

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4587282号
(P4587282)

(45) 発行日 平成22年11月24日 (2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月17日 (2010.9.17)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 5 5
G 0 1 R 33/34 (2006.01)	G 0 1 N 24/04 5 2 O A
H 0 1 F 5/00 (2006.01)	H 0 1 F 5/00 C

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-183696 (P2004-183696)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成16年6月22日 (2004.6.22)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2005-13726 (P2005-13726A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公開日	平成17年1月20日 (2005.1.20)		MPANY
審査請求日	平成19年6月15日 (2007.6.15)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(31) 優先権主張番号	10/601, 352		クタデイ、リバーロード、1 番
(32) 優先日	平成15年6月23日 (2003.6.23)	(74) 代理人	100137545
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ、並びにこれを利用するための方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気共鳴イメージングのためのフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ (26) であって、

所定のエリア (50) を同一の広がりをもってカバーしている複数のコイル (52) であって、該複数のコイル (52) の各々は前記所定のエリア (50) を覆うように異なる数のループを備えており、かつ前記所定のエリア (50) に沿って直線的に配列させた少なくとも3つの隣接する領域 (56) となるように前記所定のエリア (50) を分割しているような複数のコイル (52)、

を備えるフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ (26)。

10

【請求項 2】

前記所定のエリア (50) を同一の広がりをもってカバーしている少なくとも4つのコイル (52) を備えている請求項 1 に記載のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ (26)。

【請求項 3】

前記所定のエリア (50) を覆って広がった単一のループ (60) を形成している第1のコイル (58) と、

前記第1のコイル (58) と同じ広がりを持ち、かつ前記所定のエリア (50) を覆って2つのループ (64) を形成している第2のコイル (62) と、

前記第2のコイル (62) と同じ広がりを持ち、かつ前記所定のエリア (50) を覆っ

20

て3つのループ(68)を形成している第3のコイル(66)と、

前記第3のコイル(66)と同じ広がりをもち、かつ前記所定のエリア(50)を覆って4つのループ(72)を形成している第4のコイル(70)と、を備えており、

前記所定のエリア(50)は、前記所定のエリア(50)に沿って直線的に配列させた4つの隣接する領域(56)に分割されているような請求項1に記載のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(26)。

【請求項4】

第1の平面状フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(74)と、

前記第1の平面状フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(74)と直角に配置させている、第2の概して同様の平面状フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(76)と、を備える請求項1に記載のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(26)。

10

【請求項5】

1つのボリウムを囲繞するように配置させた複数の自己相似アセンブリ(78)をさらに備える請求項1に記載のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(26)。

【請求項6】

傾斜磁場システムの存在下でフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(26)を使用する方法であって、

前記フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(26)の複数のコイル(52)を用いて複数の磁気共鳴信号を受信する工程であって、前記複数のコイル(52)は所定のエリア(50)を同一の広がりをもってカバーしており、前記複数のコイル(52)の各々は前記所定のエリア(50)を覆うように異なる数のループ(54)を備えており、かつ前記所定のエリア(50)に沿って直線的に配列させた少なくとも3つの隣接する領域(56)となるように前記所定のエリア(50)を分割しているような受信工程と、

20

前記フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ(26)によって検出した前記磁気共鳴信号を処理する工程と、を含む方法。

【請求項7】

前記複数のコイル(52)間の相互インダクタンスを減少させるように前記複数のコイル(52)の前記ループ(54)を重複させる工程をさらに含む請求項6に記載の方法。

【請求項8】

磁気共鳴信号を処理する前記工程は、撮像している前記所定のエリア(50)の隣接する領域(56)のうちの少なくとも1つ内で発生している複数の磁気共鳴信号を位置特定する工程を含む、請求項6に記載の方法。

30

【請求項9】

複数の磁気共鳴信号を位置特定する前記工程は、それぞれの複数のコイル(52)の各々から受け取った複数の磁気共鳴信号の位相シフトを用いて、隣接する領域(56)の各々を、それぞれの複数のコイル(52)の各々から受け取った複数の磁気共鳴信号の対応する所定の合成と相関させる工程を含む、請求項6に記載の方法。

【請求項10】

磁気共鳴信号を処理する前記工程は、前記複数のコイル(52)から受け取った複数の磁気共鳴信号を180度の位相シフトを有する第1の信号対(82)に分割させる工程であって、前記第1の信号対(82)を180度の位相シフトを有する第2の信号対(84)に分割しているような分割工程を含む、請求項6に記載の方法。

