

(19)日本国特許庁(JP)

**(12)特許公報(B2)**

(11)特許番号  
特許第7337693号  
(P7337693)

(45)発行日 令和5年9月4日(2023.9.4)

(24)登録日 令和5年8月25日(2023.8.25)

(51)国際特許分類

A 6 1 B	5/055 (2006.01)	F I	A 6 1 B	5/055	3 8 0
G 0 6 T	1/00 (2006.01)		G 0 6 T	1/00	2 9 0 C
G 0 6 T	7/00 (2017.01)		G 0 6 T	7/00	6 1 2
			A 6 1 B	5/055	Z D M

請求項の数 16 (全20頁)

(21)出願番号 特願2019-536284(P2019-536284)  
 (86)(22)出願日 平成30年1月3日(2018.1.3)  
 (65)公表番号 特表2020-505092(P2020-505092  
 A)  
 (43)公表日 令和2年2月20日(2020.2.20)  
 (86)国際出願番号 PCT/EP2018/050089  
 (87)国際公開番号 WO2018/127499  
 (87)国際公開日 平成30年7月12日(2018.7.12)  
 審査請求日 令和2年12月28日(2020.12.28)  
 (31)優先権主張番号 62/443,061  
 (32)優先日 平成29年1月6日(2017.1.6)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 米国(US)

(73)特許権者 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ  
 ヴェ  
 Koninklijke Philips  
 N.V.  
 オランダ国 5656 アーヘー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 52  
 High Tech Campus 52,  
 5656 AG Eindhoven, N  
 etherlands  
 (74)代理人 110001690  
 弁理士法人M&Sパートナーズ  
 ザゴルチエフ ルボミール ゲオルギエフ  
 オランダ国 5656 アーヘー アイン  
 ドーフェン ハイ テック キャンパス 5  
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 皮質奇形識別

**(57)【特許請求の範囲】****【請求項1】**

プロセッサ及びメモリを有するコンピュータが実行する皮質奇形識別方法であって、前記プロセッサが、

大脳皮質に対するMRI走査を実行するステップと、

デジタル画像データを前記MRI走査から取得するステップと、

前記デジタル画像データに対して定量的評価のための演算を実行して、定量化された走査データを生成するステップであって、前記定量的評価は、前記大脳皮質の皮質表面の法線方向における信号強度の評価を含む、ステップと、

前記定量化された走査データに基づいて皮質奇形を自動的に検出するステップと、

前記大脳皮質のマッピングされた画像を生成するために、前記大脳皮質の3次元表現を前記定量化された走査データにマッピングするステップと、

前記皮質奇形が前記マッピングされた画像内の前記大脳皮質の残りの部分と異なる色で示されるように、前記大脳皮質の前記マッピングされた画像をカラーコーディングするステップと、

前記大脳皮質のカラーコーディングされた前記マッピングされた画像を出力するステップと、を実行する、皮質奇形識別方法。

**【請求項2】**

プロセッサ及びメモリを有するコンピュータが実行する皮質奇形識別方法であって、前記プロセッサが、

大脳皮質に対するM R I 走査からのデジタル画像データに対して定量的評価のための演算を実行して、定量化された走査データを生成するステップであって、前記定量的評価は、前記大脳皮質の皮質表面の法線方向における信号強度の評価を含む、ステップと、  
前記定量化された走査データに基づいて皮質奇形を自動的に検出するステップと、  
前記定量化された走査データに基づいて、マッピングされた画像内の前記大脳皮質の残りの部分と異なる色で前記皮質奇形が示されるように前記大脳皮質の画像をカラーコーディングするステップと、を実行する、皮質奇形識別方法。

【請求項 3】

前記皮質奇形の測定値を生成するために、前記定量化された走査データ及びカラーコーディングされた画像に基づいて前記皮質奇形を測定するステップを更に有する、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。 10

【請求項 4】

診断される先天性状態を生成するために、前記定量化された走査データ及び前記測定値に基づいて複数の先天性状態のうちの 1 つを自動的に診断するステップを更に有する、請求項 3 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 5】

前記診断される先天性状態は、ティラーの限局性皮質異形成、構造異形成及び / 又は細胞構築異形成のうちの 1 つを含む皮質奇形である、請求項 4 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 6】

前記カラーコーディングするステップは、前記定量化された走査データに基づいて前記大脳皮質の画像の異なる区画をカラーコーディングするステップを有し、 20

前記大脳皮質の異なるカラーコーディングされた区画は、前記大脳皮質の解剖学的構造と共に記録され、

前記画像は、手術によって除去されるべき前記皮質奇形の一部分の輪郭を描くようにカラーコーディングされている、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 7】

前記大脳皮質のカラーコーディングされた画像は、電子表示装置に表示される、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 8】

前記皮質奇形の疾患タイプを区別するために、前記皮質奇形の前記定量的な評価から指標を抽出するステップを更に有する、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。 30

【請求項 9】

ユーザとの対話処理なしで、前記 M R I 走査での前記大脳皮質の 3 次元表現において前記大脳皮質を区分化するために、変形可能な区分化を自動的に実行するステップを更に有する、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 10】

前記 M R I 走査において前記変形可能な区分化を用いて取得された前記定量化された走査データに基づいて、前記大脳皮質の組織を分類するステップを更に有する、請求項 9 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 11】

前記大脳皮質の半球の 3 次元 3 角形メッシュとして内側皮質表面及び外側皮質表面の表現を生成するステップを更に有し、 40

前記大脳皮質の内側境界及び外側境界が、前記 3 次元 3 角形メッシュの類似の 3 角形表面として表現される、請求項 9 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 12】

前記定量化された走査データは、前記 M R I 走査中に測定された信号強度の測定値を含み、

前記信号強度は、前記デジタル画像データに基づいて画像内のピクセル値として表現可能である、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。

【請求項 13】

前記定量化された走査データは、それぞれ、前記大脳皮質の内側皮質表面の法線方向で、それから内側に向く信号、及び、前記大脳皮質の外側皮質表面の法線方向で、それから外側に向く信号についての信号強度の平均値を含む、請求項 1 2 に記載の皮質奇形識別方法。

#### 【請求項 1 4】

前記定量化された走査データを前記大脳皮質の内側皮質表面及び外側皮質表面を表現する3角形メッシュにマッピングするステップを更に有する、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。

#### 【請求項 1 5】

異なる大脳皮質の定量化された走査データを相関させるために、前記異なる大脳皮質の内側皮質表面及び外側皮質表面の3角形メッシュによって画定された同一のパラメータ空間内の前記異なる大脳皮質からの3次元表面を比較するステップを更に有する、請求項 2 に記載の皮質奇形識別方法。

10

#### 【請求項 1 6】

皮質奇形識別のための磁気共鳴画像（M R I）システムであって、  
プロセッサと、  
命令を記憶するメモリと、を備え、  
前記命令が前記プロセッサにより実行されることによって、  
大脳皮質に対するM R I走査からのデジタル画像データに対して定量的評価のための演算を実行して、定量化された走査データを生成し、前記定量的評価は、前記大脳皮質の皮質表面の法線方向における信号強度の評価を含み、

20

前記定量化された走査データに基づいて皮質奇形を自動的に検出し、  
前記定量化された走査データに基づいて、マッピングされた画像内の前記大脳皮質の残りの部分と異なる色で前記皮質奇形が示されるように前記大脳皮質の画像をカラーコーディングする、M R Iシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【背景技術】

##### 【0 0 0 1】

[001] 大脳皮質は、脳内の白質路を覆う組織の最外層である。大脳皮質は、標準M R I走査において暗い灰色の外観を有する。大脳皮質の組織の比較的薄い層は、脳内の主な情報処理センターである。

30

##### 【0 0 0 2】

[002] ティラーの限局性皮質異形成、構造異形成及び／又は細胞構築異形成等の皮質奇形は、皮質形成の正常過程の中止の結果として起こる大脳皮質の異常である。ヒトの大脳皮質は、ニューロンの増殖及び分化から始めて、徐々にそれ自身の基本的な構造を発達させ、次いで徐々に移動して大脳皮質内に自ら位置決めする。正常過程中の異常は、ニューロン活動の途絶部を生じさせ、大脳皮質を有するヒトに様々な臨床結果への素因を作り、それらのうちの最も一般的なものが癲癇発作である。

