

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-509688
(P2007-509688A)

(43) 公表日 平成19年4月19日(2007.4.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 4 0	4 C 0 9 6
G 0 1 R 33/385 (2006.01)	G 0 1 N 24/06 5 1 0 Y	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

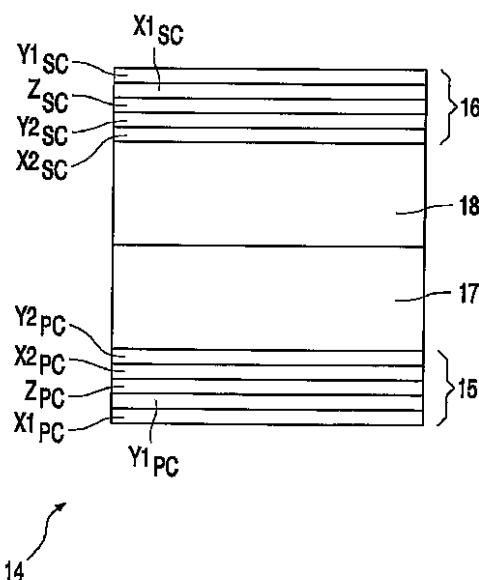
(21) 出願番号	特願2006-537498 (P2006-537498)	(71) 出願人	590000248
(86) (22) 出願日	平成16年10月18日 (2004.10.18)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(85) 翻訳文提出日	平成18年4月28日 (2006.4.28)		トロニクス エヌ ヴィ
(86) 国際出願番号	PCT/IB2004/052121		オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
(87) 国際公開番号	W02005/043185		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開日	平成17年5月12日 (2005.5.12)		1
(31) 優先権主張番号	03103998.5	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成15年10月29日 (2003.10.29)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100135079
			弁理士 宮崎 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気共鳴画像化のための可変視野グラディエントコイルシステム

(57) 【要約】

本発明は、磁気共鳴画像化 (MRI) システム用グラディエントコイルシステムと、そのグラディエントコイルシステムを有する磁気共鳴画像化 (MRI) システムに関する。磁気共鳴画像化システムは、主磁石システム、グラディエントコイルシステム、RFシステム、信号処理システムを少なくとも有する。本発明によるグラディエントコイルシステムは、モジュラーグラディエントコイルシステムを構成する少なくとも2つのXプライマリコイル状エレメント (X1_{PC}、X2_{PC}) と、少なくとも2つのYプライマリコイル状エレメント (Y1_{PC}、Y2_{PC}) と、1つのZプライマリコイル状エレメント (Z_{PC}) とを有し、少なくとも2つのXプライマリコイル状エレメント (X1_{PC}、X2_{PC}) はそれぞれ自体または互いに組み合わせた場合に相互に異なるリアリティボリュームを有し、少なくとも2つのYプライマリコイル状エレメント (Y1_{PC}、Y2_{PC}) はそれぞれ自体または互いに組み合わせた場合に相互に異なるリアリティボリュームを有し、1つのZプライマリコイル状エレメント (Z_{PC}) はXプライマリコイル状エレメン



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

磁気共鳴画像化システム用グラディエントコイルシステムであって、
モジュラーグラディエントコイルシステムを構成する少なくとも 2 つの X プライマリコイル状エレメントと、少なくとも 2 つの Y プライマリコイル状エレメントと、1 つの Z プライマリコイル状エレメントとを有し、

少なくとも 2 つの X プライマリコイル状エレメントはそれ自体または互いに組み合わせた場合に相互に異なるリニアリティボリュームを有し、少なくとも 2 つの X プライマリコイル状エレメントはそれ自体または互いに組み合わせた場合に相互に異なるリニアリティボリュームを有し、1 つの Z プライマリコイル状エレメントは X プライマリコイル状エレメントと Y プライマリコイル状エレメントの間に置かれていることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z プライマリコイル状エレメントは X プライマリコイル状エレメントと Y プライマリコイル状エレメントの間に置かれ、Z プライマリコイル状エレメントの両側に少なくとも 1 つの X プライマリコイル状エレメントと少なくとも 1 つの Y プライマリコイル状エレメントが配置されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z プライマリコイル状エレメントは 2 つの X プライマリコイル状エレメントと 2 つの Y プライマリコイル状エレメントの間に置かれ、1 つの Z プライマリコイル状エレメントの片側に第 1 の X プライマリコイル状エレメントと第 1 の Y プライマリコイル状エレメントが配置され、

Z プライマリコイル状エレメントの他の側に第 2 の X プライマリコイル状エレメントと第 2 の Y プライマリコイル状エレメントが配置されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

少なくとも 2 つの X シールドコイル状エレメントと、少なくとも 2 つの Y シールドコイル状エレメントと、1 つの Z シールドコイル状エレメントとを有し、

