

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-328933

(P2005-328933A)

(43) 公開日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 10/00	A 6 1 B 10/00 E	2 G 0 5 9
A 6 1 B 5/05	A 6 1 B 5/05 A	4 C 0 2 7
A 6 1 B 5/055	G 0 1 N 21/17 6 2 0	4 C 0 3 8
A 6 1 B 5/145	A 6 1 B 5/14 3 1 0	4 C 0 9 6
G 0 1 N 21/17	A 6 1 B 5/05 3 9 0	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-148440 (P2004-148440)
 (22) 出願日 平成16年5月18日 (2004.5.18)

(71) 出願人 000001993
 株式会社島津製作所
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
 (74) 代理人 100114030
 弁理士 鹿島 義雄
 (72) 発明者 久保田 競
 愛知県犬山市大字富岡字片洞1073-1
 45
 (72) 発明者 清水 公治
 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会
 社島津製作所内
 Fターム(参考) 2G059 AA05 AA06 BB12 BB14 CC16
 FF02 HH01 JJ01 JJ17 MM03
 PP04
 4C027 AA10 BB05 HH13
 最終頁に続く

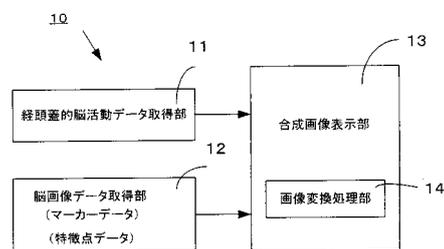
(54) 【発明の名称】 経頭蓋的脳機能測定装置

(57) 【要約】

【課題】 経頭蓋的脳機能測定装置において、脳全体の複雑な三次元演算処理を行うことなく、容易に、かつ、有意なデータ比較が可能な脳機能測定装置を提供する。

【解決手段】 被験者の頭蓋表面21の形状を基準にして脳活動データの検出位置を定め、この検出位置での脳活動データを取得する経頭蓋的脳活動データ取得部11と、経頭蓋的脳活動データ取得部11による脳活動データの採取の際における頭蓋表面と脳表面との位置関係の対応が付くようにして脳画像データを取得する脳画像データ取得部12と、脳画像データに基づいて脳表面画像を形成するとともに、脳活動データに基づいて脳活動画像を形成し、脳表面画像と脳活動画像とを重ね合わせた合成画像を形成して表示する合成画像表示部13とを備え、合成画像表示部13は、脳画像データに基づいて定められる脳表面上の特徴点を基準にして合成画像を拡大縮小する画像変換を行う画像変換処理部14を有し、特徴点を基準にして合成画像を拡大縮小するようにして、脳どうしの有意な比較ができるようにする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被験者の頭蓋表面の形状を基準にして脳活動データの検出位置を定め、この検出位置での脳活動データを取得する経頭蓋的脳活動データ取得部と、
経頭蓋的脳活動データ取得部による脳活動データの採取の際における頭蓋表面と脳表面との位置関係の対応が付くようにして脳画像データを取得する脳画像データ取得部と、
脳画像データに基づいて脳表面画像を形成するとともに、脳活動データに基づいて脳活動画像を形成し、脳表面画像と脳活動画像とを重ね合わせた合成画像を形成して表示する合成画像表示部とを備えた経頭蓋的脳機能測定装置であって、
合成画像表示部は、脳画像データに基づいて定められる脳表面上の特徴点を基準にして合成画像を拡大縮小する画像変換を行う画像変換処理部を有することを特徴とする経頭蓋的脳機能測定装置。

10

【請求項 2】

画像変換処理部は、脳表面上の特徴点により合成画像を複数に分割し、分割されたそれぞれの合成画像ごとに拡大縮小する画像変換を行うことができるように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の経頭蓋的脳機能測定装置。

【請求項 3】

脳表面上の特徴点として、前頭連合野と運動性皮質との間、運動性皮質と体性感覚皮質との間の少なくともいずれかを分ける特徴点を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の経頭蓋的脳機能測定装置。

