

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6743040号  
(P6743040)

(45) 発行日 令和2年8月19日 (2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年7月31日 (2020.7.31)

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| (51) Int. Cl.            | F I                  |
| A 6 1 B 5/0408 (2006.01) | A 6 1 B 5/04 3 0 0 M |
| A 6 1 B 5/0478 (2006.01) | A 6 1 B 5/04 3 2 0 M |
| A 6 1 B 5/0484 (2006.01) | A 6 1 M 21/02 C      |
| A 6 1 M 21/02 (2006.01)  | A 6 1 M 21/02 J      |

請求項の数 18 (全 36 頁)

|                    |                               |           |                       |
|--------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| (21) 出願番号          | 特願2017-548343 (P2017-548343)  | (73) 特許権者 | 517197598             |
| (86) (22) 出願日      | 平成27年12月8日 (2015.12.8)        |           | マイブレイン テクノロジーズ        |
| (65) 公表番号          | 特表2018-503481 (P2018-503481A) |           | フランス国, 75010 パリ, 28 リ |
| (43) 公表日           | 平成30年2月8日 (2018.2.8)          |           | ュ デ プティ オテル           |
| (86) 国際出願番号        | PCT/EP2015/079034             | (74) 代理人  | 100114775             |
| (87) 国際公開番号        | W02016/091911                 |           | 弁理士 高岡 亮一             |
| (87) 国際公開日         | 平成28年6月16日 (2016.6.16)        | (74) 代理人  | 100121511             |
| 審査請求日              | 平成30年12月3日 (2018.12.3)        |           | 弁理士 小田 直              |
| (31) 優先権主張番号       | 14196835.4                    | (74) 代理人  | 100202751             |
| (32) 優先日           | 平成26年12月8日 (2014.12.8)        |           | 弁理士 岩堀 明代             |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 欧州特許庁 (EP)                    | (74) 代理人  | 100191086             |
|                    | 欧州特許庁 (EP)                    |           | 弁理士 高橋 香元             |
| (31) 優先権主張番号       | 14/563,049                    | (72) 発明者  | アタル, ヨハン              |
| (32) 優先日           | 平成26年12月8日 (2014.12.8)        |           | フランス国, 75009 パリ, 63 リ |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US)                       |           | ュ ブランシュ               |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体信号を取得するためのヘッドセット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者からの生体信号の取得のためのオーディオヘッドセットであって、前記オーディオヘッドセットは、

第1のイヤープースと、

第2のイヤープースと、

前記第1のイヤープース及び前記第2のイヤープースを接続するアーチであって、前記アーチはハブ(4)を備え、前記アーチ、前記第1のイヤープース及び前記第2のイヤープースは、前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されるときに前記イヤープースが前記被検者の耳の上に配置されるように構成される、アーチと、

前記ハブ(4)から延びる第1の端(1a)及び第2の自由端(1b)を有する少なくとも1つの後枝(1)と、

を備え、

前記少なくとも1つの後枝(1)は、生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極(5)を備え、

前記少なくとも1つの後枝(1)は、ある曲率半径を有する凹形表面、前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態、及び前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されるときに展開された状態を備え、前記展開された状態(CRe)での曲率半径と前記折り畳まれた状態(CRc)での曲率半径との間の比は2.36よりも高く、

前記少なくとも1つの後枝(1)の少なくとも1つの電極(5)は、少なくとも2つのピン(6)を備え、各ピンは、皮膚接触境界面(8)を備える第1の自由端及び少なくとも1つの撓み要素(7)に接続される第2の端を有し、

前記第1のイヤピース及び前記第2のイヤピースは、少なくとも1つのテキスタイル電極(5)をそれぞれ備え、前記イヤピース及び前記アーチは、前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されるときに前記テキスタイル電極(5)が乳様突起の上に位置する皮膚に接するように構成される、オーディオヘッドセット。

【請求項2】

前記オーディオヘッドセットが少なくとも2つの後枝(1r、1l)を備え、前記少なくとも2つの後枝(1r、1l)に含まれる電極(5)は、前記少なくとも2つの後枝(1r、1l)のうちの第1の後枝が、前記10-10システムにおける位置P3で生体信号を取得するように構成され、前記少なくとも2つの後枝(1r、1l)のうちの第2の後枝が、前記10-10システムにおける位置P4で生体信号を取得するように構成されるように配置される、請求項1に記載のオーディオヘッドセット。

10

【請求項3】

被検者からの生体信号の取得のためのオーディオヘッドセットであって、前記オーディオヘッドセットは、

第1のイヤピースと、

第2のイヤピースと、

前記第1のイヤピース及び前記第2のイヤピースを接続するアーチであって、前記アーチはハブ(4)を備え、前記アーチ、前記第1のイヤピース及び前記第2のイヤピースは、前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されるときに前記イヤピースが前記被検者の耳の上に配置されるように構成される、アーチと、

20

前記ハブ(4)から延びる第1の端(1a)及び第2の自由端(1b)を有する少なくとも1つの前枝(1)と、  
を備え、

前記少なくとも1つの前枝(1)は、生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極(5)を備え、

前記少なくとも1つの前枝(1)は、ある曲率半径を有する凹形表面、前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態、及び前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されるときに展開された状態を備え、前記展開された状態(CRe)での曲率半径と前記折り畳まれた状態(CRc)での曲率半径との間の比は2.10よりも高く、

30

前記少なくとも1つの前枝(1)の少なくとも1つの電極(5)は、少なくとも2つのピン(6)を備え、各ピンは、皮膚接触境界面(8)を備える第1の自由端及び少なくとも1つの撓み要素(7)に接続される第2の端を有し、

前記第1のイヤピース及び前記第2のイヤピースは、少なくとも1つのテキスタイル電極(5)をそれぞれ備え、前記イヤピース及び前記アーチは、前記オーディオヘッドセットが前記被検者によって装着されるときに前記テキスタイル電極(5)が乳様突起の上に位置する皮膚に接するように構成される、オーディオヘッドセット。

40

【請求項4】

前記オーディオヘッドセットが少なくとも2つの前枝(1r、1l)を備え、前記少なくとも2つの後枝(1r、1l)に含まれる電極(5)は、前記少なくとも2つの前枝(1r、1l)のうちの第1の前枝が、前記10-10システムにおける位置AF3で生体信号を取得するように構成され、前記少なくとも2つの前枝(1r、1l)のうちの第2の前枝が、前記10-10システムにおける位置AF4で生体信号を取得するように構成されるように配置される、請求項3に記載のオーディオヘッドセット。

【請求項5】

前記少なくとも1つの後枝又は前記少なくとも1つの前枝が、前記ハブに取り外し可能に接続される、請求項1乃至4のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

50

## 【請求項 6】

前記第 1 のイヤピース及び前記第 2 のイヤピースが、耳覆い型イヤピースである、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

## 【請求項 7】

前記第 1 のイヤピースの少なくとも 1 つのテキスタイル電極 (5) 及び前記第 2 のイヤピースの少なくとも 1 つのテキスタイル電極 (5) がファブリック電極である、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

## 【請求項 8】

前記第 1 のイヤピースの少なくとも 1 つの電極 (5) 及び前記第 2 のイヤピースの少なくとも 1 つの電極 (5) が、銀コートされたテキスタイル又は銀コートされたポリエステルテキスタイルを備える、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

10

## 【請求項 9】

前記第 1 のイヤピースの少なくとも 1 つの電極 (5) 及び前記第 2 のイヤピースの少なくとも 1 つの電極 (5) が複数の接触面を備える、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

## 【請求項 10】

前記第 1 のイヤピースの少なくとも 1 つの電極 (5) 及び前記第 2 のイヤピースの少なくとも 1 つの電極 (5) が、そこから複数のストリップが延びる共通部分を備え、前記共通部分は前記イヤピース内に埋め込まれ、前記ストリップの少なくとも一部は前記イヤピースの外面上に位置する、請求項 9 に記載のオーディオヘッドセット。

20

## 【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの後枝又は前記少なくとも 1 つの前枝が非磁性金属シートを備える、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

## 【請求項 12】

前記オーディオヘッドセットの少なくとも 3 つの電極 (5) が、接地電極、基準電極、及び少なくとも 1 つの取得電極を備える、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

## 【請求項 13】

前記オーディオヘッドセットの少なくとも 3 つの電極 (5) が、脳波検査法 (EEG)、及び／又は随意的に筋電図検査法 (EMG)、電気眼球図記録法 (EOG) 又は心電図検査法 (ECG) を行うように構成される、請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

30

## 【請求項 14】

測定された生体信号を分析及び解釈するための生体信号プロセッサにさらに接続されている、請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

## 【請求項 15】

増幅器、A/D変換器及び信号フィルタを備える、生体信号の取得のための電子回路 (13) をさらに備える、請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

40

## 【請求項 16】

無線送信器及び／又は受信器をさらに備える、請求項 1 乃至 15 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

## 【請求項 17】

前記オーディオヘッドセットが、少なくとも 1 人の被検者にニューロフィードバックを提供するための方法における使用のためのものであり、前記方法は、

前記オーディオヘッドセットを用いて生体信号を取得するステップと、

取得された生体信号を分析するステップと、

測定された生体信号に従って前記被検者にオーディオフィードバックを提供するステップと、

50

を備える、請求項 1 乃至 16 のいずれか一項に記載のオーディオヘッドセット。

【請求項 18】

前記生体信号の分析が、前記生体信号を特異的な精神状態と相関させ、前記被検者の精神状態を改善するための少なくとも 1 つの提案を備えるフィードバックを前記被検者に提供するステップを備える、請求項 17 に記載のオーディオヘッドセット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体信号を取得するためのセットに関する。本発明は、特に、生体信号の取得を可能にする電極を備えるヘッドセットに関し、前記ヘッドセットは、折り畳まれた状態及び電極が皮膚と接触する展開された状態を有する。

10

【背景技術】

【0002】

生体信号は、人体を流れる微弱な生物医学的信号である。生体信号は、例えば、神経細胞又は筋細胞から発生した電流又は電圧の形状を有する。生体信号の測定は、電流を流す導体材料で作製され皮膚の上に配置された表面電極によって達成される場合がある。電気生物学的測定の群は、心電図検査法（ECG、心臓）、筋電図検査法（EMG、筋肉の収縮）、脳波検査法（EEG、脳波）、脳磁図法（MEG、脳波）、胃電図法（EGG、胃）、電気眼球図記録法（EOG、目の双極子場）などの項目を含む。取得され電気形態に変換されたときに、生体信号は低電圧によって説明される傾向があり、生体信号の取得は、コモンモードノイズ（例えば、直流（DC）、生体信号検出器からのオフセット、無線周波数干渉）などの望ましくないノイズを取り込む場合がある。さらに、生物学的アーチファクトも、取得される生体信号を汚染することがある。望ましくないノイズ又はアーチファクトは、所望の生体信号よりも高電圧であることがあり、これは取得プロセスを複雑且つ高価なものにする。特に、EEG信号は、通常は $10\mu\text{V}$ ～ $100\mu\text{V}$ の範囲であり、被検者の生理的活動によって、例えば、任意の小さい動き（目の動き）、ECG（パルス）、EMG（筋活動、特に、咀嚼及びまばたき）、呼吸などによって容易に汚染されることがある。

20

【0003】

EEG記録電極は、高品質のデータを適切に取得するのに重要である。ノイズキャンセリング技術の1つは、皮膚境界面でのインピーダンスを最小にし、且つ干渉を最小にするために、電極が貼られるべき皮膚の状態の調整を含む。通常、皮膚境界面での準備は、摩擦動作、脱毛動作、又は皮膚のスクレーピングに関する切開を含む侵襲的なものである。インピーダンス及び干渉を最小にするための別の手法は、電極と皮膚境界面との間の隙間を導電性ゲル又は食塩水などの導電性媒体で満たすことである。ゲルベースの電極の主な利点の1つは、それらの頑健な信号品質であるが、主な欠点は、長いモンタージュ時間と、記録後にキャップ及びユーザの毛髪を洗う必要があることである。したがって、被検者の頭上での生体信号の取得に関して、信号取得の品質を保証する非侵襲的なゲルフリー電極を提供することが適切である。

30

【0004】

信号を取得するために被検者の皮膚との間の直接電流路を用いる、明白な電解質なしに動作するように設計された、乾式電極がよく知られている。しかしながら、皮膚から信号、特にEEGを取得するための乾式電極の使用は、実際には、皮膚の高抵抗層、毛髪の存在、及び体表面と接触している電極の摩擦運動を生じる体に対する電極の相対運動に起因して若干より困難である。実際は、導電性ゲルの利点を有さない乾式電極は、皮膚の状態に対してはるかにより敏感であり、モーションアーチファクト、非常に高いインピーダンスに起因する低い電気伝導度、又は何らかの干渉源の影響を非常に受けやすい。

40

【0005】

したがって、低ノイズ、低アーチファクトの生体信号感知のための電極と皮膚との乾式接触の課題を解決する技術的解決策を提供することが依然として必要とされている。EE

50

Gに関して、毛髪の厚い層を通して高品質の信号を確実に記録することは、信号対ノイズ比を高めることに関する重要な課題の1つを残す。

【0006】

電極を被検者の頭上に位置決めするためのヘッドセットの使用がよく知られている。例えば、米国特許第8,706,182号は、電解液を含浸した複数の電極を含むバイオセンシングのために用いることができるヘッドバンドを開示する。ヘッドセットは、生体信号電極を毛髪が存在する部位と接触させるように設計される。ヘッドセットは、EEGを測定するための後頭部電極及び頭頂部電極を備える、被検者の額から頭頂葉及び後頭葉に延びる円弧状に形成された主ヘッドバンドを含む。主ヘッドバンドは、ヘッドセットをその弾力性によって保持する。ヘッドバンドはまた、主ヘッドバンドから延びる4つのアームを備え、これらはそれぞれ電極、すなわち、こめかみ上に位置決めされるように設計された右眼電極及び左眼電極並びに耳朶上に位置決めされる右基準電極及び左基準電極を支持する。電極は、先端を有する棒状の端子部材を含み、前記部材は、皮膚と先端との接触を確実なものにするためにそれらの先端が位置する平面に対して所定の角度で傾斜している。本発明とは対照的に、この種のヘッドセットは、電極が毛髪を完全には通り抜けないので、乾式電極と皮膚との直接接触を提供しない。さらに、電極の数及び場所は固定されており、したがって、電極は頭頂部脳波及び後頭部脳波以外の他の信号を測定することができない。この例はまた、ヘッドセットによるEEG取得の実施の際に一般に直面する問題を重要視しており、ヘッドセットを安定且つ快適な位置に維持しながら一度の移動で即座に正しい位置に置くことはできない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、頭皮の場所の定義に関する通常の10-20及び10-10システム(Jurcak、Tsuzuki、及びDan、2007年)に従って、頭上に即座に位置決めすることができる低ノイズ、低アーチファクトの生体信号感知のための乾式電極(すなわち、直接皮膚接触電極)によって生体信号を測定するためのヘッドセットを提供することによって従来技術の欠点を回避するように設計される。