40

【請求項11】

磁気共鳴信号を処理する前記工程はさらに、個々の隣接する領域(56)の1つに相関させる前記複数の磁気共鳴信号の選択的な合成を生成させるように前記第2の信号対(84)を合成させる工程を含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

磁気共鳴信号を処理する前記工程はさらに、前記複数のコイル(52)によって検出した複数の磁気共鳴信号をデジタル形式に変換し、かつ個々の隣接する領域(56)の1

50

つに相関させる前記複数の磁気共鳴信号の選択的な合成を生成させるように位置特定計算を実行する工程を含む、請求項 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全般的にはフェーズドアレイ・コイル・アセンブリに関し、より具体的には磁気共鳴イメージング(MRI)で使用するためのフェーズドアレイ・コイル・アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴イメージング・システムは多様な撮像業務で、特に医学分野において適用性の増大が見られている。こうしたシステムはまた、典型的には、患者の軟部組織内などの関心対象内のスピン系の制御及び励起に使用する無線周波数(RF)磁場を発生させるためのコイル・アセンブリを含んでいる。主磁場方向に対して横断させて極めて均一なRF磁場を発生させるためには、全身用コイルを利用するのが一般的である。一連の傾斜コイルは、撮像対象の一部分を選択し、さらにこの選択したスライス内部の単一ボリュームが放出した検知信号を空間エンコードするため、空間的に変動した磁場を発生させている。この磁場傾斜は、選択した画像スライスを方向付けするように、また別の有用な撮像機能を実行するように操作することができる。磁場傾斜の印加中に収集されるある具体的な周波数をもつ信号は、磁場傾斜内の所与の位置で発生するものと見なすことができる。こうした磁場傾斜の印加のことは周波数エンコードとも云う。

【0003】

従来のMRIシステムでは検知用コイルを利用しており、またこれらは、特定のタイプの画像を収集するように適合させている。こうした検知用コイルは、主磁場及び傾斜磁場の内部に位置決めした対象からの放出に対して極めて高感度である。こうした放出は、撮像のデータ収集フェーズ中に収集しており、対象内の様々な組織タイプの性質及び位置に関連する情報を抽出するように処理できるような生データ信号を発生させる役割をしている。撮像対象の領域が比較的小さい場合には、単一チャンネルの表面コイルを利用することがある。例えば、ヒトの肩部の画像を作成するためには、直線偏向性の肩部コイルを利用するのが典型的である。画像がより大きい場合には、大型の単一コイルを利用するか、あるいは「フェーズドアレイ」配列などとした複数のコイルを使用することがある。しかし、大型の表面コイルを使用すると、収集した画像データの信号対雑音比が低下することになる傾向がある。一般に、表面コイルはその有する撮像域(FOV)が限定されており、空間均一性の不均一につながる。フェーズドアレイ・コイルはこの問題を克服している。フェーズドアレイ・コイル・アセンブリは、したがって、受容可能な信号対雑音比を提供していながら、より大きな面積をもつ画像を作成するために利用されるのが一般的である。典型的には、フェーズドアレイ・コイル・アセンブリは、表面コイルと同様のSNRを有しているがより大型のコイルの合成FOVを有するような非相互作用性の複数のコイルからなる。さらに、アレイコイルの貫通によって個々のコイルの限定された貫通が補償される。

【0004】

典型的なフェーズドアレイ配列の1つでは、撮像の信号収集フェーズの間に関心対象のスピン系が放出した信号を受信するために隣接する幾つかのコイルを設けている。隣接する幾つかのコイルの各々からの出力信号は、画像データの作成のための信号の処理前に前置増幅器内で別々に増幅している。

【0005】

フェーズドアレイ・コイルを使用するとさらに、k空間と呼ぶ複素フーリエ領域で実施する磁気共鳴(MR)画像(2次元すなわち2Dと3次元すなわち3Dのいずれか)の形成に影響を与える。典型的なMRシステムの1つでは、上述のように、信号収集の前に傾斜コイルを使用し周波数エンコード傾斜と直交する方向で様々な強度の傾斜を加え、これ

10

20

30

40

50

によって核スピンの位相を様々な量だけツイストさせている。こうした追加的な傾斜の印加のことを位相エンコードと云う。位相エンコードのステップの後に検出器コイルによって検出した周波数エンコードされたデータは、 k 空間マトリックス内の1つのデータラインとして格納している。 k 空間マトリックスの複数のラインを満たすためには、位相エンコードのステップを複数回実行している。このマトリックスからの画像の作成は、2次元または3次元フーリエ変換をこのマトリックスに対して実行し、この周波数情報を核スピンの分布または撮像素材の原子核の密度を表している空間情報に変換することによって行われる。MR画像の形成に関する時間限定の要因の1つは、一度に1ラインの割合で k 空間をデータで満たすような、連続方式で実施される過程である。

