

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5068586号
(P5068586)

(45) 発行日 平成24年11月7日 (2012. 11. 7)

(24) 登録日 平成24年8月24日 (2012. 8. 24)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 5/055 (2006. 01)
G O 1 R 33/421 (2006. 01)
G O 1 R 33/385 (2006. 01)
H O 1 F 6/00 (2006. 01)

A 6 1 B 5/05 3 6 2
 A 6 1 B 5/05 3 4 O
 G O 1 N 24/02 5 4 O Y
 G O 1 N 24/06 5 1 O Y
 H O 1 F 7/22 C

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-161188 (P2007-161188)
 (22) 出願日 平成19年6月19日 (2007. 6. 19)
 (65) 公開番号 特開2008-604 (P2008-604A)
 (43) 公開日 平成20年1月10日 (2008. 1. 10)
 審査請求日 平成22年6月16日 (2010. 6. 16)
 (31) 優先権主張番号 11/425, 860
 (32) 優先日 平成18年6月22日 (2006. 6. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (72) 発明者 シャンルイ・ファン
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフ
 トン・パーク、ディヴオー・ドライブ、1
 6 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 MR超伝導マグネットコイルを局所的に遮蔽するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

閉じた伝導経路を形成すると共に、MRシステム(10)の第1の超伝導マグネットコイル(70)の一部に沿って位置決めされた第1の方向の磁場傾斜(G_x 、 G_y 、 G_z)が発生させた傾斜磁場と磁氣的に結合させ第1の超伝導マグネットコイル(70)を局所的に遮蔽するように構成された複数の弓形(92、94、110、112、116、118、136、138、154、156、164、166、170、172、182、184)を有する超伝導ワイヤ(75)を備え、該超伝導ワイヤ(75)は、前記第1の超伝導マグネットコイル(70)に沿って巻きつけられる、遮蔽コイル装置。

【請求項 2】

前記複数の弓形(92、94、110、112、116、118、136、138、154、156、164、166、170、172、182、184)のうちに第1の超伝導マグネットコイル(70)の外径(98、120、140、160、174、188)に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第1の弓形(94、118、138、156、172、184)をさらに備える請求項1に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 3】

前記複数の弓形(92、94、110、112、116、118、136、138、154、156、164、166、170、172、182、184)のうちに第1の超伝導マグネットコイル(70)の内径(96、114、139、158、168、186)に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第2の弓形(92、110、136、1

10

20

5 4、1 6 6、1 8 2) をさらに備える請求項 2 に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 4】

第 1 の弓形 (9 4、1 5 6) と第 2 の弓形 (9 2、1 5 4) の間に規定された面が $B_r z$ 傾斜磁場方向 (8 6、1 5 2) と実質的に直角である、請求項 3 に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 5】

前記複数の弓形 (9 2、9 4、1 1 0、1 1 2、1 1 6、1 1 8、1 3 6、1 3 8、1 5 4、1 5 6、1 6 4、1 6 6、1 7 0、1 7 2、1 8 2、1 8 4) のうちに第 1 の超伝導マグネットコイル (7 0) の外径 (9 8、1 2 0、1 4 0、1 6 0、1 7 4、1 8 8) に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第 3 の弓形 (1 1 6、1 3 8、1 7 0、1 8 4) と、

10

前記複数の弓形 (9 2、9 4、1 1 0、1 1 2、1 1 6、1 1 8、1 3 6、1 3 8、1 5 4、1 5 6、1 6 4、1 6 6、1 7 0、1 7 2、1 8 2、1 8 4) のうちに第 1 の超伝導マグネットコイル (7 0) の内径 (9 6、1 1 4、1 3 9、1 5 8、1 6 8、1 8 6) に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第 4 の弓形 (1 1 2、1 3 6、1 6 4、1 8 2) と、

をさらに備える請求項 3 に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 6】

前記複数の弓形 (9 2、9 4、1 1 0、1 1 2、1 1 6、1 1 8、1 3 6、1 3 8、1 5 4、1 5 6、1 6 4、1 6 6、1 7 0、1 7 2、1 8 2、1 8 4) のうちに第 1 の超伝導マグネットコイル (7 0) の外径に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第 5 の弓形 (9 4、1 1 6、1 3 8、1 5 6、1 7 0、1 8 4) と、

20

前記複数の弓形 (9 2、9 4、1 1 0、1 1 2、1 1 6、1 1 8、1 3 6、1 3 8、1 5 4、1 5 6、1 6 4、1 6 6、1 7 0、1 7 2、1 8 2、1 8 4) のうちに第 1 の超伝導マグネットコイル (7 0) の外径に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第 6 の弓形 (9 2、1 1 0、1 3 6、1 5 4、1 6 6、1 8 2) と、

前記複数の弓形 (9 2、9 4、1 1 0、1 1 2、1 1 6、1 1 8、1 3 6、1 3 8、1 5 4、1 5 6、1 6 4、1 6 6、1 7 0、1 7 2、1 8 2、1 8 4) のうちに第 1 の超伝導マグネットコイル (7 0) の内径に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第 7 の弓形 (1 1 8、1 3 8、1 7 2、1 8 4) と、

30

前記複数の弓形 (9 2、9 4、1 1 0、1 1 2、1 1 6、1 1 8、1 3 6、1 3 8、1 5 4、1 5 6、1 6 4、1 6 6、1 7 0、1 7 2、1 8 2、1 8 4) のうちに第 1 の超伝導マグネットコイル (7 0) の内径に沿って巻きつけられ円周方向にルート設定された第 8 の弓形 (1 1 2、1 3 6、1 6 4、1 8 2) と、