1 つの Z シールドコイル状エレメントは X シールドコイル状エレメントと Y シールドコイル状エレメントの間に置かれていることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z シールドコイル状エレメントは X シールドコイル状エレメントと Y シールドコイル状エレメントの間に置かれ、Z シールドコイル状エレメントの両側に少なくとも 1 つの X シールドコイル状エレメントと少なくとも 1 つの Y シールドコイル状エレメントが配置されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z シールドコイル状エレメントは 2 つの X シールドコイル状エレメントと 2 つの Y シールドコイル状エレメントの間に置かれ、Z シールドコイル状エレメントの片側に第 1 の X シールドコイル状エレメントと第 1 の Y シールドコイル状エレメントが配置され、Z シールドコイル状エレメントの他の側に第 2 の X シールドコイル状エレメントと第 2 の Y シールドコイル状エレメントが配置されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

40

【請求項 7】

請求項 1 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z プライマリコイル状エレメントは中空導体によりできており、1 つの Z プライ

50

マリコイル状エレメントは前記中空導体中を流れる冷却流体により直接冷却されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z プライマリコイル状エレメントの両側に置かれた 2 つの X プライマリコイル状エレメントと 2 つの Y プライマリコイル状エレメントは、前記直接冷却された Z プライマリコイル状エレメントにより間接的に冷却されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

【請求項 9】

請求項 4 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z シールドコイル状エレメントは中空導体によりできており、1 つの Z シールドコイル状エレメントは前記中空導体中を流れる冷却流体により直接冷却されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

1 つの Z シールドコイル状エレメントの周囲に置かれた 2 つの X シールドコイル状エレメントと 2 つの Y シールドコイル状エレメントは、前記直接冷却された Z シールドコイル状エレメントにより間接的に冷却されることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

【請求項 11】

請求項 4 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

2 つの X プライマリコイル状エレメント、2 つの Y プライマリコイル状エレメント、及び 1 つの Z プライマリコイル状エレメントは、内側コイルアレンジメントを形成し、

2 つの X シールドコイル状エレメント、2 つの Y シールドコイル状エレメント、及び 1 つの Z シールドコイル状エレメントは、外側コイルアレンジメントを形成し、

フィラー材料を含むエポキシを有する層、及び / または G R P チューブ層が内側コイルアレンジメントと外側コイルアレンジメントの間に置かれることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

20

【請求項 12】

請求項 11 に記載のグラディエントコイルシステムであって、

フィラー材料を含むエポキシを有する層は内側コイルアレンジメントに隣接して置かれ、
G R P チューブ層は外側コイルアレンジメントに隣接して置かれることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

30

【請求項 13】

請求項 3、6、11 いずれか一項に記載のグラディエントコイルシステムであって、

第 2 の X プライマリコイル状エレメントと第 2 の Y プライマリコイル状エレメントは 1 つの Z プライマリコイル状エレメントとエポキシ層またはガラス層との間に置かれ、

第 2 の X シールドコイル状エレメントと第 2 の Y シールドコイル状エレメントは 1 つの Z シールドコイル状エレメントとエポキシ層またはガラス層との間に置かれることを特徴とするグラディエントコイルシステム。

40

【請求項 14】

主磁石システム、グラディエントコイルシステム、R F システム、及び信号処理システムを有する磁気共鳴画像化システムであって、グラディエントコイルシステムは請求項 1 ないし 13 いずれか一項によるグラディエントコイルシステムであることを特徴とする磁気共鳴画像化システム。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、磁気共鳴画像化 (M R I) システム用のグラディエントコイルシステムに関

50

する。本発明は、さらに、グラディエントコイルシステムを有する磁気共鳴画像化(MRI)システムにも関する。

【0002】

磁気共鳴画像化(MRI)システムの基本的な構成要素は、主磁石システム、グラディエントコイルシステム、RFシステム、及び信号処理システムである。主磁石システムは、MRIシステムにより分析されるべきオブジェクトを入れることができる貫通穴を有し、分析されるべきオブジェクト中の原子核スピンを偏極させる強くて一様な静磁場を生成する。グラディエントコイルシステムは、制御された空間的非一様性を有する時間的に変化する磁場を生成するように設計されている。グラディエントコイルシステムは、MRIシステムのきわめて重要な一部である。RFシステムは、主に、トランスミッタコイルとレシーバコイルを有する。トランスミッタコイルは、スピンシステムの励起用の回転磁場を生成することができ、レシーバコイルは、歳差運動する磁化を電気信号に変換する。信号処理システムは、その電気信号に基づいて画像を生成する。

