(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7199370号
(P7199370)

(45)発行日　令和5年1月5日(2023.1.5)

(24)登録日　令和4年12月22日(2022.12.22)

(51)国際特許分類

		FI		
A61B	*5/055(2006.01)*	A61B	5/055	355
G01N	*24/00 (2006.01)*	A61B	5/055	350
		G01N	24/00	530Y
		G01N	24/00	580A

請求項の数　20　（全18頁）

(21)出願番号　特願2019-553508(P2019-553508)
(86)(22)出願日　平成30年3月26日(2018.3.26)
(65)公表番号　特表2020-515341(P2020-515341A)
(43)公表日　令和2年5月28日(2020.5.28)
(86)国際出願番号　PCT/EP2018/057604
(87)国際公開番号　WO2018/177988
(87)国際公開日　平成30年10月4日(2018.10.4)
審査請求日　令和3年3月25日(2021.3.25)
(31)優先権主張番号　17163866.1
(32)優先日　平成29年3月30日(2017.3.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)
早期審査対象出願

(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, Netherlands
(74)代理人　110001690
弁理士法人M&Sパートナーズ
(72)発明者　リュースラ クリストフ
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
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　最適化されたＲＦ送信及び受信機能を有するＭＲＩシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

イメージングゾーン内でメイン磁場を生成するメイン磁石と、

無線周波数（ＲＦ）入力端子及びＲＦ出力端子を含むＲＦアンテナと、

ＲＦ電力を前記ＲＦ入力端子に供給して前記ＲＦアンテナを励起するＲＦシステムであって、前記ＲＦアンテナは更に、磁気共鳴信号を前記イメージングゾーンからピックアップする、ＲＦシステムと、

前記ＲＦ出力端子から前記磁気共鳴信号を受信するデータ取得システムと、

を備える磁気共鳴イメージングシステムであって、

前記ＲＦ入力端子は、前記ＲＦアンテナとガルバニック接続し、前記ＲＦ出力端子は前記ＲＦアンテナと誘導結合する、磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項２】

前置増幅器を更に備え、前記ＲＦ出力端子の前記誘導結合は、前記ＲＦアンテナと前記前置増幅器との誘導結合と、前記前置増幅器と前記ＲＦ出力端子とのガルバニック接続とを含む、請求項１に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項３】

前記ＲＦ入力端子及び／又は前記ＲＦ出力端子は各々、それぞれの端子のインピーダンスを所望のインピーダンスに整合させるための、独立して調整可能なインピーダンス整合回路を備える、請求項１に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項４】

前記ＲＦ入力端子の前記インピーダンス整合回路は、前記ＲＦシステムから前記ＲＦ入力端子に供給されるＲＦ電力に対する整合インピーダンス、及び前記ＲＦアンテナによってピックアップされた前記磁気共鳴信号の電流に対する固定の高インピーダンスを提供する、請求項３に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項５】

ＡＤ変換器を更に備え、前記ＡＤ変換器のアナログポートは前記ＲＦ出力端子に結合されている、請求項１に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項６】

前記ＲＦ出力端子との前記ＲＦアンテナの結合及び分離を選択的に行うスイッチを更に備える、請求項１に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項７】

前記ＲＦアンテナは複数のコイル素子を備え、前記ＲＦアンテナは、複数の前記ＲＦ入力端子及び前記ＲＦ出力端子を備え、前記ＲＦ入力端子の各々は前記複数のコイル素子のうちの少なくとも１つとガルバニック結合され、前記ＲＦ出力端子の各々は前記複数のコイル素子のうちの少なくとも１つと誘導結合される、請求項１に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項８】

前記ＲＦ出力端子のうちの１つを選択して、選択された前記ＲＦ出力端子から、前記磁気共鳴信号を前記データ取得システムに提供するセレクタを更に備える、請求項７に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項９】

マシン実行可能命令を記憶するメモリと、前記磁気共鳴イメージングシステムを制御するプロセッサとを更に備え、前記マシン実行可能命令の実行は、前記プロセッサに、

前記ＲＦ出力端子のうちのどのＲＦ出力端子が、少なくとも所定の信号対雑音比で前記磁気共鳴信号を提供するかを決定することと、

前記決定されたＲＦ出力端子を選択するように前記セレクタを制御することと、

を行うように当該磁気共鳴イメージングシステムを制御させる、請求項８に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項１０】

前記ＲＦアンテナの前記コイル素子がバードケージ又はＴＥＭ構成を含む、請求項７に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項１１】

前記ガルバニック接続及び前記誘導結合のうちの少なくとも一方が、前記コイル素子のうちの２つのコイル素子間にある、請求項１０に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項１２】

