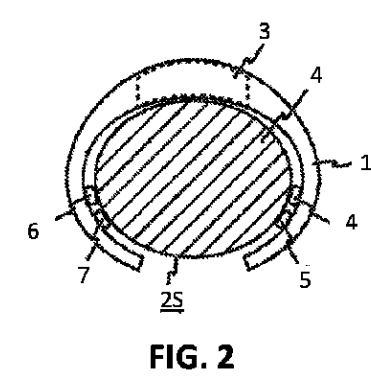
- 1 生体電気測定システム
- 2 手首
- 4、5、6、7 電極
- 10 制御器
- 11 信号発生器
- 12 信号処理器
- 13 マルチプレクサ
- 14 電源

【図面】

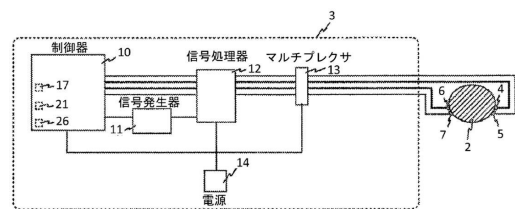
【図1】



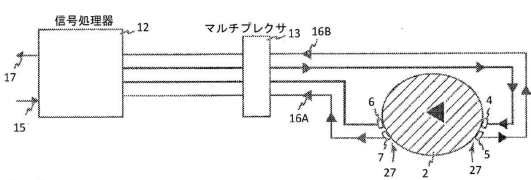
【図2】



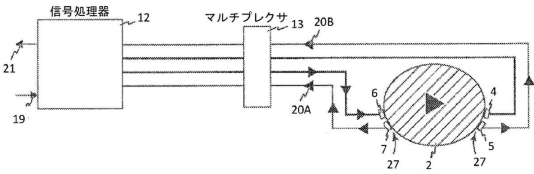
【図3】



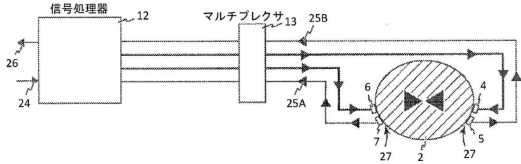
【図4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

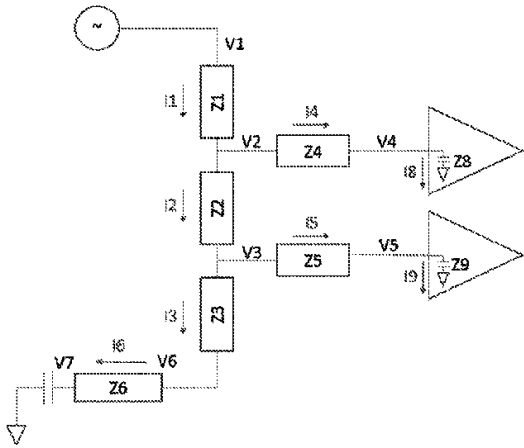


FIG. 7

【図 8】

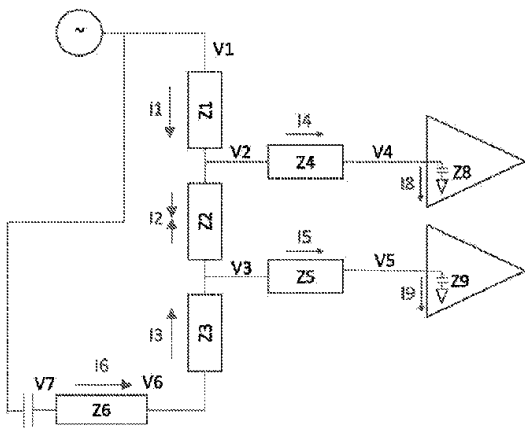


FIG. 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

103 サン フランシスコ パール ストリート 11

審査官 ▲高▼木 尚哉

- (56)参考文献 特開2015-002779 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0183813 (US, A1)
国際公開第2011/134489 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61B 5/05-5/0538
A61B 5/24-5/398