

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4753570号
(P4753570)

(45) 発行日 平成23年8月24日 (2011. 8. 24)

(24) 登録日 平成23年6月3日 (2011. 6. 3)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 5/055 (2006.01) A 6 1 B 5/05 3 4 1

請求項の数 10 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-340299 (P2004-340299)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成16年11月25日 (2004. 11. 25)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
(65) 公開番号	特開2005-199043 (P2005-199043A)		ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
(43) 公開日	平成17年7月28日 (2005. 7. 28)		エルシー
審査請求日	平成19年11月21日 (2007. 11. 21)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3
(31) 優先権主張番号	10/722, 975		1 8 8・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
(32) 優先日	平成15年11月26日 (2003. 11. 26)		ュー・ブルバード・ダブリュー・7 1 0
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・3 0 0 0
		(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	100106541
			弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数撮像領域傾斜コイルのための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イメージングボリュームを得るために第1のコイルと第2のコイルとを有する磁気共鳴イメージングシステム (10) を作動させる方法であって、
第1のモードにおいて、双方のコイルからの加算磁場を使用することによってイメージングボリュームを得る段階と、
第2のモードにおいて、双方のコイルからの差分磁場を使用することによってイメージングボリュームを得る段階と、
を含み、

P1及びS1が第1のコイルに対する1次半径及びシールド半径であり、P2及びS2が第2のコイルに対する1次半径及びシールド半径であり、 $P1 < P2 < S1 < S2$ であり、前記方法が、1次半径及びシールド半径をそれぞれP2及びS1と仮定し且つ電流密度をD1で表すことによって、小イメージングボリュームコイルに対する電流密度を得る段階を含む方法。

【請求項 2】

1次半径及びシールド半径をそれぞれP2及びS2と仮定し且つ電流密度をD2で表すことによって、大イメージングボリュームコイルに対する電流密度を得る段階を更に含む請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

コイルC1の初期電流密度が、 $E1 = 0.5 * (D1 + D2)$ によって表される、請求項

10

20

2に記載の方法。

【請求項4】

コイルC2の初期電流密度が、 $E2 = 0.5 * (D1 - D2)$ によって表される、請求項2に記載の方法。

【請求項5】

コイルC2の内部磁場が変わらないように、コイルC2の電流密度を、半径P2から半径S1に変換する段階を更に含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

磁気共鳴イメージング(MRI)システム(10)であって、
少なくとも1つの第1のコイルと、
前記第1のコイルに電磁氣的に結合された少なくとも1つの第2のコイルと、
を備え、前記画像システムが、
前記第1のコイルと前記第2のコイルからの加算磁場を使用することによって第1のモードでイメージングボリュームを得るように作動し、
前記第1のコイルと前記第2のコイルからの差分磁場を使用することによって第2のモードでイメージングボリュームを得るように作動する、
ように構成されており、
P1及びS1が第1のコイルに対する1次半径及びシールド半径であり、P2及びS2が第2のコイルに対する1次半径及びシールド半径であり、 $P1 < P2 < S1 < S2$ であり、
1次半径及びシールド半径をそれぞれP2及びS1と仮定し且つ電流密度
をD1で表すことによって、小イメージングボリュームコイルに対する電流密度が得られるシステム(10)。

【請求項7】

1次半径及びシールド半径をそれぞれP2及びS2と仮定し且つ電流密度をD2で表すことによって、大イメージングボリュームコイルに対する電流密度を得る請求項6に記載のシステム(10)。

【請求項8】

コイルC1の初期電流密度が、 $E1 = 0.5 * (D1 + D2)$ によって表され、
コイルC2の初期電流密度が、 $E2 = 0.5 * (D1 - D2)$ によって表される、請求項7に記載のシステム(10)。