マシン実行可能命令を記憶するメモリと、前記磁気共鳴イメージングシステムを制御するプロセッサとを更に備え、前記マシン実行可能命令の実行は更に、前記プロセッサに、

イメージングパルスシーケンスコマンドを用いてイメージング磁気共鳴データを取得するように、前記磁気共鳴イメージングシステムを制御することであって、前記イメージングパルスシーケンスコマンドは、磁気共鳴イメージングプロトコルに従って前記磁気共鳴信号を取得するように前記磁気共鳴イメージングシステムを制御することと、

前記イメージング磁気共鳴データを用いて磁気共鳴画像を再構成することと、

を行わせる、請求項１に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項１３】

磁気共鳴イメージングシステムにおいて用いるための無線周波数（ＲＦ）アンテナであって、前記ＲＦアンテナは、ＲＦ入力端子及びＲＦ出力端子を備え、

前記ＲＦ入力端子は、前記ＲＦアンテナにガルバニック接続され、前記ＲＦアンテナを励起するためのＲＦ入力信号を受信し、

前記ＲＦ出力端子は、前記ＲＦアンテナに誘導結合され、前記ＲＦアンテナによってピックアップされる磁気共鳴信号を提供する、ＲＦアンテナ。

【請求項１４】
磁気共鳴イメージングシステムの作動方法であって、前記磁気共鳴イメージング（ＭＲＩ）システムは、
イメージングゾーン内でメイン磁場を生成するためのメイン磁石と、
無線周波数（ＲＦ）入力端子及びＲＦ出力端子を含むＲＦアンテナと
を備え、前記方法は、
ＲＦシステムを用いて、ＲＦ電力を前記ＲＦ入力端子に供給して前記ＲＦアンテナを励起するステップと、
前記ＲＦアンテナを用いて、磁気共鳴信号を前記イメージングゾーンからピックアップするステップと、
データ取得システムを用いて、前記ＲＦ出力端子から前記磁気共鳴信号を受信するステップと、
を含み、
前記ＲＦ入力端子は、前記ＲＦアンテナとガルバニック接続し、前記ＲＦ出力端子は前記ＲＦアンテナと誘導結合する、方法。
【請求項１５】
請求項１４に記載の方法を実行するために磁気共鳴イメージング（ＭＲＩ）システムを制御するためのプロセッサによって実行可能な前記ＭＲＩシステムの非一時的コンピュータ可読媒体に記憶される命令を記憶する、非一時的コンピュータ可読媒体。
【請求項１６】
前記ＲＦ入力端子及び／又は前記ＲＦ出力端子は各々、それぞれの端子のインピーダンスを所望のインピーダンスに整合させるための、独立して調整可能なインピーダンス整合回路を備える、請求項１３に記載のＲＦアンテナ。
【請求項１７】
前記ＲＦ入力端子の前記インピーダンス整合回路は、ＲＦシステムから前記ＲＦ入力端子に供給されるＲＦ電力に対する整合インピーダンス、及び前記ＲＦアンテナによってピックアップされた前記磁気共鳴信号の電流に対する固定の高インピーダンスを提供する、請求項１６に記載のＲＦアンテナ。
【請求項１８】
前記ＲＦアンテナは複数のコイル素子を更に備え、前記ＲＦアンテナは、複数の前記ＲＦ入力端子及び前記ＲＦ出力端子を備え、前記ＲＦ入力端子の各々は前記複数のコイル素子のうちの少なくとも１つとガルバニック結合され、前記ＲＦ出力端子の各々は前記複数のコイル素子のうちの少なくとも１つと誘導結合される、請求項１３に記載のＲＦアンテナ。
【請求項１９】
前記コイル素子がバードケージ又はＴＥＭ構成を備える、請求項１８に記載のＲＦアンテナ。
【請求項２０】
前記ガルバニック接続及び前記誘導結合のうちの少なくとも一方が、前記コイル素子のうちの２つのコイル素子間にある、請求項１９に記載のＲＦアンテナ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、磁気共鳴イメージングシステム、無線周波数アンテナ、磁気共鳴イメージングシステムを動作させる方法及びコンピュータプログラムプロダクトに関する。
【背景技術】
【０００２】
磁気共鳴イメージング（ＭＲＩ）は、先例のない組織コントラストを有する人体のような物体の断面視を可能にする最先端のイメージング技術である。ＭＲＩは、核磁気共鳴の原理に基づき、科学者によって、分子に関する化学的及び物理的な微視的情報を得るため

に分光技術が用いられる。核磁気共鳴及びＭＲＩの双方の基礎となっているのは、非ゼロスピンを有する原子核が、磁気モーメントを有するということである。医用イメージングでは、例えば水素原子の核が研究される。なぜなら、これらは体内で例えば水のように高濃度で存在するためである。素粒子の核スピンは、強力なＤＣ磁場が加えられる場合、共鳴周波数で共鳴することができる。この磁気共鳴（ＭＲ）周波数は、磁束のレベルによって決まる。ＭＲＩスキャナーにおいて、磁場は、空間内の或る位置においてのみ、選択された共鳴周波数と一致する。この位置においてのみ、これらの粒子の存在を検出することができる。この位置を変動させることによって、画像を測定することができる。