20

【請求項 4】

経頭蓋的脳活動データ取得部には、近赤外分光分析計（NIRS）または脳磁計（MEG）を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の経頭蓋的脳機能測定装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、生体の脳活動データを非侵襲で計測して脳機能を測定する経頭蓋的脳機能測定装置に関し、さらに詳細には頭蓋表面上に設けた基準点を元に測定位置を定めて脳活動データを計測する経頭蓋的脳機能測定装置に関する。

本発明は、具体的には、近赤外分光分析計（NIRS）、脳磁計（MEG）などの脳機能測定装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

近年、脳活動の経頭蓋的測定、すなわち、頭部の外側から非侵襲的に脳活動の測定を行うことができる近赤外分光分析計（以下NIRSと略す）、脳磁計（以下MEGと略す）が利用されている。

例えば、NIRSは、被験者の頭蓋表面上に送光ファイバを配置して、近赤外線を照射し、同じく頭蓋表面上に配置した受光ファイバにより、脳で反射した近赤外線を検出する。近赤外線は、皮膚組織や骨組織を光学的に透過し、かつ、血液中のオキシヘモグロビン、デオキシヘモグロビンにより光学的に吸収される。NIRSでは、近赤外光のこのような性質を利用して、脳の測定部位でのオキシヘモグロビン濃度、デオキシヘモグロビン濃度、さらにはこれらから算出される全ヘモグロビン濃度を求める。NIRSは、このヘモグロビン濃度の時間的な変化から脳の活動状態を計測し、取得した脳活動データに平均化処理などの画像処理、マッピングを行って画像化するものである。

40

【0003】

NIRSでは、測定部位が脳（脳表面）であるにもかかわらず、実際には、脳の外側に頭蓋が存在することにより、脳自体の位置を確認しながら、検出位置であるチャンネル位置（送光ファイバおよび受光ファイバの位置で定まる検出感度の高い位置、具体的には送光ファイバ位置と受光ファイバ位置の中間点）の位置決めをすることはできない。

【0004】

50

そのため、脳の位置を基準にしてチャンネルの位置決めをするのではなく、頭蓋表面に設けた基準点を元にしてチャンネルの位置を決め、これにより、測定の再現性を得るようにしている。つまり、NIRSで得た各チャンネル位置でのデータは、頭蓋表面との位置の対応は付いているものの脳（脳表面）との位置関係は推定するしかない。

したがって、NIRSの各チャンネル位置のデータと脳位置との対応をつけるためには、頭蓋表面と脳表面との対応付けが必要となり、測定においては、NIRSのデータとともに、MRIなどによって頭蓋表面と脳表面を含む頭部の3次元画像データを取得し、チャンネル位置と脳表面との対応が付くようにしている。

【0005】

ところで、NIRSで取得した脳活動データについて、被験者間のデータ比較を行おうとすると、同一の解剖学的脳構造どうしをそれぞれ比較（例えば感覚野どうし、運動野どうしを比較）する必要がある。しかしながら、脳の解剖学的構造には個人差がある。すなわち、実際の脳および頭蓋の形状が個人ごとに大きく異なる。そのため、NIRSの各チャンネル位置での信号（あるいはこれを画像処理したマッピングデータ）は、個人ごとに異なる脳位置の信号を検出したものであり、被験者ごとのNIRSのデータを単純に比較しても意味はなく、これまでNIRSで取得した脳活動データの個体間のデータ比較はなされていなかった。

10

【0006】

一方、最近、NIRSデータの個体間でのデータ比較を行えるようにするために、脳全体の三次元的処理による標準化（標準脳化）を行い、頭蓋表面と脳表面との正確な統計的対応付けを行うようにすることが試みられている（非特許文献1参照）。

20

これによれば、頭蓋形状を基準として測定する際の測定位置の基準である国際10-20法に基づく、頭蓋表面と脳表面との対応付けが発表されている。

【非特許文献1】“Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10-20 system oriented for transcranial functional brain mapping” (NeuroImage 21 (2004) 99-111)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した先行技術（非特許文献1）のように、三次元処理による脳の標準化により得られた標準脳に変換することで、個体ごとのデータを比較することが原理的には可能であるが、標準化による頭蓋表面と脳表面の対応付けの処理に関しては、まだ、完全には確立されていない。