【課題を解決するための手段】

【0008】

したがって、本発明は、乾式電極を皮膚と接触する状態に適切に位置決めするための、特に、毛髪が皮膚部位上に出るときであっても前記生体信号電極を該皮膚部位と最適に直接接触させるための可撓性枝を備えるヘッドセットに関する。ヘッドセットはまた、皮膚表面と接触している電極の必要以上の移動を防止するように構成され、これにより、アーチファクトを減少させる。ヘッドセットの特異的な設計は、一度の移動でヘッドセットの即座の適正な位置決めを可能にする。この移動中に、乾式電極は、被検者の頭の上で頭の頂部からその適正な場所にスライドし、毛髪を通り抜ける。ヘッドセットの使用は、無痛であり、鋭利ではなく、且つ快適である。電極ヘッドセットは、臨床的又は非臨床的環境での使用のために十分に快適且つ個別でありながら、被検者の頭の上面の全部は覆わない。さらに、前記ヘッドセットは、要件に応じて皮膚上の枝の場所及び数の選択を可能にする。

【0009】

本発明は、被検者から生体信号を取得するためのヘッドセットであって、

ハブと、

少なくとも3つの可撓性枝と、各枝は、ハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有し、少なくとも3つの可撓性枝は、前記自由端の相対位置によって形成される開口部を画定し、

少なくとも3つの電極と、

を備え、少なくとも1つの電極が少なくとも3つの可撓性枝のそれぞれに存在し、前記電極は、生体信号を取得するように構成されており、

少なくとも3つの可撓性枝は、折り畳まれた状態及び展開された状態を有し、少なくとも3つの電極は前記被検者の頭皮と接触し、ヘッドセットは、自由端を被検者の頭表上に配置し、これを、ハブが被検者の頭の頂部と接触するまで頭皮と接触する状態で徐々に下降及びスライドさせることによって、その折り畳まれた状態からその展開された状態に展開される、ヘッドセットに関する。

【0010】

一実施形態では、自由端を頭皮と接触する状態で徐々に下降及びスライドさせることは、電極と頭皮との一定の接触を保証する。

【0011】

本発明は、生体信号を取得するためのヘッドセットであって、

10

ハブと、

少なくとも3つの可撓性枝と、各枝は、ハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有し、少なくとも3つの可撓性枝は、前記自由端の相対位置によって形成される開口部を画定し、

少なくとも3つの電極と、

を備え、少なくとも1つの電極が少なくとも3つの可撓性枝のそれぞれに存在し、前記電極は、生体信号を取得するように構成されており、

少なくとも3つの可撓性枝は、折り畳まれた状態及び展開された状態を有し、展開された状態での開口部の1つの寸法が、折り畳まれた状態での前記寸法よりも少なくとも1.5倍大きい、ヘッドセットに関する。

20

【0012】

一実施形態では、展開された状態での開口部の1つの寸法は、折り畳まれた状態での前記寸法よりも少なくとも1.5倍大きい。一実施形態では、各可撓性枝は、展開された構成と折り畳まれた構成との間で $2^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ の範囲の角度を呈する。

【0013】

一実施形態では、電極のそれぞれは、皮膚接触境界面を備える第1の自由端と少なくとも1つの撓み要素に接続された第2の端とを有する少なくとも1つのピンを備える。一実施形態では、電極のそれぞれは、皮膚接触境界面を備える第1の自由端と少なくとも1つの撓み要素に接続された第2の端とを有する少なくとも2つのピンを備える。

【0014】

30

一実施形態では、前記少なくとも3つの可撓性枝は弾性的に変形可能である。一実施形態では、前記少なくとも3つの可撓性枝は、ポリプロピレン又はシリコンベースの材料で作製される。

【0015】

一実施形態では、少なくとも3つの電極は、接地電極、基準電極、及び少なくとも1つの取得電極を含む。一実施形態では、少なくとも3つの電極は少なくとも1つの乾式電極を含む。

【0016】

一実施形態では、前記少なくとも3つの電極は、脳波検査法（EEG）、及び／又は随意的に筋電図検査法（EMG）、電気眼球図記録法（EOG）、又は心電図検査法（ECG）を行うように構成される。

40

【0017】

一実施形態では、ヘッドセットはモジュラである。

【0018】

一実施形態では、ヘッドセットは、測定した生体信号を分析及び解釈するための生体信号プロセッサに接続される。一実施形態では、ヘッドセットは、少なくとも1つのイヤホンとさらに備える。一実施形態では、ヘッドセットは、増幅器、A/D変換器、及び信号フィルタを備える生体信号を取得するための電子回路を備える。一実施形態では、ヘッドセットは、無線送信器及び／又は受信器とさらに備える。

【0019】

50

本発明はまた、少なくとも1人の被検者にニューロフィードバックを提供する方法であって、

ハブと、

少なくとも3つの可撓性枝と、各枝は、ハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有し、少なくとも3つの可撓性枝は、前記自由端の相対位置によって形成される開口部を画定し、

少なくとも3つの電極と、

を備え、少なくとも1つの電極が少なくとも3つの可撓性枝のそれぞれに存在し、前記電極は、生体信号を取得するように構成されており、

少なくとも3つの可撓性枝は、折り畳まれた状態及び展開された状態を有し、少なくとも3つの電極は、前記被検者の頭皮と接触している、

生体信号を取得するためのヘッドセットを被検者の頭の上に配置するステップと、

自由端をハブが被検者の頭の頂部と接触するまで頭皮と接触する状態で徐々に下降及びスライドさせるステップと、

ヘッドセットを用いて生体信号を取得するステップと、

生体信号を分析するステップと、

測定した生体信号に従って前記被検者にフィードバックを提供するステップと、を含む方法に関する。

#### 【0020】

一実施形態では、生体信号の分析は、生体信号を特異的な精神状態と相関させ、被検者の精神状態を改善するための少なくとも1つの提案を含むフィードバックを被検者に提供することを含む。一実施形態では、フィードバックは、触覚、視覚、又は聴覚フィードバックである。

#### 【0021】

本発明はまた、被検者から生体信号を取得するためのオーディオヘッドセットであって、

第1のイヤープースと、

第2のイヤープースと、

第1のイヤープースと第2のイヤープースを接続するアーチと、前記アーチはハブを含み、アーチ、第1のイヤープース、及び第2のイヤープースは、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときにイヤープースが被検者の耳の上に配置されるように構成され、

少なくとも1つの後枝は、ハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有し、

少なくとも1つの後枝は、生体信号を取得するように構成された、好ましくは10-10システムにおける位置P3又はP4で生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極を備え、

少なくとも1つの後枝は、曲率半径を有する凹形表面、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態、及びオーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときに展開された状態を備え、展開された状態での曲率半径(CRe)と折り畳まれた状態での曲率半径(CRc)との比は2.36よりも高く、

少なくとも1つの後枝の少なくとも1つの電極は少なくとも2つのピンを備え、各ピンは、皮膚接触境界面を備える第1の自由端と少なくとも1つの撓み要素に接続された第2の端とを有し、

第1のイヤープース及び第2のイヤープースは、それぞれ少なくとも1つのテキスタイル電極を備え、イヤープース及びアーチは、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときにテキスタイル電極が乳様突起の上に位置する皮膚に接するように構成される、オーディオヘッドセットに関する。

#### 【0022】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットは、それぞれハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有する少なくとも2つの後枝を備え、各後枝は、生体信号を取得するよ

10

20

30

40

50

うに構成された少なくとも1つの電極を備え、好ましくは、第1の後枝は、10-10システムにおける位置P3で生体信号を取得するように構成され、第2の後枝は、10-10システムにおける位置P4で生体信号を取得するように構成され、少なくとも2つの後枝は、それぞれ、曲率半径を有する凹形表面、折り畳まれた状態、及び展開された状態を備え、展開された状態での曲率半径(CRe)と折り畳まれた状態での曲率半径(CRc)との比は2.36よりも高い。

#### 【0023】

本発明はまた、被検者から生体信号を取得するためのオーディオヘッドセットであって、

第1のイヤープースと、

10

第2のイヤープースと、

第1のイヤープースと第2のイヤープースを接続するアーチと、前記アーチはハブを含み、アーチ、第1のイヤープース、及び第2のイヤープースは、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときにイヤープースが被検者の耳の上に配置されるように構成され、

少なくとも1つの前枝は、ハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有し、

少なくとも1つの前枝は、生体信号を取得するように構成された、好ましくは10-10システムにおける位置AF3又はAF4で生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極を備え、

少なくとも1つの前枝は、曲率半径を有する凹形表面、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態、及びオーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときに展開された状態を備え、展開された状態での曲率半径(CRe)と折り畳まれた状態での曲率半径(CRc)との比は2.10よりも高く、

20

少なくとも1つの前枝の少なくとも1つの電極は少なくとも2つのピンを備え、各ピンは、皮膚接触境界面を備える第1の自由端と少なくとも1つの撓み要素に接続された第2の端とを有し、

第1のイヤープース及び第2のイヤープースは、それぞれ少なくとも1つのテキスタイル電極を備え、イヤープース及びアーチは、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときにテキスタイル電極が乳様突起の上に位置する皮膚に接するように構成される、オーディオヘッドセットに関する。

30

#### 【0024】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットは、それぞれハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有する少なくとも2つの前枝を備え、各前枝は、生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極を備え、好ましくは、第1の前枝は、10-10システムにおける位置AF3で生体信号を取得するように構成され、第2の前枝は、10-10システムにおける位置AF4で生体信号を取得するように構成され、少なくとも2つの前枝は、それぞれ、曲率半径を有する凹形表面、折り畳まれた状態、及び展開された状態を備え、展開された状態での曲率半径(CRe)と折り畳まれた状態での曲率半径(CRc)との比は2.10よりも高い。

#### 【0025】

40

一実施形態によれば、少なくとも1つの後枝又は少なくとも1つの前枝は、ハブに取り外し可能に接続される。

#### 【0026】

一実施形態によれば、第1のイヤープース及び第2のイヤープースは、耳覆い型イヤープースである。

#### 【0027】

一実施形態によれば、第1のイヤープースの少なくとも1つの電極及び第2のイヤープースの少なくとも1つの電極はファブリック電極である。

#### 【0028】

一実施形態によれば、第1のイヤープースの少なくとも1つの電極及び第2のイヤープース

50

ースの少なくとも1つの電極は、銀コートされたテキスタイル、好ましくは銀コートされたポリエステルテキスタイルを含む。

【0029】

一実施形態によれば、第1のイヤープースの少なくとも1つの電極及び第2のイヤープースの少なくとも1つの電極は複数の接触面を備える。

【0030】

一実施形態によれば、第1のイヤープースの少なくとも1つの電極及び第2のイヤープースの少なくとも1つの電極は、そこから複数のストリップが延びる共通部分を備え、共通部分はイヤープース内に埋め込まれ、ストリップの少なくとも一部はイヤープースの外面上に存在する。

10

【0031】

一実施形態によれば、少なくとも1つの後枝又は少なくとも1つの前枝は、非磁性金属シートを備える。

【0032】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットの少なくとも3つの電極(5)は、接地電極、基準電極、及び少なくとも1つの取得電極を含む。

【0033】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットの少なくとも3つの電極は、脳波検査法(EEG)、及び／又は随意的に筋電図検査法(EMG)、電気眼球図記録法(EOG)、又は心電図検査法(ECG)を行うように構成される。

20

【0034】

一実施形態によれば、本発明のオーディオヘッドセットは、測定した生体信号を分析及び解釈するための生体信号プロセッサにさらに接続される。

【0035】

一実施形態によれば、本発明のオーディオヘッドセットは、増幅器、A/D変換器、及び信号フィルタを備える生体信号を取得するための電子回路をさらに備える。

【0036】

一実施形態によれば、本発明のオーディオヘッドセットは、無線送信器及び／又は受信器をさらに備える。

【0037】

30

本発明はまた、少なくとも1人の被検者にニューロフィードバックを提供するための方法であって、

本発明に係る生体信号を取得するためのオーディオヘッドセットを被検者の頭表上に配置するステップと、

ヘッドセットを用いて生体信号を取得するステップと、

取得した生体信号を分析するステップと、

測定した生体信号に従って前記被検者にオーディオフィードバックを提供するステップと、

を含む、方法に関する。

【0038】

40

一実施形態によれば、生体信号の分析は、生体信号を特異的な精神状態と相関させ、被検者の精神状態を改善するための少なくとも1つの提案を含むフィードバックを被検者に提供するステップを含む。

【0039】

定義

本発明では、以下の用語は、以下の意味を有する：

【0040】

「取得電極」は、生体信号を測定するように設計された能動電極又は受動電極を指す。

【0041】

「能動電極」は、少なくとも1つの増幅器及び随意的に他の電子部品を備える電極を指

50

す。

【0042】

「枝」は、ハブから延び、該枝が皮膚と接触するときその場で機械的負荷（すなわち圧力）を加えるように設計された凸形の形状を有する、細長い部材を指す。

【0043】

「折り畳まれた状態」又は「折り畳まれた構成」は、可撓性枝の第2の自由端によって形成される開口部が展開された状態にある可撓性枝の第2の自由端によって形成される開口部よりも小さくなるように可撓性枝が後退される、ヘッドセットの未変形の状態を指す。

【0044】

「接触」又は「直接接触」は、生体信号を取得するための電極と被検者の体との間の直接電流路を提供する、被検者の皮膚との近接性を指す。

【0045】

「乾式電極」は、生体信号を取得するための電解質（例えば、導電性ゲル）の使用を必要としない電極（例えば、ピンばね付き電極を含む電極）を指す。

【0046】

「展開された状態」又は「展開された構成」は、使用中の（すなわち、被検者の頭上の安定した位置にある）ヘッドセットの状態を指し、可撓性枝は、皮膚と接触する可撓性枝によってかかる圧力に起因して変形される。