【０００３】

必要とされる強力なＤＣ磁場（Ｂ０磁場）は、通常、超伝導磁石によって生成される。この磁場を、１つの位置においてのみ所与の無線周波数に一致するように変動させるために、勾配コイルを用いて磁場勾配が生成される。磁場勾配は、スキャンを達成するように経時的に変動することができる。

【０００４】

核共鳴を励起するために、ＲＦコイルは、核共鳴において高周波数磁場を生成する。磁場は、ＭＲＩスキャナーの軸に対し径方向に向かわなくてはならない。全ての方向において径方向の磁場を達成するために、１つの期間中に１つの時点で任意の径方向を指し示す回転磁場が用いられる。これは、例えば、いわゆる「バードケージ」配置を用いて達成される。バードケージの対向するスラブにおける電流は反対方向に流れ、このため、径方向の磁場を生成する。近傍のレッグ導体又はラング導体は、磁場が回転するように位相シフトを有する。

【０００５】

コイルは、一般的に、人体内部で適切に規定された磁場を生成するように設計された高共鳴アンテナである。副次的影響として、電場の損失が生じ、これによりコイルの入力インピーダンスが大きく変化する。これは、インピーダンスの実部に主に影響し、相対的変化は、負荷率とも呼ばれる共鳴等価性係数変化にリンクされている。これは、通常、ＭＲＩボディコイルの好ましい実施である今日のバードケージ共鳴装置の場合、３～５の範囲をとる。

【０００６】

ボディコイル内に供給される電力はパルス式増幅器によって生成され、パルス式増幅器は、出力における良好な又は少なくとも受容可能な電力整合を必要とする。従来のバードケージ共鳴装置は、整合回路を用いてコイルポートにおいて直接給電される。１つのポイントである直交動作における１．５Ｔにおいて、これは通常、ハイブリッドカプラを用いてコイルの２つの直交チャネルを同時に駆動することによって実現される。このカプラは４ポートであり、コイル給電ポートが出力に接続され、増幅器が１つの入力に接続され、送信線路インピーダンスに整合する、通常５００ｏｈｍの負荷が第４のポートに接続される。

【０００７】

３Ｔにおいて、２つの別個の個々の送信チャネルが、ＴＲボックスを介してボディコイルのＲＦ入力ポートに接続される。

【０００８】

米国特許第５，３８４，５３６号は、放射コイルと、核磁気共鳴信号をサンプリングし、サンプル信号をデジタル信号に変換するための検出コイル及びアナログ対デジタル変換手段と、デジタル信号を無線で信号プロセッサに送信するための送信手段とを備える核磁気共鳴検査装置に関する。国際特許出願ＷＯ２００７／０４９１６７は、イメージングされることになる対象者（例えば、調べられることになる患者の肩）と実質的に合う共形表面上の導体ループを有するＲＦコイルを開示している。導体ループは共鳴構造を形成する。この共鳴構造は、導体ループを結合することによって実現され、この結合はガルバニックであるか、若しくは誘導的であるか、又はその双方である。

【発明の概要】

【０００９】

本発明の実施形態は、イメージングゾーン内でメイン磁場を生成するためのメイン磁石と、無線周波数（ＲＦ）入力端子及びＲＦ出力端子を含むＲＦアンテナと、無線周波数電力をＲＦ入力端子に供給してアンテナを励起するためのＲＦシステムであって、アンテナは更に、磁気共鳴信号をイメージングゾーンからピックアップし、アンテナは、例えば複数のコイル素子を含む、ＲＦシステムと、ＲＦ出力端子から磁気共鳴信号を受信するためのデータ取得システムとを備える磁気共鳴イメージングシステムであって、ＲＦ入力端子は、アンテナとガルバニック接続し、ＲＦ出力端子はアンテナと誘導結合される、磁気共鳴イメージングシステムを提供する。

【００１０】

「ガルバニック接続」という用語は、ＲＦ入力端子及びアンテナの電流経路が共通インピーダンスを介して結合され、それによってアンテナ及びＲＦ入力端子において流れるそれぞれの電流が共通インピーダンスにわたって流れている電気接続を指す。共通インピーダンスは、直接導電路、すなわち配線接続された電気コネクタによって実現される。しかしながら、インピーダンスは、アンテナ及びＲＦ入力端子の容量結合によっても実現される。

【００１１】

これと対照的に、「誘導結合」という用語は、直接導電路が許可されないような、ＲＦ出力端子とアンテナとの間の電気的分離を指す。アンテナにおける電流は、電磁誘導を通じてＲＦ出力端子においてそれぞれの電流を誘導的にのみ生成する。