30

【0008】

そこで、本発明は、NIRSやMEGなどの経頭蓋的脳機能測定装置において、標準脳に変換することなく、すなわち、脳全体の複雑な三次元演算処理を行うことなく、容易に、かつ、有意なデータ比較が可能な脳機能測定装置を提供することを目的とする。

また、脳全体の複雑な三次元演算処理を行わず、データ収集時間、演算時間を短縮することにより、短時間のうちに簡便にデータ比較を行うことができる経頭蓋的脳機能測定装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するためになされた本発明の経頭蓋的脳機能測定装置は、被験者の頭蓋表面の形状を基準にして脳活動データの検出位置を定め、この検出位置からの脳活動データを取得する経頭蓋的脳活動データ取得部と、経頭蓋的脳活動データ取得部による脳活動データの採取の際における頭蓋表面と脳表との位置関係の対応が付くようにして脳画像データを取得する脳画像データ取得部と、脳画像データに基づいて脳表画像を形成するとともに、脳活動データに基づいて脳活動画像を形成し、脳表画像と脳活動画像とを重ね合わせた合成画像を形成して表示する合成画像表示部とを備えた経頭蓋的脳機能測定装置であって、合成画像表示部は、脳画像データに基づいて定められる脳表上の特徴点を基準にし

50

て合成画像を拡大縮小する画像変換を行う画像変換処理部を有するようにしている。

【0010】

この発明によれば、まず、経頭蓋的脳活動データ収集部は、被験者それぞれの頭部の形状を基準にして、脳活動データの検出位置を定め、この検出位置からの脳活動データを取得する。経頭蓋的脳活動データ収集部としては、NIRSやMEGなどを用いることができる。

例えば、経頭蓋的脳活動データ収集部にNIRSが利用される場合は、NIRSの送光ファイバ、受光ファイバの取付位置により脳活動の検出位置(チャンネル位置)を定める。また、経頭蓋的脳活動データ収集部にMEGが利用される場合は、SQUIDによる検出信号のピックアップ位置を、各被験者の頭部形状に基づいて決定する。

10

【0011】

脳画像データ取得部は、経頭蓋的脳活動データ取得部による脳活動データの頭蓋表面上の採取位置が脳表面構造と位置対応できるようにして脳画像データを取得する。脳画像データ取得部としては、例えば核磁気共鳴画像診断装置(以下MRIという)を用いることができる。そして頭蓋表面と脳表面との位置関係の対応は、脳画像データを取得する際に位置特定のマーカを含むようにして対応が付くようにしてある。

【0012】

合成画像表示部は、脳画像データに基づいて脳表面画像を形成するとともに、脳活動データに基づいて脳活動画像を形成し、脳表面画像と脳活動画像とを(マーカにより位置を対応させながら)重ね合わせた合成画像を形成して表示する。

20

脳表面画像としては脳レンダリング画像が好ましく、また、脳活動画像としてはカラーマッピングしたトポグラフィ像が好ましいが、画像形式はこれらに限られるものではない。脳表面画像と脳活動画像を重ね合わせた合成画像とすることにより、脳の活動情報と脳表面上での位置との対応が付くようにして表示を行う。

【0013】

そして、画像変換処理部は、脳画像データに基づいて定められる脳表面上の特徴点を基準にして、合成画像表示部により表示された合成画像に対して拡大縮小する画像変換を行い、画像変換された画像を再表示させる。

【0014】

ここで脳表面上の特徴点としては、中心溝と正中線の交点を基準として求めることができる、運動性皮質と体性感覚皮質との境界点を選択することができる。また、前交連と後交連とを結ぶ線を基準として幾何学的に求めることができる、前頭連合野(前頭前野ともいわれる)と運動性皮質(運動前野と運動野)との境界点(運動前野と運動野との境界点)を選択することができる。また、脳レンダリング画像の前後の端点、左右の端点を選択することができる。

30

これらの特徴点を元にして、合成画像を拡大縮小する画像変換を行うことにより、その合成画像を、異なる脳構造を持った他の被験者の合成画像(比較対象となる合成画像)と特徴点を合わせるように合成画像の長さを調整する。

