

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4489385号
(P4489385)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int.Cl.

A 61 B 10/00 (2006.01)

F 1

A 61 B 10/00

E

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-276767 (P2003-276767)
 (22) 出願日 平成15年7月18日 (2003.7.18)
 (65) 公開番号 特開2004-205493 (P2004-205493A)
 (43) 公開日 平成16年7月22日 (2004.7.22)
 審査請求日 平成18年1月13日 (2006.1.13)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-360220 (P2002-360220)
 (32) 優先日 平成14年12月12日 (2002.12.12)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153498
 株式会社日立メディコ
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (72) 発明者 石塚 孝
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号
 株式会社日立メディコ内
 (72) 発明者 藤原 倫行
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号
 株式会社日立メディコ内
 審査官 小田倉 直人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】計測プローブ及び生体光計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から誘導した複数波長の光を被検体に照射する照射用光ファイバと、前記被検体内を通過した光を複数部位から集光する検出用光ファイバと、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバとを所定の計測位置に保持し、前記被検体に装着される保持手段とを有する生体光計測用の計測プローブにおいて、

前記保持手段は、前記保持手段の側面位置から前記保持手段の延在方向に沿って配設された前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを垂直方向となるように屈曲させるとともに該屈曲部を保護する光ファイバ保護具と、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバが前記垂直方向に屈曲された後に、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを前記計測位置に配置されるように保持する光ファイバ固定具とを有し、

前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバは、前記保持手段の側面から取り出されるとともに、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバの一端が前記被検体に接触される側の面に対して垂直方向となるように屈曲され、

前記保持手段は、さらに、前記被検体に当接される側が柔軟性を有する第1の部材で形成されると共に、前記被検体に当接されない外面側が前記第1の部材よりも剛性を有する第2の部材で形成されることを特徴とする計測プローブ。

【請求項 2】

前記保持手段は、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバの芯線部分を当該保持手段内に収容することを特徴とする請求項1記載の計測プローブ。

【請求項 3】

前記被検体に接する側に、前記被検体の形状に合わせたベース板を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の計測プローブ。

【請求項 4】

光源から光ファイバで誘導した複数波長の光を被検体に照射する照射用光ファイバと、前記被検体内を通過した光を複数部位から集光する検出用光ファイバと、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバとを所定の計測位置に保持し、前記被検体に装着される保持手段とを有した計測プローブを備え、前記集光した通過光から前記被検体の生体通過光強度画像を生成する生体光計測装置において、

前記保持手段は、前記保持手段の側面位置から前記保持手段の延在方向に沿って配設された前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを垂直方向となるように屈曲させるとともに該屈曲部を保護する光ファイバ保護具と、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバが前記垂直方向に屈曲された後に、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを前記計測位置に配置されるように保持する光ファイバ固定具とを有し、

前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバは、前記保持手段の側面から取り出されるとともに、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバの一端が前記被検体に接觸される側の面に対して垂直方向となるように屈曲され、

前記保持手段は、さらに、前記被検体に当接される側が柔軟性を有する第 1 の部材で形成されると共に、前記被検体に当接されない外面側が前記第 1 の部材よりも剛性を有する第 2 の部材で形成されることを特徴とする生体光計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体光計測装置に関し、特に、被検体に計測光を照射すると共に、被検体内を通過した光（生体通過光）を集光する計測プローブに適用して有効な技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の生体光計測装置は、例えば、特許文献 1 に記載されるように、被検体に装着し照射用及び検出用光ファイバを所定位置に配置する計測プローブと、生体通過光強度信号から計測点毎の酸素化ヘモグロビン濃度の相対変化量 C_{oxy} 及び脱酸素化ヘモグロビン濃度の相対変化量 C_{deoxy} を計算し、この相対変化量 C_{oxy} 、 C_{deoxy} 、及び C_{oxy} と C_{deoxy} との総和としての全ヘモグロビン濃度の相対変化量を生体通過光強度画像（トポグラフィ画像）として画像表示させる装置本体とから構成されていた。

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 98972 号公報

【0004】

計測プローブは、装置本体から生成された光を生体に誘導し異なる位置に照射する照射用光ファイバと、生体を通過した生体通過光を集光し装置本体に誘導する検出用光ファイバと、照射用及び検出用光ファイバの先端部分を生体の所定位置に交互に格子状配列し固定する固定部材と、固定部材を生体に固定する固定ベルトとから構成されていた。

【0005】

この従来の生体光計測装置を用いた計測では、まず、生体に固定部材を装着し、この固定部材に配置されたプローブホルダで照射用及び検出用光ファイバを固定することによって、照射用及び検出用光ファイバを生体の所望の位置に固定していた。次に、生体の安静時における生体通過光強度信号の計測を行った後に、生体に刺激を印加した状態における生体通過光強度信号の計測を順次行い、計測点毎の酸素化ヘモグロビン濃度の相対変化量 C_{oxy} 及び脱酸素化ヘモグロビン濃度の相対変化量 C_{deoxy} を計算し、この相対変化量 C_{oxy} 、 C_{deoxy} 、及び C_{oxy} と C_{deoxy} との総和としての全ヘモグロビン濃度の相対変化量から生体通過光強度画像を生成していた。

10

20

30

40

50

【0006】

計測プローブの固定部材としては、例えばプラスチック等の比較的硬質の材質で形成されたものがあり、その形状が被検体の頭部形状に沿うように湾曲して形成されたシェルと称される固定部材があった。このシェルには、照射用及び検出用の各光ファイバを固定するための固定部として機能するソケット等が配置されていた。