10

【0003】

先行技術によると、グラディエントコイルシステムは、通常、3つの直交するプライマリコイル状エレメント、すなわち、いわゆるXプライマリコイル、Yプライマリコイル、Zプライマリコイルを有するX、Y、Zは、MRIシステムの記述に使用される仮想的な直交軸を示す。Z軸は、主磁石システムの貫通穴の軸と共通の軸を持った軸である。X軸は、磁場の中心から伸びる垂直軸である。Y軸は、Z軸とX軸とに直交する対応する水平軸である。3つのプライマリコイル状エレメントに加えて、先行技術によるグラディエントコイルシステムは、3つの直交するシールドコイル状エレメント、すなわち、いわゆるXシールドコイル、Yシールドコイル、及びZシールドコイルも有する。

20

【0004】

先行技術としてマルチモードグラディエントコイルシステムが知られている。先行技術によるマルチモードグラディエントコイルシステムは、2つのXプライマリコイル状エレメント、2つのYプライマリコイル状エレメント、及び2つのZプライマリコイル状エレメントを有する。該システムは、2つのXシールドコイル状エレメント、2つのYシールドコイル状エレメント、及び2つのZシールドコイル状エレメントを有してもよい。マルチモードグラディエントコイルシステムは、モジュラーグラディエントコイルシステムまたはツインコイルシステムとも呼ばれることがある。

30

【0005】

先行文献である米国特許公報第5,736,858号には、MRIシステム用のモジュラーグラディエントコイルシステムが開示されている。しかし、ここで注意しておきたいことは、上記米国特許公報第5,736,858号で使用されているX、Y、Zという用語は、若干異なるということである。米国特許公報第5,736,858号によると、Z軸は、主磁石システムの貫通穴の軸と共通の軸であり、Y軸は、磁場の中心から伸びている垂直軸であり、X軸は、Z軸とY軸に直交する対応する水平軸である。しかし、両方の命名法において、Z軸は主磁石システムの貫通穴の軸と共通の軸である。

【0006】

注意すべきことは、本特許出願で用いられる「コイル」及び「コイル状エレメント」という用語は、全てのタイプのコイルをカバーし、米国特許公報第6,078,177に開示されるような形状を有するコイルも含む。米国特許公報第6,078,177号は、「3次元タイプ」のコイルを開示している。プライマリコイル及びシールドコイルは、グラディエントコイルシステムの内面と外面の間の円錐形(フランジでもよい)の導電体に接続されている。よって、本発明においては、「コイル」または「コイル状エレメント」は、従来のコイルでもよいし、上述の「3次元タイプ」でもいずれでもよい。

40

【0007】

本発明は、そのようなMRIシステムのモジュラーグラディエントコイルシステムに関する。

【0008】

50

本発明は、磁気共鳴画像化システム用のグラディエントコイルシステムを提供する。該グラディエントコイルシステムは、モジュラーグラディエントコイルシステムを構成する少なくとも2つのXプライマリコイル状エレメントと、少なくとも2つのYプライマリコイル状エレメントと、1つのZプライマリコイル状エレメントとを有し、少なくとも2つのXプライマリコイル状エレメントはそれ自体または互いに組み合わせた場合に相互に異なるリニアリティボリュームを有し、少なくとも2つのXプライマリコイル状エレメントはそれ自体または互いに組み合わせた場合に相互に異なるリニアリティボリュームを有し、1つのZプライマリコイル状エレメントはXプライマリコイル状エレメントとYプライマリコイル状エレメントの間にある。

【0009】

10

本発明の好ましい実施形態によると、グラディエントコイルシステムは、さらに、少なくとも2つのXシールドコイル状エレメントと、少なくとも2つのYシールドコイル状エレメントと、1つのZシールドコイル状エレメントとを有し、1つのZシールドコイル状エレメントはXシールドコイル状エレメントとYシールドコイル状エレメントの間にある。

【0010】

本発明によるさらに改良された好ましい実施形態によると、Zコイル状エレメントは中空導体によりできており、前記中空導体を流れる水等の冷却流体により直接冷却される。

【0011】

さらにまた、本発明によると、モジュレータグラディエントコイルシステムは、内側コイルアレンジメントを形成する2つのXプライマリコイル状エレメント、Yプライマリコイル状エレメント、1つのZプライマリコイル状エレメントと、外側コイルアレンジメントを形成する2つのXシールドコイル状エレメント、2つのYシールドコイル状エレメント、1つのZシールドコイル状エレメントと、内側コイルアレンジメントと外側コイルアレンジメントの間に置かれたフィラー材料を含むエポキシを有する層及び/またはGRPチューブ層とを有する。