をさらに備える請求項 5 に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 7】

第 1 の弓形 (1 1 8、1 7 2) と第 3 の弓形 (1 1 6、1 7 0) の間に規定された面が B_r 傾斜磁場方向 (1 0 4、1 6 2) と実質的に直角である、請求項 5 に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 8】

40

第 1 の弓形 (1 1 8、1 3 8、1 5 6、1 7 2、1 8 4) と第 4 の弓形 (1 1 2、1 3 6、1 6 4、1 8 2) の間に規定された面が B_z 傾斜磁場方向 (1 3 0、1 8 0) と実質的に直角である、請求項 5 に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 9】

前記超伝導ワイヤ (7 5) の第 1 の端部 (8 0) をその第 2 の端部 (8 1) と接続するように構成された超伝導ジョイント (7 9) をさらに備える請求項 1 に記載の遮蔽コイル装置。

【請求項 10】

前記超伝導ワイヤ (7 5) は、MR システム (1 0) の第 2 の超伝導マグネットコイル (7 2) の一部に沿って位置決めされた、第 1 の方向の磁場傾斜 (G_x 、 G_y 、 G_z) が発

50

生させた傾斜磁場と磁氣的に結合させ第2の超伝導マグネットコイル(72)を局所的に遮蔽するように構成された第2の複数の弓形(92、94、110、112、116、118、136、138、154、156、164、166、170、172、182、184)を有している、請求項1に記載の遮蔽コイル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は全般的には、超伝導マグネットシステムに関し、またさらに詳細には超伝導マグネット向けの局所傾斜遮蔽ループに関する。

10

【背景技術】

【0002】

MRシステムは一例として、超伝導マグネット、マグネットコイル支持構造及びヘリウム容器を備えたコールドマス(cold mass)を含む。ヘリウム容器内に包含された液体ヘリウムは、超伝導マグネットに対して冷却を提供すると共に、超伝導動作のために超伝導マグネットを低い温度に維持していることは当業者であれば理解されよう。この液体ヘリウムは、概ね及び/または実質的に4.2ケルビン(K)の液体ヘリウム温度に超伝導マグネットを維持している。熱的に分離させるために、この液体ヘリウムを包含するヘリウム容器は一例として、圧力容器を真空容器の内部に備えている。

20

【0003】

MR超伝導マグネットは典型的には、撮像ボリュームの位置に均一の B_0 磁場を発生させる1組の主コイル、マグネットのフリンジ磁場を制限する1組のバックিং(bucking)コイルなど幾つかのコイルを含む。これらのコイルはNbTiやNb3Sn導体などの超伝導体によって巻きつけられる。このマグネットはその導体が超伝導状態で動作するように液体ヘリウム温度(4.2K)まで冷却される。マグネットの熱負荷(環境からの輻射や伝導によって生じるものなど)は、「開放系」における液体ヘリウムのボイルオフによるか、「閉鎖系」における4Kクライオクーラによるかのいずれかによって除去される。このマグネットは典型的には、その熱負荷を最小限にするようにクライオスタットの内部に配置される(液体ヘリウムの交換の費用が多いため、並びにクライオクーラの冷却能力が限られることのため)。MRシステムの傾斜コイルが発生させるAC磁場などのAC磁場にコイルを曝露させると、超伝導体内にAC損失が発生する。すなわち、超伝導コイルをAC磁場に曝露させると、導体温度上昇やクエンチを生じさせる可能性があるAC損失の原因となるヒステシス損やうず電流がその内部に誘導される。AC損失はさらに、極低温システムに関する総熱負荷も増加させる。熱負荷が上昇すると追加的な冷媒極低温化能力が必要となり、これによって動作コストが上昇する。

30

【0004】

超伝導マグネット内への傾斜AC磁場の貫通は、冷凍機システムによって超伝導マグネットの熱負荷の全体が除去できるように最小限にすべきである。同時に、磁場遮蔽の影響を撮像ボリューム内で極めて小さくすべきであり、さもないと傾斜システムの性能が大きく損なわれることになる。超伝導マグネット内への傾斜AC磁場貫通を減少させるために大ボリュームの遮蔽傾斜を使用することは、傾斜システム性能に対して大きなマイナスの影響を及ぼす。

40

【特許文献1】米国特許第6783059号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、超伝導マグネット内への傾斜AC磁場貫通によって生じるAC損失を低下させ、撮像ボリューム内の傾斜性能に対する影響を最小限にするように構成した装置があることが望ましい。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の欠点を克服した超伝導マグネット内への傾斜AC磁場の貫通を低下させるための方法及び装置を提供する。超伝導ワイヤはMRシステムの超伝導マグネットコイルの一部に沿って位置決めされる。超伝導ワイヤは、傾斜磁場と結合し、かつ超伝導マグネットコイルを局所的に遮蔽する。

【0007】

本発明の一態様による遮蔽コイル装置は、閉じた伝導経路を形成すると共に、MRシステムの第1の超伝導マグネットコイルの一部に沿って位置決めされた第1の方向の磁場傾斜(G_x 、 G_y 、 G_z)が発生させた傾斜磁場と磁氣的に結合させ第1の超伝導マグネットコイルを局所的に遮蔽するように構成された複数の弓形を有する超伝導ワイヤを備える。

10

【0008】

本発明の別の態様によるMRI装置は、偏向磁場を印加するために超伝導マグネットボアの周りに位置決めされた複数の傾斜コイルと、MR画像を収集させるRF信号をRFコイルアセンブリに送るようにパルスモジュールにより制御を受けているRF送受信器システム及びRFスイッチと、を有する磁気共鳴撮像システムを含んでおり、該超伝導マグネットは複数の超伝導マグネットコイルを備えている。本MRI装置はさらに、各超伝導マグネットコイルの近傍にルート設定されると共に磁場傾斜と結合するように構成させた第1の傾斜遮蔽ループを含んでおり、この磁場傾斜は、 G_x 磁場傾斜、 G_y 磁場傾斜及び G_z 磁場傾斜のうちの1つを含んでいる。