【0007】

特に、照射用及び検出用の各光ファイバの先端部分が、被検体の頭部に対して垂直に押し当たるような構成とすることにより、半導体レーザから出射され照射用光ファイバで誘導したレーザ光を効率よく被検体頭部に照射すると共に、被検体内を通過したレーザ光である生体通過光を効率よく集光する構成となっていた。

10

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

本発明者は、前記従来技術を検討した結果、以下の問題点を見いだした。

従来の生体光計測装置では、その基本的な原理から、照射用光ファイバから照射されたレーザ光は照射位置から均一に頭皮内部に照射する必要があると共に、検出用光ファイバにおいても頭皮内部を通過した生体通過光を均一に集光する必要があったので、被検体の頭部に対して照射用及び検出用の各光ファイバの中心軸がほぼ垂直に配置されるように、計測プローブが形成されていた。

【0009】

20

特に、てんかんの治療等のように、てんかん焦点位置を同定し該当個所を切除するような治療においては、てんかん焦点の正確な位置の同定が必要であった。

【0010】

一方、てんかんは、発作的に起こる脳の機能障害に起因するものであるために、てんかん焦点位置を同定するためには、てんかん発作が起きるまで計測プローブを被検体に装着した状態を保持する必要があった。

【0011】

しかしながら、新生児や長時間の計測を行うためには、座位あるいは立位での計測の他に、横臥位等の被検体が寝たままでの体位での計測も必要となり、横臥位等の被検体が横になった場合でも計測が可能な計測プローブが切望されている。すなわち、横臥位でも光ファイバを損傷させることなく、被検体の頭部に光ファイバを固定することが可能な計測プローブが切望されている。

30

【0012】

本発明の目的は、被検体が横になった姿勢での計測が可能な生体光計測技術を提供することにある。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】**【0013】**

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

40

(1)、光源から誘導した複数波長の光を被検体に照射する照射用光ファイバと、前記被検体内を通過した光を複数部位から集光する検出用光ファイバと、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバとを所定の計測位置に保持する保持手段とを有する生体光計測用の計測プローブにおいて、前記保持手段は前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバの前記被検体に当接される側を収容し、当該保持手段の側面から前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを取り出すようにした。また、前記保持手段は、前記保持手段の側面位置から前記保持手段の延在方向に沿って配設された前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを垂直方向となるように屈曲させるとともに、該屈曲部を保護する光ファイバ保護具と、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバが前記垂直方向

50

に屈曲された後に、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを前記計測位置に配置されるように保持する光ファイバ固定具とを有し、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバは、前記保持手段の側面から取り出されるとともに、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバの一端が前記被検体に接触される側の面に対して垂直方向となるように屈曲され、

前記保持手段は、さらに、前記被検体に当接される側が柔軟性を有する第1の部材で形成されると共に、前記被検体に当接されない外面側が前記第1の部材よりも剛性を有する第2の部材で形成される。

【0014】

(2)、前述した(1)に記載の計測プローブにおいて、前記保持手段は、前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバの芯線部分を当該保持手段内に収容する。 10

【0015】

(3)、前述した(1)もしくは(2)に記載に計測プローブにおいて、前記保持手段は、前記被検体に当接される側が柔軟性を有する第1の部材で形成されると共に、前記被検体に当接されない外面側が前記第1の部材よりも剛性を有する第2の部材で形成される。

【0016】

(4)、前述した(3)に記載の計測プローブにおいて、前記第1の部材は前記照射用光ファイバ及び前記検出用光ファイバを側面部分から照射位置もしくは検出位置にまで保護するための保護溝が形成されている。 20

【0017】

(5)、光源から光ファイバで誘導した複数波長の光を被検体に照射すると共に、前記被検体内を通過した光を複数部位から集光する計測プローブを備え、前記集光した通過光から前記被検体の生体通過光強度画像を生成する生体光計測装置において、前記計測プローブは前記光ファイバの前記被検体に当接される側を収容し、前記収容される光ファイバを側面から取り出すように構成した保持手段を備えた。

【0018】

(1)に記載の計測プローブにおいて、前記被検体の形状に合わせたベース板を備えた。

【0019】

前述した手段によれば、保持手段が照射用光ファイバ及び検出用光ファイバの被検体に当接される側を収容すると共に、当該保持手段の側面から照射用光ファイバ及び検出用光ファイバを取り出す構成とすることにより、被検体が測定部位を保持手段に当接することによって、照射用及び検出用光ファイバの先端部分は測定位置に当接されると共に、照射用及び検出用光ファイバは保持手段に保護されることとなるので、被検体が横になった姿勢で計測プローブの保持手段に計測部位を載置した場合であっても照射用及び検出用光ファイバを保護することが可能となる。すなわち、被検体が横臥位等の横になった姿勢であっても生体光計測が可能となる。 30

【0020】

このとき、照射用光ファイバ及び検出用光ファイバの芯線部分のみを当該保持手段内に収容する構成とすることによって、より小さい半径で光ファイバを屈曲させることができるので、保持手段の厚さを薄くすることが可能となる。従って、計測プローブを枕のようにして生体光計測を行うことが可能となるので、生体光計測中における被検体の負担を低減させることができる。その結果、就寝中等の発症するてんかん等のてんかん焦点のも正確に特定することができる。 40