##### 【0 0 0 3】

[003] 図1Aは、「正常な」大脳皮質100の標準M R I走査を示す。図1Bは、限局性皮質異形成によって影響を受けた「異常な」大脳皮質110の標準M R I走査を示す。図1A及び図1Bにおいて、大脳皮質100及び110は、暗い灰色の外観によって示されている。図1Bにおいて、矢印によって識別される「ファジーな」範囲は、限局性皮質異形成の影響を受けた異常な大脳皮質110の範囲、すなわち、異常な皮質形成（皮質奇形）111である。

40

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【0 0 0 4】

[004] 例示的実施形態が、添付図面と共に読まれると以下の詳細な説明から最もよく理解される。強調すべきは、様々な特徴が必ずしも共通の尺度を有するわけではないことである。実際、寸法は、議論の明快さのために任意に増減されることがある。適用可能で実

50

際的な場合、同様の参照番号が同様の要素を指す。

**【0005】**

【図1A】[005] 「正常な」大脳皮質の標準MRI走査についての図である。

【図1B】[006] 「異常な」大脳皮質の標準MRI走査についての図である。

【図2】[007] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のための過程についての図である。

【図3】[008] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のためのMRIシステムについての図である。

【図4】[009] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のために区分化された大脳皮質の2次元画像についての図である。 10

【図5】[010] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のために区分化された大脳皮質についての1個の3次元画像及び数個の2次元画像についての図である。

【図6】[011] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のために上に重なったメッシュを有する区分化された大脳皮質の1個の3次元画像及び数個の2次元画像についての図である。 20

【図7A】[012] 3次元球面を平面長方形にマッピングするための例示的なマッピング変換についての図である。

【図7B】[013] 本開示の代表的実施形態に従う、定量化された皮質奇形についてのカラーコーディングされた2次元(平面)表示についての図である。

【図8】[014] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のために1組の命令を含む例示的な汎用コンピュータシステムについての図である。 20

【図9】[015] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のためにMRIシステムについての別の図である。

【図10】[016] 本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のために別の過程についての図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0006】**

[017] 以下の詳細な説明において、説明及び非限定の目的で、本教示に従う実施形態の完全な理解を提供する特定の詳細を開示するために、代表的実施形態が説明される。公知のシステム、デバイス、材料、動作方法及び製造方法についての説明が、代表的実施形態についての説明を不明瞭にすることを避けるために省略されることがある。それにも関わらず、当業者の視野内にあるシステム、デバイス、材料及び方法は、本教示の範囲内にあり、そして、代表的実施形態に従って用いられる。定義された用語は、本教示の技術分野において一般的に理解され容認されるように定義された用語の技術的及び科学的な意味に付加される。 30

**【0007】**

[018] 第1、第2、第3等の用語が、本明細書において用いられて様々な要素又は構成要素を説明するために用いられるけれども、これらの要素又は構成要素は、これらの用語によって限定されてはならないことが理解されよう。これらの用語は、別の要素又は構成要素から1つの要素又は構成要素を識別するために用いられるにすぎない。このように、以下で議論される第1要素又は構成要素は、発明概念の教示から逸脱することなく、第2要素又は構成要素と呼ばれてもよい。 40

**【0008】**

[019] 本明細書で用いられる専門用語は、特定の実施形態を説明することだけを目的とし、限定的であることを意図されていない。明細書及び添付クレームで用いられるとき、用語の単数形は、コンテキスト上明白に別の意味を指す場合を除いて、単数形及び複数形の両方を含むように意図されている。更に、用語「備える」と及び/又は「備えている」と及び/又は類似の用語は、本明細書において用いられるとき、述べられた特徴、要素及び/又は構成要素の存在を明示するけれども、1つ又は複数の別の特徴、要素、構成要素及び/又はそのグループの存在又は付加を排除しない。本明細書において用いられるとき、用 50

語「及び／又は」は、関連する列挙された項目のうちの1つ又は複数の任意の及び全ての結合を含む。

#### 【0009】

[020] 特に明記しない限り、要素又は構成要素が、別の要素又は構成要素「に接続されている」、「に結合されている」又は「に隣接している」と言及されるとき、要素又は構成要素は、他の要素又は構成要素に直接的に接続又は結合されていてもよく、又は介在する要素又は構成要素が存在してもよい。すなわち、これら及び類似の用語は、1つ又は複数の中間の要素又は構成要素が、2つの要素又は構成要素に接続するために用いられてもよい場合を含む。しかし、要素又は構成要素が、別の要素又は構成要素に「直接的に接続されている」と述べられるとき、このことは、2つの要素又は構成要素がなんらかの中間の又は介在する要素又は構成要素を伴わずに互いに接続されている場合だけを含む。

10

#### 【0010】

[021] 前述を考慮して、本開示は、その様々な側面、実施形態及び／又は特定の特徴又は下位構成要素のうちの1つ又は複数によって、このように、特に下記のような利点のうちの1つ又は複数をもたらすことが意図されている。説明のためであって限定のためではなく、特定の詳細を開示する例示的実施形態は、本教示に従う実施形態の完全な理解を提供するように述べられている。しかし、本明細書で開示された特定の詳細から外れている本開示と整合する別の実施形態は、依然として添付クレームの範囲内にある。更に、よく知られた装置及び方法についての説明は、例示的実施形態についての説明を不明瞭になないように省略される。そのような方法及び装置は、本開示の範囲内にある。

20

#### 【0011】

[022] 図2は、本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のための過程についての図である。図2において、過程は、手術前のMRI走査が実行されるときに、S210から始まる。当然のことながら、皮質奇形識別のために実行されるMRI走査は、手術前である必要がない。むしろ、MRI走査は、手術に至らない過程において実行される。

#### 【0012】

[023] MRI走査は、撮像されている被写体（例えば、ヒト）内の水分子の水素核（陽子）を整列及び再整列させるために磁石を用いる。強磁場が印加されて、陽子「回転」を整列及び再整列させる。高周波（RF）コイルが、次いで選択的に伝送ステージ内にB1場を供給する。受取りステージにおいて、水素原子は、元の位置（すなわち、B1場の選択的供給前の位置）に戻り、捨わてて画像を生成するのに用いられてもよい弱い高周波信号を放射する。

30

#### 【0013】

[024] 組織分類が続く変形可能な区分化が、S210における手術前のMRI走査において大脳皮質を区分化するために用いられる。走査は、高解像度の走査であってもよい。大脳皮質（緑色）の区分化の結果を、図4、図5及び図6に示す。大脳皮質の区分化は、急速で、完全自動であり、全てのユーザ対話処理を排除している。大脳皮質が取得された後に、内側及び外側の皮質境界が、三角メッシュとして表現されてもよい。概念を視覚化すると、大脳半球を描写する3次元メッシュを下記のように図6に示す。

#### 【0014】

[025] 図4に、2次元大脳皮質断面画像400を示す。大脳皮質の2次元大脳皮質断面画像400は、区分化されたT-1加重体積に由来している。図4において、皮質を緑で示す。

40

#### 【0015】

[026] T-1加重体積は、MRIに用いられ、組織のT-1緩和時間における差を表す。整列した外部場（B0）からの陽子（回転）が高周波パルスによって横断平面に入れられた後に、陽子の縦磁気化の63%が回復されるときによって、T-1緩和時間が反映される。T-1緩和の過程中、陽子は再適合して縦磁気化の回復をもたらす。T-1緩和は、T-1と呼ばれる時定数を用いて測定される。T-1は、通常、ミリ秒単位で報告される。T-1加重撮像は、T-1値に基づいて大脳皮質の解剖学的構造を区別するため

50

に用いられる。高脂肪成分を有する組織（例えば、白質）は、明るく見え、水で満たされた小室は、暗く見える。T - 1 加重は、本明細書に記載されたMRIに用いられる。