【発明の効果】

【0015】

これにより、特徴点を基準にして規格化した合成画像を表示することができ、異なる被験者間での脳活動情報のデータ比較が可能になる。

40

【0016】

また、画像変換処理部が、脳表面上の特徴点により合成画像を複数に分割し、分割されたそれぞれの合成画像ごとに拡大縮小する画像変換を行うことができるように構成すれば、解剖学的に脳構造の境界となる点を特徴点として選択することにより、脳を同一の解剖学的構造ごとに分けて規格化して、データの比較をすることができる。

【0017】

また、脳表面上の特徴点として、前頭連合野と運動性皮質(運動前野と運動野)との間、運動性皮質と体性感覚皮質との間、の少なくともいずれかを分ける特徴点を含むように

50

すれば、それぞれの脳構造部分に局在する脳機能（思考、運動、感覚）ごとの比較行うことができる。

【0018】

また、経頭蓋的脳活動データ取得部に、近赤外分光分析計（NIRS）または脳磁計（MEG）を用いることで、これまで被験者間でのデータ比較が容易ではなかったNIRSやMEG測定においても、簡便に脳機能のデータ比較を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明である経頭蓋脳機能測定装置の一実施例について、図面を用いて説明する。

図1は、本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置の構成を示すブロック図である。この経頭蓋脳機能測定装置10は、経頭蓋的脳活動データ取得部11と、脳画像データ取得部12と、合成画像表示部13と、画像変換処理部14とから構成される。

【0020】

経頭蓋的脳活動データを採取する経頭蓋的脳活動データ取得部11には、NIRSを用いる。NIRSによる経頭蓋的な脳機能測定について説明する。図2に示すように、被験者の頭蓋表面（頭皮上）21上に、検出位置となるチャンネル（1、2、・・・）を定める。チャンネルの配置は、例えば格子状に並べるようにすればよい（あるいは国際10-20システムによる配置でもよい）が、このとき、被験者の耳、鼻等の外見的な特徴点を基準にして、チャンネルの位置を定める。そして、各チャンネル位置での検出感度が最も高くなるように、送光ファイバS、受光ファイバDの取付位置を定める。具体的には、送光ファイバSと受光ファイバDとの中点がチャンネル位置にくるように、送光ファイバSと受光ファイバDとを配置する。

このように、NIRSは、頭蓋表面に対する位置を基準にしてデータが取得されることとなる。

【0021】

一方、脳画像データを取得する脳画像データ取得部12には、MRIを用いる。MRIによる脳画像データの取得の際に、チャンネル位置にマーカーを含めておくことにより、マーカーを手がかりとして脳活動データにおける脳と頭蓋表面との位置対応を付ける。これにより、頭蓋表面に対する位置を基準にして取得されたNIRSのデータと、MRIのデータとの位置対応が付くようにしてある。

【0022】

合成画像表示部13および画像変換処理部14は、データ処理用のコンピュータにより構成されるが、このコンピュータはデータ処理用コンピュータとして独立して設けてもよいし、NIRSまたはMRIの制御に使用するコンピュータを利用してよい。

NIRSやMRIによって取得されたデータは、合成画像表示部13に送られ、画像処理がなされるとともに平均化処理、カラー化などの画像処理がなされる。

このとき、上述したように、合成画像処理部13での合成画像は、脳画像データに含まれているマーカーを基準にして画像間の位置関係が合わされる。これにより、NIRSによる脳活動データと、対応する脳画像データとが正しく位置を合わせて表示することができるようになる。

【0023】

画像変換処理部14は、異なる被験者のデータ間でのデータ比較のための画像変換処理を行うものであり、MRIによって取得した脳画像データに基づいて定められる脳表面上の特徴点を基準にして、合成画像を拡大縮小する画像変換を行う。

脳表面上の特徴点としては、ここでは、中心溝と正中線の交点として求めることができる（特徴点Xとして図3に示す）運動性皮質と体性感覚皮質との境界点と、前交連と後交連とを結ぶ線を基準にして脳表面に向け垂線を立てることにより、幾何学的に求めることができる運動性皮質と前頭連合野との境界点（特徴点Yとして図2に示す）とを用いる。さらに、これらの特徴点X、Yの他に、脳レンダリング画像の前後の端点、左右の端点を