【0006】

これらの本質的な限界を克服するために、磁場傾斜のそれぞれの印加ごとに複数のデータラインを事実上同時に収集するような幾つかの技法が開発されている。これらの技法は、一括して「並列イメージング技法」として特徴付けすることができ、無線周波数(RF)検出器コイルからの空間情報を用いることによって、磁場傾斜のみを用いて連続方式で取得しなければならないようなエンコードに代えている。複数のRF検出器コイルの使用によって、画像収集時間が短縮されることが示唆されている。画像収集時間を強化するようにこれらの並列イメージング技法と共に使用するために、幾つかのコイル幾何学構成が試みられている。これらの幾何学構成は線形アレイ状のコイルを含むのが一般的であり、また空間情報はコイルを最小限に重複させて収集している。さらに、3つの構成コイルを有する円形対称をもった多重化アレイも示唆されている。これらの配列は、複素計算を使用

【特許文献1】米国特許第5389880号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、計算負荷を大幅に低減させると共に、MRIシステムの容易な実現につながるようなコイル幾何学構成があることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

簡単に述べると、本発明の一態様によれば、磁気共鳴(MR)システムは、フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ及び信号処理回路を備えている。このフェーズドアレイ・コイル・アセンブリは、所定のエリアを同一の広がりをもってカバーしている複数のコイルを備えている。これらの複数のコイルの各々は、所定のエリアを覆うような異なる数のループを備えると共に、この所定エリアに沿って直線的に配列させ少なくとも3つの隣接する領域になるようにこの所定のエリアを分割させている。この信号処理回路は、フェーズドアレイ・コイル・アセンブリと結合させており、またフェーズドアレイ・アセンブリの複数のコイルによって検出した複数の磁気共鳴信号を受け取っている。この信号処理回路は、隣接する領域のうちの少なくとも1つで発生している複数の磁気共鳴信号を位置特定するように構成させている。別の態様では、傾斜磁場システムの存在下でフェーズドアレイ・コイル・アセンブリを使用する方法は、フェーズドアレイ・コイル・アセンブリの複数のコイルを用いて複数の磁気共鳴信号を受信すること、並びにフェーズドアレイ・コイル・アセンブリが検出した磁気共鳴信号を処理すること、を含んでいる。これらの複数のコイルは、所定のエリアを同一の広がりをもってカバーしている。これらの複数のコイルの各々は、所定のエリアを覆うような異なる数のループを備えると共に、この所定のエリアに沿って直線的に配列させた少なくとも3つの隣接する領域となるようにこの所定のエリアを分割している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明に関するこれらの特徴、態様及び利点、並びにその他の特徴、態様及び利点につ

10

20

30

40

50

いては、同じ参照符号が図面全体を通じて同じ部分を表している添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むことによってより理解が深まるであろう。

【 0 0 1 0 】

ここで図 1 を参照すると、全体を参照番号 1 0 で示した磁気共鳴イメージング・システムを、マグネット・アセンブリ 1 2、制御 / 収集回路 1 4、システム制御器回路 1 6、及びオペレータ・インタフェース・ステーション 1 8 を含むように図示している。一方、このマグネット・アセンブリ 1 2 は、関心対象内の磁気回転材料スピン系を励起させるために使用する制御式磁場を選択的に発生させるためのコイル・アセンブリを含んでいる。詳細には、このマグネット・アセンブリ 1 2 は、極低温冷凍システム（図示せず）に結合させた超伝導マグネットを含むのが典型的であるような主コイル 2 2 を含んでいる。この主コイル 2 2 は、マグネット・アセンブリの長手方向の軸に沿って極めて均一な磁場を発生させている。対象 3 0 に対して、また特に所定のエリア 5 0 として図示している関心領域に対して所望の向きを有する制御可能な傾斜磁場を発生させるためには、一連の傾斜コイル及び送信 R F コイルからなる送信コイル・アセンブリ 2 4 を設けている。詳細には、当業者であれば理解するであろうように、送信コイル・アセンブリ 2 4 は、画像スライスを選択し、この画像スライスを方向付けし、かつこのスライス内の励起した磁気回転材料スピン系をエンコードして所望の画像を作成するように、パルス状信号に応答して磁場を発生させている。システム動作のデータ収集フェーズの間に所定のエリア 5 0 内の磁気回転材料スピン系からの放出を検出するためには、本発明の一態様によるフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 2 6 とした受信用コイル・アセンブリを設けており、これについては以下の記載でさらに詳細に説明することにする。マグネット・アセンブリ 1 2 内には、対象 3 0 を支持するように寝台 2 8 を位置決めしている。