【００１２】

更に、「端子」という用語は、そこに電気エネルギーを供給することができるか、又はそこから、例えばＲＦ入力端子の場合はＲＦ増幅器から、及び例えばＲＦ出力端子の場合はＲＦ受信機から、例えば配線接続された電気接続を用いて直接電気接続により電気エネルギーを導出することができる電気接続点に関する。

【００１３】

実施形態は、受信経路のみのための誘導式給電及び送信経路のためのガルバニック給電に起因して、別個のＴＲボックスが除かれるという利点を有する。別個のＴＲボックスは通常、送信フェーズ及び受信フェーズ中にそれぞれの方式でコイルを動作させることが可能でなくてはならない。一方でＲＦ増幅器からアンテナに高電力送信信号を向けることを確実にしながら、アンテナとＲＦ受信機との間の低損失の接続も可能にすることが目的である。Ｔ／Ｒスイッチとも呼ばれる従来のＴＲボックスは、システムが送信モードにあるときはいつでも、ＲＦ増幅器とアンテナとの間に信号経路が作られるようにする。受信モード中、Ｔ／Ｒスイッチは、例えば前置増幅器を介してアンテナとＲＦ受信機との間の信号回路を生成する。

【００１４】

これと対照的に、受信経路のみのための誘導式給電及び送信経路のためのガルバニック給電を用いることによって、Ｔ／Ｒスイッチ（又はＴＲボックス）は除かれ、全体画像品質が改善される。ＲＦ出力端子は、コイルに誘導的にのみ結合されているため、ケーブル電流及びグランドループからのノイズ寄与がなくなる。なぜなら、送信経路は別個であり、コイル構造にガルバニック結合されていることにより、Ｂ１励起が一切乱されないためである。更に、Ｔｘ及びＲｘ経路は、もはや共通ケーブルを共有していないため、この方式で、より独立して最適化することができる（例えば、ケーブル長が整合を最適化するように適用される場合）。

【００１５】

本発明の実施形態によれば、磁気共鳴イメージングシステムは前置増幅器を更に備え、ＲＦ出力端子の誘導結合は、アンテナへの前置増幅器の誘導結合と、出力端子における前置増幅器及び出力端子のガルバニック接続とを含む。これは、アンテナによって取得されるＲＦ信号を、コイルから極端に短い距離で前置増幅器によってピックアップし、増幅することができるという利点を有する。なぜなら、ＴＲボックスとアンテナとの間で共有される共通送受信経路に起因して一定のインピーダンス整合を満たす必要があったアンテナ

及び前置増幅器間のケーブル長を一切考慮する必要がないためである。更に、前置増幅器はアンテナに誘導結合されているため、前置増幅器はグランドを介してアンテナに接続されず、それによって、アンテナとＲＦ前置増幅器との間の同軸ケーブルにおけるシース波（ｓｈｅａｔｈ　ｗａｖｅ）の形成が回避される。これにより、前置増幅器がＲＦ信号を出力端子に提供することができる信号対雑音比が更に増大する。

【００１６】

本発明の実施形態によれば、ＲＦ入力端子及び／又はＲＦ出力端子は各々、それぞれの端子のインピーダンスを所望のインピーダンスに整合させるための、独立して調整可能なインピーダンス整合回路を備えている。例えば、ＲＦ入力端子のインピーダンス整合回路は、ＲＦシステムからＲＦ入力端子に供給される無線周波数電力への整合インピーダンス、及びアンテナによってピックアップされた磁気共鳴信号の電流への固定の高インピーダンスを提供する。通常、整合インピーダンスは５００Ｏｈｍであり、それによって、ＲＦシステムからＲＦ入力端子に供給されるＲＦ電力が最小の損失でＲＦアンテナに供給され得る。アンテナによってＲＦ信号としてピックアップされる任意の磁気共鳴信号は、高インピーダンスに起因して、ＲＦシステムに向かって送信されることを阻止される。これと対照的に、ＲＦ出力端子は、ＲＦ出力端子に直接電気的に結合され、それぞれの受信ユニットに前置増幅されたＲＦ信号（ＭＲ信号）を送信するのに用いられる電気回路と、インピーダンスに関して整合される。これらの回路は、Ａ／Ｄ変換器、例えば、取得されたＭＲ信号を受信機に光学的に又は無線で（ＲＦ送信を用いて）送信するための光又は無線送信機を含む。

【００１７】

本発明の実施形態によれば、システムは、アナログ対デジタル（ＡＤ）変換器を更に備え、ＡＤ変換器のアナログポートは出力端子に結合される。

【００１８】

本発明の実施形態によれば、システムは、ＲＦ出力端子とのアンテナの結合及び分離を選択的に行うためのスイッチを更に備える。前置増幅器の上記の例において、スイッチは、アンテナとの前置増幅器の結合及び分離を選択的に行う。これは、通常、かなり高電力で行われるＲＦ送信中に、ＲＦ出力端子、又は上記の例では前置増幅器をブランキングすることができ、それによって前置増幅器、又は更にはＲＦ出力端子の後方のＲＦ受信機の過負荷が回避されるという利点を有する。このため、これは電気構成要素の保護として機能することができる。