20

【0009】

本発明のさらに別の態様による方法は、超伝導マグネットコイルを形成する工程と、このコイルに隣接して第1の傾斜遮蔽コイルの第1の複数の弓形部分をルート設定する工程と、を含んでおり、該第1の複数の弓形部分は第1の磁場傾斜と結合するように構成されている。

【0010】

本発明に関する別の様々な特徴及び利点は、以下の詳細な説明及び図面から明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0011】

図面では、本発明を実施するために目下のところ企図される好ましい一実施形態を図示している。

【0012】

図1を参照すると、本発明を組み込むことにより恩恵を受ける好ましい磁気共鳴撮像(MRI)システム10の主要な構成要素を表している。システム10の動作は、キーボードその他の入力デバイス13、制御パネル14及び表示画面16を含むオペレータコンソール12から制御を受けている。コンソール12は、オペレータが画像の作成及び表示画面16上への画像表示を制御できるようにする単独のコンピュータシステム20と、リンク18を介して連絡している。コンピュータシステム20は、バックプレーン20aを介して互いに連絡している多くのモジュールを含んでいる。これらのモジュールには、画像プロセッサモジュール22、CPUモジュール24、並びに当技術分野でフレームバッファとして知られている画像データアレイを記憶するためのメモリモジュール26が含まれる。コンピュータシステム20は、画像データ及びプログラムを記憶するためにディスク記憶装置28及びテープ駆動装置30とリンクしており、さらに高速シリアルリンク34を介して単独のシステム制御部32と連絡している。入力デバイス13は、マウス、ジョイスティック、キーボード、トラックボール、タッチ作動スクリーン、光学読取り棒、音声制御器、あるいは同様な任意の入力デバイスや同等の入力デバイスを含むことができ、また入力デバイス13は対話式幾何学指定のために使用することができる。

40

【0013】

50

システム制御部 32 は、バックプレーン 32a により互いに接続させたモジュールの組を含んでいる。これらのモジュールには、CPU モジュール 36 や、シリアルリンク 40 を介してオペレータコンソール 12 に接続させたパルス発生器モジュール 38 が含まれる。システム制御部 32 は、実行すべきスキャンシーケンスを指示するオペレータからのコマンドをこのリンク 40 を介して受け取っている。パルス発生器モジュール 38 は、各システム構成要素を動作させて所望のスキャンシーケンスを実行させ、発生させる RF パルスのタイミング、強度及び形状、並びにデータ収集ウィンドウのタイミング及び長さを指示するデータを発生させている。パルス発生器モジュール 38 は、スキャン中に発生させる傾斜パルスのタイミング及び形状を指示するために 1 組の傾斜増幅器 42 と接続させている。パルス発生器モジュール 38 はさらに、生理学的収集制御器 44 から患者データを受け取ることができ、この生理学的収集制御器 44 は、患者に装着した電極からの ECG 信号など患者に接続した異なる多数のセンサからの信号を受け取っている。また最終的には、パルス発生器モジュール 38 はスキャン室インタフェース回路 46 と接続されており、スキャン室インタフェース回路 46 はさらに、患者及びマグネットシステムの状態に関連付けした様々なセンサからの信号を受け取っている。このスキャン室インタフェース回路 46 を介してさらに、患者位置決めシステム 48 が患者を所望のスキャン位置に移動させるコマンドを受け取っている。

【0014】

パルス発生器モジュール 38 が発生させる傾斜波形は、 G_x 増幅器、 G_y 増幅器及び G_z 増幅器を有する傾斜増幅器システム 42 に加えられる。各傾斜増幅器は、収集する信号の空間エンコードに使用する磁場傾斜を生成させるように全体を番号 50 で示す傾斜コイルアセンブリ内の物理的に対応する傾斜コイルを励起させている。傾斜コイルアセンブリ 50 は、偏向用マグネット 54 及び全身用 RF コイル 56 を含むマグネットアセンブリ 52 の一部を形成している。システム制御部 32 内の送受信器モジュール 58 は、RF 増幅器 60 により増幅を受けて送信 / 受信スイッチ 62 により RF コイル 56 に結合されるようなパルスを発生させている。患者内の励起された原子核が放出して得られた信号は、同じ RF コイル 56 により検知し、送信 / 受信スイッチ 62 を介して前置増幅器 64 に結合させることができる。増幅した MR 信号は、送受信器 58 の受信器部分で復調され、フィルタ処理され、さらにデジタル化される。送信 / 受信スイッチ 62 は、パルス発生器モジュール 38 からの信号により制御し、送信モードでは RF 増幅器 60 をコイル 56 と電気的に接続させ、受信モードでは前置増幅器 64 をコイル 56 に接続させている。送信 / 受信スイッチ 62 によりさらに、送信モードと受信モードのいずれに関しても独立した RF コイル（例えば、表面コイル）を使用することが可能となる。

【0015】

RF コイル 56 により取り込まれた MR 信号は送受信器モジュール 58 によりデジタル化され、システム制御部 32 内のメモリモジュール 66 に転送される。未処理の k 空間データのアレイをメモリモジュール 66 内に収集し終わると 1 回のスキャンが完了となる。この未処理の k 空間データは、各画像を再構成させるように別々の k 空間データアレイの形に配置し直しており、これらの各々は、データをフーリエ変換して画像データのアレイにするように動作するアレイプロセッサ 68 に入力される。この画像データはシリアルリンク 34 を介してコンピュータシステム 20 に送られ、コンピュータシステム 20 において画像データはディスク記憶装置 28 内などの記憶装置内に格納される。この画像データは、オペレータコンソール 12 から受け取ったコマンドに応じて、テープ駆動装置 30 上などの長期記憶内にアーカイブしたり、画像プロセッサ 22 によりさらに処理してオペレータコンソール 12 に伝達しディスプレイ 16 上に表示させたりすることができる。