【 0 0 1 1 】

図 1 に表した実施形態では、制御 / 収集回路 1 4 は、コイル制御回路 3 2 及び信号処理回路 3 4 を含んでいる。このコイル制御回路 3 2 は、とりわけシステム制御器 1 6 内に含まれるインタフェース回路 3 6 を介してシステム制御器 1 6 からパルスシーケンス記述を受け取っている。当業者であれば理解するであろうように、こうしたパルスシーケンス記述は一般に、撮像の励起及びデータ収集フェーズの間に送信コイル・アセンブリ 2 4 の各コイルを励起させるパルスを規定しているデジタル化データを含んでいる。送信コイル・アセンブリ 2 4 の各コイルが発生させる磁場は、対象 3 0 内部のスピン系を励起させ、材料（特に、対象 3 0 内部の関心領域または所定のエリア 5 0）からの放出を起こさせる。所定のエリア 5 0 からのこうした放出は、受信用コイル・アセンブリ 2 6 によって検出し、さらにフィルタ処理し増幅して信号処理回路 3 4 に送られる。信号処理回路 3 4 は、同じく以下で詳細に記載するような検出信号の事前処理を実行し、さらにこの信号の増幅を実行することがある。こうした処理に続いて、増幅済みの信号は、さらに処理するためにインタフェース回路 3 6 に送っている。

【 0 0 1 2 】

システム制御器 1 6 は、インタフェース回路 3 6 以外に、中央処理回路 3 8、メモリ回路 4 0、並びにオペレータ・インタフェース・ステーション 1 8 と通信するためのインタフェース回路 4 2 を含んでいる。一般に、デジタル信号プロセッサ、C P U など、並びに関連する信号処理回路を含むことが典型的であるようなこの中央処理回路 3 8 は、マグネット・アセンブリ 1 2 及び制御 / 収集回路 1 4 に対してインタフェース回路 3 6 を仲介として励起及びデータ収集のパルスシーケンスを指令している。中央処理回路 3 8 はさらに、インタフェース回路 3 6 を介して受け取った画像データを処理し、収集したデータを時間領域から周波数領域に変換させる 2 D フーリエ変換を実行し、さらにこのデータを意味のある画像にするように再構成させている。メモリ回路 4 0 は、こうしたデータ、並びにパルスシーケンス記述、構成パラメータ、その他を保存する役割をしている。インタフェース回路 4 2 は、システム制御器 1 6 による構成パラメータ、画像プロトコル、コマンド命令、その他の受信及び送信を可能にしている。

【 0 0 1 3 】

オペレータ・インタフェース・ステーション 18 は、1 つまたは複数の入力デバイス 44、並びに 1 つまたは複数のディスプレイまたは出力デバイス 46 を含んでいる。典型的な用途の 1 つでは、その入力デバイス 44 は、画像タイプ、画像スライス向き、構成パラメータその他を選択するために従来式のオペレータ・キーボードその他のオペレータ入力デバイスを含んでいる。ディスプレイ/出力デバイス 46 は、典型的には、オペレータの選択内容を表示するため、並びにスキャンして再構成させた画像を観察するためのコンピュータ・モニタを含むことになる。こうしたデバイスはさらに、再構成画像のハードコピーを再生成させるためのプリンタやその他の周辺装置を含むことがある。

【0014】

以下に記載する技法は、小型のスキャナや、単一チャンネルのフェーズドアレイ及び同様の受信コイル構造を組み込んだスキャナを含む磁気共鳴システム及びスキャナの様々な代替的構成にも等しく十分に適用することができる。さらに、以下で記載する信号合成技法は、磁気共鳴イメージングの分野の域外、また一般に医用イメージングの分野の域外で用途を見いだすことができる。

【0015】

図 1 の磁気共鳴イメージング・システム 10 は、一態様では、図 2 の右側に図示しているようなフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 26 を備えている。このコイル・アセンブリ 26 は複数のコイル 52 を含んでおり、この複数のコイル 52 は、図 1 を参照しながら記載したような対象 30 を伴う関心対象エリアであるような所定のエリア 50 を同一の広がりをもってカバーしている。この複数のコイル 52 は、所定のエリア 50 によって圍繞される同じ空間感度ボリュームからの磁気共鳴信号をこれらによって検出させるようにして構成させている。複数のコイル 52 の各々は所定のエリア 50 を覆うようにして異なる数のループ 54 を備えている。さらに、このコイル 52 は、所定のエリア 50 に沿って直線的に配列させた少なくとも 3 つの隣接する領域 56 をなすようにこの所定のエリア 50 を分割している。この例示的な実施形態では 4 つのコイルを利用していることから、図 2 では、その所定のエリアが 4 つの隣接する領域 A、B、C、D に分割されていることを表している。複数のコイル 52 のそれぞれのコイルの少なくとも 1 つのループは、これら複数のコイル 52 間での相互インダクタンスを減少させるために、この複数のコイル 52 の別のそれぞれのコイルのループの 1 つと重複するように構成させている。一例では、フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 26 の複数のコイル 52 は、所定のエリア 50 を同一の広がりをもってカバーしている少なくとも 4 つのコイル 52 を備えている。