【００１９】

本発明の実施形態によれば、ＲＦアンテナは、複数のコイル素子、複数のＲＦ入力端子及びＲＦ出力端子を備え、ＲＦ入力端子の各々はコイル素子のうちの少なくとも１つとガルバニック結合され、ＲＦ出力端子の各々はコイル素子のうちの少なくとも１つと誘導結合される。例えば、任意選択のセレクタによって、ＲＦ出力端子のうちの特定のＲＦ出力端子を選択し、この選択されたＲＦ出力端子からデータ取得システム又は受信機に磁気共鳴信号を提供することができる。上記で、目的が回転磁界を用いて全ての方向に無線磁場を達成することであることが言及されたが、実際には、バードケージのスラブにおける電流は、バードケージ内の全ての場所において同じではない。電流は、コイルの負荷、例えば、コイルを用いて現在イメージングされている患者に大きく依拠する。セレクタによって、ＲＦ出力端子のうち、最も高い品質で磁気共鳴信号を提供する１つ又は複数のＲＦ出力端子を選択することが可能である。

【００２０】

例えば、システムは、マシン実行可能命令を記憶するためのメモリと、磁気共鳴イメージングシステムを制御するためのプロセッサとを備え、マシン実行可能命令の実行は、プロセッサに、ＲＦ出力端子のうちのいずれの特定のＲＦ出力端子が、少なくとも所定の信号対雑音比で磁気共鳴信号を提供するかを決定することと、決定されたＲＦ出力端子を選択するようにセレクタを制御することとを行うようにシステムを制御させる。

【００２１】

この全ては、送信経路と完全に独立して実行することができる。なぜなら、送信経路は受信経路から分離され、独立しているためである。特に、選択を行うために必要な複数の個々のＴＲボックスが存在せず、それによって、複数のコイル素子を有するアンテナのためにそのようなセレクタを実装するための総コストが最小限になる。

【００２２】

本発明の実施形態によれば、ＲＦアンテナのコイル素子は、バードケージ若しくはＴＥＭ構成又は双方の組み合わせを有する。

【００２３】

例えば、ガルバニック接続及び／又は誘導結合は、コイル素子のうちの２つのコイル素子間にある。これらの２つのコイル素子は、互いに容量結合される。

【００２４】

本発明の実施形態によれば、マシン実行可能命令の実行は更に、プロセッサに、磁気共鳴イメージングシステムを、イメージングパルスシーケンスコマンドを用いてイメージング磁気共鳴データを取得するように制御することであって、イメージングパルスシーケンスコマンドは、磁気共鳴イメージングプロトコルに従ってイメージング磁気共鳴信号を取得するように磁気共鳴イメージングシステムを制御するように構成されることと、イメージング磁気共鳴データを用いて磁気共鳴画像を再構成することとを行わせる。イメージング磁気共鳴信号はＲＦ出力端子から受信される。

【００２５】

「イメージングプロトコル」という用語は、１つ以上のイメージングスキャン、１つ以上のプレスキャン、スキャンプロトコルのローディング、受信したＭＲＩ信号の所定の処理の実行、及び処理されたＭＲＩ信号の記憶のうちの任意の１つを含む。イメージングスキャンプロトコルは、イメージングを用いて取得されたＭＲ画像データの再構成に関する命令も含む。

【００２６】

「イメージングスキャン」という用語は、単一の２Ｄ画像フレームのみの取得パス、及び各個々のスキャンが、パラメータ及びコントラストの観点で等しい個々の取得パスの時系列として行われる３Ｄスキャン技法を含む双方のスキャンを含む。「スキャン」という用語は、静的磁場、勾配磁場の適用、ＲＦパルスの送信、ＭＲＩ信号の受信、受信したＭＲＩ信号の記憶を含むデータ取得シーケンスを指す。

【００２７】

別の態様では、本発明は、磁気共鳴イメージングシステムにおいて用いるためのＲＦアンテナに関し、アンテナは、例えば、複数のコイル素子、ＲＦ入力端子及びＲＦ出力端子を含み、ＲＦ入力端子は、アンテナにガルバニック接続され、アンテナを励起するためのＲＦ入力信号を受信するように適合され、ＲＦ出力端子は、アンテナに誘導結合され、ＲＦアンテナによってピックアップされる磁気共鳴信号を提供するように適合される。

【００２８】

別の態様では、本発明は、磁気共鳴イメージングシステムを動作させる方法であって、システムは、イメージングゾーン内でメイン磁場を生成するためのメイン磁石と、ＲＦ入力端子及びＲＦ出力端子を含むＲＦアンテナとを備え、方法は、ＲＦシステムによって無線周波数電力をＲＦ入力端子に供給してアンテナを励起することと、アンテナによって、磁気共鳴信号をイメージングゾーンからピックアップすることと、データ取得システムによって、ＲＦ出力端子から磁気共鳴信号を受信することとを含み、ＲＦ入力端子は、アンテナとガルバニック接続し、ＲＦ出力端子はアンテナと誘導結合する、方法に関する。