【0021】

特に、柔軟性を有する第1の部材で被検体に当接される側を形成すると共に、第1の部材よりも剛性を有する第2の部材で被検体に当接されない外面側を形成することによって、計測時における被検体への負担をさらに低減させることができる。

【0022】

さらには、照射用光ファイバ及び検出用光ファイバを側面部分から照射位置もしくは検 50

出位置にまで保護するための保護溝を第1の部材に形成することによって、計測中や移動中における照射用及び検出用光ファイバのずれ等を防止することができる、光ファイバの破損等を防止することができる。その結果、生体光計測の計測結果の信頼性を向上させることができるとなる。

【発明の効果】

【0023】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記の通りである。

(1)、照射用及び検出用光ファイバを保持手段で保護することができるので、被検体が横になった姿勢で計測プローブの保持手段に計測部位を載置した場合であっても、照射用及び検出用光ファイバを保護することができる。10

【0024】

(2)、被検体が横になった姿勢で計測プローブに計測部位を載置した場合であっても、照射用及び検出用光ファイバを保護できるので、被検体が横臥位等の横になった姿勢での生体光計測が可能となる。

【0025】

(3)、照射用光ファイバ及び検出用光ファイバの芯線部分のみを当該保持手段内に収容するので、より小さい屈曲半径で光ファイバを屈曲させることができとなり、保持手段の厚さを薄くすることができる。

【0026】

(4)、保持手段の厚さを薄くすることにより、計測プローブを枕のようにして生体光計測を行うことができるので、生体光計測中における被検体の負担を低減させることができる。20

【0027】

(5)計測プローブを枕のようにして生体光計測を行うことができるので、就寝中等の発症するてんかん等のてんかん焦点のも正確に特定することができる。

【0028】

(6)、柔軟性を有する第1の部材で被検体に当接される側を形成すると共に、第1の部材よりも剛性を有する第2の部材で被検体に当接されない外面側を形成するので、計測時における被検体への負担をさらに低減させることができる。30

【0029】

(7)、照射用光ファイバ及び検出用光ファイバを側面部分から照射位置もしくは検出位置にまで保護するための保護溝を第1の部材に形成するので、計測中や移動中における照射用及び検出用光ファイバのずれ等を防止することができ、光ファイバの破損等を防止することができる。

【0030】

(8)、計測中や移動中における照射用及び検出用光ファイバのずれ等を防止することができるので、生体光計測の計測結果の信頼性を向上させることができる。

【0031】

(9)、前記計測プローブの前記被検体に接する側に、被検体の形状に合わせたベース板を備えたので、前記計測プローブの形状を様々な形の被検体の形状に合わせられ、被検体の頭部と計測プローブとの間に余分な隙間が生じたりしなくなるので、最も感度が良くなるように計測プローブが設定できる。40

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明について、発明の実施の形態（実施例）を図面を参照して詳細に説明する。

なお、発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0033】

10

20

30

40

50

図1は本発明の一実施の形態である計測プローブの概略構成を説明するための図である。

図1から明らかなように、本実施の形態の計測プローブは、図示しない被検体に装着されるプローブ本体101と、図示しない計測装置本体からの照射光をプローブ本体101に導くための照射用光ファイバ102と、被検体からの生体光を計測装置本体に導くための検出用光ファイバ103とから構成されている。

【0034】

本実施の形態の計測プローブでは、従来の計測プローブとは異なり、照射用及び検出用光ファイバ102, 103が予めプローブ本体101へ装着された構成となっている。

従って、本実施の形態の計測プローブでは、プローブ本体101を被検体に装着することにより、照射用及び検出用光ファイバ102, 103が所望の計測位置にそれぞれ配置される。特に、本実施の形態の計測プローブでは、被検体の頭部をプローブ本体101に載置することによって、照射用及び検出用光ファイバ102, 103が所望の計測位置にそれぞれ配置され得る構成となっている。すなわち、本実施の形態の計測プローブでは、照射用及び検出用光ファイバ102, 103の一端がプローブ本体101の被検体に接触させる側の面に対して、垂直方向となるように保持される構成となっている。この照射用及び検出用光ファイバ102, 103は、プローブ本体101の側面から取り出され、他端が計測装置本体に接続されるように構成されている。

【0035】

また、本実施の形態の計測プローブでは、プローブ本体101は3個のホルダー部104から構成されており、1個のホルダー部104には等間隔に3個の光ファイバーの照射ベッド部又は検出ベッド部が設けられている。各ホルダー部104は連結部105により所定の間隔をもって連結される構成となっている。このような構成とすることによって、本実施の形態の計測プローブを軽量化させると共に、薄型化させることができる。また、連結部105によって各ホルダー部104間の間隔を最適に保つことができる。なお、ホルダー部104は3個に限定されることではなく、計測部位に応じた生体光計測に必要な1以上の個数でよいことはいうまでもない。また、1個のホルダー部104に配置する光ファイバは3本に限定されることではなく、1本以上でよいことはいうまでもない。さらには、図8に示すように、2個以上のホルダー部104を一体に形成してもよいことはいうまでもない。特に、ホルダー部104を一体に形成する場合には、後述するホルダーカバーのみを一体構造とする、あるいはホルダーカバーとホルダーベースとの両方を一体構造とするの何れでもよいことはいうまでもない。