10

20

30

40

50

特徴点として用いる。

【0024】

画像変換処理部14は、これらの特徴点を元にして、脳画像の形状、大きさが、比較しようとする脳の合成画像と基準とする脳の合成画像との間で一致するように画像変換する。

この画像変換により、全体の大きさを合わせるようにすれば、2つの合成画像間での対応が付きやすくなり、それだけでもデータ比較が可能になる。

【0025】

このとき、単に、全体の大きさを合わせるだけではなく、解剖学的な特徴点X、Yを基準にして脳画像を分割し、分割したそれぞれの部分的な脳画像ごとに、脳画像の形状、大きさを画像変換し、規格化する。すなわち、前頭連合野、運動性皮質、体性感覚皮質ごとに、脳画像の画像変換を行う。これにより、合成画像に含まれる脳活動情報についても、前頭連合野、運動性皮質、体性感覚皮質ごとの規格化が行われることになり、平均、分散などの各種統計処理を、それぞれの解剖学的構造単位で行うことができる。

次に、別々の被験者による2つの合成画像どうしを比較する場合を例として、本発明の経頭蓋脳機能測定装置による画像変換処理を説明する。

【0026】

(実施例)

図3～図7は、本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置による画像変換処理手順を説明する図であり、それぞれ、MRIで取得した脳表面レンダリング画像上に、NIRSにより取得した脳活動データをカラーマッピングで重ねて表示し、合成画像(いわゆる脳機能マップ)としたものである。図中、破線で囲った領域には、脳活動データが活動量の大きさに応じてカラーマッピングされている。

なお、図3～図7の各図において、A列、B列は、それぞれ異なる被験者A、Bの画像である。ここで「A」はデータ比較を行うときの基準側合成画像、「B」は比較しようとする側の合成画像を指すものとする。

【0027】

図3に示す合成画像A、B(b)は、ともに被験者A、Bそれぞれについての画像変換処理を行う前のオリジナルな合成画像である。この合成画像Aと合成画像Bとは、解剖学的な構造が大きく異なり、2つの合成画像(機能マップ)を単純に比較しても、意味のある比較は全くできない。

【0028】

データ比較を行うためのひとつの改善方法として、合成画像における脳の前後および左右の長さが同じになるように、画像変換処理を行う。すなわち、画像変換処理の特徴点として前後、左右の端点を選択し、2つの合成画像をほぼ同じ大きさにして比較を行う。この方法によってもある程度の規格化がなされるので有効であるが、必ずしも脳の解剖学的な構造を考慮したものではないため、十分ではない。

【0029】

脳の解剖学的な構造においては、運動野、感覚野など、機能ごとに大きく領域が分かれている。したがって、この領域ごとに脳を分割し、それぞれの単位で2つの脳の活動データを比較することが有効である。

そこで、機能ごとに脳構造を分割して脳活動データを比較する際に、特徴点として、前頭連合野と運動性皮質とを分割するための特徴点、運動性皮質と体性感覚皮質とを分割するための特徴点を定義し、これらの特徴点に基づいて脳を分割して、それぞれの分割領域ごとに合成画像を規格化する。

【0030】

図3B(a)のVACライン31は、前頭連合野と運動性皮質とを分割するために定義したラインである。このラインは、図2で示したように、前交連aと後交連bとを結ぶ直線に対し、前交連aから垂線を立てたときの脳表面との交点を特徴点Yとして、特徴点Yを通り正中線に垂直に引いたラインとして定義される。

10

20

30

40

50

【0031】

また、図3B(a)の特徴点Xは、運動性皮質と体性感覚皮質とを分割するために定義した点である。この特徴点Xは、正中線と中心溝との交点として定義される。そして、特徴点Xをとおり、正中線に垂直に引いたCSライン32(図3B(b)参照)により運動性皮質と体性感覚皮質とが分割される。