【００２９】

別の態様では、本発明は、上記で説明した方法を実行するためのマシン実行可能命令を含むコンピュータプログラムプロダクトに関する。

【００３０】

本発明の上述の実施形態のうちの１つ又は複数は、組み合わせられた実施形態が相互排他的でない限り、組み合わせられることを理解されたい。

【００３１】
当業者には理解されるように、本発明の態様は、装置、方法又はコンピュータプログラムプロダクトとして具体化され得る。したがって、本発明の態様は、全面的にハードウェア実施形態、全面的にソフトウェア実施形態（ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコード等を含む）又は本明細書において全て一般的に「回路」、「モジュール」若しくは「システム」と称され得るソフトウェア及びハードウェア態様を組み合わせた実施形態の形態をとり得る。更に、本発明の態様は、コンピュータ可読媒体上で具現化されたコンピュータ実行可能コードを有する１つ又は複数のコンピュータ可読媒体において具体化されたコンピュータプログラムプロダクトの形態をとり得る。
【００３２】
１つ又は複数のコンピュータ可読媒体の任意の組み合わせが利用されてもよい。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読信号媒体又はコンピュータ可読ストレージ媒体でもよい。本明細書で使用される「コンピュータ可読ストレージ媒体」は、コンピューティングデバイスのプロセッサによって実行可能な命令を保存することができる任意の有形ストレージ媒体を包含する。コンピュータ可読ストレージ媒体は、コンピュータ可読非一時的ストレージ媒体と称される場合もある。コンピュータ可読ストレージ媒体はまた、有形コンピュータ可読媒体と称される場合もある。一部の実施形態では、コンピュータ可読ストレージ媒体はまた、コンピューティングデバイスのプロセッサによってアクセスされることが可能なデータを保存可能であってもよい。コンピュータ可読ストレージ媒体の例は、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気ハードディスクドライブ、半導体ハードディスク、フラッシュメモリ、ＵＳＢサムドライブ、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、読み取り専用メモリ（ＲＯＭ）、光ディスク、磁気光学ディスク、及びプロセッサのレジスタファイルを含むが、これらに限定されない。光ディスクの例は、例えば、ＣＤ－ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＷ、ＣＤ－Ｒ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＷ、又はＤＶＤ－Ｒディスクといったコンパクトディスク（ＣＤ）及びデジタル多用途ディスク（ＤＶＤ）を含む。コンピュータ可読ストレージ媒体という用語は、ネットワーク又は通信リンクを介してコンピュータデバイスによってアクセスされることが可能な様々な種類の記録媒体も指す。例えば、データは、モデムによって、インターネットによって、又はローカルエリアネットワークによって読み出されてもよい。コンピュータ可読媒体上で具現化されたコンピュータ実行可能コードは、限定されることはないが、無線、有線、光ファイバケーブル、ＲＦ等を含む任意の適切な媒体、又は上記の任意の適切な組み合わせを用いて送信されてもよい。
【００３３】
コンピュータ可読信号媒体は、例えばベースバンドにおいて又は搬送波の一部として内部で具体化されたコンピュータ実行可能コードを備えた伝搬データ信号を含んでもよい。このような伝搬信号は、限定されることはないが電磁気、光学的、又はそれらの任意の適切な組み合わせを含む様々な形態のいずれかをとり得る。コンピュータ可読信号媒体は、コンピュータ可読ストレージ媒体ではない及び命令実行システム、装置、若しくはデバイスによって又はそれと関連して使用するためのプログラムを通信、伝搬、若しくは輸送できる任意のコンピュータ可読媒体でもよい。
【００３４】
「コンピュータメモリ」又は「メモリ」は、コンピュータ可読ストレージ媒体の一例である。コンピュータメモリは、プロセッサに直接アクセス可能な任意のメモリである。「コンピュータストレージ」又は「ストレージ」は、コンピュータ可読ストレージ媒体の更なる一例である。コンピュータストレージは、任意の揮発性又は不揮発性コンピュータ可読ストレージ媒体である。
【００３５】
本明細書で使用される「プロセッサ」は、プログラム、マシン実行可能命令、又はコンピュータ実行可能コードを実行可能な電子コンポーネントを包含する。「プロセッサ」を含むコンピューティングデバイスへの言及は、場合により、２つ以上のプロセッサ又は処理コアを含むと解釈されるべきである。プロセッサは、例えば、マルチコアプロセッサで