#### 【0016】

[027] 図5において、4個の独立した画像が、区分化されたT - 1 加重体積からの同一の3次元大脳皮質500について一緒に示されている。左側画像において、区分化が、3個の平面、すなわち水平面及び2個の鉛直面によって3次元大脳皮質を視覚的に2等分することを含むように示されている。鉛直方向区分化平面が、頭部の1つの側面から別の側面まで通る1つの横方向第1平面と、頭部の前面から背面まで通る第2平面と、を含む。第2平面は、患者／被験者の頭部が実質的に対称性であるとの仮定によって、患者／被験者の頭部の側面同士の間に、中途まで又はほぼ中途まで見えるように提供されている。左側画像内に示す区分化の結果は、3次元大脳皮質における8個の独立した区画である。

10

#### 【0017】

[028] 図5において、右側の3個の2次元画像501、502、503は、2次元軸方向断面画像501と、2次元冠状断面画像502と、2次元前後断面画像503と、である。3個の2次元画像501、502、503の全ては、左側の3次元画像に示す3個の2等分平面への投影である。

#### 【0018】

[029] 図6において、重ねられた3次元メッシュは、大脳半球600の輪郭を描く。大脳皮質の内側及び外側の境界は、類似の三角形表面として表現されている。内側及び外側の境界の対応する三角形表面の間の信号強度は、S210において走査中に測定されてもよい。特に、信号強度値は、メッシュの内側又は外側皮質表面の法線方向に、それから内向き／外向きに向いて測定される。

20

#### 【0019】

[030] 図6において、右側の3個の2次元画像601、602、603は、2次元軸方向断面画像601と、2次元冠状断面画像602と、2次元矢状断面画像603と、である。3個の2次元画像601、602、603の全ては、左側の3次元画像に示す3個の2等分平面である。下記のように、図6の画像に対して用いられるデータは、左側の3次元画像に示すメッシュの内側及び外側の皮質表面の法線方向の信号測定値に由来している。

#### 【0020】

[031] 図2に戻って、S220において、デジタル画像データ及びデジタル画像は、S210において実行されたMRI走査に基づいて取得される。すでに説明したように、デジタル画像データ及びデジタル画像は、S210において走査された患者／被験者からの信号についての信号強度を反映する。すなわち、S210におけるMRI走査は、大脳皮質についての従来のMRI走査からもたらされる画像に類似した又はそれらと同一の大脳皮質の1又は複数個の画像のS220における生成をもたらす。

30

#### 【0021】

[032] S230において、画像データが測定されて、定量的に評価される。画像データは、それぞれ、メッシュによって画定された（2Dの）輪郭又は（3Dの）三角形法線に沿った対応する位置において、信号強度を反映する（2Dの）ピクセル値又は（3Dの）ボクセル値を用いて測定される。三角形法線は、下記で更に説明される。順に、（ピクセル又はボクセルにおける）強度値は、患者／被験者から対応する高周波信号を反映する。例えば、256までのグレースケール画像において、異なる可能な強度値は、8ビット（すなわち、1バイト）によって／で示されてもよい。グレースケールを用いる例において、ゼロ（0）値を有するピクセル又はボクセルは、黒色で示され、255の値を有するピクセル又はボクセルは、白色で示される。256個の値以外の強度範囲が使用されてもよい。

40

#### 【0022】

[033] S230における画像データ内のピクセル値又はボクセル値は、例えば、選択的に供給されるB1場を含む磁気共鳴走査を受ける水素等の原子から放射する高周波信号の信号強度を反映する。勿論、高周波信号の信号強度は、デジタルではなく、そのため、画

50

像データに反映された有限数のピクセル値又はボクセル値に典型的には含まれない。したがって、信号強度は、予め決定されているか又はM R I 走査中に動的に決定されるかのいずれかである範囲に分割される。範囲の数は、可能性のあるピクセル値又はボクセル値の数に等しい。したがって、本明細書に記載される信号又は画像データの測定は、画像データ及びデジタル画像を生成するために用いられる個々のピクセル又はボクセルによって表現された異なる高周波信号についての個々の信号強度の測定値を反映する。

#### 【 0 0 2 3 】

[034] S 2 3 0 における定量分析は、信号強度を反映するピクセル値又はボクセル値の測定よりも複雑である。例えば、S 2 3 0 における定量分析は、多数のピクセル値又はボクセル値についての測定された読み取り値を用いる手順を含む。一例として、ピクセルが直線の行及び列のグリッド内に配列されるとき、内部ピクセル（すなわち、グリッドの縁部にない）は、2 D での 8 個の別のピクセルによって直に囲まれた中心ピクセルと考えられる。8 個の別のピクセルは、それぞれの横の（すなわち、左右の）、上下の、対角方向に右上、右下、左上及び左下にあるピクセルである。3 D において、ボクセルは、2 6 個の別のボクセルによって直に囲まれている。一般に、2 D でのいずれかの表現又は分析は、更に 1 個の空間寸法を附加することによって 3 D に拡張されてもよい。

10

#### 【 0 0 2 4 】

[035] S 2 3 0 における 3 D での定量分析は、内側及び外側の皮質境界を表現するメッシュによって画定されるような三角形法線に沿って実行される。三角形法線に沿った所とのボクセル位置での平均は、直に囲んでいるボクセル又は予め定められた局所近傍内のボクセルを用いることによって推定される。そのような平均は、したがって、中心値及び直に囲んでいる近傍の値を含むボクセル値の面積平均である。平均算出過程は、皮質表面の特定の距離範囲内の三角形法線に沿った全てのボクセルについて実行されてもよい。その代替として、平均は、三角形法線に中心を置くボクセルを含むボクセル値及び中心ボクセルを囲む予め定められた空間テンプレート（例えば、3 × 3 × 3 立方体又は球）からのボクセルの値の平均である。

20

#### 【 0 0 2 5 】

[036] それに加えて、信号値は、同一のピクセルについて経時的にとられる。磁気共鳴画像からのピクセル値の時系列は、皮質奇形の経過を示す。同様に、単一の M R I セッション内（例えば、S 2 1 0 中）の異なる時点にとられたいつかの画像からの単一のピクセル又はボクセルについての値の平均は、それぞれの対応するピクセルに関する実際の信号値のより良好な表現を示す。

30

#### 【 0 0 2 6 】

[037] 皮質奇形は、したがって、磁気共鳴画像内のピクセルの平均強度値として検出及び測定されてもよい。平均以外の分析は、分析が磁気共鳴画像内に示された正常組織と異常組織とを区別する限り、強度値に対して実行される。本明細書において用いられるとき、単語「強度」は、信号強度又は信号の強さを指す。このことは、M R I システムからの画像出力内に示されたグレースケールコントラストに反映される。画像において、黒色は、低い信号強度のために「低強度の」と呼ばれ、白色は、高い信号強度のために「高強度の」と呼ばれる。

40

#### 【 0 0 2 7 】

[038] M R I システムからのグレースケール画像出力において、異常組織は、示しているように皮質の周りのぼやけたものとして現れる。このぼやけたものは、異常な皮質形成（皮質奇形）1 1 1 として図 1 B に示されている。S 2 3 0 において、このぼやけたものが測定されて、磁気共鳴画像内の別の範囲と区別される。本明細書で記載したように、S 2 3 0 における皮質奇形の定量評価から抽出された平均又は別のタイプの分析結果（例えば、形状差等）は、また、徵候の予後との相関関係だけでなく、疾患タイプについての正確な後処理区別を可能にする。

#### 【 0 0 2 8 】

[039] S 2 4 0 において、皮質奇形は、S 2 4 0 の評価に基づいて検出される。すなわ

50

ち、大脳皮質の類似範囲からの高周波信号の強度は、類似であろうけれども、大脳皮質の非類似範囲からの高周波信号の強度は、典型的には、非類似であろう。このように、皮質奇形の領域からの高周波信号の平均強度値は、標準の健康者の別の領域又は同一の領域からの高周波信号の平均強度値に非類似であろう。S 2 4 0において、相違度が、皮質奇形を大脳皮質の残りの部分から識別するために用いられる。更に、相違度は、強度値又はそれらの局所平均から得られた任意の別の形式の分析的導係数に基づいている。