【0016】

傾斜コイルアセンブリ 50 は典型的には、3 組のコイル（図示せず）を有する。各組の傾斜コイルは、 x 、 y 及び z 方向のうちの 1 つの方向に傾斜磁場を生成させる。各傾斜磁場方向は一意的対称性を有する。すなわち、 x 方向に生成される傾斜磁場は、 y 方向及び z 方向に生成される傾斜磁場が生成する対称性と異なる対称性を有している。 y 方向及び

10

20

30

40

50

z 方向の傾斜磁場方向のそれぞれは、x 方向及び z 方向と x 方向及び y 方向のそれぞれの傾斜磁場が生成する対称性と異なる対称性を有している。さらに、x、y 及び z 方向に生成される傾斜磁場の対称性は、偏向マグネット 54 が生成する均一磁場の対称性とも異なる対称性を有している。

【0017】

図 2～9 を参照すると、図 1 の MR システム 10 などの MR システム内に均一な静磁場を生成させるための超伝導コイル 70、72 の円筒状の対を表している。各超伝導コイル 70、72 の位置での傾斜磁場の方向は、超伝導コイル 70、72 の位置に応じて、大略アキシャル方向 (B_z)、大略半径方向 (B_r)、あるいはこれら両者の組み合わせ (B_{rz}) とすることができる。傾斜磁場方向に基づいて、超伝導コイル 70、72 に沿って複数の弓形 76 を有する傾斜遮蔽ループ 75 が局所的に巻きつけられている。この傾斜磁場方向は、計測や計算によって決定されることがある。超伝導コイル 70、72 の位置に対してその傾斜磁場方向が既知となった後に、傾斜磁場方向が複数の弓形 76 の対間に形成される面と実質的に直角になるようにして、超伝導コイル 70、72 に沿って傾斜遮蔽ループ 75 を巻きつけることがある。

【0018】

傾斜遮蔽ループ 75 は、複数の弓形 76 を形成するように超伝導コイル 70、72 に隣接して巻きつけられた単一の超伝導ワイヤまたはケーブルとすることが好ましい。傾斜遮蔽ループ 75 は、磁気リード結合を低減するようなバイファイラ型 (bifilar) ルート設定 78 を含む。超伝導ジョイント 79 によって、傾斜遮蔽ループ 75 の第 1 の端部 80 を傾斜遮蔽ループ 75 の第 2 の端部 81 に接続させて閉じた超伝導ループを形成している。好ましい一実施形態では、その傾斜遮蔽ループ 75 は超伝導コイル 70、72 の対に隣接して巻きつけられている。しかし x 及び y 傾斜磁場方向では、各超伝導コイル 70、72 向けの閉じた超伝導ループを形成するように各超伝導コイル 70、72 がこれに隣接して巻きつけられた個別の傾斜遮蔽ループ 75 を有することがあることが企図される。別法として、複数の弓形 76 のそれぞれは超伝導ジョイント 79 の位置において直列に接続された個別の超伝導ワイヤを介して巻きつけられることがある。

【0019】

超伝導コイル 70、72 及び傾斜遮蔽ループ 75 は、超伝導冷却システム (図示せず) を介して冷却される。傾斜遮蔽ループ 75 を超伝導冷却することによって、傾斜遮蔽ループ 75 を傾斜磁場 G_x 、 G_y 、及び G_z と実質的に同時に磁氣的結合させることが可能となる。すなわち、傾斜遮蔽ループ 75 は傾斜磁場 G_x 、 G_y 及び G_z のうちの 1 つと同期して動作する。この方式により、傾斜磁場を発生させると、鎖交磁束を介して傾斜遮蔽ループ 75 内に同時に遮蔽電流及び遮蔽磁場が発生する。この遮蔽磁場は、超伝導コイル 70、72 内の AC 磁場及び AC 損失を大幅に低下させる。傾斜遮蔽ループ 75 はその対応する磁場傾斜と同じ対称性で巻きつけられているため、これによって発生する正味の磁束は別の磁場傾斜や偏向マグネット 54 による影響を受けない。

【0020】

図 2～5 は、超伝導コイル 70、72 のうち y 傾斜 G_y が発生させた傾斜磁場に曝露される部分に沿って局所的に巻きつけられた、複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 を表している。超伝導コイル 70、72 のうち x 傾斜 G_x が発生させた傾斜磁場に曝露される部分に沿って複数の弓形 76 を局所巻きつけることは、中心軸 82 の周りに 90 度回転されると図 2～5 に示したのと同様となる。

【0021】

図 2～3 は、超伝導コイル 70、72 のうち y 傾斜 G_y が発生させた B_{rz} 傾斜磁場方向 86 に曝露される部分に沿って複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 が局所巻きされていることを表している。各超伝導コイル 70、72 は、2 対の弓形 88、90 を含む。各弓形対 88、90 は、超伝導コイル 70、72 の内径 96 と外径 98 のそれぞれの一部分に沿って円周方向に巻きつけられた弓形 92、94 を含む。図 2 に示すように、各超伝導コイル 70、72 は、閉じた傾斜遮蔽ループ 75 をこれに隣接して巻きつけた状態で有し