【0036】

図2は本発明の一実施の形態である計測プローブの概略構成を説明するための断面図であり、図3は本実施の形態の計測プローブにおける光ファイバの配置位置を説明するための上面図である。

図2及び図3において、201はホルダーベース、202はホルダーカバー、203は光ファイバ固定具、204は光ファイバ保護具、205は高さ調整治具、206は光ファイバ、207は光ファイバ配管溝（保護溝）を示す。

【0037】

図2から明らかなように、本実施の形態の計測プローブでは、被検体に接触させる側に配置されるホルダーベース201と、被検体と接触されない側に配置されるホルダーカバー202と、ホルダーベース201及びホルダーカバー202の間に保持される光ファイバ（照射用及び検出用光ファイバ）206と、光ファイバ206の先端部分が被検体の計測位置に配置されるように光ファイバ206を保持する光ファイバ固定具203と、ホルダーベース201からの光ファイバ206の突出量を調整するための高さ調整治具205と、当該計測プローブの側面位置から光ファイバ206の中心軸方向が計測プローブの延在方向に沿って配設され保持された光ファイバ206を、その中心軸方向が垂直方向となるように光ファイバ206を曲げる光ファイバ保護具204とから構成されている。ただし、本実施の形態の計測プローブにおいても、光ファイバ固定具203は、従来の光ファ

10

20

30

40

50

イバ固定具と同様に、光ファイバ206を保持してホルダーベース201の面より微少量押し出す図示しないバネ機構を内蔵している。また、本実施の形態では、被検体が横臥位等の横たわった姿勢で計測プローブに頭部等の計測部位を載置する場合に適した構成であるが、被検体が頭部等を動かした時に計測プローブがずれてしまうことを防止するために、計測プローブを頭部に固定させるベルト等を設けてもよいことはいうまでもない。

【0038】

また、図3から明らかなように、本実施の形態の計測プローブでは、各ホルダー部104毎に3本の光ファイバ206が配設される構成となっており、計測プローブの側面方向から取り入れられた3本の光ファイバ206は、それぞれの経路中に配置される光ファイバ固定具203を避けるようにして、配設される構成となっている。

10

【0039】

例えば、光ファイバ206の取り入れ部分に最も近い位置に配置される光ファイバ206は、ホルダーベース201とホルダーカバー202とを固定するためのネジ穴に近い側を通り、光ファイバ保護具204により垂直方向に屈曲された後に、光ファイバ固定具203で保持される構成となっている。また、中間位置に配置される光ファイバ206は、取り入れ部分に最も近い光ファイバ206の外側を通り、光ファイバ保護具204によって垂直方向に屈曲された後に、光ファイバ固定具203で保持される構成となっている。一方、光ファイバ206の取り入れ部分から最も遠い位置に配置される光ファイバ206は、ネジ穴に対して前述した2本の光ファイバ206とは反対側を通り、光ファイバ保護具204により垂直方向に屈曲された後に、光ファイバ固定具203で保持される構成となっている。なお、光ファイバ206の配設は、これに限定されるものではないことはいうまでもない。

20

【0040】

前述するような各光ファイバ206の配設は、ホルダーベース201に形成された光ファイバ配管溝207に光ファイバ206を挿入することによってなされるものである。このとき、本実施の形態の計測プローブでは、光ファイバ保護具204で光ファイバ206を保護しつつ屈曲させる際の屈曲率を可能な限り小さくするために、光ファイバ206の被服を剥いだ芯線部分が光ファイバ配管溝207に配設される構成となっている。

【0041】

また、本実施の形態の計測プローブでは、先端部分が導出された光ファイバ206の周りを囲むようにして、ホルダーベース201に凸部が形成されている。

30

特に、本実施の形態の計測プローブでは、この凸部の高さと光ファイバ206の突出量とを高さ調整治具205で調整することによって、光ファイバ206の先端部分が被検体に当たる時の押圧力を調整することが可能となる。特に、この高さ調整治具205では、被検体への計測プローブの装着に伴う光ファイバ206の移動量が、光ファイバ固定具203の備える図示しない周知のバネ機構の移動量を超えることによる光ファイバ206への過度な負担を防止し、光ファイバ206の損傷を防止することを可能とするものである。さらには、計測プローブを被検体に配置した場合には、凸部により光ファイバ206と被検体の表皮とが接触する部分へ当たる光を遮蔽することができるので、計測中に外光がそれぞれの光ファイバ206に入射してしまうことを防止することが可能となる。

40

【0042】

さらには、本実施の形態の計測プローブでは、ホルダーベース201には合わせ面側（ホルダーカバー202と合わせる側の面）から被検体に接触される側へ貫通する第1の貫通穴が形成されており、この第1の貫通穴から光ファイバ固定具203で保持される光ファイバ206が突出される構成となっている。このとき、本実施の形態では、この合わせ面側から接触側に貫通される第1の貫通穴と中心軸が同じであり、この第1の貫通穴よりも径が大きくかつ接触側にまでは貫通されない第2の穴が形成されている。この第2の穴の径は、高さ調整治具205及び光ファイバ固定具203の外周径と同じ大きさとなっている。このような構成により、合わせ面側から高さ調整治具205を挿入した後に、光ファイバ固定具203を挿入した場合における凸部の高さと光ファイバ206との突出量を