#### 【0029】

[040] 皮質奇形の領域のピクセル値又はボクセル値は、皮質奇形を有する異なる患者 / 被験者についても類似する。したがって、S 2 4 0において、磁気共鳴画像からの平均ピクセル値又はボクセル値の絶対値が、検出を実行するために用いることができる。その代替として、皮質奇形の領域と別の領域との間の強度値の差は、皮質奇形を有する異なる患者 / 被験者についても類似している。したがって、撮像された大脳皮質の異なる領域についての、例えば平均強度値の差は、S 2 4 0において皮質奇形を検出するのに用いられてよい。

10

#### 【0030】

[041] 一実施形態では、S 2 4 0において検出を実行するための代替過程が、正中矢状平面に関する脳対称性を利用する。このことは、皮質奇形の限局性特性を考えると可能である。異常領域の検出は、脳の左側と右側との間の強度値又は強度導関数に基づいて、平均又は別の抽出された定量的指標の偏差を識別することによって達成されてもよい。用いられてもよい別のタイプの導関数の例は、信号強度値に基づくテイラー級数展開である。

20

#### 【0031】

[042] S 2 3 0において定量的に評価された画像データは、S 2 5 0において大脳皮質の3次元メッシュにマッピングされる。3次元メッシュは、変形可能な区分化を用いて取得される。大脳半球の輪郭を描くような3次元メッシュが、図6に示されている。前述のように、図6において、皮質の内側及び外側の境界は、類似の三角形表面として表現されている。変形可能な区分化を用いて3次元メッシュを取得する例が、2010年11月17日に出願されたZAGORCHEVらの米国特許出願第13/514,731号、及び2013年3月14日に公開されたZAGORCHEVらの米国特許出願公開第2013-0066189号において提供されており、これらのそれぞれは、参照することによってその全体が本明細書に組み込まれる。

30

#### 【0032】

[043] S 2 5 0において、定量化された（すなわち、S 2 3 0からの）画像データは、S 2 1 0において又はその後に取得される大脳皮質の3次元メッシュにマッピングされる。すなわち、定量化された画像データのそれぞれのボクセルについての値が、S 2 1 0において走査中に取得された大脳皮質の3次元メッシュの内側及び外側の境界内で三角形にマッピングされる。図6の3次元メッシュが空間テンプレートとして用いられて、メッシュ三角形法線に沿った信号強度の測定を規定し、それで、S 2 3 0における定量評価から生じるデータが、ある意味で、1又は複数個の新たな（分析結果の）値を元の撮像データに付加している。強度値は、メッシュの内側又は外側の皮質表面の法線方向に、それから内向き / 外向きに向いて測定される。一旦分析が画像データに基づいて実行されると、結果として生じる分析値又は算出された測定値は、奇形の正確な位置限定のために内側及び / 又は外側の皮質を表現する三角形メッシュにマッピング及びプロットされる。

40

#### 【0033】

[044] S 2 6 0において、定量化された画像データは、S 2 3 0における評価及び / 又はS 2 4 0における検出に基づいてカラーコーディングされる。カラーコーディングは、単一の所定の色を用いて、検出された皮質奇形を識別し、視覚対比色を用いて、皮質奇形を囲む範囲 / 領域を識別する。例えば、検出された皮質奇形は桃色又は赤色で示され、周囲の範囲 / 領域は、青色又は灰色で示される。S 2 6 0におけるカラー化は、皮質奇形を反映する推定範囲内にある、S 2 4 0からの定量結果を用いて3次元メッシュの領域を識別することによって実行される。例えば、256の潜在的強度値の例では、30 ~ 45の

50

範囲の平均値は、皮質奇形を反映し、その範囲外の値は、正常な皮質形成を反映する。なんらかの範囲が、予め定められるか、又は、周囲の領域／範囲の信号強度から発散する信号強度によって領域／範囲を識別するアルゴリズムを用いて動的に識別される。

#### 【0034】

[045] S 270において、カラーコーディングされた画像が、例えば、外科用ツールとして表現され、出力され、及び／又は表示される。カラーコーディングされた画像は、プリンタ又は電子式表示画面を用いて出力される。電子式表示画面は、患者／被験者の解剖学的構造をナビゲートする際に、又は手術器具に関して外科医を支援する手術ナビゲーションシステムの表示画面でさえある。手術ナビゲーションシステムにおいて、器具は、奇形に関連して3次元空間内でトラッキングされてもよい。S 299において、手術は、基準としてカラーコーディングされた画像を用いて実行される。10

#### 【0035】

[046] 定量化画像データと整合された3次元表面は、異なる患者の同一のパラメータ空間を比較するために用いられてもよい。同一のパラメータ空間は、内側及び／又は外側の大脳皮質の三角メッシュによって画定されてもよい。それに加えて、定量分析の様々な特性が用いられて、検出された病理の様々な特性を説明してもよい。例えば、異なる患者の3次元表面の標準偏差、法線に沿った長さ、プロファイル形状及び別の特性が、定量分析を用いて説明されてもよい。

#### 【0036】

[047] 上記の図2の過程において、S 250でのマッピングが、S 260でのカラーコーディングの前に実行される。しかし、マッピングは、カラーコーディングの後に実行されてもよい。それに加えて、過程は、2次元値が3次元メッシュにマッピングされる代わりに、3次元メッシュが2次元値にマッピングされるように逆にされてもよい。すなわち、一実施形態では、カラーコーディングされた奇形を有する皮質表面は、球座標においてパラメータで表記されてもよく、そして見易さのために平面長方形にマッピングされてもよい。3次元メッシュの2次元表面へのマッピングは、直接的であり、図7Aの場合のように地球を地図にマッピングすることに類似しているけれども、図7Bに概念を示す例のような2次元マップをもたらす。すなわち、図7Aは、3次元球面を平面長方形にマッピングするための例示的なマッピング変換の図であり、図7Bは、本開示の代表的実施形態に従う、定量化された皮質奇形についてのカラーコーディングされた2次元（平面）表現の図である。20

#### 【0037】

[048] 図2において、過程のうちのいくつかは、手術前のMRI走査に基づいて自動的に実行されてもよい。例えば、S 220、S 230、S 240、S 250、S 260及びS 270は、例えばコンピュータを用いて自動的に実行され、コンピュータアルゴリズムは、プロセッサによって実行されるコンピュータソフトウェアに従って作動する。S 220、S 230、S 240、S 250、S 260及びS 270における動作は、動作のグループとして、個々に、又は1つ若しくは複数であって全てよりも少ない動作のグループで自動的に実行される。したがって、図2に示す過程は、皮質奇形の自動検出と、皮質奇形の定量評価と、形状の関数等を介した皮質奇形のカラーコーディング表現と、を提供する。30

#### 【0038】

[049] それに加えて、図2におけるS 220、S 230、S 240、S 250及びS 260での過程は、S 210において手術前走査を実行する同一のMRIシステムによって実行される。その代替として、図2におけるS 220、S 230、S 240、S 250及びS 260での過程は、S 210において手術前走査を実行するMRIシステムに直接的に若しくは（ネットワーク経由で）間接的に接続された、又はまったく接続されていない1つ又は複数の異なるコンピュータによって実行される。本明細書に記載された過程は、既存の磁気共鳴製品及び撮像ハードウェアを修正することによって実行される。更に、追加の調査が、区別された皮質奇形を病理学の撮像「バイオマーカ」として記述する皮質記述子を用いる等によって、図2に示す過程の出力の結果として実行される。40

10

20

30

40

50

## 【0039】

[050] 図3は、本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のためのMRIシステムの図である。図3において、磁石ハウジング305が、MRIシステム300の外側構造としてハッチングパターンによって表されている。本体コイルハウジング306は、磁石ハウジング305の直ぐ内側にある。勾配磁場コイルハウジング310が、本体コイルハウジング306の直ぐ内側にある。高周波(RF)コイルハウジング307が、勾配磁場コイルハウジング310の直ぐ内側にある。制御ハウジング320が、例えば、トランシーバ等の外部回路を収容するために磁石ハウジング305上に提供されている。

## 【0040】

[051] 図3において、高周波コイル325は、S205においてMRI走査を受ける患者/被験者の身体に置かれる本体コイルである。高周波信号が、水素原子を励起するためMRIシステム300から放出され、そして、水素原子は、弱い高周波信号を放射する。水素原子からの高周波信号は、MRIシステム300によって形成された画像内で反映される強度を有する信号である。