【請求項9】

磁気共鳴イメージングシステム(10)を利用して対象物をイメージングする方法であって、
第1のコイルと第2のコイルからの加算磁場を用いて第1のボリュームをイメージングする段階と、
第1のコイルと第2のコイルからの差分磁場を用いて第2のボリュームをイメージングする段階と、
を含み、
小イメージングボリュームに対する磁場がB1であり、大イメージングボリュームに対する磁場がB2であり、前記第1のコイルからの磁場がC1で表され、前記第2のコイルからの磁場がC2で表され、 $C1 + C2 = B1$ 及び $C1 - C2 = B2$ となるように、C1及びC2が選択される方法。

【請求項10】

1次半径及びシールド半径をそれぞれP2及びS2と仮定し且つ電流密度をD2で表すことによって、大イメージングボリュームコイルに対する電流密度を得る請求項9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に磁気共鳴に関し、より具体的には、加算及び差分手法を利用して多重撮像領域傾斜コイルから画像を生成するための方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴イメージングシステムは、空間符号化に使用される線形傾斜磁場を発生させる傾斜コイルを含む。傾斜コイルは、通常、強さ、スルーレート、及び有効イメージングボリュームを最適化するように設計される。傾斜コイルのイメージング速度は、大まかには、強さとスルーレートの積に比例する。一般に、有効イメージングボリュームが大きいほどイメージング速度は小さくなる。従って、全身イメージング用に設計されたコイルは、例えば頭部用途のような小さいボリューム用途のものに比べると最適に動作しない。

10

【0003】

二重撮像領域傾斜コイルは、この問題を克服する試みで導入された。二重撮像領域傾斜コイルでは、2つ又はそれ以上の電氣的に分離した巻線のセットが、各傾斜軸に対して設けられ、巻線の単一のセットは、2つ又はそれ以上の異なるモードで作動するように切換えることができ、1つのモードは、低イメージング速度で大イメージングボリュームを提供する他のモードと比較して、より小さな画像ボリュームでより高いイメージング速度を提供する。

【0004】

しかしながら、二重撮像領域傾斜コイルは、一次巻線とシールド巻線の物理的なスペース要件に起因して、所与のイメージングボリュームに対して最適化された単一コイルによって提供される性能が得られない。所与のイメージングボリュームに対するイメージング効率は、イメージング速度（強さ×スルーレート）を、傾斜アンプから供給される電流と電圧の乗算結果で除算したものである。一次巻線とシールド巻線間の分離が大きいほど、イメージング効率は大きくなる。

20

【0005】

最良のイメージング効率を与える最適な二重撮像領域コイル接続形態の決定に対して多くの試みがなされている。二重撮像領域コイル接続形態を最適化する手法の1つは、単一の一次及びシールド形成器を用いて、各形成器上に2つ又はそれ以上の切換可能な回路を生成するものである。この手法の問題点は、磁場の線形性の最適化に関して柔軟性が低いこと、或いは、多重導線クロスオーバーの構成が困難であることである。

30

【0006】

第2の手法は、一次コイル及びシールドコイルの2つの個別のセットを使用する。一次コイルとシールドコイルの1つのセットは、1つのイメージングボリュームを提供し、一次コイルとシールドコイルの他方のセットは、別のイメージングボリュームを提供する。この手法の問題点は、コイルの一方のセットの効率が極めて悪いか、又は、双方のセットの効率が中程度に悪いことである。この手法は通常、「ツイン」構成として良く知られている。

【0007】

最近、「主コイルプラス補正コイル」手法が開発された。主コイルプラス補正コイル手法では、1つのコイル（主コイル）が両方のイメージングボリュームに対して使用され、他方のコイル（補正コイル）がイメージングボリュームを増大させるのに使用される。従って、主コイル単独で小イメージングボリュームが得られ、主コイルと補正コイルとの同時作動によって大イメージングボリュームが得られる。この手法は、各ボリュームに対し2つの個別のコイルのセットの使用に優る改良されたイメージング効率をもたらす。