ある。プロセッサは、また、単一のコンピュータシステム内の、又は複数のコンピュータシステムの中へ分配されたプロセッサの集合体も指す。コンピュータデバイスとの用語は、各々が１つ又は複数のプロセッサを有するコンピュータデバイスの集合体又はネットワークを指してもよいと理解されるべきである。コンピュータ実行可能コードは、同一のコンピュータデバイス内の、又は複数のコンピュータデバイス間に分配された複数のプロセッサによって実行される。

【００３６】

コンピュータ実行可能コードは、本発明の態様をプロセッサに行わせるマシン実行可能命令又はプログラムを含んでもよい。本発明の態様に関する動作を実施するためのコンピュータ実行可能コードは、Ｊａｖａ（登録商標）、Ｓｍａｌｌｔａｌｋ（登録商標）、又はＣ＋＋等のオブジェクト指向プログラミング言語及びＣプログラミング言語又は類似のプログラミング言語等の従来の手続きプログラミング言語を含む１つ又は複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで書かれてもよい及びマシン実行可能命令にコンパイルされてもよい。場合によっては、コンピュータ実行可能コードは、高水準言語の形態又は事前コンパイル形態でもよい及び臨機応変にマシン実行可能命令を生成するインタプリタと共に使用されてもよい。

【００３７】

コンピュータ実行可能コードは、完全にユーザのコンピュータ上で、部分的にユーザのコンピュータ上で、スタンドアローンソフトウェアパッケージとして、部分的にユーザのコンピュータ上で及び部分的にリモートコンピュータ上で、又は完全にリモートコンピュータ若しくはサーバ上で実行することができる。後者の場合、リモートコンピュータは、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）若しくは広域ネットワーク（ＷＡＮ）を含む任意の種類のネットワークを通してユーザのコンピュータに接続されてもよい、又はこの接続は外部コンピュータに対して（例えば、インターネットサービスプロバイダを使用したインターネットを通して）行われてもよい。

【００３８】

本発明の態様は、本発明の実施形態による方法、装置（システム）及びコンピュータプログラムプロダクトのフローチャート、図及び／又はブロック図を参照して説明される。フローチャート、図、及び／又はブロック図の各ブロック又は複数のブロックの一部は、適用できる場合、コンピュータ実行可能コードの形態のコンピュータプログラム命令によって実施され得ることが理解されよう。相互排他的でなければ、異なるフローチャート、図、及び／又はブロック図におけるブロックの組み合わせが組み合わせられてもよいことが更に理解される。これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ又は他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサを介して実行する命令がフローチャート及び／又はブロック図の１つ又は複数のブロックにおいて指定された機能／行為を実施するための手段を生じさせるようにマシンを作るために、汎用コンピュータ、特定用途コンピュータ、又は他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサへと提供されてもよい。

【００３９】

これらのコンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ可読媒体に保存された命令がフローチャート及び／又はブロック図の１つ又は複数のブロックにおいて指定された機能／行為を実施する命令を含む製品を作るように、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、又は他のデバイスにある特定の方法で機能するように命令することができるコンピュータ可読媒体に保存されてもよい。

【００４０】

コンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ又は他のプログラム可能装置上で実行する命令がフローチャート及び／又はブロック図の１つ又は複数のブロックにおいて指定された機能／行為を実施するためのプロセスを提供するように、一連の動作ステップがコンピュータ、他のプログラム可能装置又は他のデバイス上で行われるようにすることにより、コンピュータ実施プロセスを生じさせるために、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、又は他のデバイス上にロードされてもよい。