【0032】

図4、図5は、VACライン31、CSライン32に基づいて分割した合成画像Bの規格化を行うときの説明図である。

まず、図4(a)に示すように、合成画像Bの前方部分を合成画像Aに合わせるように、前後方向に拡大(縮小)して、部分的に規格化する。

10

続いて、図4(b)に示すように、合成画像Bの中央部分を合成画像Aに合わせるように、前後方向に拡大(縮小)して、部分的に規格化する。

さらに、図4(c)に示すように、合成画像Bの後方部分を合成画像Aに合わせるように、前後方向に拡大(縮小)して、部分的に規格化する。

そして、図5に示すように、図4(a)~図4(c)で規格化した合成画像Bの前方、中央、後方部分を統合一体化する。図5の合成画像Bでは、合成画像Bの前後方向が特徴点を基準として規格化されたことになる。

【0033】

次に、図6に示すように、合成画像Bの左右方向の長さを合成画像Aに合わせて拡大(縮小)する。左右方向の規格化は、単純に左右の端点を定め、合成画像Aと合成画像Bの左右の長さが同じになるようにする。

20

【0034】

図7は、図4~図6で説明した画像変換処理による合成画像Bの変化の最初と最後とをまとめた図であり、図7B(a)は画像変換処理前の合成画像Bを示し、図7B(b)は特徴点X、Yを利用した画像変換処理により規格化された最終的な合成画像Bを示している。

特徴点X、Yを利用した画像変換処理の結果、合成画像Bに含まれる脳活動データも、特徴点X、Yごとに分かれて規格化されているので、機能単位で規格化された脳活動データに基づいて、脳機能に関する有意なデータ比較を行うことができる。

【0035】

30

上記実施例では、連合野と運動野とを分割するための特徴点X、運動野と感覚野とを分割するための特徴点Yについて説明したが、特徴点の選択は、これらに限られず、脳活動を計測する上で有効な点であれば、他の特徴点であってもよい。また、脳を分割する特徴点としてX、Yの2つを選択したが、特徴点を1つにしてもよいし、3つ以上に増やしてもよい。

【0036】

さらに、本実施形態では、経頭蓋的脳活動データ取得部としてNIRSを用いたが、NIRSに代えて、MEGを用いた場合も同様であり、また、これらは一例にすぎず、NIRSやMEG以外の経頭蓋的な測定を行う計測機器を用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

40

【0037】

本発明は、経頭蓋的に脳機能を測定する経頭蓋脳機能測定装置に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置の構成を示すブロック図。

【図2】NIRSにおける送光ファイバ、受光ファイバの位置と、頭蓋表面と、脳表面との関係を説明する図。

【図3】本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置における合成画像を説明する図。

50

【図4】本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置における画像変換処理を説明する図。

【図5】本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置における画像変換処理を説明する図。

【図6】本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置における画像変換処理を説明する図。

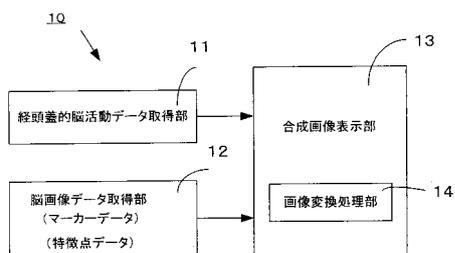
【図7】本発明の一実施形態である経頭蓋脳機能測定装置における画像変換処理を説明する図。

【符号の説明】

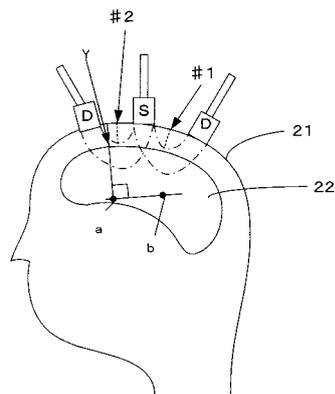
【0039】

- 10：経頭蓋的脳機能測定装置
- 11：経頭蓋的脳活動データ取得部（NIRS）
- 12：脳画像データ取得部（MRI）
- 13：合成画像表示部
- 14：画像変換処理部
- 21：頭蓋表面
- 22：脳
- 31：VACライン
- 32：CSライン