【0016】

別の具体例では、フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 26 内の複数のコイル 52 は、図 2 の左側に示すように、所定のエリア 50 をカバーする 4 つのコイルを備えている。これらのコイルは、この所定のエリア 50 を覆って広がる単一のループ 60 を形成する第 1 のコイル 58 と、この所定のエリア 50 を覆って 2 つのループ 64 を形成する第 2 のコイル 62 と、この所定のエリア 50 を覆って 3 つのループ 68 を形成する第 3 のコイル 66 と、この所定のエリア 50 を覆って 4 つのループ 72 を形成する第 4 のコイル 70 と、を含んでいる。当業者であれば理解するであろうように、これらの 4 つのコイル 58、62、66 及び 70 は、第 2 のコイル 62 が第 1 のコイル 58 と同じ広がりを持ち、第 3 のコイル 66 が第 2 のコイル 62 と同じ広がりを持ち、かつ第 4 のコイル 70 が第 3 のコイル 66 と同じ広がりをもつようにして重複しており、図 2 の右側に示しかつ本明細書の上で記載したコイル・アセンブリ 26 の構成を提供している。この例では、この所定のエリア 50 は、図 2 の A、B、C、D で表しており、所定のエリア 50 に沿って直線的に配列させている 4 つの隣接する領域 56 に分割している。

【0017】

図 3 に示すようなさらに別の例では、フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 26 は、第 1 のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 74 と、この第 1 のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 74 と直角に配置させた第 2 の概して同様のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 76 と、を備えている。この配列は MRI における直交検出に有用である。

10

20

30

40

50

これら第 1 及び第 2 のコイル・アセンブリは、幾つかの変形形態を有することができる。一例では、その第 1 及び第 2 のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリは概して平面状である。別の例では、その第 1 及び第 2 のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリは概して曲面状である。図 4 に示すような 1 つの具体例では、そのフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 26 はさらに、1 つのボリュームを囲繞するように配置させた複数の自己相似アセンブリ (self similar assemblies) 78 を備えている。これらの例におけるコイル・アセンブリは、図 2 を参照しながら本明細書の上で記載したようなコイル構成を備えている。

【0018】

本明細書の上で記載したフェーズドアレイ・コイル・アセンブリの例において、複数のコイル 52 の各々は、複数のコイル 52 を配列させる軸を基準として水平及び垂直軸の周りに対称的である。

【0019】

さらに、本明細書の上で言及したフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 26 の例では、複数のコイル 52 の各々は、一意の空間位相感度を有しているが、各コイルがカバーする空間感度ボリュームは実質的に同じ (所定のエリア 50 をカバーしているボリューム) である。当業者であれば理解するであろうように、コイル・アセンブリ 26 から受け取った複数の磁気共鳴信号は、この複数のコイル 52 の位置によって位相が様々となる。図 1 を参照すると、A、B、C 及び D が MR 信号源の領域であると見なすと、これらの領域の各々は、4 つのコイル 58、62、66 及び 70 に関するこれと関連付けさせた位相シフトの一意の合成を有している。逆時計方向の回転を「+」と表し、時計方向を「-」で表すとする、コイル回転 (位相) と信号源の領域との間の相関を以下のように示すことができる。

【0020】

コイル / 領域	A	B	C	D
コイル 58	+	+	+	+
コイル 62	+	+	-	-
コイル 66	+	-	-	+
コイル 70	+	-	+	-

【0021】

したがって、磁気共鳴信号を適当に合成させると、以下のようにして各領域からの信号を選択的に検出することができる。

【0022】

領域 A = コイル 58 + コイル 62 + コイル 66 + コイル 70

領域 B = コイル 58 + コイル 62 - コイル 66 - コイル 70

領域 C = コイル 58 - コイル 62 - コイル 66 + コイル 70

領域 D = コイル 50 - コイル 62 + コイル 66 - コイル 70

【0023】

本明細書の上で記載した合成は、信号のデジタル化の前にアナログ・ハードウェアを用いることによって達成することができ、あるいはデジタル化の後で数量的に計算することができる。これらの態様については、本明細書の以下において詳細に説明する。当業者であれば理解するであろうように、本明細書の上で記載したフェーズドアレイコイル・アセンブリ 26 は別の用途を有することもあり、MR イメージングと異なる分野で使用する