20

【0012】

また、本発明は、上記のグラディエントコイルシステムを有する磁気共鳴画像化システムを提供する。

【0013】

30

本発明によるグラディエントコイルシステム及び磁気共鳴画像化システムの実施形態を、図面を参照して以下に説明する。

【0014】

図1は、先行技術として知られている磁気共鳴画像化(MRI)システム1を示す。該システムは、安定した磁場を生成する主磁石システム2と、X、Y、Z方向で傾きを有する付加的磁場を生成するグラディエントコイルシステム3に含まれるグラディエントコイルとを含む。図示した座標系のZ方向は、慣例により、主磁石システム2中の安定磁場の方向に一致している。Z軸は、主磁石システム2の貫通穴の軸と共通であり、X軸は、磁場の中心から伸びる垂直軸であり、Y軸は、Z軸とX軸に直交する対応する水平軸である。

40

【0015】

グラディエントコイルシステム3のグラディエントコイルのパワーは、電源部4により供給される。RFトランスミッタコイル5は、RF磁場を生成するように機能し、RFトランスミッタ及びモジュレータ6に接続されている。

【0016】

レシーバコイルを用いて、検査すべきオブジェクト7(例えば、人間や動物の体)中のRF磁場により生成した磁気共鳴信号を受信する。このコイルは、RFトランスミッタコイル5と同じコイルであってもよい。さらにまた、主磁石システム2は、検査すべき人体7の一部を収容するくらい大きい検査空間を有する。RFコイル5は、検査空間中で検査すべき人体7の一部の周囲またはその上に配置される。RFトランスミッタコイル5は、

50

送受信回路 9 を介して信号アンプ及び復号部 10 に接続されている。

【0017】

制御部 11 は、RF トランスミッタ及びモジュレータ 6 と電源部 4 とを制御し、RF パルスとグラディエントを含む特殊なパルスシーケンスを生成する。復調部 10 から得られる位相と振幅は処理部 12 に送られる。処理部 12 は、与えられた信号値を処理して、変換により画像を形成する。この画像を例えばモニター手段 8 により可視化することができる。

【0018】

本発明によると、磁気共鳴画像化 (MRI) システム 1 は、改良されたグラディエントコイルシステムを有する。そのグラディエントコイルシステムについては、下でより詳しく説明する。本発明は、磁気共鳴画像化システム用の新しいグラディエントコイルシステムを提供する。

10

【0019】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態によるグラディエントコイルシステム 13 の詳細を示す図であり、半径方向の積み重ね構造を概略的に示している。図 2 によるグラディエントコイルシステム 13 は、2 つの X プライマリコイル、2 つの Y プライマリコイル、及び 1 つの Z プライマリコイルを有する。2 つの X プライマリコイルのリニアリティボリュームは互いに異なる。すなわち、第 1 の非線形 X プライマリコイル X_{1pc} のリニアリティボリュームは第 2 の線形 X プライマリコイル X_{2pc} よりも小さい。2 つの Y プライマリコイルのリニアリティボリュームも互いに異なる。すなわち、第 1 の非線形 Y プライマリコイル Y_{1pc} のリニアリティボリュームは第 2 の線形 Y プライマリコイル Y_{2pc} よりも小さい。

20

【0020】

留意すべきことは、本発明によると、2 つの X (及び 2 つの Y) プライマリコイルのリニアリティボリュームは、互いに組み合わせた場合、相互に異なるものであってもよい。つまり、第 1 の X プライマリコイル X_{1pc} が中間のリニアリティボリュームを有し、第 2 の X プライマリコイル X_{2pc} が補正コイルとして設計され、第 1 の X プライマリコイル X_{1pc} と組み合わせると、補正コイルを流れる電流の向きに応じてリニアリティボリュームがより小さくまたは大きくなる。補正コイルとして設計された第 2 の X プライマリコイル X_{2pc} は、別のアンプ (図示せず) で駆動することもできるし、スイッチ (図示せず) により第 1 の X プライマリコイル X_{1pc} と直列に接続することもできる。このようなスイッチを用いて補正コイルを反対極性で接続してもよい。

30

【0021】

1 つの Z プライマリコイル Z_{pc} が X プライマリコイルと Y プライマリコイルの間に入れられている。

【0022】

本発明は、2 つの X プライマリコイルと 2 つの Y プライマリコイルを有するが Z プライマリコイルは 1 つだけのモジュラーグラディエントコイルシステムを提供する。本発明によると、効果的なモジュラーグラディエントコイルシステム 13 を提供するには、Z プライマリコイルは 1 つだけで十分である。Z プライマリコイルは X プライマリコイルと Y プライマリコイルよりも効率的であり、PNS (末梢神経刺激) 閾値がより高い。それゆえ、Z プライマリコイルは 2 つ必要ない。