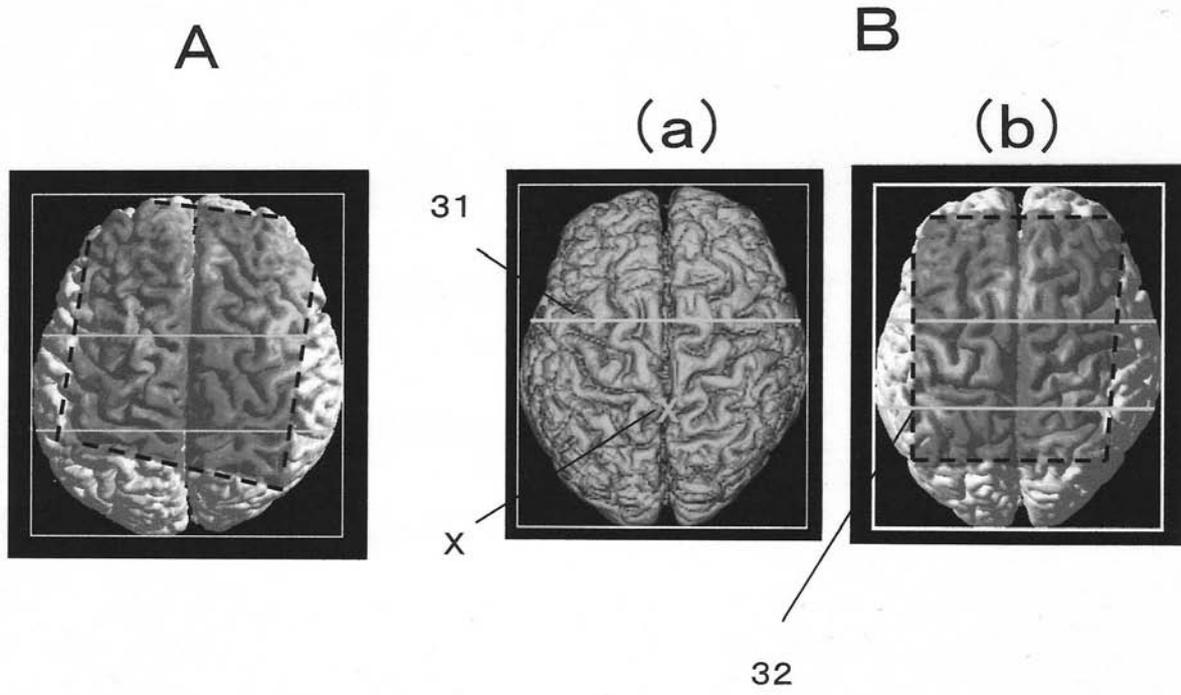
【図1】



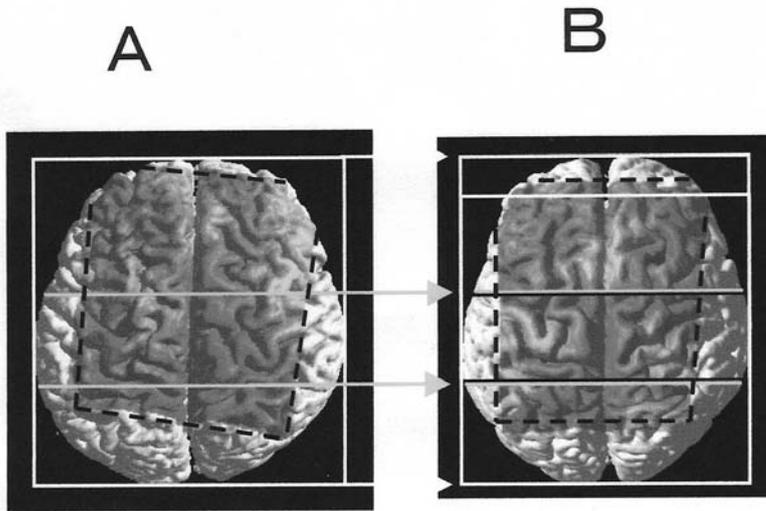
【図2】



【 図 3 】

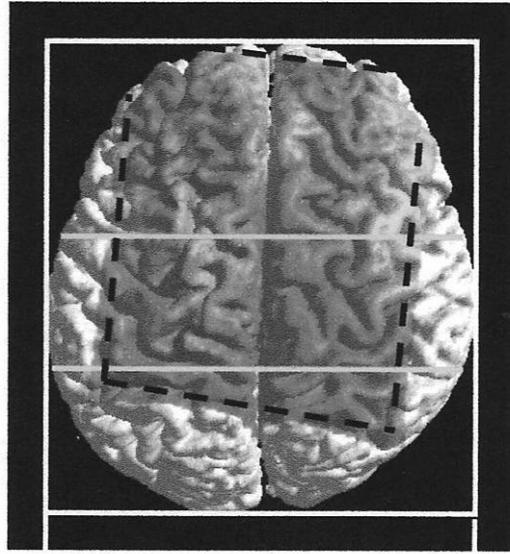


【 図 5 】

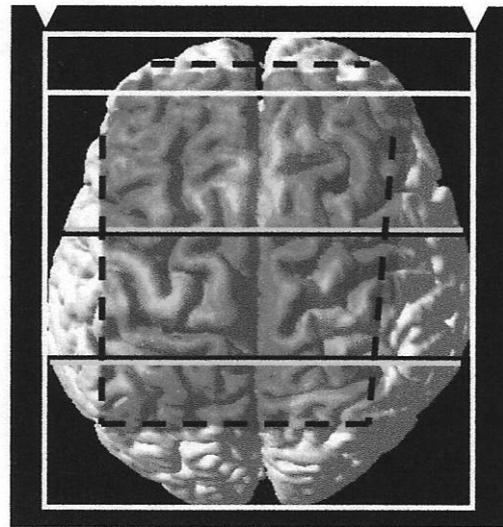


【 図 6 】