10

## 【0041】

[052] 図3において、MRIシステム300と共に含まれる2個のコンピュータは、再構成用コンピュータ390と、ホストコンピュータ380と、を含む。ホストコンピュータ380は、MRIシステム300を制御し、画像を収集するために、MRIシステム300のオペレータと接続する。再構成用コンピュータ390は、データフローに対するゲートキーパーとして作用する「バックグラウンド」コンピュータである。再構成用コンピュータ390は、オペレータと相互作用しない。図3に示されていないけれども、データがまたオフラインでとられ、分析が、MRIシステム300のメーカーに所有権がある場合があるソフトウェアを用いて、コンピュータ、例えば、デスクトップコンピュータにおいて実行される。図8は、本明細書に記載された方法の部分又は全部を実行する任意の別のコンピュータ又はコンピューティング装置だけでなく、再構成用コンピュータ390及びホストコンピュータ380を実装するために部分的に又は完全に用いられる汎用コンピュータシステムを示す。

20

## 【0042】

[053] 図8は、本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のための1組の命令を含む例示的な汎用コンピュータシステムについての図である。図8は、皮質奇形識別 の方法が実装されてもよい汎用コンピュータシステムの例示的実施形態を示し、800で指定されている。コンピュータシステム800は、コンピュータシステム800に本明細書で開示された機能に基づいて方法又はコンピュータのうちの任意の1つ又は複数のものを行なわせるように実行されてもよい1組の命令を含む。コンピュータシステム800は、独立型デバイスとして動作するか、又は別のコンピュータシステム又は周辺デバイスに、例えばネットワーク801を用いて接続される。

30

## 【0043】

[054] ネットワーク化配置において、コンピュータシステム800は、サーバの容量内で、或いは、サーバ-クライアントユーザネットワーク環境内のクライアントユーザコンピュータとして、又はピアツーピア(若しくは、分散型)ネットワーク環境内のピアコンピュータシステムとして動作する。コンピュータシステム800は、また、様々なデバイスとして実装されるか、又は様々なデバイスに組み込まれてもよく、当該様々なデバイスとは、据付けコンピュータ、モバイルコンピュータ、パーソナルコンピュータ(PC)、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、無線スマートフォン、通信装置、制御システム、ウェブアプライアンス、再建者コンピュータ、ホストコンピュータ、又は機械自体がとるべき活動を指定する1組の命令(連続の又は別の態様の)を実行できる任意の別の機械等である。コンピュータシステム800は、特定のデバイスとして組み込まれてもよいし、又は補助装置を含む総合システムの中に組み込まれてもよい。特定の実施形態では、コンピュータシステム800は、ビデオ及び/又はデータ通信を提供する電子デバイスを用いて実装されてもよい。更に、単一のコンピュータシステム800が示され

40

50

ているけれども、用語「システム」は、また、1つ又は複数のコンピュータ機能を行なうための1組又は複数組の命令を個々に又は共同で実行するシステム又はサブシステムの任意の集合を含むと考えられるべきである。

#### 【0044】

[055] 図8に示すように、コンピュータシステム800は、プロセッサ810を含む。コンピュータシステム800のためのプロセッサは、有形で非一過性である。本明細書で用いられるとき、用語「非一過性」とは、状態についての永続的特徴としてではなく、しばらくの間継続することになる状態についての特徴として解釈されるべきある。用語「非一過性」とは、特定の搬送波若しくは信号、又はいずれかの時間にいずれかの場所に一時的にのみ存在する別の形式の特徴等のわずかな時間の特徴を特に否定する。プロセッサは、製品及び／又は機械部品である。コンピュータシステム800用のプロセッサは、本明細書の様々な実施形態において記載された機能を実行するためのソフトウェア命令を実行するように構成されている。コンピュータシステム800用のプロセッサは、多目的プロセッサであるか、又は特定用途向け集積回路（A S I C）の部分である。コンピュータシステム800用のプロセッサは、また、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサチップ、制御装置、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ（D S P）、ステートマシン又はプログラム可能ロジックデバイスである。コンピュータシステム800用のプロセッサは、また、フィールドプログラム可能ゲートアレイ（F P G A）或いは離散ゲート及び／又はトランジスターロジックを含む別のタイプの回路等のプログラム可能ゲートアレイ（P G A）を含む論理回路である。コンピュータシステム800用のプロセッサは、中央処理装置（C P U）、グラフィック処理装置（G P U）又はその両方である。それに加えて、本明細書に記載されたいずれかのプロセッサは、マルチプロセッサ、パラレルプロセッサ又はその両方を含む。マルチプロセッサは、單一デバイス又は複数デバイス内に含まれるか又はそれらに結合されている。10

#### 【0045】

[056] 更に、コンピュータシステム800は、メインメモリ820、及びバス808を介して互いに通信してもよいスタティックメモリ830を含む。本明細書に記載されたメモリは、データ及び実行可能命令を記憶してもよい有形記憶媒体であり、命令がそこに記憶されている間、非一過性である。本明細書で用いられるとき、用語「非一過性」とは、状態についての永続的特徴としてではなく、しばらくの間継続することになる状態についての特徴として解釈されるべきある。用語「非一過性」とは、特定の搬送波若しくは信号、又はいずれかの時間にいずれかの場所に一時的にのみ存在する別の形式の特徴等のわずかな時間の特徴を特に否定する。本明細書に記載されたメモリは、製品及び／又は機械部品である。本明細書に記載されたメモリは、データ及び実行可能命令がコンピュータによってそれから読み出されてもよいコンピュータ可読媒体である。本明細書に記載されているようなメモリは、ランダムアクセスメモリ（R A M）、読み出し専用メモリ（R O M）、フラッシュメモリ、電気的プログラム可能読み出し専用メモリ（E P R O M）、電気的消去可能プログラム可能読み出し専用メモリ（E E P R O M）、レジスタ、ハードディスク、取り外し可能ディスク、テープ、コンパクトディスク読み出し専用メモリ（C D - R O M）、デジタル多用途ディスク（D V D）、フロッピーディスク、ブルーレイディスク、又は、当該技術分野で知られた別の形式の記憶媒体である。メモリは、揮発性である又は不揮発性である、安全である及び／又は暗号化されている、安全でない及び／又は暗号化されていない。30

#### 【0046】

[057] 示すように、コンピュータシステム800は、液晶ディスプレイ（L C D）、有機発光ダイオード（O L E D）、フラットパネルディスプレイ、固体ディスプレイ又はブラウン管（C R T）等のビデオディスプレイ装置850を更に含む。それに加えて、コンピュータシステム800は、キーボード／仮想キーボード又はタッチセンサ式入力面又は音声認識による音声入力等の入力デバイス860、及びマウス又はタッチセンサ式入力面又はパッド等のカーソル制御デバイス870を含む。コンピュータシステム800が、ま40

た、ディスクドライブユニット 880、スピーカ又はリモコン制御等の信号生成デバイス 890、及びネットワークインターフェースデバイス 840 を含んでもよい。

#### 【0047】

[058] 特定の実施形態では、図 8 に示すように、ディスクドライブユニット 880 は、1つ又は複数の組の命令 884、例えばソフトウェアが埋め込まれていてもよいコンピュータ可読媒体 882 を含む。命令 884 の組は、コンピュータ可読媒体 882 から読み出されてもよい。更に、命令 884 は、プロセッサによって実行されると、本明細書に記載されたような方法及び過程のうちの1つ又は複数を実行するために用いられてもよい。特定の実施形態では、命令 884 は、メインメモリ 820、スタティックメモリ 830 内部に完全に若しくは少なくとも部分的に存在し、及び / 又はコンピュータシステム 800 による実行中はプロセッサ 810 内部に存在する。