こともできる。

【 0 0 2 4 】

イメージング・システム 1 0 はさらに、複数のコイル 5 2 によって検出した複数の磁気共鳴信号を受信するためにフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 2 6 と結合させた信号処理回路 3 4 を備えている。この信号処理回路 3 4 は、隣接する領域 5 6 のうちの少なくとも 1 つで発生しているこれらの複数の磁気共鳴信号を位置特定するように構成させている。

【 0 0 2 5 】

信号処理回路 3 4 は、図 5 に示すような一態様では、複数のコイル 5 2 から受け取った複数の磁気共鳴信号を分割するための複数の分割器 8 0 を備えている。図 5 には、4 つの
10
コイル 5 8、6 2、6 6 及び 7 0 から受け取った信号を表している。この複数の磁気共鳴信号の各々は、1 8 0 度の位相シフトをもつ第 1 の信号対 8 2 となるように分割されており、またこの第 1 の信号対 8 2 の各々はさらに、全体を参照番号 8 4 で表している 1 8 0 度の位相シフトを有するような第 2 の信号対となるように分割させている。この信号処理回路 3 4 はさらに、複数の分割器 8 0 から受け取った第 2 の信号対 8 4 を合成信号 9 0 となるように合成させるための合成器回路 8 6 (合成器 8 8 を含む)を備えている。この合成器回路 8 6 は、図 5 の A、B、C 及び D で表した個々の隣接する領域 5 6 の 1 つに相関させる複数の磁気共鳴信号の選択的な合成を生成させるように構成している。図 6 は、例示的な実施の一形態における分割器 8 0 と合成器 8 8 の間における、個々の隣接する領域
20
A、B、C、及び D と相関させることが可能な合成信号 9 0 を得るためのそれぞれの接続を表している。当業者であれば理解するであろうように、このアナログ回路はまた、MR 信号の所望の合成を達成するために 1 8 0 度移相器に代えて 9 0 度移相器を利用することもできる。また追加的な別の特徴を使用することもできる。例えば個々の各コイルは、合成器に代えて、自身の受信器及びデータ収集システムと接続させることができる。

【 0 0 2 6 】

信号処理回路 3 4 は、別の態様では、複数のコイル 5 2 が検出した複数の磁気共鳴信号をディジタル形式に変換し、個々の隣接する領域 5 6 の 1 つに相関させる複数の磁気共鳴信号の選択的な合成を生成させるように位置特定計算を実行するように構成させている。一例では、その位置特定計算はアダマール変換を使用している。

【 0 0 2 7 】

本発明の別の態様は、磁気共鳴信号を検出しかつ送信する方法である。本方法は、図 2、図 3 及び図 4 を参照しながら本明細書の上で記載したフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 2 6 の複数のコイル 5 2 を用いて複数の磁気共鳴信号を受信及び送信することを含む。本方法はさらに、その複数のコイル 5 2 間での相互インダクタンスを減少させるために、複数のコイル 5 2 のループ 5 4 を重複させることを含む。

【 0 0 2 8 】

代替的な態様の 1 つは、傾斜磁場システムの存在下でフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 2 6 を使用する方法である。本方法は、図 2、図 3 及び図 4 を参照しながら記載したフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 2 6 の複数のコイル 5 2 を用いて複数の磁気共鳴信号を受信すること、並びにフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ 2 6 によって検出したこれらの信号を処理すること、を含む。信号を処理するための方法は、撮像している
40
所定のエリア 5 0 の隣接する領域 5 6 のうちの少なくとも 1 つで発生している複数の信号を位置特定することを含む。本明細書に記載した位置特定は、それぞれの複数のコイル 5 2 の各々から受け取った複数の磁気共鳴信号の位相シフトを使用して、隣接する領域 5 6 の各々を、それぞれの複数のコイル 5 2 の各々から受け取った複数の信号の対応する所定の合成と相関させることを意味している。

【 0 0 2 9 】

磁気共鳴信号を処理することは、一例では、複数のコイル 5 2 から受け取った複数の磁気共鳴信号を、1 8 0 度の位相シフトを有する第 1 の信号対 8 2 に分割するためのアナログ回路を使用することを含む。この第 1 の信号対 8 2 の各々はさらに、1 8 0 度の位相シ
50