【0047】

「撓み要素」は、可逆的に変形可能であり、少なくとも1つのピンを少なくとも1つの軸に沿って支持する及び動かすように構成された、弾性支持体を指す。撓み要素は、ヘッドセットとピンとの間の距離が、撓み要素によって可能にされる撓み量によって決まる特定の範囲内で変化することを可能にする。撓み要素は、例えば、ばね、弾性膜、又は当業者に公知の任意の他の手段である。

【0048】

「接地電極」又は「バイアス電極」は、システムにおけるすべての電圧に関する共通の基準点として役立つように構成された電極を指す。一実施形態では、接地電極は、被検者の体をハブの組み込み駆動増幅器のために用いられる既知の基準電位にバイアスすることができる。

【0049】

「負荷角」又は「角度」は、展開された構成にある枝と折り畳まれた構成にある前記枝との間の角度を指す。前記角度は、折り畳まれた状態の枝に対する展開された状態にある枝の変位に対応する。

【0050】

「精神状態」は、意識的又は無意識的な脳のメカニズムに関係した精神状態を指す。前記精神状態は、例えば、知的、感情的、心理的な脳のプロセスを定量化又はモデル化するために測定することができる。

【0051】

「モジュラ」は、内蔵型のユニットに構築され編成される、ヘッドセットの交換可能な設計を指す。したがって、一実施形態では、ヘッドセットは、個々の可撓性枝、電極、又はピンが、要件に応じて少なくとも3つの電極を備える基本ヘッドセットに追加されることを可能にするように構成される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、ユニットを被検者の頭上の任意の場所にもっていくためのモジュラである。「モジュラ」という用語はまた、前記個々のユニットをヘッドセット内に設置された他のユニットとは独立して容易に設置又は交換できることを指す場合がある。

【0052】

「近く」（第2の自由端）は、要素が、可撓性枝上の或る場所から短い距離に存在する、好ましくは可撓性枝の長さ（すなわち、ハブから自由端まで延びる寸法）の1/2未満の距離に存在することを意味する。

10

20

30

40

50

## 【0053】

「開口部寸法」は、第2の自由端によって形成される開口部のサイズを定義する定量的値を指す。一実施形態によれば、前記寸法は、枝のスパン、可撓性枝の自由端によって形成される開口部の外周、又は2つの隣接する自由端間のピッチである。

## 【0054】

「ピッチ」は、2つの隣接する可撓性枝の2つの隣接する自由端間のギャップの寸法を指す。

## 【0055】

「受動電極」は、どのような増幅器も備えない電極を指す。

## 【0056】

「ピン」は、皮膚接触境界面を備える第1の自由端と少なくとも1つの撓み要素に接続された第2の端とを備える棒状の又は細長い部材を指す。

## 【0057】

「基準電極」は、2つの電極間の電圧を測定するために別の電極から受信した信号をそれに対して電位差として比較することができる電極を指す。

## 【0058】

「右」及び「左」という用語は、ヘッドセットが被検者によって装着されるときに被検者の右及び左に対応する。

## 【0059】

「被検者」は、動物、好ましくは哺乳類、より好ましくはヒトを指す。被検者は、患者であり得る、すなわち、被検者は、医療ケアを受けるのを待っている、受けている、又は医療手技の対象である／となる。

## 【0060】

「スパン」は、可撓性枝の1つの自由端から対向する自由端までの、2つの対向する可撓性枝間のギャップの寸法を指す。

## 【0061】

「10-10システム」は、EEGテスト又は実験との関連での頭皮電極の場所を説明する国際的に認識された方法を指す。「10」は、隣接する電極間の実距離が頭蓋の全前後又は右左距離の10%であることを指す。英字AF、F、T、C、P、TP、CP、PO、FC、及びOは、それぞれ、前頭葉、側頭葉、中心、頭頂葉、及び後頭葉の略語である。偶数（例えば、2、4、6、8）は、右大脳半球上の電極位置を指し、一方、奇数（例えば、1、3、5、7）は、左大脳半球上の電極位置を指す。加えて、英字コードA、Pg、及びFpは、それぞれ、耳朵、鼻咽頭、及び前頭の極部位を特定する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0062】

【図1】展開された構成にある、少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）を備えるヘッドセットの略図である。

【図2】折り畳まれた構成及び展開された構成にある、少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）を備えるヘッドセットの略図である。

【図3】展開された構成にある、生体信号を取得するための4つの可撓性枝（1r、1l、2、3）を有するヘッドセットの略図である。

【図4】展開された構成にある、頭上に位置決めされた、その場で生体信号を取得するための4つの可撓性枝（1r、1l、2、3）を有するヘッドセットの略図である。

【図5】展開された構成にある、生体信号を取得するための4つの可撓性枝（1r、1l、2、3）を有するヘッドセットの略図である。

【図6】展開された構成にある、頭上に位置決めされた、その場で生体信号を取得するための4つの可撓性枝（1r、1l、2、3）を有するヘッドセットの略図である。

【図7】展開された構成にある、生体信号を取得するための6つの可撓性枝を有するヘッドセットの略図である。

【図8】マトリックスセッティング（10）上に差し込まれたばね付きピン（6）を備え

10

20

30

40

50

る電極（５）の略図である。

【図９】ヘッドセットに一体化された電子装置の略図である。

【図１０】周波数（Hz）に従うPSD（電力スペクトル密度、デシベル／ヘルツ）の進展を表すグラフである。

【図１１】折り畳まれた構成にある、本発明の一実施形態に係るオーディオヘッドセットの略図である。

【図１２】例示する目的で、１つの後枝が展開された構成（１）にあり、１つの後枝が折り畳まれた構成（１'）にある状態の、オーディオヘッドセットの略図である。

【図１３】モルフォロジカル・オーバーラッピング・スフェア（MOS）方法の概略図である。

10

【図１４】折り畳まれた状態（CRc）及び展開された状態（CR e）にある枝の曲率半径の略図である。矩形はハブ（４）を例示する。ハブと接触している点は、枝の第１の端を例示する。実線及び点線は、それぞれ折り畳まれた構成及び展開された構成にある枝を例示する。各枝の自由端にある点は、電極の位置を表す。円は、各枝の曲率半径を定める球の断面である。ハブ上の矢印は、ヘッドセットを位置決めするために被検者が適用している動き、したがって、折り畳まれた構成から展開された構成への枝の拡張を表す。

【図１５】本発明のオーディオヘッドセットのハブと枝との間の接続を例示する図である。

【図１６】信号がテキスタイル電極で記録されている、アルファブロッキング検出を示すEO-E Cに関するEEG時間周波数マップを例示する図である。

20

【図１７】本発明の一実施形態に係るテキスタイル電極を例示する図である。

【図１８】本発明の一実施形態に係るテキスタイル電極を備えるイヤープースを例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【００６３】

本発明は、ヘッドセット上に設置された１つ又は複数の電極を被検者の頭上の所定の対象領域内（１０－１０システムに基づく）に位置決めするように構成された、生体信号を取得するためのヘッドセットに関する。対象領域は、測定の性質に応じて所望の電極位置決めスキーム（例えば、頭頂葉及び後頭葉上）に従って選択される。例えば、測定は、精神状態を定義するための異なる場所でのいくつかのEEGである。

30

【００６４】

一実施形態によれば、図１を参照すると、生体信号を取得するためのヘッドセットは、ハブ（４）と、少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）を備え、各枝は、ハブ（４）から延びる第１の端（１a、２a、３a）と第２の自由端と（１b、２b、３b）を有し、前記自由端（１b、２b、３b）の相対位置によって形成される開口部を画定する。一実施形態によれば、ヘッドセットはまた、少なくとも３つの電極（５）を備え、少なくとも１つの電極が少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）のそれぞれに存在し、前記電極（５）は、生体信号を取得するように構成されている。

【００６５】

一実施形態によれば、ヘッドセットの少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）は、可逆的に折り畳まれた状態及び展開された状態を有するように構成され、展開された状態において、開口部は、折り畳まれた状態にあるときよりも大きく、展開された状態において、少なくとも３つの電極は皮膚と接触し、被検者の頭の上に配置された後で、ヘッドセットをハブが被検者の頭の頂部と接触するまで徐々に下降させることによって、ヘッドセットは展開された状態に達する。展開された状態において、少なくとも３つの電極（５）及び少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）は、ヘッドセットをその場に維持する。

40

【００６６】

一実施形態によれば、前記少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）は、ハブ（４）に機械的に接続される。一実施形態では、少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）は、可逆的に接続される。１つの他の実施形態では、ヘッドセットは単一部品で作製され、ハブ

50

(4)と少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)は一体である(すなわち、不可逆的に接続される)。一実施形態によれば、単一部品で作製されたヘッドセットは、圧縮成形、押出成形、射出成形、ブロー成形などの成形プロセス、鋳造、押出し、3Dプリンティングプロセスなどによって製造される。

【0067】

一実施形態によれば、ハブ(4)は、前記少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)を被検者の頭表上の安定な位置に維持するのに適した任意の形態又は形状を有し、例えば、ハブ(4)は、凹形ダイヤモンド形状又は凹形三角形の形状(図1～図7で見られるような)を有する。

【0068】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、少なくとも3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、又は18本の可撓性枝(1、2、3)を備える。一実施形態によれば、前記枝のそれぞれは少なくとも1つの電極(5)を備える。

【0069】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)は弾性的に変形可能である。

【0070】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)は、変形可能であるように構成され、これにより、第2の自由端(1b、2b、3b)によって形成される開口部(例えば、開口部のサイズ及び形状)が修正されることを可能にする。一実施形態では、第2の自由端(1b、2b、3b)によって形成される開口部の寸法は、2つの可撓性枝の自由端(1b、2b、3b)間の負荷角( $\alpha$ 、 $\beta$ )、枝のスパン、外周、又はピッチによって測定されてよい。一実施形態によれば、ヘッドセットの負荷角は、2～70°、又は5～70°、又は10～70°、又は15～70°、又は20～70°、又は30～70°、又は40～70°、又は50～70°、又は60～70°の範囲である。一実施形態では、展開された状態にあるヘッドセットは、10cm～30cm、又は12cm～20cmの範囲の枝のスパンを有する。一実施形態では、展開された状態にあるヘッドセットは、30cm～70cmの範囲、52cm～62cmの範囲の可撓性枝の自由端(1b、2b、3b)によって形成された外周を有する。一実施形態では、展開された状態にあるヘッドセットは、5cm～20cm、5～15cm、又は5～10cmの範囲の2つの可撓性枝(1、2、3)からのピッチを有する。

【0071】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、ポリプロピレンベースの材料で作製される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、シリコンベースの材料で作製される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、少なくとも部分的に金属、金属合金、プラスチック、ポリマー、複合材、又はこれらの混合物で作製される。一実施形態によれば、前記少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)は、部分的に金属ロッドで作製される。一実施形態によれば、少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)は、アクリロニトリルブタジエンスチレンで作製される。一実施形態によれば、少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)は、ポリアミドで作製される。一実施形態によれば、少なくとも3つの可撓性枝(1、2、3)は、非磁性金属シートで作製され、前記非磁性金属シートはEEG外乱を回避する。一実施形態によれば、非磁性金属シートは、少なくとも0.5mmの厚さである。一実施形態によれば、非磁性金属シートは、スタンピング又は成形される。一実施形態によれば、非磁性金属シートにゴム部又は発泡体が接続される。一実施形態によれば、前記ゴム部又は発泡体は、被検者への快適さを保証するために、及びインピーダンスを減少させることによってEEG信号品質を改善するために、ヘッドセットが装着されるときに被検者の頭と接触する。一実施形態によれば、発泡体は、熱成形される。一実施形態によれば、発泡体は、ポリエチレン又はポリアミドで作製される。一実施形態によれば、発泡体又はゴム部は少なくとも1つのケーシングを備え、各枝の少なくとも1つの電極が前記ケーシング内に存

10

20

30

40

50

在してよい。

【0072】

一実施形態によれば、前記材料は、可撓性枝（1、2、3）が被検者の頭上に無痛の圧力を加え、電極（5）を皮膚と接触する状態に維持するように、被検者の頭上のヘッドセットの位置決めに対応して撓むのに少なくとも十分な可撓性を可撓性枝（1、2、3）に提供する。一実施形態によれば、前記材料は、ヘッドセットが展開された構成と折り畳まれた構成との間で壊れずに又は塑性変形せずに（すなわち、恒久的に不可逆的に変形せずに）動くことができるのに少なくとも十分な弾性及び可撓性を可撓性枝（1、2、3）に提供する。一実施形態によれば、可撓性枝（1、2、3）は、50～95ショアの範囲のショア硬度を呈する。

10

【0073】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、分離材料、すなわち、ヘッドセット構造体の内部に存在する電極（5）に接続された配線を分離することができる材料から作製される。有利には、前記分離材料は、生体信号の、環境の干渉からの分離を提供してよい。一実施形態によれば、ヘッドセット構造体（すなわち、可撓性枝（1、2、3）及びハブ（4））は、各可撓性枝（1、2、3）上に存在する各少なくとも1つの電極（5）に接続された、生体信号を伝導する電線／チャンネルを包囲する。一実施形態では、ヘッドセット構造体は、例えば、電子回路又は無線送信器／トランシーバなどの電子部品を備える。この実施形態は、受動乾式電極の場合に有利である。

【0074】

20

一実施形態によれば、可撓性枝（1、2、3）及び／又は電極（5）によって皮膚に加わる圧力は、5N未満、例えば0.25N、0.75N、1N、2N、3N、4N、5N未満である。一実施形態によれば、皮膚と接触するヘッドセットによって加わる圧力は、被検者の頭上の場所及び感度に応じて変えてよい。

【0075】

一実施形態によれば、可撓性枝（1、2、3）は、円形、楕円形、長方形、三角形、又は正方形の断面、又は人間工学的形状を有する任意の幾何学的形状を有し、可撓性枝（1、2、3）の適切な可撓性及び弾性を保証するように設計される。例えば、可撓性枝（1、2、3）は、1mm～1cm、又は1mm～5mmの範囲の1又は2つの寸法（例えば、直径、幅、長さ）を有する断面を有してよい。

30

【0076】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）は、単一の分岐からなる。1つの他の実施形態によれば、少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）は、いくつかの分岐、例えば、少なくとも2、3、4、5、6、7、8、9、又は10個の分岐で作製される。一実施形態によれば、少なくとも1つの可撓性枝は、いくつかの分岐、例えば、少なくとも2、3、4、5、6、7、8、9、又は10個の分岐を備える。