50

調整する構成となっている。

【0043】

さらには、本実施の形態の計測プローブでは、図2に示すように、第1の貫通穴に対応するホルダーカバー202の位置には、光ファイバ固定具203が挿入されると共に、屈曲された光ファイバ206を格納するための空間となる凹部が形成されている。このとき、特に本実施の形態の計測プローブでは、ホルダーカバー202の厚さを可能な限り薄くかつ軽く形成すると共に、十分な強度を確保するために凹部が形成される部分にのみ、この合わせ面と対抗する側（計測時にベッド等に接触する部分）が隆起するように凸部が形成されている。

【0044】

なお、本実施の形態の計測プローブでは、ホルダーベース201とホルダーカバー202との固定は、匡体に設けた4つの凸部と凹部とを嵌合させることによってなされるものである。

【0045】

図4は本実施の形態の計測プローブを構成するホルダーベースとホルダーカバーの詳細構成を説明するための図である。特に、図4の(a)はホルダーベースの上面図であり、図4の(b)は図4の(a)に示す白抜きの矢印方向からの側面図であり、図4の(c)は図4の(a)に示すa-a線での断面図であり、図4の(d)は図4の(c)に示す白抜きの矢印方向からの下面図であり、図4の(e)はホルダーカバーの側面図であり、図4の(f)は図4の(e)に示す白抜きの矢印方向（合わせ面側）からの下面図である。

【0046】

図4の(a)に示すように、本実施の形態のホルダーベース201の合わせ面側には、白抜きの矢印で示す光ファイバ206の引き出し口に向けて、3個の第1の貫通穴401からそれぞれ独立した光ファイバ配管溝207が形成された構成となっている。また、ホルダーベース201の長手方向の端部には、図4の(b)から明らかなように、比較的大きめの第1の凸部402aが形成されている。一方、隣接する第1の貫通穴401の間（中間）には、図4の(c)から明らかなように、第1の凸部402aよりは小さく突出量も少ない第2の凸部402bがそれぞれ形成されている。

【0047】

また、図4の(c),(d)に示すように、被検体と接触する側には、第1の貫通穴401を取り囲むようにホルダーベース201の本体より突出された環囲部403が形成された構成となっている。特に、本実施の形態では、3個の環囲部403はそれぞれが独立した構成となっており、それぞれが隣接する環囲部403と所定の距離を置いて形成されている。その結果、計測プローブを被検体に配置した場合、それぞれの環囲部403は測定部位（当接部位）の形状に応じた変形をすることとなり、被検体に当接される光ファイバ206の当接角度を垂直もしくはほぼ垂直にすることが可能となる。さらには、環囲部403は測定部位（当接部位）の形状に応じた変形をすることとなるので、光ファイバ206が当接される個所に外光が侵入することを効果的に防止できる。

【0048】

また、本実施の形態では、中央部に形成される環囲部403の外形形状は円形とし、その両側に配置される環囲部403の外形形状は橢円形としている。ただし、環囲部403の形状はこれに限定されるものでないことはいうまでもない。

【0049】

なお、本実施の形態のホルダーベース201では、ホルダーベース本体から突出させるようにして環囲部403を形成する構成としたが、これに限定されることはなく、例えばホルダーベース本体の短軸方向に貫通する凹部を形成することによって、各第1の貫通穴に対応した環囲部403を形成してもよいことはいうまでもない。

【0050】

図4の(e)に示すように、本実施の形態のホルダーカバー202は、合わせ面側（白抜きの矢印で示す側の面）の第1の貫通穴401に対応する位置に収容部404が形成さ

10

20

30

40

50

れている。この収容部404はホルダーカバー202の合わせ面側に凹部が形成されている。このような構成とすることにより、より小さい屈曲半径で屈曲された光ファイバ206を格納し保護するための空間を確保すると共に、計測プローブの厚さ（高さ）が大きくなってしまうことを防止する。さらには、光ファイバ206を屈曲させることに伴う損傷を防止する構成としている。従って、本実施の形態では、収容部404の大きさは、光ファイバ206の屈曲による損傷が生じない程度であり、且つその大きさが最小となるように形成されている。

【0051】

また、本実施の形態の計測プローブを被検体に装着した際に、光ファイバ206の先端部分が可動することによる光ファイバ206の移動を収容部404に収容される屈曲部分で吸収することによって、光ファイバ206にかかる負担を大きく低減させ、破損を防止する構成となっている。

10

【0052】

さらには、前述するように、収納部404の内周面形状は光ファイバ固定具203の外周面形状と同じ大きさ及び形状で形成され、この収納部404は光ファイバ固定具203を保持するための保持手段としても機能している。このような形状とすることによって、本実施の形態の計測プローブを被検体に装着したとき、光ファイバ固定具203の位置がずれてしまうことを防止し、正確な計測結果が得られるような構成としている。

【0053】

図4の(f)に示すように、本実施の形態のホルダーカバー202では、屈曲した光ファイバ206が通る溝405が収容部404の一端に形成されており、光ファイバ配管溝207からホルダーカバー202の側に一旦屈曲された光ファイバ206を保持する構成となっている。この溝405の延在方向は光ファイバ配管溝207と同じとなるように形成されている。このような溝405を設けることによって、最小の空間で光ファイバ206を計測プローブの延在方向から垂直方向に屈曲させると共に、光ファイバ206にかかる負担を最小としている。