フトを有する第２の信号対８４に分割している。磁気共鳴信号を処理することはさらに、個々の隣接する領域５６の１つに相関させる複数の磁気共鳴信号の選択的な合成を生成させるように第２の信号対８４を合成することを含む。

【００３０】

磁気共鳴信号を処理することは、別の例では、複数のコイル５２によって検出した複数の磁気共鳴信号をディジタル形式に変換し、かつ個々の隣接する領域５６の１つに相関させる複数の磁気共鳴信号の選択的な合成を生成させるような位置特定計算を実行することを含む。一例では、その位置特定計算はアダマール変換を使用している。

【００３１】

本発明の別の態様は、本明細書の上で記載した方法を使用して作成した画像である。

10

【００３２】

本発明のある種の特徴についてのみ図示し説明してきたが、当業者によって多くの修正や変更がなされるであろう。したがって、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の精神の範囲に属するこうした修正及び変更のすべてを包含させるように意図したものであることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】本発明の実施形態と一緒に使用するのに適した例示的な磁気共鳴（ＭＲ）イメージング・システムの概要ブロック図である。

【図２】図１の実施形態で、または単独で使用するためのフェーズドアレイ・コイル・アセンブリの模式図である。

20

【図３】図２のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリの一変形形態の模式図である。

【図４】図２のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリの別の変形形態の模式図である。

【図５】図１の実施形態で使用するための信号処理回路の一態様の模式図である。

【図６】図５の信号処理回路の例示的な実施の一形態における接続を表した模式図である。

【符号の説明】

【００３４】

- １０ 磁気共鳴イメージング・システム
- １２ マグネット・アセンブリ
- １４ 制御／収集回路
- １６ システム制御器回路
- １８ オペレータ・インタフェース・ステーション
- ２２ 主コイル
- ２４ 送信コイル・アセンブリ
- ２６ フェーズドアレイ・コイル・アセンブリ
- ２８ 寝台
- ３０ 対象
- ３２ コイル制御回路
- ３４ 信号処理回路
- ３６ インタフェース回路
- ３８ 中央処理回路
- ４０ メモリ回路
- ４２ インタフェース回路
- ４４ 入力デバイス
- ４６ ディスプレイ、出力デバイス
- ５０ 所定のエリア
- ５２ 複数のコイル
- ５４ ループ
- ５６ 隣接する領域

30

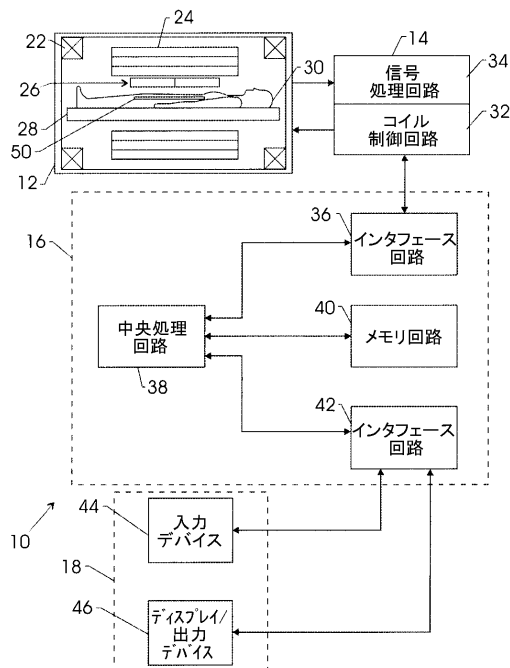
40

50

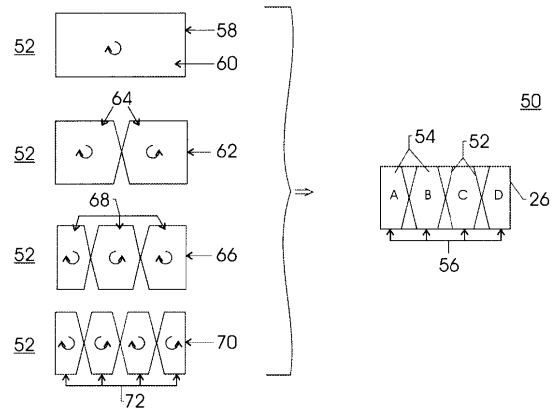
- 5 8 第 1 のコイル
- 6 0 単一ループ
- 6 2 第 2 のコイル
- 6 4 2 つのループ
- 6 6 第 3 のコイル
- 6 8 3 つのループ
- 7 0 第 4 のコイル
- 7 2 4 つのループ
- 7 4 第 1 のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ
- 7 6 第 2 のフェーズドアレイ・コイル・アセンブリ
- 7 8 自己相似アセンブリ
- 8 0 分割器
- 8 2 第 1 の信号対
- 8 4 第 2 の信号対
- 8 6 合成器回路
- 8 8 合成器
- 9 0 合成信号