ている。図 3 は、超伝導コイル 70、72 の対に隣接して巻きつけられた閉じた傾斜遮蔽ループ 75 を表している。

【0022】

図 4 は、超伝導コイル 70、72 対のうち y 傾斜 G_y が発生させた B_r 傾斜磁場方向 104 に曝露される部分に沿って複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 が局所巻きされていることを表している。各超伝導コイル 70、72 は、2 組の弓形 106、108 を含む。各弓形組 106、108 は、超伝導コイル 70、72 の内径 114 の一部分に沿って円周方向に巻きつけられた弓形 110、112 の対と、超伝導コイル 70、72 の外径 120 の一部分に沿って円周方向に巻きつけられた 1 対の弓形 116、118 と、を含む。

【0023】

図 5 は、超伝導コイル 70、72 の対のうち y 傾斜 G_y が発生させた B_z 傾斜磁場方向 130 に曝露される部分に沿って複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 が局所巻きされていることを表している。各超伝導コイル 70、72 は、2 組の弓形 132、134 を含む。各弓形組 132、134 は、超伝導コイル 70、72 の内径 138 と外径 140 のそれぞれの一部分に沿って円周方向に巻きつけられた 2 対の弓形 136、138 を含む。

【0024】

図 6 ~ 8 は、超伝導コイル 70、72 のうち z 傾斜 G_z が発生させた傾斜磁場方向に曝露される部分に沿って局所的に巻きつけられた複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 を表している。

【0025】

図 6 は、超伝導コイル 70、72 の対のうち z 傾斜 G_z が発生させた $B_{r,z}$ 傾斜磁場方向 152 に曝露される部分に沿って複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 が局所巻きされていることを表している。各超伝導コイル 70、72 は、超伝導コイル 70、72 の内径 158 と外径 160 のそれぞれの一部分に沿って円周方向に巻きつけられた 1 対の弓形 154、156 を含む。

【0026】

図 7 は、超伝導コイル 70、72 の対のうち z 傾斜 G_z が発生させた B_r 傾斜磁場方向 162 に曝露される部分に沿って複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 が局所巻きされていることを表している。各超伝導コイル 70、72 は、超伝導コイル 70、72 の内径 168 の一部分に沿って円周方向に巻きつけられた 1 対の弓形 164、166 と、超伝導コイル 70、72 の外径 174 の一部分に沿って円周方向に巻きつけられた 1 対の弓形 170、172 と、を含む。

【0027】

図 8 は、超伝導コイル 70、72 の対のうち z 傾斜 G_z が発生させた B_z 傾斜磁場方向 180 に曝露される部分に沿って複数の弓形 76 の傾斜遮蔽ループ 75 が局所巻きされていることを表している。各超伝導コイル 70、72 は、超伝導コイル 70、72 の内径 186 と外径 188 のそれぞれの一部分に沿って円周方向に巻きつけられた 2 対の弓形 182、184 を含む。

【0028】

超伝導コイル 70、72 を x 、 y 及び z 方向のそれぞれの磁場傾斜から局所的に遮蔽するために、超伝導コイル 70、72 の対は、図 9 に示すようにして複数の傾斜遮蔽ループ 190、192、194 をその周りに巻きつけて有している。超伝導コイル 70、72 に作用する傾斜磁場の方向は、 G_x 、 G_y 、 G_z 磁場傾斜のそれぞれに関して独立に決定されることが好ましい。超伝導コイル 70、72 のそれぞれに作用する傾斜磁場方向が決定されると、各傾斜磁場に関する傾斜磁場方向に対応するようにして超伝導コイル 70、72 の対の周りに各傾斜遮蔽ループ 190、192、194 を上述のようにして巻きつけることがある。図 9 に示すように、この複数の傾斜遮蔽ループ 190、192、194 は、 G_x 、 G_y 、 G_z 磁場傾斜のそれぞれが発生させた $B_{r,z}$ 傾斜磁場方向から超伝導コイル 70、72 の対を局所的に遮蔽する。

【0029】

10

20

30

40

50

MRシステムの偏向マグネットの超伝導マグネットコイルの周りに複数の傾斜遮蔽ループを上述した方式で巻きつけることによって、超伝導マグネットコイルに対する局所性の遮蔽用磁場が生成される。超伝導マグネットコイルを局所遮蔽することによって、撮像ボリューム内の傾斜遮蔽磁場の影響が低減される。このため、収集する信号の空間エンコードに使用される傾斜磁場に対する傾斜遮蔽磁場の影響が低減され、また傾斜システム性能が向上することがある。

【0030】

したがって、遮蔽コイル装置を開示しており、該遮蔽コイル装置は、閉じた伝導経路を形成すると共に、MRシステムの第1の超伝導マグネットコイルの一部に沿って位置決めされた、第1の方向の磁場傾斜(G_x 、 G_y 、 G_z)が発生させた傾斜磁場と磁氣的に結合させ第1の超伝導マグネットコイルを局所的に遮蔽するように構成された複数の弓形を有する超伝導ワイヤを備える。

10

【0031】

さらにMRI装置を開示しており、該MRI装置は、偏向磁場を印加するために超伝導マグネットボアの周りに位置決めされた複数の傾斜コイルと、MR画像を収集させるRF信号をRFコイルアセンブリに送るようにパルスモジュールにより制御を受けているRF送受信器システム及びRFスイッチと、を有する磁気共鳴撮像システムを含んでおり、該超伝導マグネットは複数の超伝導マグネットコイルを備えている。本MRI装置はさらに、各超伝導マグネットコイルの近傍にルート設定されると共に磁場傾斜と結合するように構成させた第1の傾斜遮蔽ループを含んでおり、この磁場傾斜は、 G_x 磁場傾斜、 G_y 磁場傾斜及び G_z 磁場傾斜のうちの1つを含んでいる。