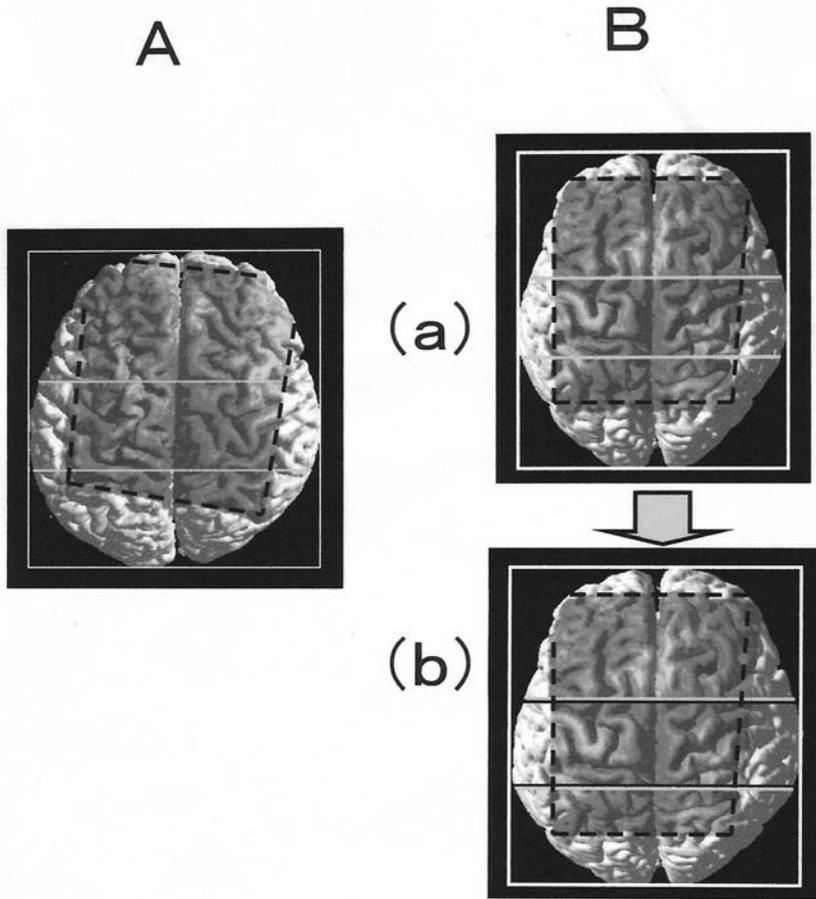
A



B



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
G 0 1 R 33/28 G 0 1 N 24/02 Y

Fターム(参考) 4C038 KK01 KL05 KL07 KX02
4C096 AA18 AB41 AC01 AD14 AD15 DB09 DC11 DC18 DC21 DC28
DC40 DD07 FC20