【0077】

一実施形態によれば、可撓性枝（1、2、3）は、1cm～30cm、又は10cm～15cmの範囲の長さ（すなわち、ハブ（4）から自由端（1b、2b、3b）まで延びる可撓性枝（1、2、3）の寸法）を有する。一実施形態によれば、少なくとも可撓性枝（1、2、3）は、被検者の到達されるべき頭の部分、頭蓋のサイズ、及び形状に応じて異なる長さを有する。少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）は、測定される生体信号に応じて異なるサイズ及び形状を有してよい。例えば、サイズ及び形状は、被検者の形態学、すなわち、被検者の頭上のヘッドセットの安定な位置を保証しつつ所望の場所で生体信号（例えば、EEG、ECG）を測定するべく到達するのに適した領域に依存する。一実施形態によれば、前記少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）は、材料の弾性特性に起因して屈曲されるように構成された長さを有する。

40

【0078】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）は、伸縮式である、すなわち、重なり区域をスライドさせることによって伸長可能又は圧縮可能である。一

50

実施形態によれば、可撓性枝（１、２、３）は、要件に応じて調節可能な（すなわち、短く又は長くされ得る）可変の長さを有する。

【００７９】

有利には、少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）は、被検者の任意のサイズ及び形状に適応可能であるように設計される。実際は、各個人は、独自の形態学、特に、独自の頭蓋形状を有する。前記可撓性枝（１、２、３）は、可撓性枝（１、２、３）の自由端（１ｂ、２ｂ、３ｂ）上に存在する皮膚と接触する少なくとも３つの接触点を提供することによって任意の頭蓋に適応可能である。さらに、枝の可撓性及び低減した数は、あらゆる頭蓋形態学へのヘッドセットの適応性を改善する。

【００８０】

一実施形態によれば、被検者から生体信号を取得するためのヘッドセットは、ハブ（４）と、  
少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）と、各枝は、ハブ（４）から延びる第１の端（１ａ、２ａ、３ａ）と第２の自由端と（１ｂ、２ｂ、３ｂ）を有し、  
少なくとも３つの電極（５）と、  
を備え、

各可撓性枝（１、２、３）は少なくとも１つの電極（５）を備え、前記電極（５）は生体信号を取得するように構成されており、

第１の可撓性枝（１）は、曲率半径を有する凹形表面、ヘッドセットが被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態、及びヘッドセットが被検者によって装着されるとき

【００８１】

一実施形態によれば、折り畳まれた状態（ＣＲｃ）での曲率半径及び展開された状態での曲率半径（ＣＲｅ）は、

$$C R c = C R e / \Delta$$

となり、式中、 $\Delta$ は、１０－１０システムにおける所与の位置での頭皮の曲率半径の標準偏差の少なくとも二倍に等しい。

【００８２】

一実施形態によれば、第２の枝（２）と第３の枝（３）は、接合され、アーチを形成する。一実施形態によれば、前記アーチは、スタンピング又は成形される。一実施形態によれば、ハブは、第２の枝（２）と第３の枝（３）との間のアーチ（すなわちアーチの頂部上）に接続される（例えば、ねじ込まれる）。

【００８３】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、曲率半径を有する凹形表面、折り畳まれた状態、及び展開された状態を備える複数の可撓性枝を備える。一実施形態によれば、前記枝のそれぞれは、アーチに接続される。

【００８４】

一実施形態によれば、第２の枝（２）と第３の枝（３）はアーチを形成し、第１の枝（１）はアーチから取り外し可能である。一実施形態によれば、ヘッドセットは複数の取り外し可能な枝を備える。一実施形態によれば、アーチから取り外され得る各枝は、曲率半径を有する凹形表面、折り畳まれた状態、及び展開された状態を備える。

【００８５】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、曲率半径を有する凹形表面、折り畳まれた状態、及び展開された状態を備える少なくとも３、４、５、６、７、８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、又は１８本の可撓性枝（１、４）を備える。

【００８６】

一実施形態によれば、ヘッドセットは少なくとも３つの電極（５）を備え、少なくとも１つの電極（５）が少なくとも３つの可撓性枝（１、２、３）のそれぞれに存在する。少なくとも３つの電極は、生体信号を取得するように構成される。

【００８７】

一実施形態によれば、少なくとも3つの電極(5)は、ヘッドセット(すなわち、ハブ(4)又は可撓性枝(1、2、3))の内面上に配置される。一実施形態によれば、少なくとも3つの電極(5)は、可撓性枝(1、2、3)の第2の自由端(1b、2b、3b)付近の内面上に存在する。一実施形態では、少なくとも3つの電極(5)は、可撓性枝(1、2、3)の端に存在する。一実施形態によれば、少なくとも3つの電極(5)は、ヘッドセットの内面に沿った任意の場所に配置される。

#### 【0088】

有利には、各可撓性枝(1、2、3)の端に存在する少なくとも1つの電極(5)は、被検者の皮膚と接触する電極上にその場でかかる圧力を改善する。その結果、前記少なくとも3つの電極(5)はまた、被検者の頭上のヘッドセットの固定された位置決りを改善する。

10

#### 【0089】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの電極(5)は、接地電極、基準電極、及び少なくとも1つの取得電極を含む。

#### 【0090】

生体信号記録は、バイポーラである、すなわち、それらは関心ある取得電極と基準電極との間の電位の差を表す。一実施形態では、基準電極及び接地電極は、脳信号を測定して参照として別の脳信号と比較するために、皮膚上に配置される。生物学的活動(脳活動など)だけでなく環境の電場及び磁場も皮膚の電位差を生じる場合がある。したがって、一実施形態によれば、本発明のヘッドセットはまた、ヒト被検者を電源の接地から分離する接地電極を含む。接地電極、基準電極、及び取得電極を備えるこの構成は、空間的に一定のコモンモード電位を受け付けず、出力電圧が体内で生じた皮膚の電位差に比例するように皮膚の場所の対間の電位差を増幅するように設計される。すべての取得電極に関するインピーダンスが、データ処理中に接地電極と基準電極との両方と比較される。

20

#### 【0091】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、少なくとも1つの接地電極及び少なくとも1つの基準電極を含む。一部の実施形態では、基準電極と接地電極との両方は、耳の後ろの乳様突起上に存在するように構成される。一実施形態によれば、取得電極は、皮膚電圧が変化する領域上に配置され、基準電極は、中立部位、すなわち、皮膚電圧ができるだけ小さく変化する領域上に配置される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、基準電極が乳様突起、頭頂、耳朶(特に、同側の耳、対側の耳)、頭ではない領域上、又は鼻尖上に配置されるように構成される。別の実施形態によれば、基準点は、いくつかの取得電極の信号を平均することによって算出される。一実施形態によれば、基準電極は、右側乳様突起上に存在する。一実施形態によれば、基準電極は、左側乳様突起上に存在する。乳様突起は、最小量のアーチファクトを有する非脳電位を測定するための2つの理想の場所である。

30

#### 【0092】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、接地電極が被検者の額上に配置されるように構成される。一部の実施形態では、基準電極は、被検者の頭上の任意の場所に存在する。一実施形態によれば、ヘッドセットは、接地電極が被検者の耳の場所上に配置されるように構成される。一実施形態によれば、前記接地電極は、左側乳様突起上に存在する。一実施形態によれば、前記接地電極は、右側乳様突起上に存在する。

40

#### 【0093】

一実施形態によれば、ヘッドセットはまた、前頭葉上に配置された少なくとも1つの電極(5)を含む。一実施形態では、2つの電極(5)がそれぞれ右大脳半球上及び左大脳半球上に存在し、少なくとも1つの電極(5)が頭頂葉上に配置される。一実施形態では、2つの電極(5)がそれぞれ右大脳半球上及び左大脳半球上に存在する。一実施形態によれば、ヘッドセットは、いくつかの取得電極、例えば、1、4、5、8、10、16、20、25、30、40、又は50個の取得電極を備える。一実施形態では、ヘッドセットは、等しい数の取得電極及び基準電極、等しい数の取得電極及び接地電極、及び／又は等しい数の取得電極、接地電極、及び基準電極を備えてよい。

50

## 【0094】

有利には、前記接地電極は、増幅器におけるノイズリダクション、特に、コモンモード除去を改善及び最適化することを可能にする。接地電極は、システムにおけるすべての電圧に関する共通の基準点として役立つのに必要とされる。

## 【0095】

一実施形態によれば、各可撓性枝（1、2、3）は少なくとも1つの電極（5）を備える。一実施形態によれば、各可撓性枝（1、2、3）は、1、2、3、4、又は5つの電極（5）を備える。

## 【0096】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの電極（5）は少なくとも1つの乾式電極を含む。一実施形態によれば、少なくとも3つの電極（5）は能動電極である。一実施形態によれば、少なくとも3つの電極（5）は受動電極である。一実施形態によれば、少なくとも1つの取得電極は乾式電極である。一実施形態によれば、接地電極及び／又は基準電極は受動電極である。一実施形態によれば、すべての取得電極は、乾式受動電極（すなわち、搭載回路を有さない乾式電極）である。一実施形態によれば、基準電極及び接地電極は乾式能動電極（すなわち、搭載回路を有する乾式電極）である。一部の実施形態では、接地電極及び／又は基準電極は、粘着性の物質又は導電性の物質を含む。一部の実施形態では、毛髪が存在する領域上にあるすべての電極（5）は乾式電極である。

## 【0097】

一実施形態によれば、能動電極は少なくとも1つの増幅器を備え、前記増幅器は、1～5000又は1～2500、又は1～1000、又は1～500の範囲の利得を有する。一実施形態によれば、能動電極はインピーダンス変換器を備える。一実施形態によれば、能動電極は、増幅器と、例えば、過渡電圧抑制（TVS）ダイオード及び信号周波数フィルタなどの保護部の組を備える。

## 【0098】

一実施形態によれば、能動電極は、例えば0.1～10Hzの周波数範囲内の低い固有ノイズ（ $< 76 \text{ nV P-P}$ ）を有する増幅器を備える。増幅器は、低いドリフト及び低いオフセット電圧を有してよい。この構成は、生体信号の、干渉信号及びノイズからの最良の分離をもたらすことを可能にする。一部の実施形態では、増幅器は、例えば、少なくとも110dBの高いコモンモード除去比を有する。

## 【0099】

一実施形態によれば、少なくとも3つの電極（5）は、電極（5）から生信号を受信及び処理し、出力信号を提供するように構成された電子回路（13）に電気的に接続される。一実施形態によれば、電子回路（13）は、能動電極内に、好ましくは取得電極の中に設置又は収容される。一実施形態によれば、電子回路（13）は、少なくとも1つの能動電極内に設置又は収容される。

## 【0100】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの電極（5）は、脳波検査法（EEG）、及び／又は随意的に筋電図検査法（EMG）、電気眼球図記録法（EOG）、又は心電図検査法（ECG）を行うように構成される。

## 【0101】

一部の実施形態では、少なくとも2つの取得電極は、EEGを行うように構成され、随意的な取得電極は、生体信号を精神状態と相関させるため、又は皮膚電圧からの異なる生理的アーチファクトを区別することによって信号の取得を改善するために、筋肉、心臓、眼の活動を測定するように構成される。

## 【0102】

一実施形態によれば、少なくとも3つの電極（5）のそれぞれは少なくとも1つのピン（6）を備え、前記少なくとも1つのピン（6）は、一方の第1の端で少なくとも1つの撓み要素（7）に接続され、第2の端上に皮膚接触境界面（8）を備える。一実施形態によれば、基準電極、接地電極、及び取得電極は、少なくとも1つのピン（6）を備える。

一実施形態によれば、取得電極は少なくとも1つのピン(6)を備える。一実施形態によれば、第1の枝(1)の電極は、少なくとも1つのピン(6)を備える、前記少なくとも1つのピン(6)は、一方の第1の端で少なくとも1つの撓み要素(7)に接続され、第2の端上に皮膚接触境界面(8)を備える。一実施形態によれば、アーチに差し込まれる各枝の電極は、少なくとも1つのピン(6)を備え、前記少なくとも1つのピン(6)は、一方の第1の端で少なくとも1つの撓み要素(7)に接続され、第2の端上に皮膚接触境界面(8)を備える。

#### 【0103】

一実施形態によれば、被検者の皮膚と接触する状態にある前記ピン(6)は、皮膚接触境界面(8)を形成する。一実施形態によれば、ピン(6)は、導電接触を保証しながら毛髪を通り抜けるように構成される。一実施形態では、取得電極だけが少なくとも2つのピン(6)を備え、前記取得電極は被検者の頭上に存在している。一実施形態では、電極は、少なくとも1、2、4、8、16、20、24、28、32、又は50個のピン(6)を備える。一実施形態では、ピンは、0.25mm~1cm、又は1~2mmの範囲の直径を有する棒状の部材である。一実施形態では、ピン(6)は、細長い突出部をなす導電性材料で作製される。一実施形態によれば、前記細長い突出部は、毛髪を通り抜けて被検者の皮膚との十分な無痛の接触をもたらす任意の形状、例えば、皮膚接触境界面(8)を形成する丸みのある自由端を有する円筒形、三角形、又は長方形の形状を有する。一実施形態によれば、毛髪が存在する領域上にはない接地電極及び/又は基準電極は、被検者の皮膚との単一の皮膚接触境界面(8)を備える。

#### 【0104】

一実施形態によれば、ピンは、5N未満、例えば0.25N、0.75N、1N、2N、3N、4N、5N未満の、皮膚と接触するピンによってかかる圧力を及ぼす。

#### 【0105】

1つの他の実施形態によれば、ピン(6)の長さは可変とすることができ、該長さは、1mm~20mm、又は4.5~7.5mmの範囲である。有利には、長さの変動性は、頭の場所、毛髪の長さ、及び密度に応じて、より一般には被検者の形態学に応じて最適な長さの選択を可能にする。

#### 【0106】

一実施形態によれば、前記少なくとも3つの電極(5)は少なくとも2つのピン(6)を備え、前記少なくとも2つのピン(6)のそれぞれは、一方の第1の端で少なくとも1つの撓み要素(7)に接続され、第2の端上に皮膚接触境界面(8)を備える。一実施形態によれば、少なくとも2つのピンは電氣的に並列に配列される。一実施形態によれば、第1の枝(1)の電極は少なくとも2つのピン(6)を備え、前記少なくとも2つのピン(6)のそれぞれは、一方の第1の端で少なくとも1つの撓み要素(7)に接続され、第2の端上に皮膚接触境界面(8)を備える。一実施形態によれば、少なくとも2つのピンは電氣的に並列に配列される。一実施形態によれば、アーチに差し込まれる各枝の電極は少なくとも2つのピン(6)を備え、前記少なくとも2つのピン(6)のそれぞれは、一方の第1の端で少なくとも1つの撓み要素(7)に接続され、第2の端上に皮膚接触境界面(8)を備える。一実施形態によれば、少なくとも2つのピンは電氣的に並列に配列される。