40

【非特許文献1】 Jianming Jin 著「Electromagnetic Analysis and Design in Magnetic Resonance Imaging」、CRC Press、1999年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

しかしながら、主コイルプラス補正コイル構成では、双方のボリュームのゲイン（単位電流当たりの傾斜磁場強さ）は主コイルのゲインによって決まり、一般的には大イメージングボリューム構成よりもより高いゲインで作動するより小さいイメージングボリューム構成を有することが好まれることから、このことは問題となる可能性がある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

1つの様態において、イメージングボリュームを得るために第1のコイルと第2のコイルとを有する磁気共鳴イメージングシステムを作動させる方法が提供される。本方法は、第1のモードで、双方のコイルからの加算磁場を使用することによってイメージングボリュームを得る段階と、第2のモードで、双方のコイルからの差分磁場を使用することによってイメージングボリュームを得る段階とを含む。

10

【0010】

別の様態において、磁気共鳴イメージング（MRI）システムが提供される。本システムは、少なくとも1つの第1のコイルと、第1のコイルに電磁氣的に結合された少なくとも1つの第2のコイルとを備える。本画像システムは、第1のコイルと第2のコイルからの加算磁場を使用することによってイメージングボリュームを得るように第1のモードで作動し、第1のコイルと第2のコイルからの差分磁場を使用することによってイメージングボリュームを得るように第2のモードで作動するように構成されている。

【0011】

更に別の様態において、磁気共鳴システムを利用して対象物をイメージングする方法が提供される。本方法は、第1のコイルと第2のコイルからの加算磁場を用いて第1のボリュームをイメージングする段階と、第1のコイルと第2のコイルからの差分磁場を用いて第2のボリュームをイメージングする段階とを含む。

20

【0012】

更に別の異なる様態において、コンピュータ可読媒体が提供される。該媒体は、第1のモードで第1のコイルと第2のコイルを励磁して、第1のコイルと第2のコイルからの加算磁場を使用することによってイメージングボリュームを取得し、第2のモードで第1のコイルと第2のコイルを励磁して、第1のコイルと第2のコイルからの差分磁場を使用することによってイメージングボリュームを取得するようにコンピュータに命令するよう構成されたプログラムが符号化されている。

30

【0013】

他の様態において、コンピュータが提供される。本コンピュータは、小モードと大モードを含むモード指示を受け取り、該指示が大モードであるときには、第1のモードで第1のコイルと第2のコイルを励磁して、第1のコイルと第2のコイルからの加算磁場を使用することによってイメージングボリュームを取得し、該指示が小モードであるときには、第2のモードで第1のコイルと第2のコイルを励磁して、第1のコイルと第2のコイルからの差分磁場を使用することによってイメージングボリュームを取得するように構成されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

40

本明細書では、MRI及びNMRの磁場生成で使用される二重撮像領域傾斜コイルにおける加算及び差分手法を利用する方法及び装置を説明する。2つの巻線が各軸に対して利用され、双方の巻線は、小イメージングボリューム及び大イメージングボリュームの両方に対して使用される。しかしながら、1つのモードでは、コイルの一方からの磁場は反転している。より具体的には、第1のモードでは、イメージングボリュームは、双方のコイルからの加算磁場を用いることによって実現され、第2のモードでは、イメージングボリュームは、双方のコイルからの差分磁場を用いることによって実現される。

【0015】

本明細書で使用されているように、単数形で記載され単数を表す数詞が付記された要素又は段階は、排除を明記していない限り、このような要素又は段階の複数を排除するも

50

のではないことを理解されたい。更に、本発明の「1つの実施形態」に対する参照は、記載された特徴を同様に組み入れている他の実施形態の存在を排除するものとして解釈することを意図するものではない。加えて、主コイルへの言及は、複数のコイルを企図しており、従って、用語「主コイル」と「複数の主コイル」とは、本明細書では互換的に使用される。同じ理由で、用語「シールドコイル」と「複数のシールドコイル」も本明細書では互換的に使用される。