10

#### 【0048】

[059] 一代替実施形態において、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラム可能ロジックアレイ及び別のハードウェアコンポーネント等の専用ハードウェア実装は、本明細書に記載された方法のうちの1つ又は複数を実装するように構成されてもよい。本明細書に記載された1つ又は複数の実施形態は、モジュール同士の間で及びそれらを通して通信されてもよい関連した制御及びデータ信号を有する2つ以上の特定の相互接続ハードウェアモジュール又はデバイスを用いて機能を実装する。したがって、本開示は、ソフトウェア、ファームウェア及びハードウェア実装を含む。本出願における全てのものは、ソフトウェア並びに有形で非一過性のプロセッサ及び / 又はメモリ等のハードウェアでないものによって単に実装されるか又は実装可能であるように解釈されてはならない。

20

#### 【0049】

[060] 本開示の様々な実施形態に従って、本明細書に記載された方法は、ソフトウェアプログラムを実行するハードウェアコンピュータシステムを用いて実装される。更に、例示的で限定ではない実施形態において、実装例は、分散処理、コンポーネント / オブジェクト分散処理、及び並列処理を含む。仮想計算機システム処理は、本明細書に記載されるような方法又は機能のうちの1つ又は複数を実装するように構成されてもよく、本明細書に記載されたプロセッサは、仮想処理環境をサポートするために用いられる。

#### 【0050】

[061] 本開示は、命令 884 を含んでいるか、又は伝播された信号に応じた命令 884 を受け取って実行するコンピュータ可読媒体 882 を想定しており、それにより、ネットワーク 801 に接続されたデバイスは、ネットワーク 801 をわたって声、ビデオ又はデータを通信してもよい。更に、命令 884 は、ネットワークインターフェースデバイス 840 を介してネットワーク 801 にわたって伝送又は受信される。

30

#### 【0051】

[062] 特に、MRI システム 300 (又は下記の 900) の直ぐ近傍内の又は直ぐ近傍付近のコンピュータは、それらが MRI システム 300 又は 900 の動作を妨害しないことを確実にするために典型的なコンピュータから変化する。例えば、コンピュータシステム 800 は、磁気又は高周波伝送を全く又は無視できるほどしか放出しないことを確実にするように修正される。

40

#### 【0052】

[063] 図 9 は、本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のための MRI システムについての別の図である。図 9 において、MRI システム 900 の俯瞰図が、MRI システム 900 のコア 905 を通過するテーブル 910 を示している。MRI システム 900 の最上部にある制御ハウジング 920 は、患者 / 被験者から受け取られた高周波信号の信号強度に基づいているグレースケール画像を最初に生成させる。

#### 【0053】

[064] 図 9 において、再構成用コンピュータ 990 は、MRI システム 900 の主要部分から分離された状態で示されている。しかし、再構成用コンピュータ 990 は、再構成用コンピュータ 990 が MRI システム 900 のオペレータとインタフェースすることを

50

意図されない限り、内蔵されているか、視界から隠されているか、遠隔接続されているか、又は、別様に構成されている。他方、ホストコンピュータ 980 は、例えば、伝送シケンスのための命令を受信すること、又は撮像されるべき患者 / 被験者のデータを受け取ること等によって M R I システム 900 のオペレータとインターフェースする。

#### 【 0 0 5 4 】

[065] 図 10 は、本開示の代表的実施形態に従う、皮質奇形識別のための別の過程についての図である。S1010において、皮質奇形が存在している。S1020において、MRI 走査中に、MRI 信号が、患者 / 被験者から高周波信号によって返される。S1025において、返された高周波信号が測定される。S1030において、測定から取得された MRI 信号データが、画像データに変換されてグレースケール画像を生成する。S1040において、画像データは、定量的に評価されて皮質奇形を検出するために用いられる。S1050において、画像データは、MRI 走査からまた取得された大脳皮質の 3 次元メッシュにマッピングされる。S1060において、3 次元メッシュにマッピングされた画像データは、カラー化される。S1099において、手術が、皮質奇形を除去するために実行される。

10

#### 【 0 0 5 5 】

[066] 図 10 の過程は、皮質奇形識別において又はこれを用いて生じる様々な変換を示す。例えば、S1010において存在する皮質奇形は、S1099において除去される。S1010において返された高周波信号は、S1030において画像データに変換される。更に、画像データ内で検出された皮質奇形は、3 次元メッシュにマッピングされ、パラメータで表され、S1050において 2 次元平面に更にマッピングされ、S1060においてカラー化される。

20

#### 【 0 0 5 6 】

[067] 図 10 は、本明細書に記載された教示全体を用いて実現してもよい様々な変換を示す。しかし、これらの教示の部分集合は、新規で有用な結果を依然として生成するように個々に結合される。例えば、定量的評価 / 分析及び自動検出は、単独で皮質奇形についての有用な識別を生成する。このように、3 次元メッシュ、及び評価 / 分析から生じる 2 次元画像データのカラーコーディングの両方へのそのような結果の適用は、それぞれ、本明細書に記載された概念についての別個の新規で有用な適用であると個々に考えられてもよい。

30

#### 【 0 0 5 7 】

[068] したがって、皮質奇形識別は、患者 / 被験者内の皮質奇形を介して現れることがある様々な先天的状態の適切な識別を可能にする。MRI システムからの信号強度の測定は、グレースケール画像を生成することから、対象にされるべき根本的異常を分析することにまで拡大されてもよい。

#### 【 0 0 5 8 】

[069] いくつかのタイプの皮質奇形が存在し、そして結末が発作である限り、本明細書に記載された皮質奇形識別は、様々な発作誘発疾患を診断すること及び治療することの両方を支援することになる。本明細書に記載されたような皮質奇形の正確な位置決め及び描写は、患者 / 被験者予後を外科的切除の成功、すなわち全ての異常な発作脳組織を除去すること及び正常である脳組織を残すことによる成功と密接に相關されることになる。

40

#### 【 0 0 5 9 】

[070] 支援ツールとしてのカラーコーディングは、医療専門家が皮質奇形を示すカラー コーディングされた画像（物理的又は電子的）を患者の実際の解剖学的構造と整合させることを可能にする。患者 / 被験者の実際の解剖学的構造自体が、皮質奇形を視覚的に識別する簡単な方法を提供しないので、手術室内での手術の成功は、本明細書に記載された皮質奇形識別を用いてはっきりと改善され得る。方法は、患者の手術前 MRI 走査において皮質奇形を識別してもよく、結果としてのカラーコーディングされた 2 次元画像が、手術ガイダンス及び最適組織切除のための介入中に患者の解剖学的構造と共に記録されてもよい。更に、カラーコーディングは、患者らの状態及び影響を受ける脳位置についての直観

50

的な説明図として患者へのレポート内に含まれて提供されてもよい。

#### 【0060】

[071] 皮質奇形識別がいくつかの例示的実施形態に関連して説明されてきたけれども、用いられてきた言葉は、限定の言葉ではなく、説明及び例示の言葉であることが理解される。変更が、皮質奇形識別の側面において皮質奇形識別の範囲及び趣旨から逸脱することなく、現在述べられているように及び補正されたように、添付クレームの範囲内でなされる。

#### 【0061】

[072] 皮質奇形識別が特定の手段、材料及び実施形態に関連して説明されてきたけれども、皮質奇形識別は、開示された詳細に限定されることが意図されず、むしろ、皮質奇形識別は、添付クレームの範囲内にあるような全ての機能的に均等な構造、方法及び用途に拡張する。

10

#### 【0062】

[073] 本明細書に記載された実施形態の説明図は、様々な実施形態の構造について的一般的理解を提供することを意図している。説明図は、本明細書に記載された開示の要素及び特徴についての完全な説明として機能することを意図していない。多くの別の実施形態が、本開示を精査すれば、当業者にとって明らかであろう。別の実施形態が、利用され、本開示から誘導されることにより、構造的及び論理的な置換及び変化が、本開示の範囲から逸脱することなくななる。それに加えて、説明図は、単に代表的なものであり、共通の尺度を持つようには描かれていない。説明図内部の特定の比率が誇張され、一方、別の比率が最小化される。したがって、本開示及び図は、制限的であるというよりも、むしろ例示的であると考えられなければならない。