#### 【0107】

有利には、電氣的に並列な構成は、毛髪を横切るはるかにより多くの頭部点を容易に取得しながら接触インピーダンスを減少させることを可能にする。能動電極の使用も接触インピーダンスの減少に寄与する。

#### 【0108】

一実施形態では、ピン(6)の寸法及び材料は、1Ω~300kΩの範囲の接触インピーダンスをもたらすように構成される。このインピーダンスは、電極の性質(すなわち能動又は受動)に関係なく、ピン及びそれらの電氣的に並列な接続の数と共に減少することになる。さらに、能動電極は、前記インピーダンスをさらに減少させるインピーダンス変

換器として増幅器を用いることによってインピーダンスを大幅に減少させた。実際は、非乾式電極の接触インピーダンスは約5 k $\Omega$ であるが、乾式電極の接触インピーダンスは約500 k $\Omega$ まで増加することができる。非乾式システムと比較できる品質を有する生体信号の取得を行うことを可能にする乾式電極を備える取得システムを提供するために、前記接触インピーダンスを減少させることが特に重要である。

#### 【0109】

一実施形態によれば、皮膚と接触する少なくとも1つの電極(5)の接触パターンは、マトリックスセッティング(10)によって変えることができる。マトリックスセッティング(10)は、ピン(6)の特異的なパターンをもたらし電極ハウジングであり、これは、ピン(6)がヘッドセット上に容易に独立して設置されることを可能にする。

10

#### 【0110】

一実施形態によれば、ピン(6)は、不透水性で、耐久性があり、且つ皮膚との接触のために生物適合性の材料で作製される。一実施形態では、前記ピン(6)は、いくつかのピン接続及び2つのピン間の所定の距離を有するパターンをもたらしマトリックスセッティング(10)上に設置される。前記ピン(6)は、他のピン(6)から独立してマトリックスセッティング(10)に可逆的に接続される。一実施形態では、ピン(6)は、マトリックスセッティング(10)上に可逆的に差し込まれる。一実施形態によれば、2つのピン(6)間の距離は、0.25 mm~10 mm又は2 mm~3 mmの範囲である。一実施形態によれば、皮膚と接触するピン(6)は、導電性材料で作製され、随意的に導電性材料で被覆される。

20

#### 【0111】

一実施形態によれば、皮膚接触境界面(8)は、金で作製される。一実施形態によれば、ピン(6)は、CMSなどの電子回路(13)を備える電子インターフェース(9)に接続される。一実施形態によれば、電子インターフェース(9)に接触/接続されるピンの端は、ニッケル-金で作製される。一実施形態では、皮膚接触境界面(8)の表面品質は、ヘッドセットの快適さを改善するべく柔軟又は平滑となるように構成される。有利には、ピン(6)は、毛髪を容易に避けて通ることができるその突き出ている構造によって被検者の皮膚と直接接触することができる。

#### 【0112】

一部の実施形態では、基準電極、接地電極、及び取得電極、より具体的にはピン(6)は、個々の撓み要素(7)に個々に接続される。一実施形態によれば、両方のピン(6)が共通の撓み要素(7)に接続される。一実施形態によれば、撓み要素(7)は、導電性材料で作製される。例えば、撓み要素(7)は、ピン上に取り付けられた金属ばね又は可撓性導電膜であってよい。一実施形態によれば、基準電極、接地電極、及び取得電極はばね付きである。代替的な実施形態によれば、取得電極だけがばね付きである。有利には、撓み要素(7)は、皮膚の形状への適応を増加させ、皮膚と接触するピン(6)によって加わる圧力が制御され、無痛であることを可能にする。前記撓み要素(7)は、ピン(6)を髪の毛を通り抜けるように押し、すべての位置に関して皮膚と接触するピン(6)によって加わる一定の無痛の圧力を維持する。撓み要素(7)はまた、接触要素(すなわち、自由端(8)又はピン(6))からの距離が、撓み要素(7)及び可撓性枝(1、2、3)によって可能にされる撓み量によって決まる特定の範囲内で変化することを可能にする。例えば、皮膚境界面(8)から回路接触境界面(9)までの距離は、1 mm~5 mm、又は3 mm~4 mmの範囲である。最後に、撓み要素(7)上に取り付けられたピン(6)の使用は、特に、ピン(6)が可撓性枝(1、2、3)の自由端(1b、2b、3b)に存在するときに、被検者の頭上のヘッドセットの固定された位置決めを改善する。実際は、ピン(6)は、被検者の皮膚に対する付加的な支持をもたらす。

30

40

#### 【0113】

一実施形態によれば、図8を参照すると、ヘッドセットの少なくとも1つの電極(5)は、3つのばね(7)上に取り付けられたピン(6)で作製される。ピン(6)の上側自由端(8)は、被検者の皮膚と接触し、これにより、皮膚接触境界面(8)を形成するこ

50

とを意図される。前記ピン（６）とばね（７）の組立体は、マトリックスセッティング（１０）上に差し込まれる。ばね（７）の下端は、表面実装デバイス（ＣＭＳ）に接続され、ピン（６）と生体信号を処理するための電子回路（１３）との電子接続を可能にする電子インターフェース（９）を形成する。

#### 【０１１４】

一実施形態では、各電極（５）は、被検者の皮膚と接触する、電流を伝導するように設計される、少なくとも１つの接触要素（例えば、ピン、突出部材、プレート）を備え、随意的に、前記接触要素はセンサ回路に接続される。一部の実施形態では、生体信号を測定するための取得電極は、被検者の皮膚と接触要素／境界面要素との間に直接電流路を備える被検者の皮膚との直接接触を有する抵抗性電極である。別の実施形態では、電極は、皮膚と接触しないが皮膚と電極との間の容量性リンクを有する容量性電極であり、例えば、電極は、高誘電体材料で作製される。

10

#### 【０１１５】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、臨床的又は非臨床的用途のために設計される。有利には、ヘッドセットは、訓練された技術者の支援なしに迅速に位置決めされるように設計され、また、外来使用のために個別であり且つ快適である。

#### 【０１１６】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、可撓性枝（１、２、３）の変形された状態に対応するその場で展開された（すなわち被検者の頭上に下げられた）構成を有する。一実施形態によれば、展開された状態でのヘッドセットの開口部の寸法は、折り畳まれた状態での前記寸法よりも少なくとも１．５、２、２．５、３、３．５、４、４．５、５、６、７、８、９、又は１０倍大きい。一実施形態によれば、前記開口部の寸法は、枝のスパン、可撓性枝の自由端（１ｂ、２ｂ、３ｂ）によって形成される開口部の外周、又は２つの隣接する自由端（１ｂ、２ｂ、３ｂ）間のピッチである。

20

#### 【０１１７】

一実施形態によれば、展開された状態にある可撓性枝（１、２、３）のそれぞれは、 $2^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ 、又は $5^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ 、又は $10^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ 、又は $15^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ 、又は $30^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ 、又は $50^{\circ}$ ～ $70^{\circ}$ の範囲の、展開された構成と折り畳まれた構成との間の角度（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）を呈する。

#### 【０１１８】

図２は、ヘッドセットの変形可能性、特に、折り畳まれた構成と展開された構成との間のその形状／サイズの変化を例示する。一実施形態によれば、図２を参照すると、可撓性枝が展開された構成（１、２）及び折り畳まれた構成（１'、２'）にある状態のヘッドセットが例示される。展開された状態にある可撓性枝（１、２）の位置と折り畳まれた状態にある可撓性枝（１'、２'）の位置は負荷角（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）をなす。第１の可撓性枝（１、１'）の可撓性に対する第１の負荷角（ $\alpha$ ）は、実質的に $40^{\circ}$ に等しい。第２の可撓性枝（２、２'）の可撓性に対する第２の負荷角（ $\beta$ ）は、実質的に $15^{\circ}$ に等しい。一実施形態によれば、負荷角（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）は等しい又は異なる。一実施形態によれば、負荷角（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）の値は、可撓性枝（１、２、３）の機械的特性（例えば、可撓性、弾性・・・）に依存する。

30

40

#### 【０１１９】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、使用していないとき（すなわち、使用前又は使用后）に、可撓性枝（１、２、３）の変形されていない状態に対応する折り畳まれた構成を有する。一実施形態によれば、折り畳まれた状態において、前記開口部は被検者の頭のサイズよりも小さい。有利には、可撓性枝（１、２、３）は、被検者の頭のあらゆる形態学、サイズ、特に形状に適応可能であるように可逆的に変形可能である。実際は、ヘッドセットの変形可能性と、可撓性枝（１、２、３）の低減した数は、ヘッドセットが、ＥＥＧ記録のための古典的なヘッドセットとは対照的に、多様な各個人に固有の頭蓋形態学に適応可能となることを可能にする。

#### 【０１２０】

50

一実施形態によれば、最初に折り畳まれた状態にあるヘッドセットは、好ましくは、ヘッドセットを位置決めする及び押すために枝（１、２、３）を用いることによって、頭上に下げられるように設計される。下げる動きは、ヘッドセットを押す動きを指し、第２の自由端（１ｂ、２ｂ、３ｂ）によって形成される開口部は被検者の頭上に位置している。前記下げる動きの間に、被検者の頭が、可撓性枝（１、２、３）に圧力をかけて、それらを徐々に変形させ、ヘッドセットの前記自由端（１ｂ、２ｂ、３ｂ）によって形成される開口部を拡大させる。ヘッドセットはまた、ヘッドセットを好ましくは可撓性枝（１、２、３）によって単に引っ張り、したがって、前記開口部を徐々に後退させ、これにより、ヘッドセットを折り畳まれた状態に戻すことによって被検者の頭から除去されるように設計される。ヘッドセットは、被検者の皮膚と接触している接触点によって固定された位置に維持される。一実施形態では、前記接触点は、可撓性枝（１、２、３）の自由端（１ｂ、２ｂ、３ｂ）に存在する。一実施形態では、前記接触点は、被検者の皮膚に押しあてられる電極（５）を備える。一実施形態によれば、前記接触点はピン（６）である。一実施形態によれば、前記接触点は電極（５）又はピン（６）ではない。一実施形態によれば、ヘッドセットは、少なくとも３つの可撓性枝の自由端（１ｂ、２、３ｂ）に存在する少なくとも３つの電極（５）によって固定された位置に維持される。

10

#### 【０１２１】

有利には、展開された構成は、ヘッドセットの安定な位置決めを保証しつつ頭の異なる形態学、サイズ、及び形状に合うように設計される。有利には、ヘッドセットの前記構成は、容易な保管のためにヘッドセットが折り畳まれた状態へ折り畳まれることを可能にする。これはまた、ヘッドセットが被検者の頭上に迅速且つ適切に位置決めされることを可能にする。

20

#### 【０１２２】

一実施形態によれば、図３を参照すると、図４に開示されたヘッドセットのその場での実装が示される。「左」及び「右」という用語は、ヘッドセットを装着している被検者の右左を指す。この実施形態では、ヘッドセットは、展開された状態で被検者の頭上に位置決めされる。ヘッドセットは、右可撓性枝（１ｒ）及び左可撓性枝（１ｌ）を含み、可撓性枝の自由端（１ｒｂ、１ｌｂ）は頭頂葉上に位置決めされる。前記右枝（１ｒ）及び左枝（１ｌ）は、生体信号（例えば、ＥＥＧ）を取得するための取得電極を含む。一実施形態では、少なくとも３つの電極（５）が、被検者の皮膚と接触する状態で可撓性枝の第２の自由端（１ｒｂ、１ｌｂ）の近くに存在する。ヘッドセットは、頭頂葉領域の脳活動を測定するように構成される。より詳細には、一実施形態では、両方の測定される位置は、１０－１０システムを参照するとそれぞれ左頭頂葉及び右頭頂葉上のＰ３及びＰ４である。ヘッドセットはまた、被検者の頭の上に位置決めされたハブ（４）から延びる外周右枝（２）及び外周左枝（３）を備え、右枝（３）は、頭の右側で耳の真後ろの乳様突起上に延びる。左枝（２）は、頭の左側で耳の真後ろの乳様突起上に延びる。乳様突起は、最小量のアーチファクトを有する非脳電位を測定するための２つの理想の場所である。この構成は、患者の頭上のヘッドセットの移動を防ぐことを可能にし、ヘッドセットは外周分岐（２、３）によってブロックされている。前記外周分岐（２、３）は、それぞれ被検者の皮膚と接触する状態で外周分岐（２、３）の第２の自由端（２ｂ、３ｂ）上に存在する、接地電極及び基準電極を含む。

30

40

#### 【０１２３】

一実施形態によれば、図６を参照すると、図５に開示されたヘッドセットのその場での実装が示される。この実施形態では、ヘッドセットは、展開された状態で被検者の頭上に位置決めされる。ヘッドセットは、その自由端が前頭領域上に位置決めされる右枝（１ｒ）及び左枝（１ｌ）を含む。より詳細には、一実施形態では、両方の測定される位置は、１０－１０システムを参照するとそれぞれ左前頭葉及び右前頭葉上のＡＦ３及びＡＦ４である。前記右可撓性枝及び左可撓性枝（１ｒ及び１ｒｂ）は、生体信号を取得するための取得電極を含む。少なくとも３つの電極（５）が、被検者の皮膚と接触する状態で可撓性枝の自由端（１ｌｂ、１ｒｂ）の近くに存在する。ヘッドセットは、前頭葉領域の脳活

50

動を測定するように構成される。ヘッドセットはまた、被検者の頭の上に位置決めされたハブ（４）から延びる外周右枝及び外周左枝（３及び２、図４には図示せず）を備える。

#### 【０１２４】

一実施形態によれば、図７を参照すると、ヘッドセットの実装が開示される。この実施形態では、ヘッドセットは、被検者の頭の上に位置決めされたハブ（４）から延びる外周右枝及び外周左枝（２及び３）を含む。ヘッドセットは、その自由端が前頭葉領域上に位置決めされる２つの前方右可撓性枝及び前方左可撓性枝（１１ｒ、１１ｌ）と、その自由端が頭頂葉領域上に位置決めされる２つの後方右枝及び後方左枝（１２ｒ、１２ｌ）をさらに含む。