40

【0023】

図 2 に示した実施形態によると、1 つの Z プライマリコイル Z_{pc} は、2 つの X プライマリコイルと 2 つの Y プライマリコイルの間に置かれているが、Z プライマリコイル Z_{pc} の第 1 の側に第 1 の非線形 X プライマリコイル X_{1pc} と第 1 の非線形 Y プライマリコイル Y_{1pc} が置かれている。この Z プライマリコイル Z_{pc} の第 1 の側において、非線形 Y プライマリコイル Y_{1pc} は Z プライマリコイル Z_{pc} と非線形 X プライマリコイル X_{1pc} の間に置かれている。Z プライマリコイル Z_{pc} の第 2 の側には、第 2 の線形 X プライマリコイル X_{2pc} と第 2 の線形 Y プライマリコイル Y_{2pc} が配置されている。

50

このZプライマリコイル Z_{PC} の第2の側において、線形Xプライマリコイル X_{2PC} は、Zプライマリコイル Z_{PC} と線形Yプライマリコイル Y_{2PC} の間に置かれている。1つのZプライマリコイルが2つのXプライマリコイルと2つのYプライマリコイルの間に置かれサンドイッチになっている。非線形Xプライマリコイル X_{1PC} は、最も内側の半径方向位置に位置している。2つのXプライマリコイルと2つのYプライマリコイルの半径方向の順序は、図2に示した実施形態とはことなってもよいということに留意すべきである。例えば、非線形Yプライマリコイル Y_{1PC} を最も内側の半径方向位置に置いてもよい。

【0024】

2つのX（及びY）プライマリコイルの一方が補正コイルとして設計されている場合、補正コイルは、コイルの組み合わせ中の半径がより大きな位置に置くことが好ましい。

10

【0025】

図2により組み合わせた5つのプライマリコイルは貼り合わされる。2つの隣接するプライマリコイルの間には、電氣的絶縁層を設ける。すなわち、第1の非線形Xプライマリコイル X_{1PC} と第1の非線形Yプライマリコイル Y_{1PC} の間に、第1の電氣的絶縁層が置かれている。さらにまた、第1の非線形Yプライマリコイル Y_{1PC} とZプライマリコイル Z_{PC} の間と、Zプライマリコイル Z_{PC} と第2の線形Xプライマリコイル X_{2PC} の間と、その線形Xプライマリコイル X_{2PC} と第2の線形Yプライマリコイル Y_{2PC} の間と、に電氣的絶縁層が置かれる。電氣的絶縁層は熱絶縁効果も有するが、この熱絶縁効果は電氣的絶縁層が有する好ましくない副作用である。

20

【0026】

Zプライマリコイルは、中空の導体からできており、その中空導体中を流れる水等の冷却流体により直接冷却される。Zプライマリコイル Z_{PC} は、2つのXプライマリコイルと2つのYプライマリコイルの間にサンドイッチされていて、その2つのXプライマリコイルと2つのYプライマリコイルを効率的に冷却する。2つのXプライマリコイルと2つのYプライマリコイルは、その1つのZプライマリコイルにより間接的に冷却される。Zプライマリコイルが2つのXプライマリコイルと2つのYプライマリコイルの間にサンドイッチになっておらず、前記2つのXプライマリコイルと前記2つのYプライマリコイルの外側にある場合、2つのXプライマリコイルと2つのYプライマリコイルに対する1つのZプライマリコイルによる間接的な冷却は十分効果的ではない。その理由は、好ましくない熱的絶縁としても機能する4つの電氣的絶縁層を熱が通過しなければならないからである。

30

【0027】

図3は、本発明の第2の実施形態の詳細を示す図である。図3は、内側コイルアレイメント15と外側コイルアレイメント16を有するグラディエントコイルシステム14を示す図である。図3に示したグラディエントコイルシステム14の内側コイルアレイメント15は、図2に示したグラディエントコイルシステムと同様に設計されており、2つのXプライマリコイル X_{1PC} 、 X_{2PC} 、2つのYプライマリコイル Y_{1PC} 、 Y_{2PC} 、及び1つのZプライマリコイル Z_{PC} を有する。

【0028】

この内側コイルアレイメント15に加えて、図3に示したグラディエントコイルシステム14は外側コイルアレイメント16を有する。この外側コイルアレイメント16は、2つのXシールドコイル、2つのYシールドコイル、及び1つのZシールドコイルを有する。1つのZシールドコイルが2つのXシールドコイルと2つのYシールドコイルの間に置かれサンドイッチになっている。前記Zシールドコイル Z_{SC} の両側に、1つのXシールドコイルと1つのYシールドコイルが配置されている。2つのXシールドコイル X_{1SC} と X_{2SC} は、2つのXプライマリコイル X_{1PC} と X_{2PC} に対応し、第1のXシールドコイル X_{1SC} が第1のXプライマリコイル X_{1PC} をよくシールドし、第2のXシールドコイル X_{2SC} が第2のXプライマリコイル X_{2PC} をよくシールドする。2つのYシールドコイル Y_{1SC} と Y_{2SC} は、2つのYプライマリコイル Y_{1PC} と Y_{2PC}