【0016】

図1は、本明細書で説明するシステム及び方法を実施する磁気共鳴イメージング(MRI)システム10のブロック図である。MRI10は、キーボード及びコントロールパネル14とディスプレイ16とを含むオペレータコンソール12を含む。オペレータコンソール12は、別個のコンピュータシステム20とリンク18を通じて通信し、これによってオペレータがスクリーン16上の画像の生成及び表示を制御可能となる。コンピュータシステム20は、バックプレーンを通じて互いに通信する複数のモジュール22を含む。例示的な実施形態では、モジュール22は、画像プロセッサモジュール24、CPUモジュール26、及びメモリモジュール28を含み、該メモリモジュール28は本明細書では画像データアレイを記憶するためのフレームバッファとも呼ばれる。コンピュータシステム20は、ディスク記憶ユニット30とテープドライブ32に接続され、画像データ及びプログラムの格納を容易にする。コンピュータシステム20は、個別のシステム制御装置34と高速シリアルリンク36を介して通信する。

【0017】

システム制御装置34は、バックプレーン(図示せず)を用いて電氣的に結合された複数のモジュール38を含む。例示的な実施形態では、モジュール38は、CPUモジュール40と、シリアルリンク44を用いてオペレータコンソール12に電氣的に結合されたパルス発生器モジュール42とを含む。リンク44は、オペレータコンソール12とシステム制御装置34との間での指令の送受信を容易にし、これによりシステム10が実施することになる走査シーケンスをオペレータが入力できるようになる。パルス発生器モジュール42は、システム構成要素に所望の走査シーケンスを実行するように指示して、生成されるべきRFパルスのタイミング、強さ及び形状と、データ収集ウィンドウのタイミング及び長さとを表すデータを生成する。パルス発生器モジュール42は、傾斜増幅器システム46に電氣的に結合され、走査中に発生すべき傾斜パルスのタイミング及び形状を表す信号を該傾斜増幅器システム46に供給する。パルス発生器モジュール42は又、生理学的収集コントローラ48から患者データを受け取るように構成されている。例示的な実施形態では、生理学的収集コントローラ48は、限定ではないが、患者に取り付けられた電極からECG信号のような患者の生理学的状態を表す複数のセンサからの入力を受け取るように構成されている。パルス発生器モジュール42は、患者の状態を表す種々のセンサ及びマグネットシステムから信号を受け取るように構成された走査室インターフェース回路50に電氣的に結合される。走査室インターフェース回路50は又、限定ではないが、患者を望ましい位置へ移動させる指令信号などの指令信号を患者位置決めシステム52に送信するように構成される。

【0018】

パルス発生器モジュール42によって発生された傾斜波形は、Gx増幅器54、Gy増幅器56、及びGz増幅器58を含む傾斜増幅器システム46に入力される。各増幅器54、56及び58は、傾斜コイル組立体60内の対応する傾斜コイルを励起させて収集された信号を位置符号化するのに使用される複数の磁場傾斜を発生する。例示的な実施形態では、傾斜コイル組立体60は、分極マグネット64と全身型RFコイル66とを含むマグネット組立体62を含む。

【0019】

使用に際しては、システム制御装置34内に置かれた送受信器モジュール70は、送信／受信スイッチ74によりRFコイル66に電氣的に結合されたRF増幅器72によって増幅される複数の電気パルスを発生する。患者内の励起原子核によって放出された結果と

して生じる信号は、RFコイル66によって感知されて、送信／受信スイッチ74を介して前置増幅器76に送信される。次に、増幅されたNMR（核磁気共鳴）信号は、送受信器70の受信部内で復調され、フィルタ処理され、及びデジタル化される。送信／受信スイッチ74は、パルス発生器モジュール42からの信号によって制御され、送信モード中はRF増幅器72をコイル66に電氣的に接続し、受信モード中は前置増幅器76を電氣的に接続する。送信／受信スイッチ74は又、別個のRFコイル（例えば、表面コイル）を送信モード又は受信モードのいずれかにおいて使用することが可能となる。