#### 【０１２５】

一実施形態によれば、ヘッドセットはモジュラである。一実施形態によれば、ヘッドセットは、少なくとも１つの可撓性枝（１、２、３）をハブ（４）に付加すること、及び／又は少なくとも１つの電極（５）を可撓性枝（１、２、３）に付加すること、及び／又はピン（６）を電極（５）に付加することによってモジュラであるように構成される。この実施形態では、電極（５）はモジュラユニットである、すなわち、電極（５）は、個々の電極（５）をヘッドセット上に設置された他の電極（５）とは独立して容易に設置又は交換されることを可能にするように構成される。別の実施形態によれば、可撓性枝（１、２、３）はモジュラユニットである、すなわち、可撓性枝（１、２、３）は、例えば、要件に応じて前記可撓性枝（１、２、３）をハブ（４）に接続／接続解除することによってヘッドセット上に容易に設置又は交換されるように構成される。一部の実施形態では、電極（５）は、それら自体が、モジュラである、すなわち容易に設置又は交換することができる個々のユニット（例えば、電極に含まれるピン（６）又は導電プレート又は電子部品）で作製される。一部の他の実施形態では、要件（例えば、ヘッドセットで検出されることを意図される種類の精神状態又は被検者にニューロフィードバックをもたらす必要性）に応じてヘッドセットをカスタマイズするために、ヘッドセットに電子部品（無線送信器、イヤホン、増幅器、配線）などの他のモジュラユニットが付加されてよい。一実施形態では、生体信号の取得の要件又は用途に応じてヘッドセットに１つ又は複数のモジュラユニット（例えば、可撓性枝（１、２、３）、電極（５）、イヤホン、電子部品）を互いに独立して付加することができる。一実施形態では、可撓性枝（１、２、３）は、被検者の頭に対する所望の電極位置決めスキームに従って設置される。例えば、可撓性枝（１、２、３）上に存在する電極（５）は、前頭領域、中心領域、側頭領域、頭頂領域、及び／又は後頭領域上に配置される。

#### 【０１２６】

有利には、ヘッドセットのモジュール性は、用途、被検者の形態学、又はヘッドセットのコストに応じて可撓性枝（１、２、３）及び／又は電極（５）の数を容易に適応させることを可能にする。これはまた、ヘッドセットにおけるいずれかの欠陥アイテムを迅速に交換することを可能にする。

#### 【０１２７】

一実施形態によれば、第２の枝（２）と第３の枝（３）はアーチを形成し、第１の枝（１）は、前記アーチから取り外し可能に接続される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、複数の取り外し可能な枝を備える。一実施形態によれば、枝は、プラグによってハブに接続される。一実施形態によれば、プラグは、少なくとも１５Ｎの機械的抵抗を与える。一実施形態によれば、ヘッドセットは、ヘッドセットの前方に面する第１のプラグと、ヘッドセットの後方に面する第２のプラグを備える。一実施形態によれば、プラグは、枝の弾性変形に基づいている。一実施形態によれば、図１５に示されるように、オーディオヘッドセット（１６）はアーチ（１５）及びハブ（４）を備える。枝（１１、１ｒ）は、プラグによってハブに取り外し可能に接続される。特に、枝（１１、１ｒ）は、枝をハブ（４）に固定するために変形され得る弾性ブレード（１７）を備える。ハブ（４）に入られると、前記弾性ブレード（１７）は凹部に嵌る。枝を引き出すために、ブレード（１７）を弾性変形するべく力をかける必要がある。一実施形態によれば、アーチに接続され

る各枝は、少なくとも1つの弾性ブレード（17）を備える。一実施形態によれば、前記弾性ブレード（17）は、アクリロニトリルブタジエンスチレンで作製される。一実施形態によれば、枝がハブに差し込まれるときに、枝とハブとの間の電気接続が保証される。

#### 【0128】

ヘッドセットに一体化された電子装置の例示的な実施形態が図9に例示される。電極（5）が、被検者の頭上に存在し、アナログ信号を取得する。前記信号は、ヘッドセットの内部に存在する電子回路（13）に送信される。前記電子回路（13）はまた、外部プロセッサ、例えば、外部デバイス（スマートフォン又はクラウド）に接続される。1つの例示的な実施形態に係る図9を参照すると、電子回路（13）は、以下の機能部、すなわち、

A/Dインターフェース、  
信号処理部、  
電源、  
有線通信部及び／又は無線通信部、及び  
マイクロコントローラユニット（MCU）、  
のうちの少なくとも1つを備える。

#### 【0129】

一実施形態によれば、A/Dインターフェースは、アナログ信号をデジタル化するように設計される。一実施形態によれば、A/Dインターフェースは、信号入力マルチプレクサを備える、及び／又はプログラム可能利得増幅器を備える、及び／又はインピーダンス測定のための手段を備える。例えば、A/Dインターフェースは、入力信号増幅器、プログラム可能利得増幅器、アナログーデジタル変換器、及び／又はインピーダンス測定器を備える。一実施形態によれば、ハブ（4）は、アナログーデジタル（A/D）変換器を備える。一部の実施形態では、前記A/D変換器は、24ビットの分解能でコード化される増幅後に、120dB／チャンネルの信号対ノイズ比（SNR）を有する。

#### 【0130】

一実施形態によれば、信号処理部は、信号を前処理する（すなわち、分析のために信号をプロセッサに送信する前に）ように設計される。一実施形態によれば、信号処理部は、信号を分析するように構成される。例示的な前処理アルゴリズムは、取得品質を測定すること、デジタルフィルタをインポーズすること、及び／又はデータを符号化／暗号化することを含む。

#### 【0131】

一実施形態によれば、有線又は無線通信部は、信号を外部エンティティ、例えば、スマートフォンに伝送するように設計される。一実施形態によれば、前記外部デバイスは、例えば、EEGを分析し、ヘッドセットを装着している被検者の精神状態を解釈するために、生体信号を処理するように設計される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、ファームウェアのインストール、記憶したデータのエクスポート、又はさらには電源、例えばバッテリーの充電に適した有線通信リンク（例えば、USB通信による）を含む。

#### 【0132】

一実施形態によれば、マイクロコントローラユニット（MCU）は、MCUに接続される機能部のすべて又は一部を制御するように設計される。一実施形態によれば、前記MCUは、アルゴリズムを前処理するための手段及び無線通信手段との間でデータを送信及び受信するために接続される。

#### 【0133】

一実施形態によれば、電子回路（13）アーキテクチャは、ヘッドセットの少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）のうちの1つに一体化される又はハブ（4）に一体化される。

#### 【0134】

一実施形態によれば、前記ヘッドセットは、増幅器、A/D変換器、及び随意的に信号フィルタを備える生体信号を取得するための電子回路（13）を含む。

10

20

30

40

50

## 【0135】

一実施形態によれば、電子回路（13）は信号増幅器を備える。信号は、ディスプレイ、レコーダ、又はA/D変換器などの装置と適合するように増幅される必要がある。一実施形態によれば、増幅器は、生理的信号、例えば、EEG信号に選択的な増幅を提供し、患者と電極（5）の電子部品との両方に関する重畳されたノイズを受け付けないように選択される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、増幅器を備えるインピーダンス変換器を備える。

## 【0136】

一実施形態によれば、前記電子回路（13）は、ローパス信号フィルタを備える。一実施形態によれば、ローパスフィルタは、1～8のオーダーである。有利には、ローパスフィルタは、生体信号を、環境の干渉などの非生体信号から保護するように構成される。一実施形態によれば、増幅は、増幅器、好ましくは1に等しい利得の超低ノイズ増幅器を用いるインピーダンス変換（すなわち、高インピーダンスから低インピーダンスにパスするために）に基づく。1つの他の実施形態によれば、増幅は、少なくとも2に等しい利得、例えば、古典的なプログラム可能利得増幅器に関して10、20、30、40、50、100、又は高利得増幅器の場合には1000、5000、又は $10^6$ の利得を可能にする構成を有する、より高い利得値の信号増幅に基づく。有利には、増幅は、生体信号の取得品質が改善され、可読となることを可能にする。一部の実施形態では、電子回路（13）は、例えば、0.1～2 Hz又は0.1～0.7 Hzの範囲又は0.4 Hzに等しいカットオフ周波数を有する、生体電流の電位（例えば、呼吸、心臓の活動・・・）に由来する低周波数を減少させるためのハイパスフィルタを備える。

## 【0137】

一実施形態によれば、ハブ（4）は、1つ又は複数の増幅器によるものを含む増幅器モジュールを備える。一部の実施形態では、前記増幅器は、2～5000の範囲、又は2～2500、又は2～1000、又は2～50の範囲の利得を有する。一実施形態によれば、ハブ（4）は、インピーダンス変換器を備える。一実施形態によれば、ハブ（4）は、約1  $\mu$ V（70 Hz－BW）の非常に低い入力に起因するノイズ及び例えば0.1～10 Hzの周波数範囲内の低い固有ノイズ（<76 nV P－P）を有する増幅器を備える。増幅器は、低いドリフト及び低いオフセット電圧を有してよい。

## 【0138】

一実施形態によれば、前記電子回路（13）は保護部を備える。一実施形態によれば、保護部は、回路の保護のための少なくとも1つのダイオード、例えば、電圧スパイクから保護するために低い漏れ電流を有するダイオード及び／又は低い漏れを有するダブルダイオードを含む。一実施形態によれば、保護部はまた、電流の変動性からの保護のために少なくとも1つの抵抗を含む。好ましい実施形態によれば、抵抗の値は、500  $\Omega$ ～1 M $\Omega$ 、例えば、500～0.5 M $\Omega$ の範囲内、さらには1 k $\Omega$ で表される。有利には、保護部は、特に、インピーダンスを変換するための増幅器が存在しない場合に、入力シールドとして作用する。

## 【0139】

有利には、前記電子回路（13）は、生物医学的信号を、信号、特に信号のレベルが過度に微細な（すなわち、数十マイクロボルト）EEGのより正確且つ容易な測定のために、取り扱い可能なレベルに増幅させる。

## 【0140】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、測定した生体信号を分析及び解釈するための生体信号プロセッサにさらに接続される。一実施形態によれば、ヘッドセットは、プロセッサに物理的に接続される又はプロセッサにリモート接続される。

## 【0141】

一実施形態では、生体信号の一部は、ハブ（4）の内部で前処理され、分析するためにプロセッサに送信される。一実施形態では、電極（5）によって測定された生体信号を解釈／分析するためのプロセッサは、ハブ（4）内にローカライズされる、チョップ、例え

ば、Neuroskyのチップ又はEmotivのチップである。一実施形態では、プロセッサは、電極によって測定された生体信号を解釈／分析するための外部プロセッサである（すなわち、ヘッドセットはプロセッサを備えない）。一実施形態によれば、外部プロセッサは、例えば、スマートフォン、コンピュータ、サーバ、又はクラウドに存在する。

#### 【0142】

一実施形態によれば、前記外部プロセッサは、例えば無線送信器及び／又は受信器によって、ヘッドセットにリモート接続される。一実施形態によれば、前記外部プロセッサは、例えばケーブルによって、ヘッドセットに物理的に接続される。

#### 【0143】

一実施形態によれば、外部プロセッサは、EEG信号を監視するためのNeuroscan、BioSemi、G-tech、Brain products、又は任意の等価なソフトウェアなどのプログラム又はソフトウェアである。プロセッサはまた、前記少なくとも1つの生体信号を特定の精神状態と関連させるために少なくとも1つの生体信号（例えば、EEG、ECG）を解釈するためのソフトウェア又はプログラムを含んでよい。一実施形態によれば、ヘッドセットは、生体信号に関係するデータを記憶するためのメモリも備える。

#### 【0144】

一実施形態によれば、電極（5）によって検出される生体信号は、センサインターフェースを通して送られ、その後の処理のために記憶されるようにデジタル化される。一実施形態によれば、前記生体信号を記憶するように構成されたメモリが、ヘッドセット上に、好ましくはハブ（4）内に存在する。一実施形態によれば、前記生体信号を記憶するように構成されたメモリはヘッドセット上には存在せず、データは外部メモリに送信される。

#### 【0145】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、電源又はバッテリーをさらに備える。一実施形態によれば、各電極（5）は個々の内蔵バッテリーに接続される。一実施形態によれば、ハブ及び／又は各電極（5）の電源は対称又は非対称である。

#### 【0146】

一実施形態では、一端で各電極（5）に接続された配線／取得チャネルは、すべての配線／取得チャネルがハブ（4）に格納されたマザーボード又はPCBにリンクしている、ネットワークを形成する。一実施形態によれば、少なくとも3つの可撓性枝（1、2、3）は、データ処理のために電極（5）をPCB又はマザーボードに接続するためのネットワークを形成するマルチ取得チャネルを格納している。一実施形態によれば、ハブ（4）はプリント回路板（PCB）を備える。一実施形態によれば、ハブ（4）は、信号取得システムのマザーボード、すなわち、システムの電子部品の一部（例えば、増幅器、中央処理装置（CPU）、メモリ）を保持するPCBを備え、且つ、他の周辺機器（例えば、電極）のためのコネクタを提供する。

#### 【0147】

一実施形態では、コンピュータプログラム、ソフトウェア、又はコンピュータ制御論理としても知られるプロセッサは、例えば医療用途での監視及び診断の支援として或るタイプの精神状態を例えば検出及び分類する所望の機能ステップを行うことになる。このようなプロセッサによって判定される精神状態は、情動、欲望、意思、集中、注意、記憶、リラクセス、瞑想などを含むことができる。これらの精神状態は、健康な脳のプロセスとさらにアルツハイマー病、注意欠陥多動障害、不安、不眠症、ストレスなどの病的な側の脳のプロセスとの両方によって構成される。一実施形態によれば、精神状態が検出されるときに、制御信号が、ニューロフィードバック、例えば、聴覚フィードバックと共に、被検者を刺激するための入力／出力インターフェースに伝送される。

#### 【0148】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、少なくとも1つのイヤホン又はイヤピースをさらに備える。前記少なくとも1つのイヤホンは、聴覚刺激、例えば、聴覚ニューロフィードバックをもたらしのに用いられる。一実施形態によれば、イヤホンは、ヘッドセット

の一部である。1つの他の実施形態によれば、イヤホンは、ヘッドセットから独立している。一実施形態によれば、イヤホンは、可撓性枝（1、2、3）上に存在する。一実施形態によれば、イヤホンは、配線によってヘッドセットに接続され、ヘッドセットの位置決めステップとは別に耳の中に挿入されるように構成される。