40

50

P_C に対応し、第1のYシールドコイル Y_{1SC} が第1のYプライマリコイル Y_{1PC} をよくシールドし、第2のYシールドコイル Y_{2SC} が第2のYプライマリコイル Y_{2PC} をよくシールドする。

【0029】

図3に示したように、Zシールドコイル Z_{SC} の片側に、第1のXシールドコイル X_{1SC} と第1のYシールドコイル Y_{1SC} が置かれている。1つのZシールドコイル Z_{SC} の他の側に、第2のXシールドコイル X_{2SC} と第2のYシールドコイル Y_{2SC} が置かれている。第1のXシールドコイル X_{1SC} は、1つのZシールドコイル Z_{SC} と第1のYシールドコイル Y_{1SC} の間に置かれ、第2のYシールドコイル Y_{2SC} は、1つのZシールドコイル Z_{SC} と第2のXシールドコイル X_{2SC} の間に置かれている。XシールドコイルとYシールドコイルの半径は、Zシールドコイルの内側または外側のいずれかである。これはプライマリコイルの半径の順序とは独立である。

10

【0030】

外側コイルアレンジメント16のシールドコイルは、内側コイルアレンジメント15のプライマリコイルと同様に接着されている。繰り返しをさけるため、外側コイルアレンジメントについて、次のことだけを述べておく。すなわち、隣接するシールドコイルの各ペアの間に電氣的絶縁層が設けられている。2つのXシールドコイルと2つのYシールドコイルの間にありサンドイッチされたZシールドコイル Z_{SC} は、Zシールドコイルができて中空導体を流れる冷却流体（例えば水）により直接冷却される。それにより、XシールドコイルとYシールドコイルが間接的に冷却される。

20

【0031】

図3から分かることは、2つの層が内側コイルアレンジメント15と外側コイルアレンジメント16の間に置かれていることである。第1の層17は、フィラー材料を含むエポキシ層の形で設けられている。ガラス球をフィラー材料として使用することができる。層17の機能は、補償を目的としたプライマリコイルとシールドコイルの力のカップリングである。第2の層18は、いわゆるGRPチューブの形で設けられている。GRP（ガラス強化プラスチック）チューブは、プラスチックを詰めた、ガラスフィラメントを巻いた担体チューブにより構成されている。GRPチューブは、グラディエントコイルシステム14を堅くする。第1の層17は、内側コイルアレンジメント15に隣接して置かれ、GRPチューブの形で設けられた第2の層18は、外側コイルアレンジメント16に隣接して置かれる。第1の層17と第2の層18の位置を交換することも可能である。すなわち、GRPチューブが内側コイルアレンジメント15に隣接して置かれ、層17が外側コイルアレンジメント16に隣接して置かれる。

30

【0032】

図4と図5は、本発明の第3の実施形態を示している。図5は、図4の実施形態の一部Vの詳細を拡大して示す図である。図4は、図3に示したグラディエントコイルシステム14とのアナロジーで設計されているグラディエントコイルシステム19を示している。それゆえ、繰り返しを避けるため、同じ機能と構成要素には同じ参照数字を付した。

【0033】

図4に示したように、グラディエントコイルシステム19は、図3に示したグラディエントコイルシステム14と同様に、5つのプライマリコイルにより構成された内側コイルアレンジメント15、5つのシールドコイルにより構成された外側コイルアレンジメント16、内側コイルアレンジメント15と外側コイルアレンジメント16の間にある層17と層18を有する。内側コイルアレンジメント15は5つのプライマリコイル、すなわち、非線形Xプライマリコイル X_{1PC} 、非線形Yプライマリコイル Y_{1PC} 、線形Xプライマリコイル X_{2PC} 、線形Yプライマリコイル Y_{2PC} 、及び1つのZプライマリコイル Z_{PC} を有する。この内側コイルアレンジメント15は、図3に示した実施形態の内側コイルアレンジメント15とまったく同じであるが、図4と図5では、Zプライマリコイル Z_{PC} を形成する中空導体20と各コイルペアの間にある電氣的絶縁層21を明示的に示してある。