【0020】

RFコイル66によって受信されたNMR信号は、送受信器モジュール70によってデジタル化されて、システム制御装置34内のメモリモジュール78に転送される。走査が完了する時点で、未処理のk空間データアレイがメモリモジュール78内に収集されている。未処理のk空間データは、再構成されることになる各心拍時相画像の別個のk空間データアレイに再配置され、これらのデータアレイの各々は、データを画像データアレイにフーリエ変換するように構成されたアレイプロセッサ80に入力される。この画像データは、シリアルリンク36を介してコンピュータシステム20に送られ、そこで画像データは、ディスク記憶装置30内に格納される。1つの実施形態では、オペレータコンソール12から受取った指令に応答して、この画像データがテープドライブ32上にアーカイブされ、第2の実施形態では、この画像データが、画像プロセッサ24によって更に処理され、オペレータコンソール12に送信されてディスプレイ16上に表示される。

【0021】

例示的な実施形態では、主コイルプラス補正コイル構成に類似して2つの巻線又はコイルが各軸に対して利用される。しかしながら、1つのモードではコイルの一方からの磁場が反転しているので、主コイルプラス補正コイル構成とは異なり、両方の巻線が小イメージングボリュームと大イメージングボリュームの両方に対して使用される。この実施例において、小イメージングボリュームに対して要求される磁場がB1であり、大イメージングボリュームに対して要求される磁場がB2である。更に、第1のコイルからの磁場をC1で表し、第2のコイルからの磁場をC2と表す。次に、C1とC2を $C1 + C2 = B1$ 及び $C1 - C2 = B2$ となるように選定する。換言すれば、1つのイメージングボリュームは、両方のコイルからの加算磁場を使用することによって実現され、他方のイメージングボリュームは、双方のコイルからの差分磁場を使用することによって実現される。この実施例では、用語「コイル」は、1次コイル及びシールドコイルの双方を含むように使用される。このように、2つのコイルだけが上記で言及されたが、実際には2つのコイルからなる2セットが存在する。

【0022】

この「加算及び差分」構成の利点は、磁場B1及びB2に対する有効ゲインが同じである必要がないことである。従って、2つの異なるイメージングボリュームにおける性能を構成する際にはるかに柔軟性がある。その上、小さな撮像領域モードでのインダクタンスが主コイルプラス補正コイル接続形態を超えて増大したとしても、B1とB2間のゲイン比を調節することによって、この増大を極めて軽微なものとすることができる。主コイルプラス補正コイル構成よりも優れる更なる利点は、大きな撮像領域コイルがより小さな抵抗を有することである。従って、加算及び差分構成によって、小イメージングボリュームモードと大イメージングボリュームモードとの間の熱損失に関する良好なトレードオフが可能となる。

【0023】

コイルC1及びコイルC2に対する所要電流密度を構成する多くの方法がある。例証的な構成は以下の通りである。

(1) P1、P2、S1、S2をそれぞれコイル#1およびコイル#2における1次半径及びシールド半径とする。更に、 $P1 < P2 < S1 < S2$ とする。

(2) 小イメージングボリュームコイルにおける電流密度は、1次半径及びシールド半径がそれぞれP2及びS1と仮定することによって得られる。この電流密度をD1で表す。

(3) 大イメージングボリウムコイルにおける電流密度は、1次半径及びシールド半径がそれぞれP2及びS2と仮定することによって得られる。この電流密度をD2で表す。

(4) コイルC1の初期電流密度は、 $E1 = 0.5 * (D1 + D2)$ によって与えられる。

(5) コイルC2の初期電流密度は、 $E2 = 0.5 * (D1 - D2)$ によって与えられる。

(6) 次に、電流密度E1（コイル1に対する）は、半径P2及び半径S1に対して定義される。次いで、この電流密度E1は、半径P1及び半径S1での等価電流密度E1'に変換される。この変換は、以下に説明する手順を用いることによって解析的に実行することができる。