#### 【0149】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、第1のイヤピース及び第2のイヤピースをさらに備える。一実施形態によれば、第2の枝（2）は第1のイヤピースを備え、第3の枝（3）は第2のイヤピースを備える。一実施形態によれば、各枝（2、3）及びそのイヤピースは、その枝に対するイヤピースの高さの制御を可能にする金属部品と接続される。一実施形態によれば、各枝（2、3）及びそのイヤピースは、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときにイヤピースが被検者の耳の上に配置されるように構成される。

10

#### 【0150】

一実施形態によれば、第1のイヤピースは第2の枝の電極を備え、第2のイヤピースは第3の枝の電極を備える。

#### 【0151】

一実施形態によれば、第1のイヤピース及び第2のイヤピースは、耳覆い型イヤピースであり、第2の枝の電極及び第3の枝の電極は、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときに電極が乳様突起の上に位置する皮膚に接するようにそれらのそれぞれの枝上に配置される。乳様突起は、表面が平面である耳の後ろに存在し、これにより、種々の被検者にわたって頑健な結果を与える。出願人によれば、耳の大きい形態学的変動性に起因して、電極を、乳様突起に接する状態且つ耳に直接接さない状態で配置することが有利である。

20

#### 【0152】

一実施形態によれば、第2の枝の電極及び第3の枝の電極は、テキスタイル電極、好ましくはファブリック電極である。

#### 【0153】

したがって、本発明はまた、被検者から生体信号を取得するためのオーディオヘッドセットであって、

第1のイヤピースと、

30

第2のイヤピースと、

第1のイヤピースと第2のイヤピースを接続するアーチと、前記アーチはハブを含み、アーチ、第1のイヤピース、及び第2のイヤピースは、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときにイヤピースが被検者の耳の上に配置されるように構成され、

ハブから延びる第1の端と第2の自由端（1b）とを有する少なくとも1つの枝と、を備え、

少なくとも1つの枝（1）は、生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極（5）を備え、

少なくとも1つの枝（1）は、曲率半径を有する凹形表面、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態、及びオーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときに展開された状態を備える、オーディオヘッドセットに関する。

40

#### 【0154】

一実施形態によれば、図11に示されるように、オーディオヘッドセット（16）は、アーチ（15）、第1のイヤピース（14）及び第2のイヤピース（14）、及びアーチから延びる少なくとも1つの枝を備える。図11に示されるように、枝は、被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態（1'）を有する。一実施形態によれば、図12に示されるように、オーディオヘッドセット（16）は、アーチ（15）、第1のイヤピース（14）及び第2のイヤピース（14）、及びアーチから延びる少なくとも

50

2つの枝を備える。例示する目的で図12に示されるように、1つの枝は展開された状態(1)を有し、1つの枝は折り畳まれた状態(1')を有する。

#### 【0155】

一実施形態によれば、ハブから、したがってアーチから延びる少なくとも1つの枝(1)は、後枝又は前枝である。少なくとも1つの枝が後枝である、一実施形態によれば、少なくとも1つの電極(5)は、10-10システムにおける位置P3又はP4で生体信号を取得するように構成される。少なくとも1つの枝が前枝である、一実施形態によれば、少なくとも1つの電極(5)は、10-10システムにおける位置AF3又はAF4で生体信号を取得するように構成される。

#### 【0156】

一実施形態によれば、折り畳まれた状態(CRc)での曲率半径及び展開された状態での曲率半径(CRe)は、

$$CRc = CRe / \Delta$$

となり、式中、 $\Delta$ は、10-10システムにおける所与の位置での頭皮の曲率半径の標準偏差の少なくとも二倍に等しい。

#### 【0157】

一実施形態によれば、展開された状態(CRe)における頭皮上の所与の場所での曲率半径は、頭皮の局所形態学の三次元推定を用いて推定される。前記方法は、モルフォロジカル・オーバーラッピング・スフェア(MOS)と呼ばれる。

#### 【0158】

一実施形態によれば、図13及び図14に示されるように、モルフォロジカル・オーバーラッピング・スフェア方法は、以下のステップを含む：

- － 頭皮からのMRIが抽出される、特に、T1に重みづけされたMRI頭皮テッセレーションが抽出される、
- － EEGセンサ位置が頭皮上にあてはめられる、例えば、前記位置は、規格化された10-10国際システムによって定義される(図13の点参照)、
- － 各センサの場所で球が推定される。前記球は、各センサの周囲の頭皮の形状に局所的にあてはまる、ハブの接触点を通る、球の推定に対応する、
- － 推定された球によってL及びCReが計算される。CReは、母集団にわたる球の平均半径であり、Lは、センサとハブの接触点との間の測地線距離である。

#### 【0159】

前記推定は、2つのパラメータL及びCRe、すなわち、ハブから延びる枝の長さ及び枝の曲率半径を提供する。

#### 【0160】

モルフォロジカル・オーバーラッピング・スフェア方法は、該当する統計的データが計算され得るように頭皮の全位置にわたる152を超えるヒトMRIに適用される。

#### 【0161】

特に、標準偏差 $\sigma$ が計算されてよい。前記標準偏差 $\sigma$ から、 $\Delta > 2\sigma$ となるパラメータ $\Delta$ が得られてよい。CRe推定はガウス分布に従い、 $2\sigma$ は、テストされた母集団にわたる95%の信頼区間に基づくように選択された。

#### 【0162】

前記方法は、10-10システム内の任意の位置に関して用いられてよい。

#### 【0163】

前枝

例示的な実施形態では、前枝に関して、特に、10-10システムにおける位置AF3又はAF4で生体信号を取得するように構成された電極を有する枝に関して、展開された状態での曲率半径は9.21cmである。

#### 【0164】

標準偏差は1.05cmである。

#### 【0165】

10

20

30

40

50

したがって、前記実施形態では、展開された状態での曲率半径（C R e）と折り畳まれた状態での曲率半径（C R c）との比は2．10よりも高い。

【0166】

後枝

例示的な実施形態では、前枝に関して、特に、10－10システムにおける位置P3又はP4で生体信号を取得するように構成された電極を有する枝に関して、展開された状態での曲率半径は8．80cmである。

【0167】

標準偏差は1．18cmである。

【0168】

したがって、前記実施形態では、展開された状態での曲率半径（C R e）と折り畳まれた状態での曲率半径（C R c）との比は2．36よりも高い。

【0169】

出願人によれば、展開された状態と折り畳まれた状態との前記比は、電極の適切な位置決めを保証する。これは、毛髪が頭皮上に出るときであっても前記電極を頭皮と最適に直接接触させるのに特に有用である。

【0170】

一実施形態によれば、少なくとも1つの後枝又は少なくとも1つの前枝の少なくとも1つの電極（5）は、皮膚接触境界面（8）を備える第1の自由端と少なくとも1つの撓み要素（7）に接続される第2の端とを有する少なくとも2つのピン（6）を備える。

【0171】

独立したピンを有する前記電極は、頭皮の形態学とは独立して各ピンの適切な接触を可能にする。出願人によれば、本発明のヘッドセットと共に用いられるピンを備える電極は、マクロスケールと局所スケールとの両方での電極の最適な位置決めを保証する。

【0172】

一実施形態によれば、第1のイヤピース及び第2のイヤピースは、それぞれ少なくとも1つのテキスタイル電極（5）を備え、イヤピース及びアーチは、オーディオヘッドセットが被検者によって装着されるときにテキスタイル電極（5）が乳様突起の上に位置する皮膚に接するように構成される。

【0173】

出願人によれば、乳様突起は敏感な領域であり、ピンを有する電極は被検者にとって不快な場合がある。テキスタイル電極の使用は被検者への快適さを保証する。

【0174】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットは、それぞれハブ（4）から延びる第1の端と第2の自由端とを有する少なくとも2つの後枝（1 r、1 l）を備え、各後枝は、生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極（5）を備え、好ましくは、第1の後枝は、10－10システムにおける位置P3で生体信号を取得するように構成され、第2の後枝は、10－10システムにおける位置P4で生体信号を取得するように構成され、少なくとも2つの後枝（1 r、1 l）は、曲率半径を有する凹形表面、折り畳まれた状態、及び展開された状態を備え、展開された状態での曲率半径（C R e）と折り畳まれた状態での曲率半径（C R c）との比は2．36よりも高い。

【0175】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットは、それぞれハブ（4）から延びる第1の端と第2の自由端とを有する少なくとも2つの前枝（1 r、1 l）を備え、各前枝は、生体信号を取得するように構成された少なくとも1つの電極（5）を備え、好ましくは、第1の前枝は、10－10システムにおける位置A F 3で生体信号を取得するように構成され、第2の前枝は、10－10システムにおける位置A F 4で生体信号を取得するように構成され、少なくとも2つの前枝（1 r、1 l）は、曲率半径を有する凹形表面、折り畳まれた状態、及び展開された状態を備え、展開された状態での曲率半径（C R e）と折り畳まれた状態での曲率半径（C R c）との比は2．10よりも高い。

10

20

30

40

50

## 【0176】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、アーチに接続される少なくとも1つの前枝及びアーチに接続される少なくとも1つの後枝を備える。

## 【0177】

一実施形態によれば、少なくとも1つの後枝又は少なくとも1つの前枝は、ハブに取り外し可能に接続される。したがって、ヘッドセットは、枝が差し込まれた状態の記録モードと、枝が引き出された状態のNomadモードと、の2つのモードで用いられてよい。

## 【0178】

一実施形態によれば、第1のイヤピース及び第2のイヤピースは、耳覆い型イヤピースである。

10

## 【0179】

一実施形態によれば、第1のイヤピースの少なくとも1つの電極(5)及び第2のイヤピースの少なくとも1つの電極(5)はファブリック電極である。一実施形態によれば、第1のイヤピースの少なくとも1つの電極(5)及び第2のイヤピースの少なくとも1つの電極(5)は、銀コートされたテキスタイル、好ましくは銀コートされたポリエステルテキスタイルを含む。

## 【0180】

一実施形態によれば、第1のイヤピースの少なくとも1つの電極(5)及び第2のイヤピースの少なくとも1つの電極(5)は複数の接触面を備える。特に図17に示されるように、テキスタイル電極は、そこから複数のストリップ(52)が延びる共通部分(51)を備え、前記ストリップは独立している。一実施形態によれば、図18に示されるように、イヤピース(14)が電極を備えるとき、共通部分(51)はイヤピース内に埋め込まれ、ストリップ(52)の少なくとも一部はイヤピースの外面上に存在する。好ましくは、ストリップ(52)はイヤピース(14)の外面に縫い付けられる。

20

## 【0181】

一実施形態によれば、少なくとも1つの後枝又は少なくとも1つの前枝は、EEG外乱を回避するために非磁性金属シートを備える。一実施形態によれば、非磁性金属シートは、少なくとも0.5mmの厚さである。一実施形態によれば、非磁性金属シートは、スタンピング又は成形される。一実施形態によれば、非磁性金属シートにゴム部又は発泡体が接続される。一実施形態によれば、前記ゴム部又は発泡体は、被検者への快適さを保証するために、ヘッドセットが装着されるときに被検者の頭と接触する。一実施形態によれば、発泡体は熱成形される。一実施形態によれば、発泡体は、ポリエチレン又はポリアミドで作製される。一実施形態によれば、電極は、発泡体又はゴム部に成形されたケーシング内に存在する。一実施形態によれば、少なくとも1つの後枝又は少なくとも1つの前枝は、アクリロニトリルブタジエンスチレンで作製される。一実施形態によれば、少なくとも1つの後枝又は少なくとも1つの前枝は、ポリアミドで作製される。

30

## 【0182】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットの少なくとも3つの電極は、接地電極、基準電極、及び少なくとも1つの取得電極を含む。

## 【0183】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットの少なくとも3つの電極(5)は、脳波検査法(EEG)、及び／又は随意的に筋電図検査法(EMG)、電気眼球図記録法(EOG)、又は心電図検査法(ECG)を行うように構成される。

40

## 【0184】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットは、測定した生体信号を分析及び解釈するための生体信号プロセッサにさらに接続される。

## 【0185】

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットは、増幅器、A/D変換器、及び信号フィルタを備える生体信号を取得するための電子回路(13)を備える。

## 【0186】

50

一実施形態によれば、オーディオヘッドセットは、無線送信器及び／又は受信器を備える。

【0187】

本発明はまた、少なくとも1人の被検者にニューロフィードバックを提供する方法であって、

本発明に係る生体信号を取得するためのオーディオヘッドセットを被検者の頭表上に配置するステップと、

ヘッドセットを用いて生体信号を取得するステップと、

生体信号を分析するステップと、

測定した生体信号に従って前記被検者にオーディオフィードバックを提供するステップと、  
を含む、方法に関する。

【0188】

一実施形態によれば、方法は、触覚、視覚、又は聴覚フィードバックなどのさらなるフィードバックを提供するステップをさらに含む。

【0189】

一実施形態によれば、生体信号の分析は、生体信号を特異的な精神状態と相関させ、被検者の精神状態を改善するための少なくとも1つの提案を含むフィードバックを被検者に提供するステップを含む。

【0190】

一実施形態によれば、ヘッドセットはオーディオヘッドセットではない。前記実施形態では、ヘッドセットは、ハブと、それぞれハブから延びる第1の端と第2の自由端とを有する少なくとも3つの可撓性枝と、少なくとも3つの電極と、を備え、少なくとも1つの電極が少なくとも3つの可撓性枝のそれぞれに存在し、前記電極は、生体信号を取得するように構成されており、少なくとも1つの枝は、曲率半径を有する凹形表面、ヘッドセットが被検者によって装着されないときの折り畳まれた状態、及びヘッドセットがユーザによって装着されるときに展開された状態を備え、前記枝の少なくとも1つの電極(5)は、皮膚接触境界面(8)を備える第1の自由端と少なくとも1つの撓み要素に接続された第2の端とを有する少なくとも2つのピンを備え、2つの他の枝は、各少なくとも1つのテキスタイル電極(5)を備え、前記2つの枝のそれぞれは、ヘッドセットが被検者によって装着されるときにテキスタイル電極(5)が乳様突起の上に位置する皮膚に接するように構成される。