40

50

【 0 0 3 4 】

図 4 に示したグラディエントコイルシステム 1 9 は、1 つの Z シールドコイルと層 1 8 に対する外側コイルアレイメント 1 6 内の X シールドコイルと Y シールドコイルの位置が、図 3 に示したグラディエントコイルシステム 1 4 と異なる。図 4 に示した実施形態において、第 1 の X シールドコイル X_{1sc} と第 1 の Y シールドコイル Y_{1sc} は、1 つの Z シールドコイルと層 1 8 の間にあるが、図 3 に示した実施形態においては、第 2 の X シールドコイル X_{2sc} と第 2 の Y シールドコイル Y_{2sc} は Z シールドコイルと層 1 8 の間にある。その結果、図 4 に示した実施形態において、第 1 の X シールドコイル X_{2sc} と第 1 の Y シールドコイル Y_{2sc} は、外側コイルアレイメント 1 6 の外側にある。

【 0 0 3 5 】

本発明は、プライマリコイルまたはプライマリコイルとシールドコイルの組み合わせを有する磁気共鳴画像化システム用のグラディエントコイルシステムを提供する。プライマリコイル及び/またはシールドコイルは、それぞれ、少なくとも 2 つの X コイルと、少なくとも 2 つの Y コイルと、1 つの Z コイルとを有する。Z コイルは、少なくとも 2 つの X コイルと少なくとも 2 つの Y コイルの間にサンドイッチされている。単一の Z コイルは、直接冷却用の中空導体を有し、前記中空導体を水が流れる。X コイルと Y コイルは、前記 Z コイルにより間接的に冷却される。水の代わりに、異なる冷却流体を Z コイルの中空導体中を流してもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 6 】

【 図 1 】 従来技術による MRI システムを示す図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態によるグラディエントコイルシステムを示す断面図である。

【 図 3 】 本発明の第 2 の実施形態によるグラディエントコイルシステムを示す断面図である。

【 図 4 】 本発明の第 3 の実施形態によるグラディエントコイルシステムを示す断面図である。

【 図 5 】 図 4 の実施形態の詳細を拡大して示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

- 1 磁気共鳴画像化システム
- 2 主磁石システム
- 3 グラディエントコイルシステム
- 4 電源部
- 5 RF トランスミッタコイル
- 6 モジュレータ
- 7 オブジェクト
- 8 モニター
- 9 送受信回路
- 10 復調部
- 11 制御部
- 12 処理部
- 13 グラディエントコイルシステム
- 14 グラディエントコイルシステム
- 15 内側コイルアレイメント
- 16 外側コイルアレイメント
- 17 層
- 18 層
- 19 グラディエントコイルシステム
- 20 中空導体