10

【0024】

コイルの電流密度は、異なる半径を有する円筒の等価電流密度に変換される。電流密度変換パターンは、最適シールド電流の確定で使用されるのと同じ計算を使用し、所与の円筒状電流密度から生成される円筒調和展開に基づく。この理論の大部分は、Jianming Jinの著書である「Electromagnetic Analysis and Design in Magnetic Resonance Imaging」、CRC Press、1999年で説明されている。

【0025】

理論

半径aの円筒上でのz方向の方位角電流密度のm次のフーリエ成分を、

20

【0026】

【数1】

$$j_{\phi}^m(k) = \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{-im\phi} e^{-ikz} J_{\phi}(\phi, z) dz \quad [1]$$

【0027】

と仮定すると、円筒内の磁場のz成分は、

【0028】

【数2】

$$B_z(\rho, \phi, z) = -\frac{\mu_0 a}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{im\phi} e^{ikz} |k| j_{\phi}^m(k) I_m(|k|\rho) K'_m(|k|a) dk \quad [2]$$

30

【0029】

である。

【0030】

半径bでのシールドに対して、シールド条件は、

【0031】

【数3】

$$b j_{b\phi}^m(k) I'_m(|k|b) = -a j_{a\phi}^m(k) I'_m(|k|a) \quad [3]$$

40

【0032】

である。

【0033】

シールドコイルからの磁場は、式2で、

【0034】

【数4】

$$a j_{a\phi}^m(k) K'_m(|k|a) \rightarrow a j_{a\phi}^m(k) K'_m(|k|a) + b j_{b\phi}^m(k) K'_m(|k|b) \quad [4]$$

【0035】

を設定することによって得られる。

50

【0036】

式3を使用すると、右辺は、

【0037】

【数5】

$$a j_{a\phi}^m(k) \left(K'_m(|k|a) - K'_m(|k|b) \frac{I'_m(|k|a)}{I'_m(|k|b)} \right) \quad [5]$$

【0038】

として記述することができる。

【0039】

10

傾斜コイルを、それぞれ半径 a 及び b を有する 1 次巻線及びシールド巻線から、それぞれ半径 c 及び半径 d を有する 1 次巻線及びシールド巻線に変換するために、内部磁場が同一であるようにする新しい半径上の 1 次電流密度に対する条件は、

【0040】

【数6】

$$c j_{c\phi}^m(k) \left(K'_m(|k|c) - K'_m(|k|d) \frac{I'_m(|k|c)}{I'_m(|k|d)} \right) =$$

$$a j_{a\phi}^m(k) \left(K'_m(|k|a) - K'_m(|k|b) \frac{I'_m(|k|a)}{I'_m(|k|b)} \right) \quad [6]$$

20

【0041】

である。

【0042】

この変換は、コイル内部の磁場を変えることなく実行することができる。

【0043】

コンピュータシステム 20 と接続されたオペレータコンソール 12 によって、オペレータは、スクリーン 16 上の画像を生成及び表示する際にどのモードを使用するかを選択することが可能となる。コンピュータシステム 20 は、この選択を受け取り、選択されたモードに基づきコイルを励磁する。オペレータが大イメージングボリュームモードを選択する場合には、コンピュータシステム 20 は、該選択を受け取り、第 1 のコイルと第 2 のコイルを励磁して、第 1 のコイルと第 2 のコイルからの加算磁場を使用することによってイメージングボリュームを取得する。オペレータが、小イメージングボリュームモードを選択する場合には、コンピュータシステム 20 は、該選択を受け取り、第 1 のコイルと第 2 のコイルを励磁して、第 1 のコイルと第 2 のコイルからの差分磁場を使用することによってイメージングボリュームを取得する。