20

【0032】

本発明はまた、超伝導マグネットコイルを形成する工程と、このコイルに隣接して第1の傾斜遮蔽コイルの第1の複数の弓形部分をルート設定する工程と、を含む方法であって、該第1の複数の弓形部分は第1の磁場傾斜と結合するように構成されている方法の形で具現化される。

【0033】

本発明を好ましい実施形態に関して記載してきたが、明示的に記述した以外に等価、代替及び修正が可能であり、これらも添付の特許請求の範囲の域内にあることを理解されたい。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の組み込みにより恩恵が受けられるMR撮像システムのブロック概要図である。

【図2】本発明による、 y 傾斜 G_y が発生させた B_{r_z} 磁場に曝露される超伝導マグネットコイル対のそれぞれに対する局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

【図3】本発明による、 y 傾斜 G_y が発生させた B_{r_z} 磁場に曝露される超伝導マグネットコイル対に対する局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

40

【図4】本発明による、 y 傾斜 G_y が発生させた B_r 磁場に曝露される超伝導マグネットコイル対に対する局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

【図5】本発明による、 y 傾斜 G_y が発生させた B_z 磁場に曝露される超伝導マグネットコイル対に対する局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

【図6】本発明による、 z 傾斜 G_z が発生させた B_{r_z} 磁場に曝露される超伝導マグネットコイル対に対する局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

【図7】本発明による、 z 傾斜 G_z が発生させた B_{r_z} 磁場に曝露される超伝導マグネットコイル対に対する局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

【図8】本発明による、 z 傾斜 G_z が発生させた B_{r_z} 磁場に曝露される超伝導マグネッ

50

トコイル対に対する局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

【図 9】本発明による、 x 傾斜 G_x 、 y 傾斜 G_y 及び z 傾斜 G_z が発生させた B_{r_z} 磁場に曝露される超伝導マグネットコイル対に対する 1 組の局所傾斜遮蔽ループの斜視図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

1 0	磁気共鳴撮像 (MRI) システム	
1 2	オペレータコンソール	
1 3	キーボードまたは別の入力デバイス	
1 4	制御パネル	10
1 6	表示画面	
1 8	リンク	
2 0	単独のコンピュータシステム	
2 0 a	バックプレーン	
2 2	画像プロセッサモジュール	
2 4	CPUモジュール	
2 6	メモリモジュール	
2 8	ディスク記憶装置	
3 0	テープ駆動装置	
3 2	単独のシステム制御部	20
3 2 a	バックプレーン	
3 4	高速シリアルリンク	
3 6	CPUモジュール	
3 8	パルス発生器モジュール	
4 0	シリアルリンク	
4 2	傾斜増幅器組	
4 4	生理学的収集制御器	
4 6	スキャン室インタフェース回路	
4 8	患者位置決めシステム	
5 0	傾斜コイルアセンブリ	30
5 2	マグネットアセンブリ	
5 4	偏向用マグネット	
5 6	全身用 RF コイル	
5 8	送受信器モジュール	
6 0	RF 増幅器	
6 2	送信 / 受信スイッチ	
6 4	前置増幅器	
6 6	メモリモジュール	
6 8	アレイプロセッサ	
7 0	超伝導コイル	40
7 2	超伝導コイル	
7 5	傾斜遮蔽ループ	
7 6	複数の弓形	
7 8	バイファイラ型ルート設定	
7 9	超伝導ジョイント	
8 0	第 1 の端部	
8 1	第 2 の端部	
8 2	中心軸	
8 6	B_{r_z} 傾斜磁場方向	
8 8	弓形対	50

9 0	弓形対	
9 2	弓形	
9 4	弓形	
9 6	内径	
9 8	外径	
1 0 4	B_r 傾斜磁場方向	
1 0 6	弓形の組	
1 0 8	弓形の組	
1 1 0	弓形	
1 1 2	弓形	10
1 1 4	内径	
1 1 6	弓形	
1 1 8	弓形	
1 2 0	外径	
1 3 0	B_z 傾斜磁場方向	
1 3 2	弓形の組	
1 3 4	弓形の組	
1 3 6	弓形	
1 3 8	弓形	
1 3 9	内径	20
1 4 0	外径	
1 5 2	B_{r_z} 傾斜磁場方向	
1 5 4	弓形	
1 5 6	弓形	
1 5 8	内径	
1 6 0	外径	
1 6 2	B_r 傾斜磁場方向	
1 6 4	弓形	
1 6 6	弓形	
1 6 8	内径	30
1 7 0	弓形	
1 7 2	弓形	
1 7 4	外径	
1 8 0	B_z 傾斜磁場方向	
1 8 2	弓形	
1 8 4	弓形	
1 8 6	内径	
1 8 8	外径	
1 9 0	複数の傾斜遮蔽ループ	
1 9 2	複数の傾斜遮蔽ループ	40
1 9 4	複数の傾斜遮蔽ループ	