20

【0054】

また、ホルダーカバー202には、第1及び第2の凹部406a, 406bが形成されている。この第1の凹部406a及び第2の凹部406bは、それぞれ第1の凸部402a及び第2の凸部402bに勘合されるものである。

30

【0055】

ここで、プローブ本体101を被検体の頭部形状に合わせるために、ベース板601をプローブ本体101に接着させ補強することが有用である。図5にその例を示す。図5(a)は、ベース板601を取り付けたプローブ本体101を、プローブ本体101の方向から見た図、図5(b)は、図5(a)を矢印の方向から見た断面図、図5(c)は、ホルダーカバー202を取外したときの斜視図である。図5において、ベース板601をプラスチック等の硬い材質から構成し、その曲率をあらかじめ被検体の頭部形状に合わせておくことにより、ほぼ球形の形状の被検体の頭部にフィットする形でプローブ本体101を固定することができる。このことにより、被検体の頭部とプローブ本体101との間に余分な隙間が生じたりしなくなるので、最も感度が良くなるようにプローブ本体101が設定できる。

40

【0056】

また、図示はしていないが、プローブ本体101の被検体側にレールを設け、レール上にベース板601が挟み込まれるようにすることもできる。これにより、軟らかいプローブ本体101にいろいろな形状のベース板601を挟みませることができるので、被検体の頭部の様々な形状に応じて最適にプローブ本体101を変形して取り付ける可能である。

【0057】

例えば、6本のプローブ本体101にそれぞれの形状のベース板601を挟みませ、被検体の頭部の各所に配置することにより、複雑な形状の頭部に、最もフィットした形で

50

プローブ本体 101 を頭部に固定することができる。図 6 にその例を示す。図 6 (a) は、6 本のプローブ本体 101 を被検体の頭部に取り付けた図、図 6 (b) は図 6 (a) の状態の上から締付用固定具 701 で締め付け固定したものである。これにより、6 本のプローブ本体 101 全体が外れたりするのを防止することができる。この際、図示はしていないが、ベース板 601 のプローブ本体 101 からはみ出した部分へ一方側は穴、そして他方側は突起を形成し、隣り合ったプローブのベース板同志をその穴と突起を組み合わせることで、被検体の頭部の右側、左側それぞれにプローブ本体 101 が 3 本から成るプローブが形成される。またそれらの穴と突起による連結もスムーズにできるので、更にプローブ本体 101 が単独で外れたりするようなことがなくなる。なお、本実施の形態ではベース板 601 をホルダーベース 201 とは別個のものとしているが、ベース板 601 とホルダーベース 201 とを一体成型としても良い。また、締付用固定具 701 の材質としては、伸縮性のある布や、リング状の空気注入の風船等を用いればよい。

【 0058 】

図 7 は本実施の形態の計測プローブを用いた生体光計測装置の概略構成を説明するための図である。

図 7 において、501 は光源部、502 は光モジュール、503 は発振部、511 はフォトダイオード、512 はロックインアンプモジュール、516 は A / D 変換器、517 は制御部、518 は記録部、519 は処理部、520 は入出力部、521 は画像生成部を示す。

【 0059 】

図 7 において、光源部 501 は 4 個の光モジュール 502 から構成されている。各光モジュール 502 は、可視から赤外の波長領域中で複数の波長、例えば 780 nm 及び 830 nm の二波長の光をそれぞれ放射する図示しない 2 個の半導体レーザから構成されている。これらの二波長の値は、780 nm と 830 nm とに限定されるものではなく、また、波長数も二波長に限定されるものではない。この光源部 501 については、半導体レーザの代わりに発光ダイオードを用いてもよい。この光源 501 に含まれる全ての半導体レーザは、それぞれ発振周波数の異なる発振器で構成される発振部 503 により、それぞれ変調される。ただし、この変調として、実施の形態 1 では正弦波によるアナログ変調の場合を示すが、これに限定されることはなく、それぞれ異なる時間間隔の矩形波によるデジタル変調を用いてもよい。また、光モジュール 502 には、それぞれの半導体レーザから放射された 780 nm 及び 830 nm の波長の光を 1 本の光ファイバ (照射用光ファイバ 102) に導入させる図示しない光ファイバ結合器とが備えられている。

【 0060 】

従って、光源部 501 から放射される二波長光を混合した光は、各光モジュール 502 に接続される 4 本の照射用光ファイバ 102 の先端部分から照射対象となる図示しない被検体に照射される。このとき、各照射用光ファイバ 102 はプローブ本体 101 で固定され、それぞれ異なる位置に光を照射する。ただし、本実施の形態では、プローブ本体 101 の内部で照射用光ファイバ 102 及び検出用光ファイバ 103 の先端部分は、交互に正方格子上に配置される。

【 0061 】

光散乱反射体を通過した光すなわち生体通過光は、プローブ本体 101 に配設される 5 本の検出用光ファイバ 103 でそれぞれ集光され、各検出用光ファイバ 103 の他端に接続される光検出器であるフォトダイオード 511 で検出される。このフォトダイオード 511 としては、高感度な光計測が実現可能な周知のアバランシェフォトダイオードが望ましい。また、光検出器としては、光電子増倍管等の光電変換素子ならば他のものでもよい。

【 0062 】

これらのフォトダイオード 511 で生体通過光は電気信号 (生体通過光強度信号) に変換された後、変調信号の選択的な検出回路、例えば複数のロックインアンプから構成されるロックインアンプモジュール 512 で、照射位置且つ波長に対応した変調信号が選択的