30

【0044】

以上のように 2 重撮像領域傾斜コイルに使用するための加算及び差分手法を提供する方法及びシステムを説明した。上記では、二重撮像領域傾斜コイルのみを説明したが、本手法に関連する利点は 2 つより多い撮像領域を有する傾斜コイルに全く等しく適用可能であることを理解されたい。

40

【0045】

従って、本明細書で説明した方法及び装置は、イメージングボリュームの効率的な切換をコスト的に有利な方法で提供する。本明細書で説明した方法及び装置の 1 つの技術的効果は、本明細書で説明した方法及び装置が、各ボリュームに対するコイルの 2 つの個別のセットの使用を超える改良されたイメージング効率を提供することである。

【0046】

本発明を種々の特定の実施形態に関して説明してきたが、当業者であれば、本発明が本発明の請求項の技術的思想及び技術的範囲内で変更を行うことが可能である点を理解するであろう。

50

【図面の簡単な説明】

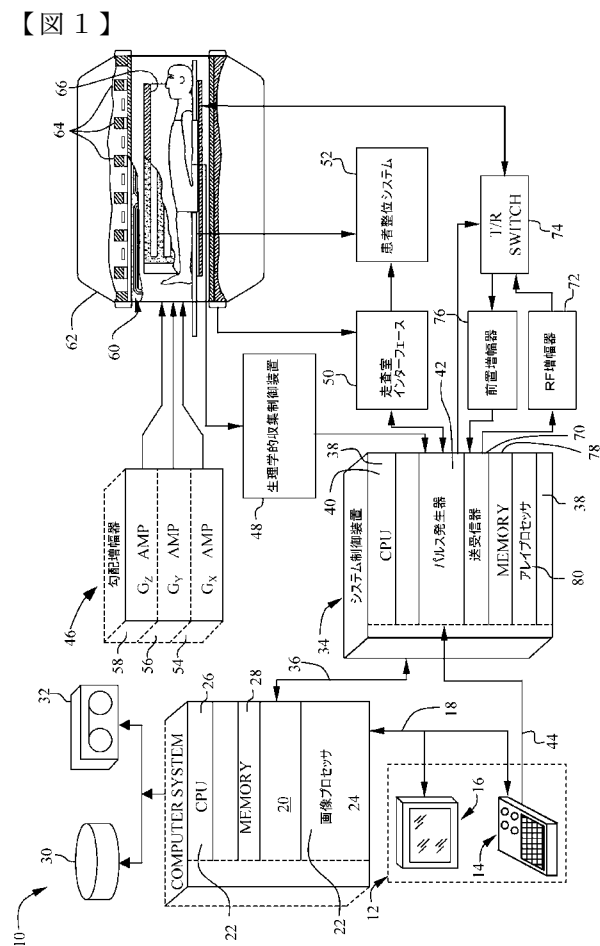
【 0 0 4 7 】

【図 1】磁気共鳴イメージング（MRI）システムの概略ブロック図。

【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

10 磁気共鳴イメージングシステム



フロントページの続き

(74)代理人 100129779

弁理士 黒川 俊久

(72)発明者 グレーム・コリン・マッキノン

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ハートランド、オールド・スティープル・ロード、エヌ４９
・ダブリュ３１１５７番

審査官 島田 保

(56)参考文献 特開２００２－２９１７１６（ＪＰ，Ａ）

米国特許第０５３１１１３５（ＵＳ，Ａ）

特開２００３－３３９６６８（ＪＰ，Ａ）

特表２００４－５２７２９４（ＪＰ，Ａ）

特開２０００－２３２９６８（ＪＰ，Ａ）

特開平０６－０７８８９６（ＪＰ，Ａ）

特開２０００－３００５４０（ＪＰ，Ａ）

国際公開第０２／０７５３４５（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 5 / 0 5 5

W i l e y I n t e r S c i e n c e