10

20

30

40

50

2 1 電気絶縁層

【図1】

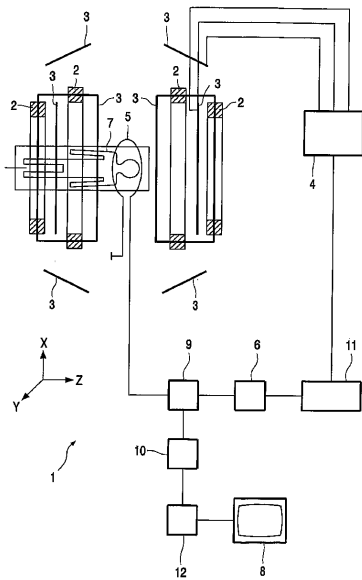


FIG. 1

【図2】

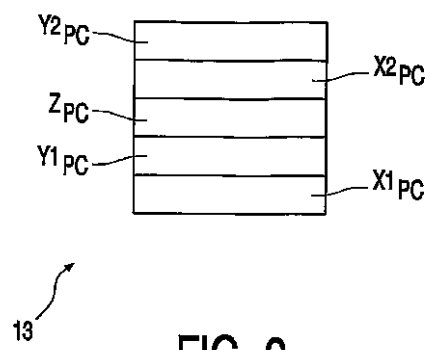


FIG. 2

【 図 3 】

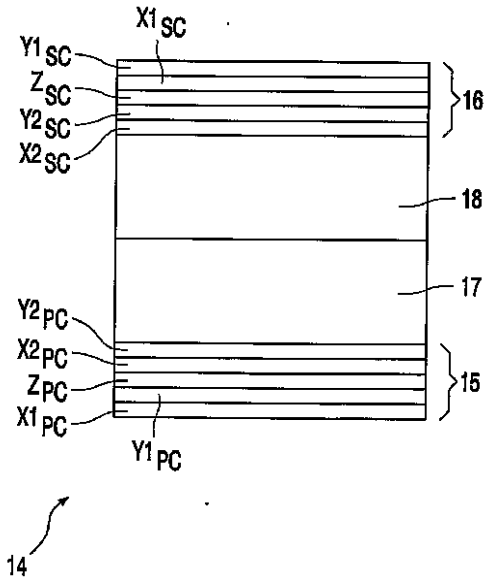


FIG. 3

【 図 4 】

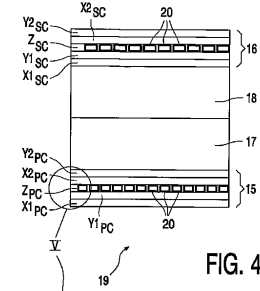


FIG. 4

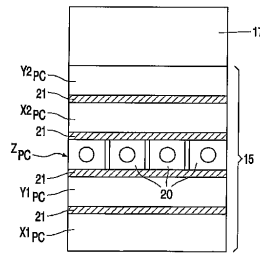


FIG. 5

【 図 5 】

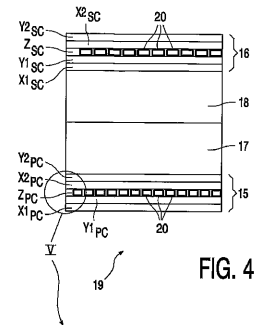


FIG. 4

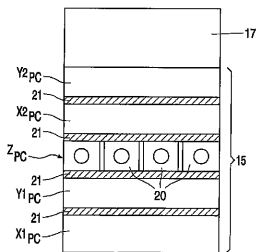


FIG. 5

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP2004/052121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01R33/385		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G01R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, MEDLINE, EMBASE, BIOSIS, COMPENDEX, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KIMMLINGEN R ET AL: "GRADIENT SYSTEM PROVIDING CONTINUOUSLY VARIABLE FIELD CHARACTERISTICS" MAGNETIC RESONANCE IN MEDICINE, ACADEMIC PRESS, DULUTH, MN, US, vol. 47, no. 4, April 2002 (2002-04), pages 800-808, XP001104708 ISSN: 0740-3194	1,4, 7-12,14
A	* chapter "Methods" *	2,3,5,6, 13
Y	US 6 311 389 B1 (YAMASHITA MASATOSHI ET AL) 6 November 2001 (2001-11-06) column 4, line 20 - line 43	1,4, 7-12,14
Y	US 5 406 204 A (MORICH MICHAEL A ET AL) 11 April 1995 (1995-04-11) column 6, line 40 - line 45	7-10
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the International filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
14 January 2005		24/01/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Skalla, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No PCT/JP2004/052121

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	EP 1 411 366 A (GE MED SYS GLOBAL TECH CO LLC) 21 April 2004 (2004-04-21) paragraph '0036!; figure 7	1-6,14
A	US 5 736 858 A (HARVEY PAUL R ET AL) 7 April 1998 (1998-04-07) cited in the application column 5, line 22 - line 42	1-14
A	US 6 479 999 B1 (DEMEESTER GORDON D ET AL) 12 November 2002 (2002-11-12) column 3, line 31 - column 5, line 11	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int	nal Application No
Pub	1B2004/052121

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6311389	B1	06-11-2001 JP 2000082627 A	21-03-2000
US 5406204	A	11-04-1995	US 5296810 A 22-03-1994
			US 5289128 A 22-02-1994
			US 5280247 A 18-01-1994
			DE 69430936 D1 14-08-2002
			DE 69430936 T2 27-02-2003
			EP 0629875 A1 21-12-1994
			JP 7299048 A 14-11-1995
			DE 69325486 D1 05-08-1999
			DE 69325486 T2 28-10-1999
			EP 0587423 A1 16-03-1994
			JP 3451558 B2 29-09-2003
			JP 6277193 A 04-10-1994
			US 5424643 A 13-06-1995
			US 5349297 A 20-09-1994
			DE 69332969 D1 18-06-2003
			DE 69332969 T2 29-01-2004
			EP 0562708 A1 29-09-1993
			JP 6070908 A 15-03-1994
			DE 69318611 D1 25-06-1998
			DE 69318611 T2 10-09-1998
			EP 0562707 A1 29-09-1993
			JP 6070907 A 15-03-1994
EP 1411366	A	21-04-2004	US 2004075434 A1 22-04-2004
			EP 1411366 A2 21-04-2004
			JP 2004136092 A 13-05-2004
			US 2004189298 A1 30-09-2004
US 5736858	A	07-04-1998	DE 19540746 A1 05-06-1996
			GB 2295020 A ,B 15-05-1996
			JP 3164278 B2 08-05-2001
			JP 8229023 A 10-09-1996
			NL 1001573 C2 11-09-1996
			NL 1001573 A1 03-05-1996
US 6479999	B1	12-11-2002	WO 02099450 A2 12-12-2002

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72) 発明者 ハム, コルネリス エル ヘー

オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6

Fターム(参考) 4C096 AA20 AB33 AD09 CB05 CB07 CB20

【要約の続き】

ト(X_{1PC} 、 X_{2PC})とYプライマリコイル状エレメント(Y_{1PC} 、 Y_{2PC})の間にある。