10

20

30

40

50

に検出される。このとき、ロックインアンプモジュール 512 から出力される変調信号は、波長及び照射位置に対応する生体通過強度信号にそれぞれ分離されたものである。ただし、本実施の形態では、二波長の光を用いて 512 の計測位置での計測を行うので、計測すべき信号数は 24 となる。従って、本実施の形態のロックインアンプモジュール 512 では、合計 24 個の図示しないロックインアンプを用いる。ただし、デジタル変調を用いた場合には、変調信号検出としてデジタルフィルタもしくはデジタルシグナルプロセッサを用いる。

【 0063 】

ロックインアンプモジュール 512 からアナログ出力される生体通過光強度信号は、24 チャンネルの A/D 変換器（アナログデジタル変換器）516 によりそれぞれデジタル信号に変換される。それぞれのデジタル信号は、波長及び照射位置毎の生体通過光強度信号である。これらの計測は、制御部 517 により制御されている。

10

【 0064 】

デジタル信号に変換された生体通過光強度信号は、記録部 518 で記録される。記録部 518 に記録された生体通過光強度信号は処理部 519 において読み出され、該処理部 519 において、一般的の生体光計測の場合には、各検出位置の生体通過光強度信号から求められる脳活動に伴う酸素化ヘモグロビン濃度変化及び脱酸素化ヘモグロビン濃度変化、さらにはこれらヘモグロビン濃度総量が計算され、複数の計測位置の経時情報として入出力部 520 の図示しない表示画面上に表示される、あるいは、複数の計測位置の経時情報は記録部 518 に格納される。なお、各検出位置の生体通過光強度信号から酸素化及び脱酸素化ヘモグロビン濃度変化並びにヘモグロビン濃度総量を計算する方法については、周知であるので、詳細な説明は省略する。

20

【 0065 】

このとき、本実施の形態の生体光計測装置では、プローブ本体 101 に照射用及び検出用光ファイバ 102, 103 の一端が取り込まれ、プローブ本体 101 の内部で被検体表皮に対して垂直となるように屈曲されている。従って、被検体体位が横臥位等の横向きすなわち寝た姿勢の場合であっても、計測プローブ（特に、照射用及び検出用光ファイバ 102, 103）を損傷することなく、制定光計測が可能となる。

【 0066 】

その結果、従来の計測プローブを用いた生体光計測では不可能であった、被検体に睡眠等の休息が必要となるような長時間に及ぶ生体光計測が可能となる。従って、従来では同定が困難であった睡眠性のてんかん焦点等の正確な位置を同定することが可能となり、治療成績を大幅に向上させることができる。

30

【 0067 】

以上、本発明者によってなされた発明を、前記発明の実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記発明の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0068 】

【 図 1 】本発明の一実施の形態である計測プローブの概略構成を説明するための図である。

40

【 図 2 】本発明の一実施の形態である計測プローブの概略構成を説明するための断面図である。

【 図 3 】本実施の形態の計測プローブにおける光ファイバの配置位置を説明するための上面図である。

【 図 4 】本実施の形態の計測プローブを構成するホルダーベースとホルダーカバーの詳細構成を説明するための図である。

【 図 5 】本実施の形態の計測プローブにベース板を設置した例を示す図である。

【 図 6 】本実施の形態のベース板を設置した 6 本の計測プローブを被検体の頭部に固定した例を示す図である。

50

【図7】本実施の形態の計測プローブを用いた生体光計測装置の概略構成を説明するための図である。

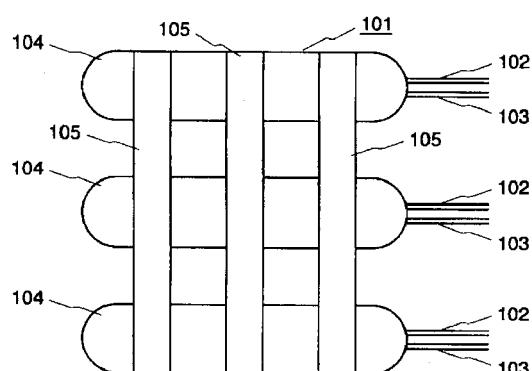
【図8】本発明の他の実施の形態である計測プローブの概略構成を説明するための図である。

【符号の説明】

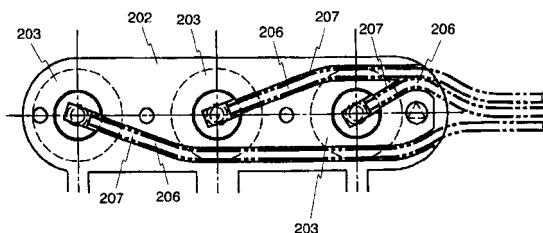
【0069】

101...プローブ本体、102...照射用光ファイバ、103...検出用光ファイバ、104...ホルダー部、105...連結部、201...ホルダーベース、202...ホルダーカバー、203...光ファイバ固定具、204...光ファイバ保護具、205...高さ調整治具、206...光ファイバ、207...光ファイバ配管溝、401...第1の貫通穴、402a...第1の凸部、402b...第2の凸部、403...環囲部、404...収容部、405...溝、406a...第1の凹部、406b...第2の凹部、501...光源部、502...光モジュール、503...発振部、511...フォトダイオード、512...ロックインアンプモジュール、516...A/D変換器、517...制御部、518...記録部、519...処理部、520...入出力部、521...画像生成部、601...ベース板、602...穴、701...締付用固定具