20

#### 【0063】

[074] 本開示の1つ又は複数の実施形態が、単に便宜のために、本出願の範囲をいずれかの特定の発明又は発明概念に自発的に限定する意図もなく、用語「発明」によって、本明細書において個々に及び／又は集合的に言及されている。更に、特定の実施形態が、本明細書において例示され記載されてきたけれども、同一又は類似の目的を達成するように設計された任意の後続の配列が、示された特定の実施形態に対して置換されてもよいことが理解されるべきである。本開示は、様々な実施形態についてのいずれかの及び全ての後続の適応又は変動を網羅することを意図している。上記の実施形態と本明細書に具体的に記載されていない別の実施形態との結合は、説明を精査すれば当業者にとって明らかであろう。

30

#### 【0064】

[075] 本開示の側面に従って、皮質奇形識別方法は、脳についてのMRI走査を実行するステップを有する。方法は、MRI走査からデジタル画像データを取得するステップを有する。方法は、また、デジタル画像データを定量的に評価して、定量化された走査データを生成するステップと、定量化された走査データに基づいて皮質奇形を自動的に検出するステップと、を有する。定量化された走査データは、大脳皮質の3次元メッシュ表現にマッピングされる。方法は、大脳皮質の3次元メッシュ表現のカラーコーディングするステップを更に有することにより、皮質奇形が識別されて、健康な大脳皮質の残りの部分と異なる色のメッシュ上に示される。大脳皮質のカラーコーディングされたマッピングされた画像は、例えば、プリンタによって、又はデジタル電子式表示画面を介して出力される。

40

#### 【0065】

[076] 本開示の別の側面に従って、皮質奇形識別方法は、定量化された走査データを生成するために、プロセッサ及びメモリを含むコンピュータのプロセッサを用いて、大脳皮質に対するMRI走査からのデジタル画像データを定量的に評価するステップを有する。方法は、また、定量化された走査データに基づいて皮質奇形を自動的に検出するステップを有する。大脳皮質の画像は、皮質奇形が、定量化された走査データに基づいて画像内において大脳皮質の残りの部分と異なる色で示されるようにカラーコーディングされる。

#### 【0066】

50

[077] 本開示の更に別の側面に従って、方法は、定量化された走査データ及びカラーコーディングされた画像に基づいて皮質奇形を測定して、皮質奇形の測定値を生成するステップを更に有する。

【0067】

[078] 本開示のなお別の側面に従って、方法は、また、定量化された走査データ及び測定値に基づいて複数の先天性状態のうちの1つを自動的に診断するステップを有する。

【0068】

[079] 本開示の別の側面に従って、カラーコーディングするステップは、定量化された走査データに基づいて大脳皮質の画像の異なる区画をカラーコーディングするステップを有する。大脳皮質の異なるカラーコーディングされた区画は、手術室内で大脳皮質の解剖学的構造と共に記録される。画像は、手術によって除去される皮質奇形の一部分を、視覚的に輪郭を描くようにカラーコーディングされる。10

【0069】

[080] 本開示の更に別の側面に従って、診断される先天性状態は、皮質奇形である。皮質奇形は、ティラーの限局性皮質異形成、構造異形成及び／又は細胞構築異形成のうちの1つである。

【0070】

[081] 本開示のなお別の側面に従って、大脳皮質のカラーコーディングされた画像は、皮質奇形が手術によって除去される手術室内で、電子表示装置を介して表示される。

【0071】

[082] 本開示の別の側面に従って、方法は、また、皮質奇形の定量的な評価から指標を抽出することにより、皮質奇形の疾患タイプを区別するステップを有する。20

【0072】

[083] 本開示の更に別の側面に従って、方法は、ユーザとの対話処理なしで、自動的に変形可能な区分化を実行して、大脳皮質をMRI走査での大脳皮質の3次元表現で区分化するステップを更に有する。

【0073】

[084] 本開示のなお別の側面に従って、方法は、また、MRI走査での変形可能な区分化を用いて取得された定量化された走査データに基づいて、大脳皮質の組織を分類するステップを有する。30

【0074】

[085] 本開示の別の側面に従って、方法は、また、大脳皮質の半球の3次元3角形メッシュとして内側皮質表面及び外側皮質表面の表現を生成するステップを有する。大脳皮質の内側境界及び外側境界は、3次元3角形メッシュの類似した3角形表面として表現される。

【0075】

[086] 本開示の更に別の側面に従って、定量化された走査データは、MRI走査中に測定された信号強度の測定値を含む。信号強度は、デジタル画像データに基づいた画像内のピクセル値として表現可能である。

【0076】

[087] 本開示のなお別の側面に従って、定量化された走査データは、それぞれ、大脳皮質の内側皮質表面の法線方向でそれから内側に向く、及び大脳皮質の外側皮質表面の法線方向でそれから外側に向く信号についての信号強度の平均値を含む。40

【0077】

[088] 本開示の別の側面に従って、方法は、また、定量化された走査データを大脳皮質の内側皮質表面及び外側皮質表面を表現する3角形メッシュにマッピングするステップを有する。

【0078】

[089] 本開示の更に別の側面に従って、方法は、異なる大脳皮質の内側皮質表面及び外側皮質表面の3角形メッシュによって画定された同一のパラメータ空間内の異なる大脳皮50

質からの3次元表面を比較することにより、異なる大脳皮質の定量化された走査データを相関させるステップを更に有する。

【0079】

[090] 本開示のなお別の側面に従って、皮質奇形は、大脳皮質の左側と右側との間の定量化された走査データにおける偏差を識別することによって検出される。

【0080】

[091] 本開示の別の側面に従って、皮質奇形識別方法は、定量化された走査データを生成するために、プロセッサ及びメモリを含むコンピュータのプロセッサを用いて、大脳皮質に対するMRI走査からのデジタル画像データを定量的に評価するステップを有する。方法は、また、定量化された走査データに基づいて皮質奇形を自動的に検出するステップを有する。方法は、更に、大脳皮質の3次元表現を定量化された走査データにマッピングすることにより、検出された皮質奇形を含む大脳皮質のマッピングされた画像を生成するステップを有する。

10

【0081】

[092] 開示についての要約が、37C.F.R. § 1.72(b)に対応するように提供され、クレームの範囲及び趣旨を解釈又は限定するために用いてはならならないことの理解と共に提出されている。それに加えて、前述の発明を実施するための形態において、本開示を簡素化する目的で様々な特徴が一緒にグループ化され、又は単一の実施形態において説明されている。本開示は、クレームされた実施形態がそれぞれのクレームにおいて明示されている特徴よりも多くの特徴を必要とするという意図を反映するように解釈されるべきではない。むしろ、以下のクレームが反映するように、発明の主題は、開示された実施形態のうちの任意のものの特徴の全てよりも少ないものを目的とすることがある。したがって、以下のクレームは、発明を実施するための形態中に組み込まれ、同時に、それぞれのクレームは、クレームされた主題を別個に規定するように単独で存在する。

20

【0082】

[093] 開示された実施形態についてこれまでの説明は、当業者が本開示において説明された概念を実践することを可能にするように提供されている。このように、上記の開示された主題は、例示的であって、限定的ではないとみなすことができ、添付クレームは、全てのそのような修正、拡張及び本開示の真の趣旨及び範囲内にある別の実施形態を網羅することが意図されている。このように、法によって許容される最大範囲まで、本開示の範囲は、以下のクレーム及びそれらの均等物についての最も広く許容される解釈によって決定されるべきであり、前述の発明を実施するための形態によって制限又は限定されなければならない。