【図 2】

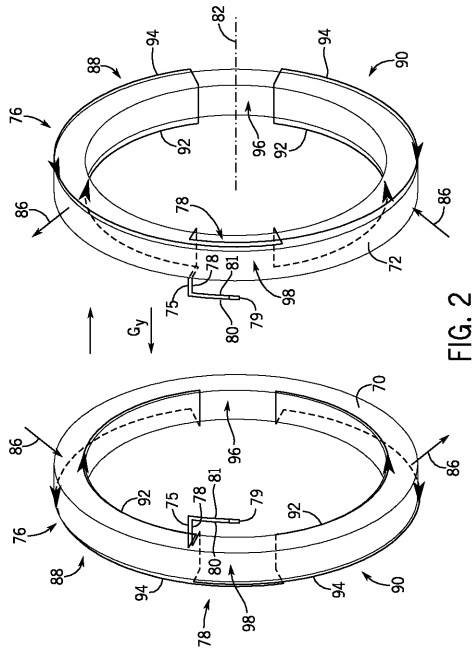


FIG. 2

【図 3】

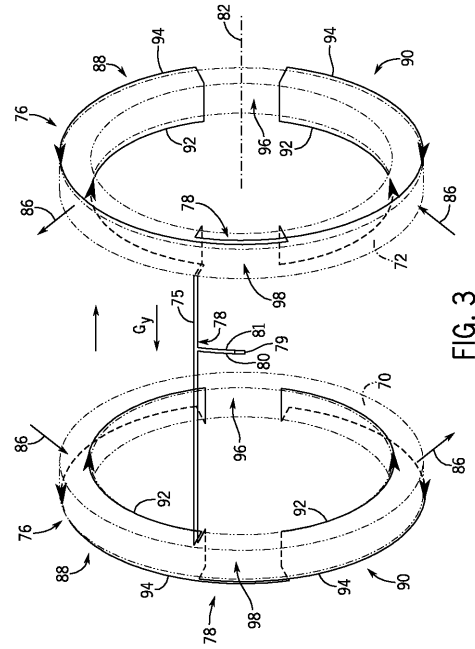


FIG. 3

【図 4】

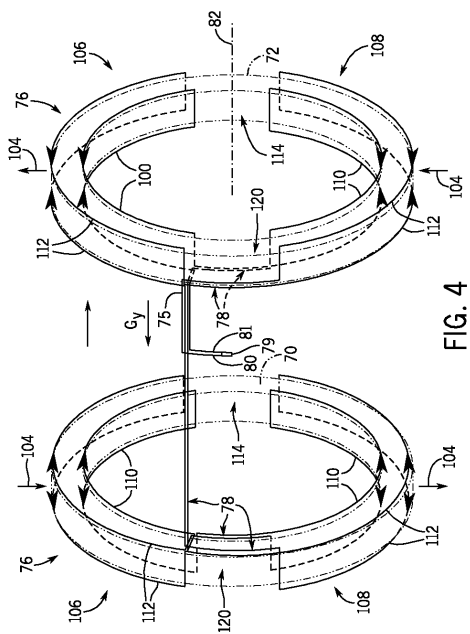


FIG. 4

【図 5】

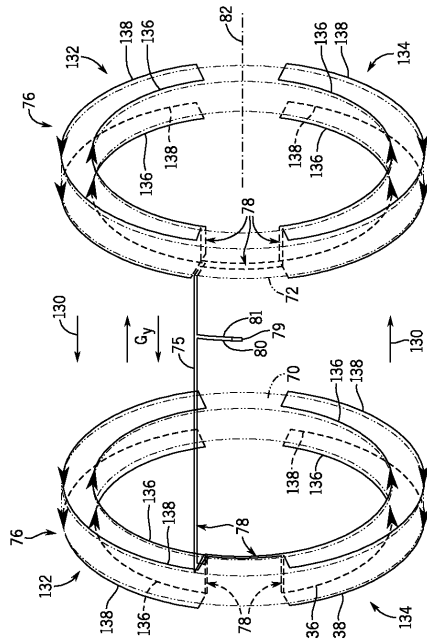


FIG. 5

【図 6】

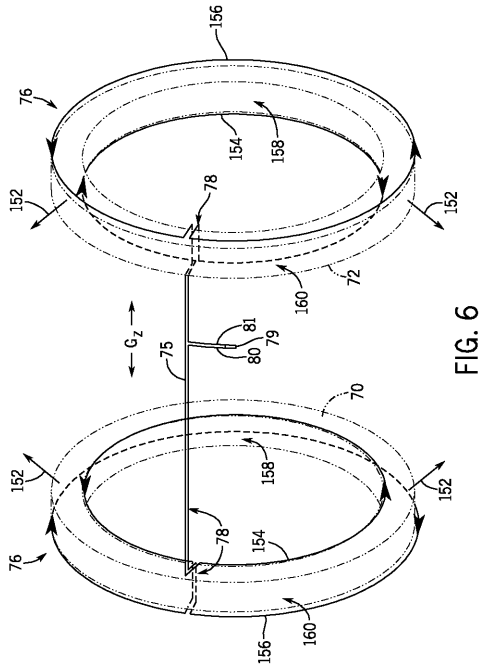


FIG. 6

【図 7】

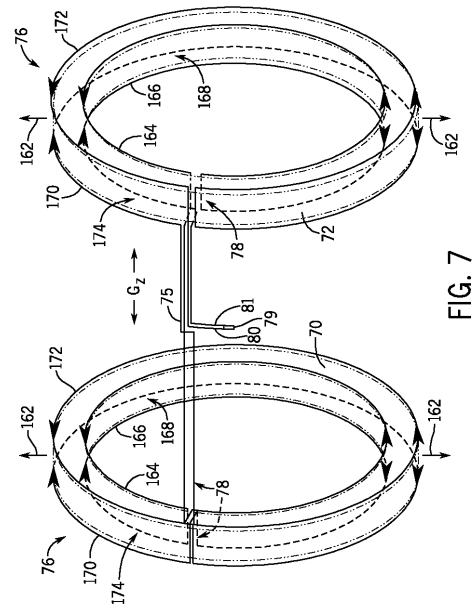


FIG. 7

【図 8】

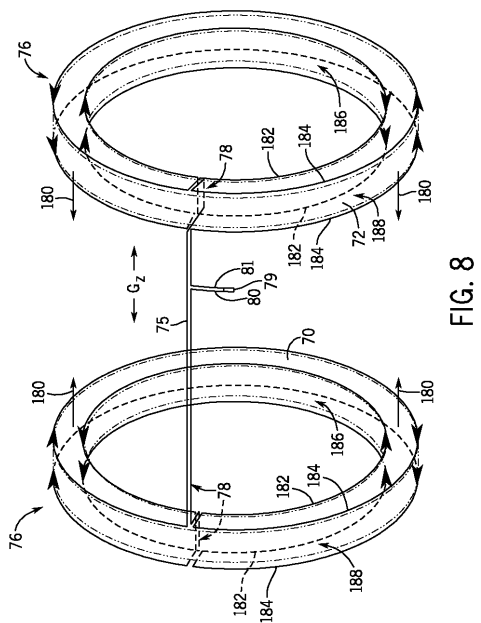


FIG. 8

【図 9】

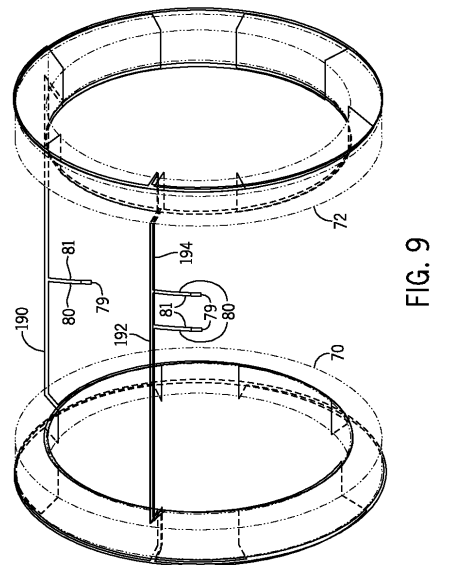


FIG. 9

【図 1】

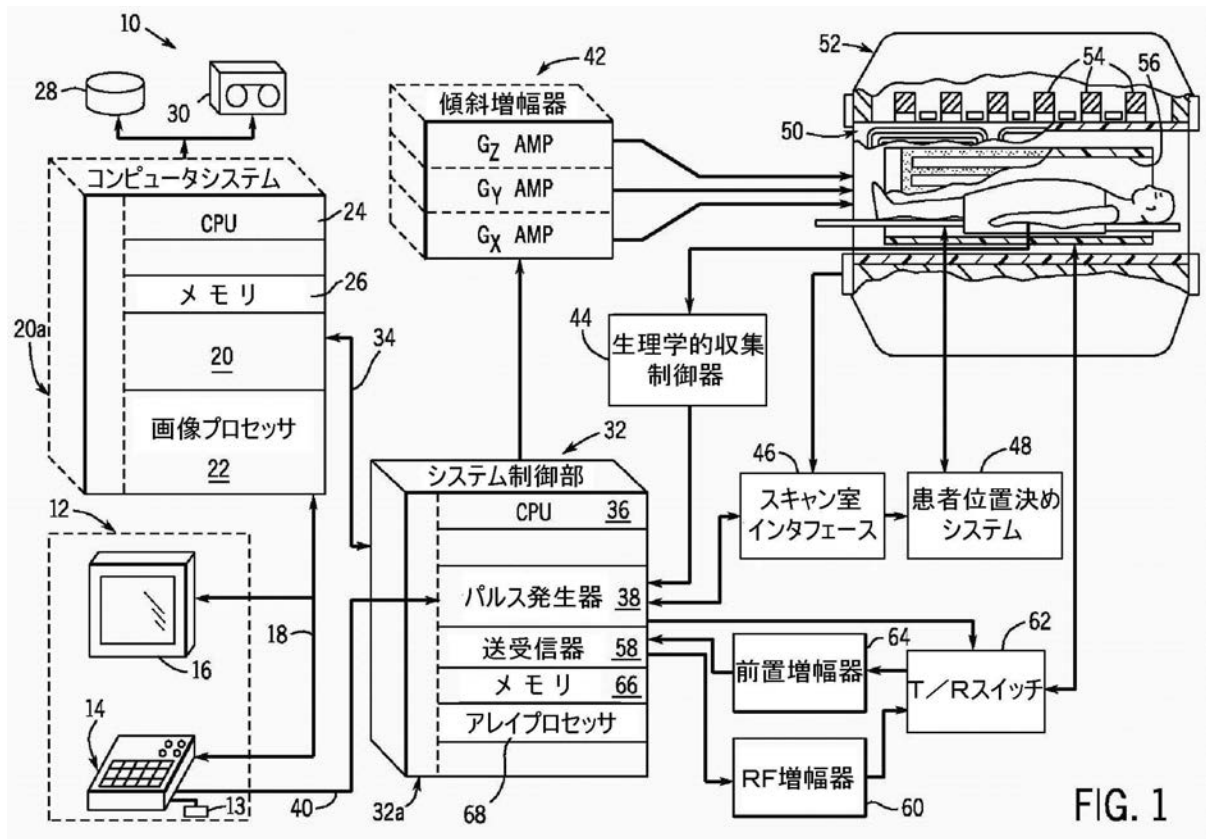


FIG. 1

フロントページの続き

審査官 宮澤 浩

- (56)参考文献 特開平 1 - 1 6 9 9 0 7 (J P , A)
特開平 2 - 2 6 5 3 7 (J P , A)
特表平 4 - 5 0 4 0 6 5 (J P , A)
特開平 6 - 7 0 9 0 7 (J P , A)
特開平 6 - 7 0 9 0 8 (J P , A)
特開平 8 - 4 5 7 2 8 (J P , A)
特開平 8 - 2 5 2 2 3 5 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 5 6 0 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 6 2 4 8 6 (J P , A)
特表 2 0 0 1 - 5 0 9 7 2 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

A 6 1 B 5 / 0 5 5
G 0 1 R 3 3 / 3 8 5
G 0 1 R 3 3 / 4 2 1
H 0 1 F 6 / 0 0