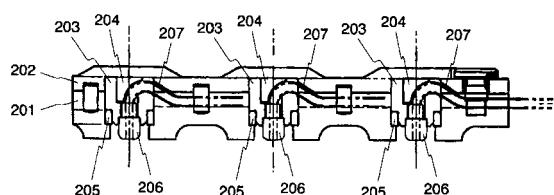
【図1】



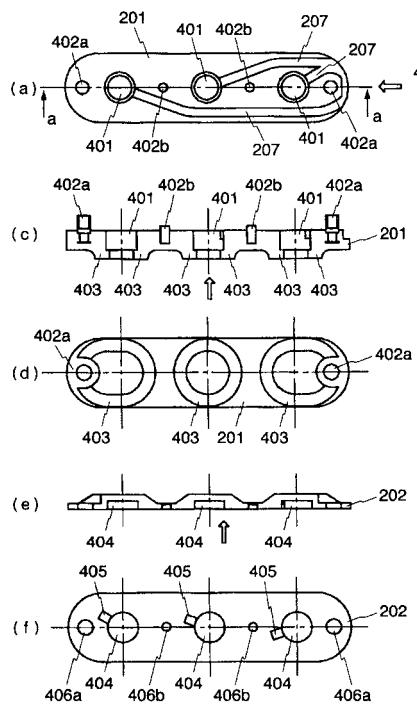
【図3】



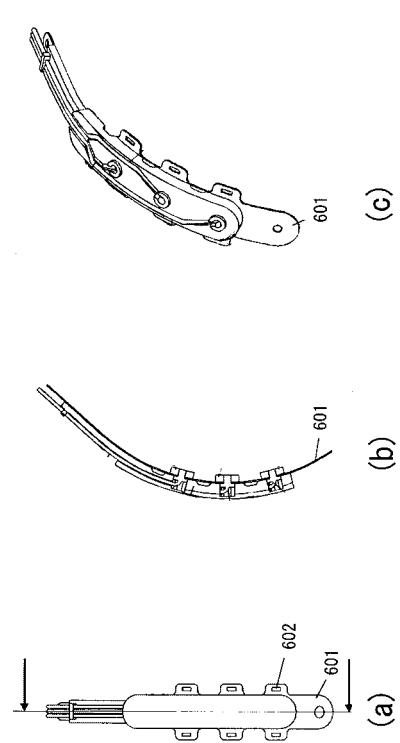
【図2】



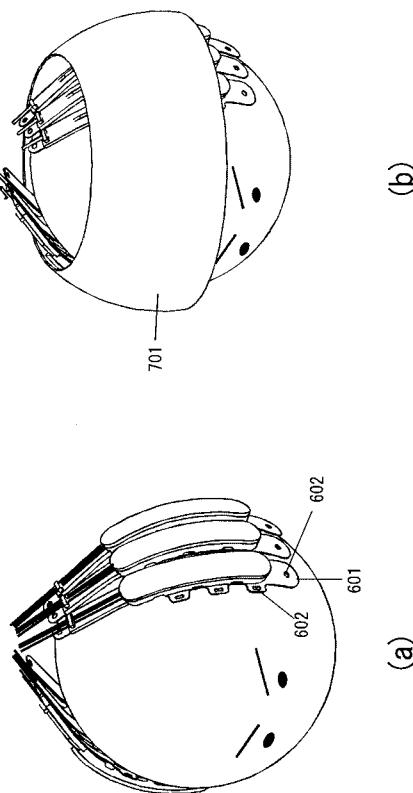
【図4】



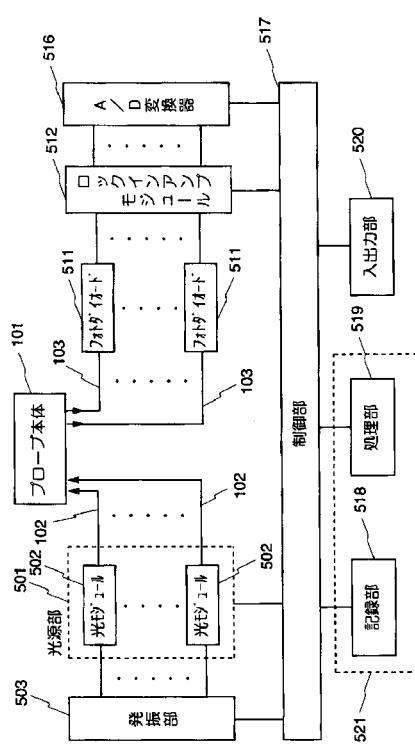
【図5】



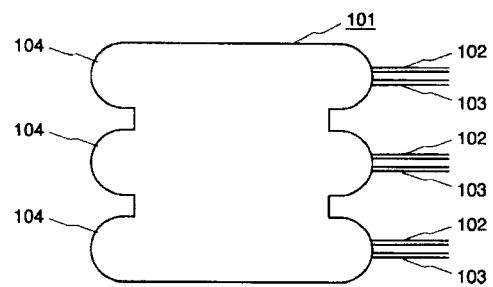
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-085204 (JP, A)
国際公開第00/074562 (WO, A1)
特開2002-355246 (JP, A)
特開2002-291751 (JP, A)
国際公開第00/057793 (WO, A1)
特開2009-219914 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 10 / 00