30

40

50

## 【図面】

## 【図 1 A】

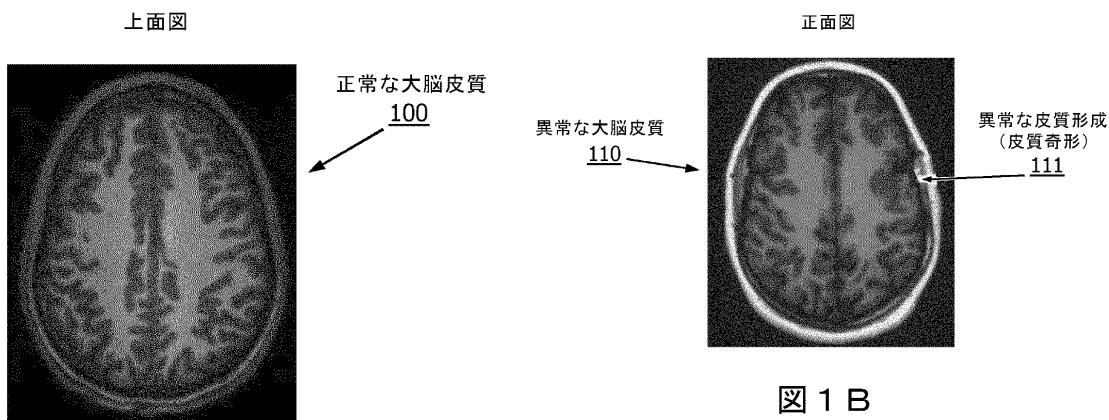
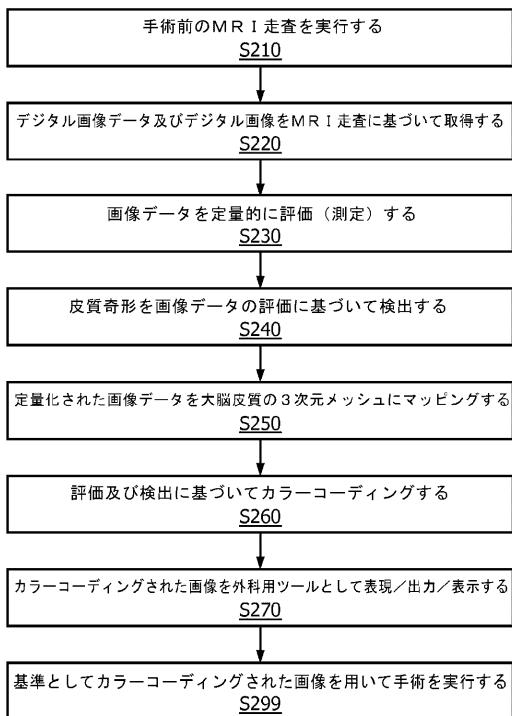


図 1 B

10

図 1 A

## 【図 2】



【図 3】

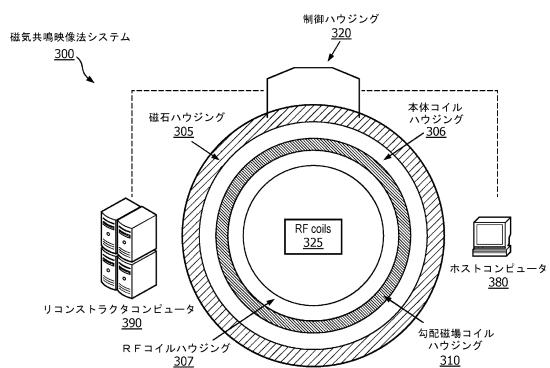


図 3

20

30

図 2

40

50

【図 4】

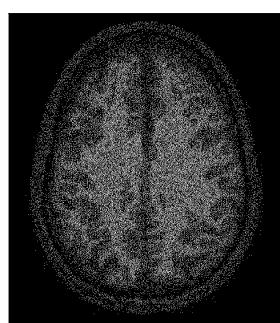


図 4

【図 5】

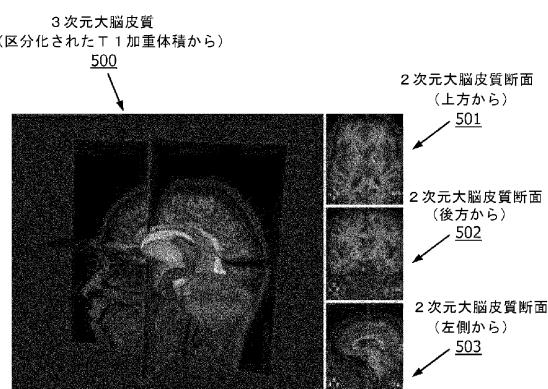


図 5

10

【図 6】

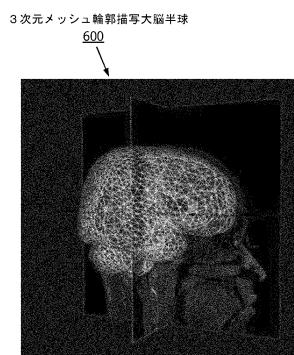


図 6

20

【図 7A】

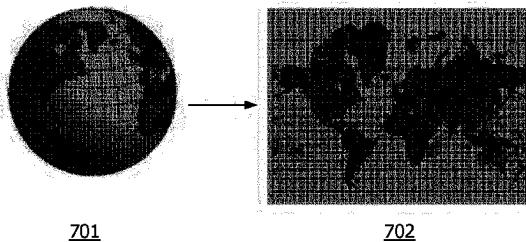


FIG. 7A

30

40

50

【図 7 B】

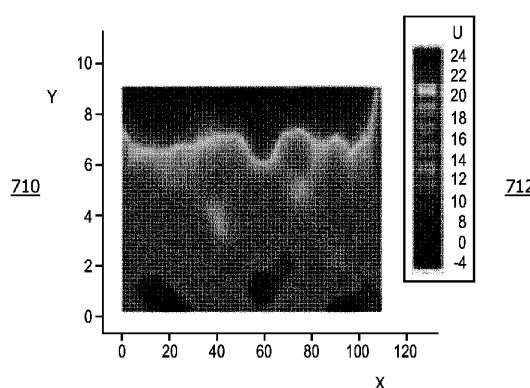


FIG. 7B

【図 8】

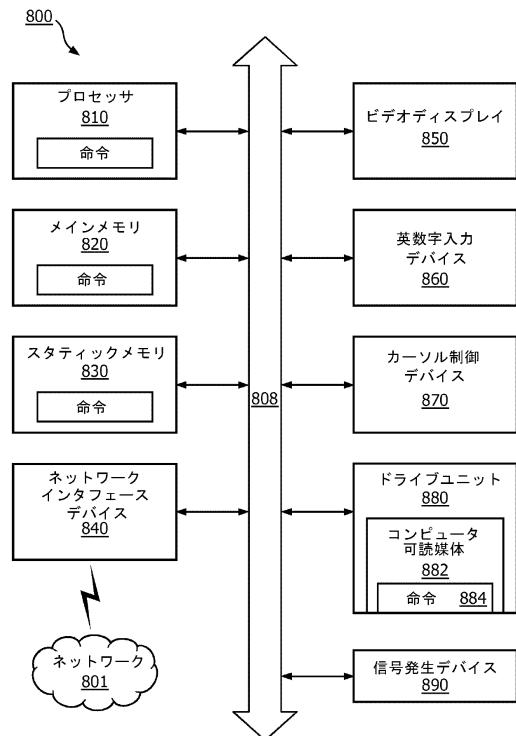


図 8

【図 9】

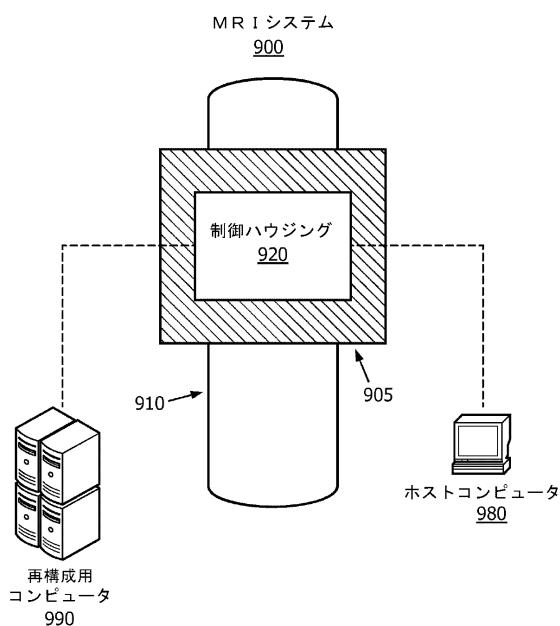


図 9

【図 10】



図 10

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(72)発明者 ウエンゼル ファビアン  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 メイヤー カルステン  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ベルクトルト マーティン  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 フー ハウチュン  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ミラー ジエフリー  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

審査官 永田 浩司

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0289779(US,A1)

米国特許出願公開第2010/0189328(US,A1)

米国特許第10302714(US,B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61B 5/055

G06T 1/00

G06T 7/00