【0191】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、無線送信器及び／又は受信器をさらに備える。一実施形態では、無線送信器及び／又は受信器は、ハブ(4)のその外表面上に存在する。有利には、前記無線送信器及び／又は受信器は、出力を外部プロセッサに送信するように構成される。1つの他の実施形態によれば、無線送信器及び／又は受信器はまた、ヘッドセットに関するニューロフィードバック又は命令を生成することができるコンピュータプログラム、ソフトウェア、又は任意のプロセッサから入力を受信するように構成される。例えば、無線送信器及び／又は受信器は、Wi-Fi、Bluetooth(登録商標)、又はXBees送信器／受信器である。一部の実施形態では、ヘッドセットは、生体信号を分析するためのコンピュータにリモート接続される。一部の実施形態では、無線送信器及び／又は受信器は、A/D変換器からのデジタル化された出力を受信し、デジタル化されたデータを、外部デバイス、例えば、コンピュータ、タブレット、又はスマートフォンに伝送するように構成される。一実施形態によれば、データは、ハブ(4)の内部でデジタル化される。一実施形態によれば、データは、少なくとも3つの電極(5)の内部でデジタル化される。

【0192】

一実施形態によれば、ヘッドセットは、所望の精神状態を達成するために脳波を監視するように構成される。有利には、装置及び方法は、被検者の精神状態が強調又は監視され

得る任意の環境及び場所での適切な使用のために携帯式であってよい。

#### 【0193】

一部の実施形態では、ヘッドセットは、被検者からEEGデータを受信し、EEGデータを分析し、これを特異的な精神状態と関連させ、被検者の精神状態を改善するための少なくとも1つの提案を含むフィードバックを被検者に提供するように構成される。一実施形態では、精神状態を改善するための提案は、ニューロフィードバック、例えば、音楽などの聴覚フィードバックである。一実施形態によれば、オーディオフィードバックは、イヤホンによって提供される。

#### 【0194】

例示的な実施形態では、ヘッドセットは、ニューロフィードバックを提供するために用いられ、初めに、データセットは、以下のステップ：

1つのスレッドを用いて生体信号データを記録するステップと、

現在のセッション中に用いられることになる校正パラメータを別のスレッドで計算するステップ、すなわち、例えば、以前の校正特徴を更新することによって信号品質、アーチファクト検出、及び個々のスペクトル特徴を計算するステップと、

別のスレッドでニューロフィードバックセッションを開始するステップと、  
によって構成される校正の目的で用いられる。

#### 【0195】

一実施形態によれば、ニューロフィードバックセッションは、2つの生体信号、例えば、心拍周波数及び脳信号周波数並びにP3、P4、又はPzなどのいくつかの頭皮の場所で記録されるアルファ又はベータリズムなどの空間的特徴を混合することによって被検者のリラク্সレベルを計算する。さらなる実施形態では、ニューロフィードバックセッションはまた、前記2つの生体信号の反相関に基づいて統計を計算するステップを含む。好ましい実施形態において、ニューロフィードバックは、音楽を意図したゲージの低周波数インパクト及びバックグラウンド音によって音楽が構成される、オーディオフィードバックである。

#### 【0196】

実施例

本発明は以下の実施例によってさらに例示される。

#### 【0197】

実施例1：

この実施例は、定常状態視覚誘発電位(SSVEP)の結果を示す。本発明に係るヘッドセットを用いて視覚刺激中に頭皮の場所OzでのEEG生体信号を記録した。視覚刺激は、30Hzの特異的な周波数でのチェス盤のフラッシングによって構成された。視覚刺激なしの同じ場所での結果を比較するために休止時の記録セッションも行った。図10は、1分記録の電力スペクトル密度(PSD)を示す。PSDは、SSVEPに直接関係した30Hzで(且つ60Hzでのその高調波でも)増加することが分かる。この分析から、30Hzでのピーク振幅は、ほんの3秒のバッファ取得を用いる休止状態における30HzでのPSDレベルの2倍に達する。この比は、15秒のバッファ取得を用いるときの5倍、及び1分のバッファ取得を用いるときの10倍に達する。

#### 【0198】

実施例2：

図16は、目を閉じた状態でのEEG記録の時間一周波数マップ(Morletウェーブレットに基づく計算)を例示する。そのEEGの最初から、目を閉じた状態に対して目を開けた状態は「アルファブロッキング」を示すことがよく知られている。この図は、x軸上に記録時間、y軸上にPSDを表す。記録の全体にわたって明らかに強いアルファ(8~12Hz)パワー増加が見られる。

#### 【符号の説明】

#### 【0199】

1 取得可撓性枝(展開された状態にある)

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1 ' 取得可撓性枝（折り畳まれた状態にある）         |    |
| 1 r 右取得可撓性枝                     |    |
| 1 l 左取得可撓性枝                     |    |
| 1 a 取得可撓性枝の第 1 の端               |    |
| 1 b 取得可撓性枝の自由端                  |    |
| 1 1 前可撓性枝                       |    |
| 1 1 r 右前可撓性枝                    |    |
| 1 1 l 左前可撓性枝                    |    |
| 1 2 後可撓性枝                       |    |
| 1 2 r 右後可撓性枝                    | 10 |
| 1 2 l 左後可撓性枝                    |    |
| 2 左外周分岐（展開された状態にある）             |    |
| 2 ' 左外周分岐（折り畳まれた状態にある）          |    |
| 2 a 左外周分岐の第 1 の端                |    |
| 2 b 左外周分岐の自由端                   |    |
| 3 右外周分岐                         |    |
| 3 a 右外周分岐の第 1 の端                |    |
| 3 b 右外周分岐の自由端                   |    |
| 4 ハブ                            |    |
| 5 電極                            | 20 |
| 5 1 テキスタイル電極の共通部分               |    |
| 5 2 テキスタイル電極のストリップ              |    |
| 5 3 テキスタイル電極を P C B に接続する接続ケーブル |    |
| 6 ピン                            |    |
| 7 撓み要素                          |    |
| 8 皮膚接触境界面                       |    |
| 9 回路接触境界面                       |    |
| 1 0 マトリックスセッティング                |    |
| 1 3 電子回路                        |    |
| 1 4 イヤーピース                      | 30 |
| 1 5 アーチ                         |    |
| 1 6 オーディオヘッドセット                 |    |
| 1 7 可撓性ブレード                     |    |
| $\alpha$ 、 $\beta$ 負荷角          |    |

【図 1】

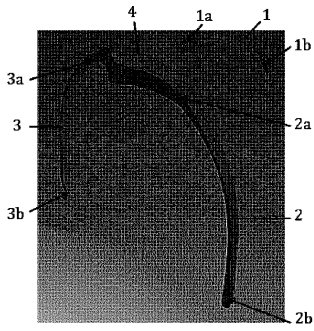


FIG. 1

【図 2】

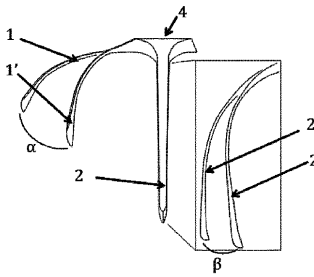


FIG. 2

【図 3】

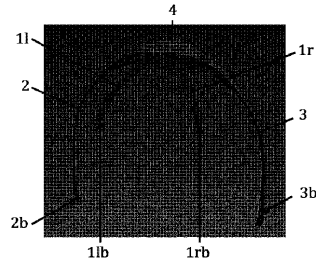


FIG. 3

【図 4】

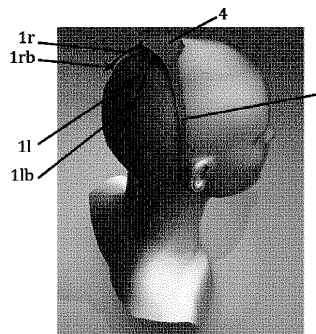


FIG. 4

【図 5】

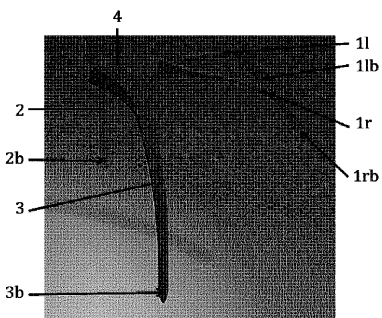


FIG. 5

【図 6】

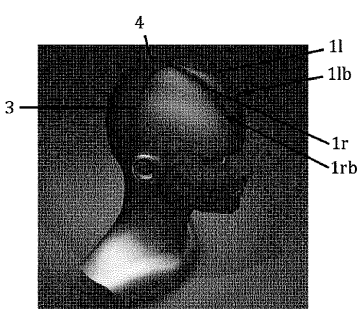


FIG. 6

【図 7】

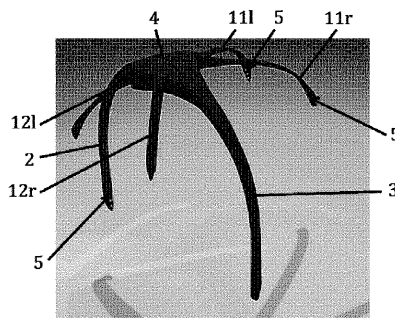


FIG. 7

【図 8】

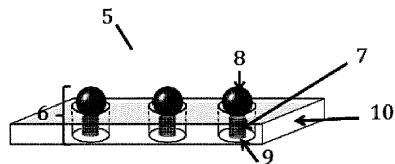
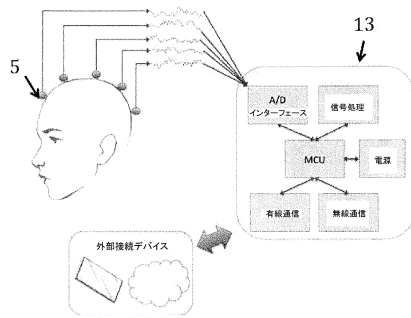


FIG. 8

【図 9】



【図 11】

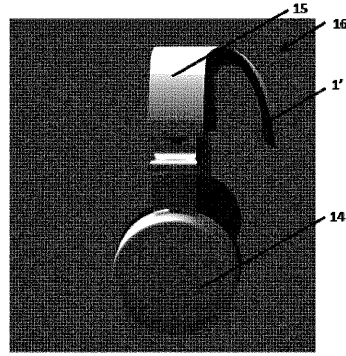
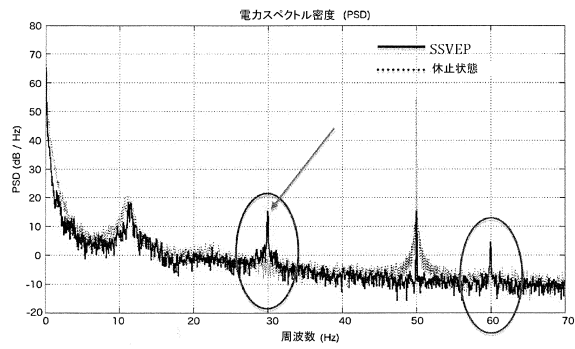


FIG. 11

【図 10】



【図 12】

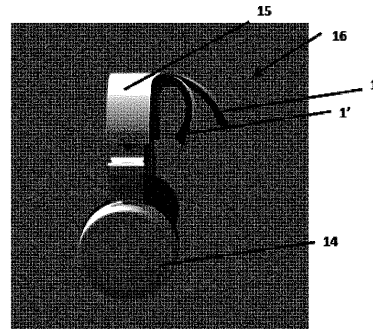


FIG. 12

【図 13】

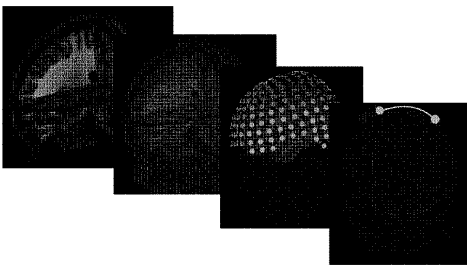


FIG. 13

【図 15】

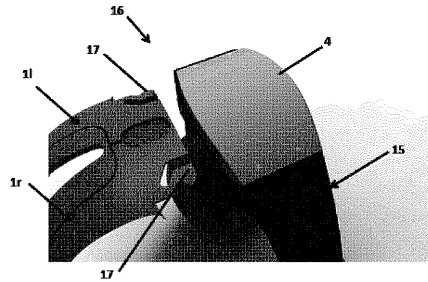


FIG. 15

【図 14】

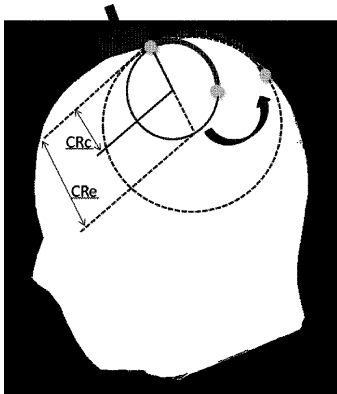
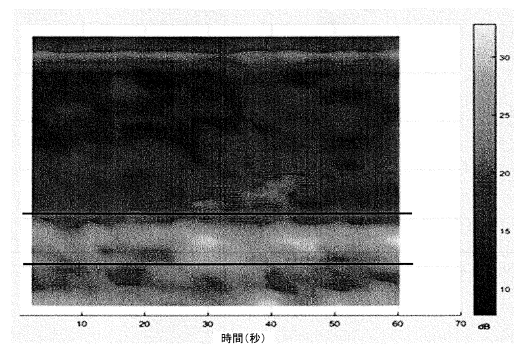


FIG. 14

【図 16】



【図 17】

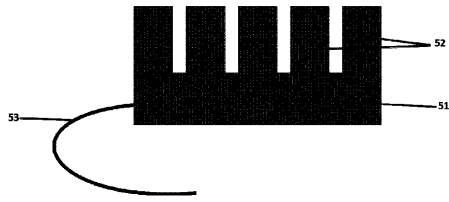


FIG. 17

【図 18】

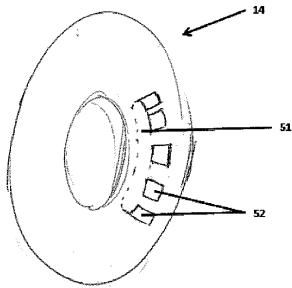


FIG. 18

---

フロントページの続き

(72)発明者 デュマ, ティボー  
フランス国, 75019 パリ, 15 ケ ドゥ ロアーズ

審査官 福田 千尋

(56)参考文献 国際公開第2011/001693 (WO, A1)  
特開2001-187034 (JP, A)  
国際公開第2008/109699 (WO, A1)  
特表2011-514745 (JP, A)  
国際公開第2013/073673 (WO, A1)  
特表2014-527862 (JP, A)  
特表2014-512211 (JP, A)  
国際公開第2006/122349 (WO, A1)  
米国特許出願公開第2011/0004089 (US, A1)  
国際公開第2012/108128 (WO, A1)  
特開2002-125945 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 5/04-5/053  
A61M 21/02