10

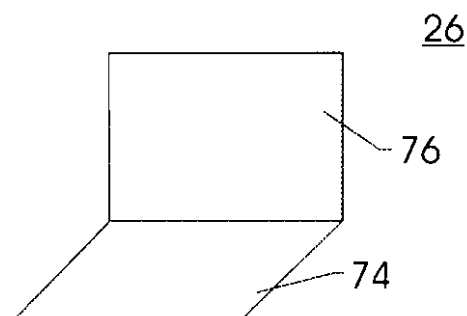
【図 1】



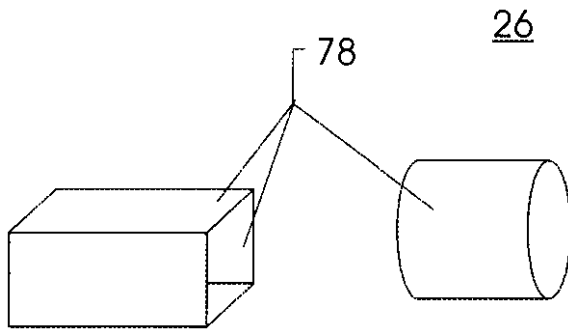
【図 2】



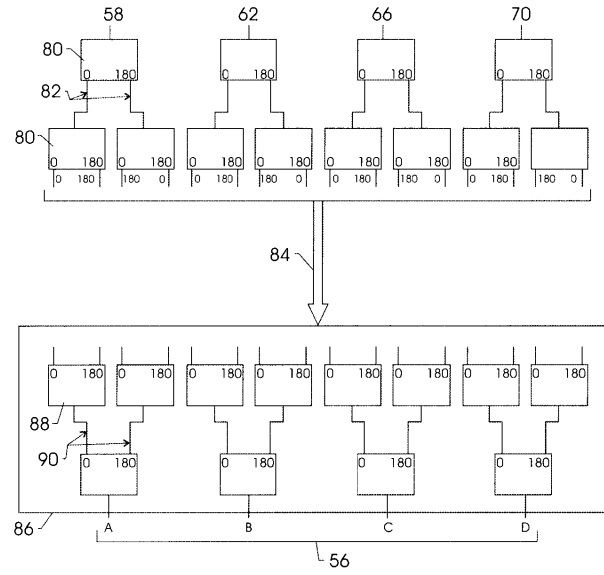
【図 3】



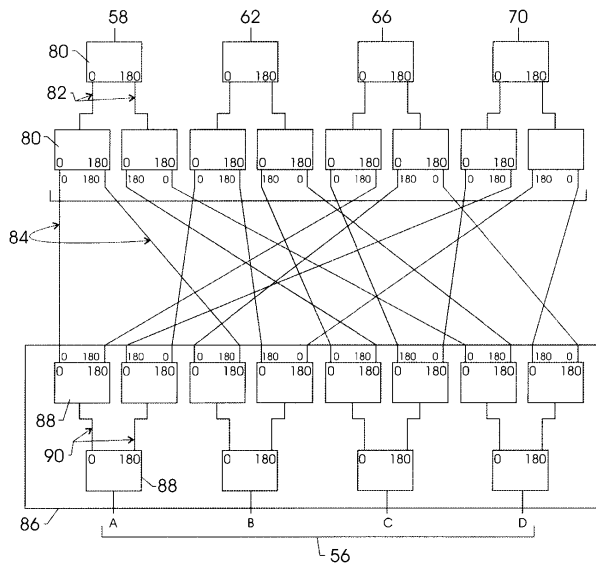
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 チャールズ・デュモリン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボールストン・レイク、テラス・コート、36番
- (72)発明者 ロナルド・ワトキンス
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、クリフトン・パーク・ロード、1584番
- (72)発明者 ランディー・ジャクイント
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、バート・ヒルズ、ケリー・メドウ・ロード、20番

審査官 田中 洋介

- (56)参考文献 特開2003-153878(JP,A)
特開平05-305064(JP,A)
特開平02-013432(JP,A)
特開2003-079595(JP,A)
特開平05-261081(JP,A)
特開2002-153440(JP,A)
特開平06-047020(JP,A)
特開平06-054825(JP,A)
特開平04-212330(JP,A)
特表平02-500175(JP,A)
特開平06-014901(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/055
G01R 33/20-33/64
G01N 24/00-24/14
JMEDPlus(JDreamII)
JSTPlus(JDreamII)