【００４１】
本明細書で使用される「ユーザインタフェース」は、ユーザ又はオペレータがコンピュータ又はコンピュータシステムとインタラクトすることを可能にするインタフェースである。「ユーザインタフェース」は、「ヒューマンインタフェースデバイス」と称される場合もある。ユーザインタフェースは、情報若しくはデータをオペレータに提供することができる及び／又は情報若しくはデータをオペレータから受信することができる。ユーザインタフェースは、オペレータからの入力がコンピュータによって受信されることを可能にしてもよい及びコンピュータからユーザへ出力を提供してもよい。つまり、ユーザインタフェースはオペレータがコンピュータを制御する又は操作することを可能にしてもよい、及びインタフェースはコンピュータがオペレータの制御又は操作の結果を示すことを可能にしてもよい。ディスプレイ又はグラフィカルユーザインタフェース上のデータ又は情報の表示は、情報をオペレータに提供する一例である。キーボード、マウス、トラックボール、タッチパッド、指示棒、グラフィックタブレット、ジョイスティック、ゲームパッド、ウェブコム、ヘッドセット、ペダル、有線グローブ、リモコン、及び加速度計を介したデータの受信は、オペレータから情報又はデータの受信を可能にするユーザインタフェース要素の全例である。
【００４２】
本明細書で使用される「ハードウェアインタフェース」は、コンピュータシステムのプロセッサが外部コンピューティングデバイス及び／又は装置とインタラクトする及び／又はそれを制御することを可能にするインタフェースを包含する。ハードウェアインタフェースは、プロセッサが外部コンピューティングデバイス及び／又は装置へ制御信号又は命令を送ることを可能にしてもよい。ハードウェアインタフェースはまた、プロセッサが外部コンピューティングデバイス及び／又は装置とデータを交換することを可能にしてもよい。ハードウェアインタフェースの例は、ユニバーサルシリアルバス、ＩＥＥＥ１３９４ポート、パラレルポート、ＩＥＥＥ１２８４ポート、シリアルポート、ＲＳ－２３２ポート、ＩＥＥＥ４８８ポート、ブルートゥース（登録商標）接続、無線ＬＡＮ接続、ＴＣＰ／ＩＰ接続、イーサネット（登録商標）接続、制御電圧インタフェース、ＭＩＤＩインタフェース、アナログ入力インタフェース、及びデジタル入力インタフェースを含むが、これらに限定されない。
【００４３】
本明細書で使用される「ディスプレイ」又は「ディスプレイデバイス」は、画像又はデータを表示するために構成された出力デバイス又はユーザインタフェースを包含する。ディスプレイは、視覚、音声、及び／又は触覚データを出力してもよい。ディスプレイの例は、コンピュータモニタ、テレビスクリーン、タッチスクリーン、触覚電子ディスプレイ、点字スクリーン、陰極線管（ＣＲＴ）、蓄積管、双安定ディスプレイ、電子ペーパー、ベクターディスプレイ、平面パネルディスプレイ、真空蛍光ディスプレイ（ＶＦ）、発光ダイオード（ＬＥＤ）ディスプレイ、エレクトロルミネッセントディスプレイ（ＥＬＤ）、プラズマディスプレイパネル（ＰＤＰ）、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、有機発光ダイオードディスプレイ（ＯＬＥＤ）、プロジェクタ、及びヘッドマウントディスプレイを含むが、これらに限定されない。
【００４４】
磁気共鳴（ＭＲ）データは、本明細書においては、磁気共鳴イメージングスキャン中に磁気共鳴装置のアンテナによって原子スピンにより発せられた無線周波数信号の記録された測定結果として定義される。磁気共鳴データは、医療イメージングデータの一例である。磁気共鳴（ＭＲ）画像は、本明細書においては、磁気共鳴イメージングデータ内に含まれる解剖学的データの再構成された２次元又は３次元視覚化として定義される。
【図面の簡単な説明】
【００４５】
以下において、本発明の好適な実施形態が、単なる例として次の図面を参照して説明される。

【図１】磁気共鳴イメージングシステムの例を示す。
【図２】磁気共鳴イメージングスキャンを行う方法のフローチャートである。
【図３】バードケージ共鳴装置の回路図である。
【図４】バードケージ共鳴装置の回路図である。
【図５】ＲＦ出力端子がセレクタに電気的に接続された回路共鳴装置のブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００４６】
以下において、図において似通った参照番号を付された要素は、類似した要素であるか、等価な機能を実行するかのいずれかである。先に考察された要素は、機能が等価である場合は、後の図においては必ずしも考察されない。
【００４７】
図１は、磁石１０４を有する磁気共鳴イメージングシステム１００の例を示す。磁石１０４は、ボア１０６がそれを貫通する超伝導円筒型磁石である。異なるタイプの磁石の使用も可能である。例えば、分割円筒形型磁石及びいわゆる開放型磁石の双方を用いることも可能である。分割円筒型磁石は、クライオスタットが２つの区画に分割され、磁石の等角面へのアクセスを可能にすることを除いて、標準的な円筒型磁石に類似しており、そのような磁石は、例えば、荷電粒子ビーム治療と合わせて用いられる。開放型磁石は２つの磁石区画を有し、一方は、対象者を受けるのに十分大きい空間を挟んで他方の上方にある。２つの区画エリアの配置は、ヘルムホルツコイルの配置に類似している。開放型磁石は対象者の閉じ込めがより少ないので人気がある。円筒磁石のクライオスタットの内部には、超伝導コイルの一群がある。円筒磁石１０４のボア１０６内には、磁場が、磁気共鳴イメージングを実行するのに十分強く均一であるイメージングゾーン１０８がある。関心領域１０９がイメージングゾーン１０８内に示される。対象者１１８、例えば患者は、対象者支持体１２０、例えば可動台によって支持された状態で示され、対象者１１８の少なくとも一部分がイメージングゾーン１０８及び関心領域１０９内にある。
【００４８】
磁石のボア１０６内には、磁石１０４のイメージングゾーン１０８内で磁気スピンを空間的に符号化するために、磁気共鳴データの取得のために使用される磁場勾配コイル１１０のセットもある。磁場勾配コイル１１０は、磁場勾配コイル電源１１２に接続される。磁場勾配コイル１１０は代表的なものであることが意図される。一般的に、磁場勾配コイル１１０は、３つの直交空間方向で空間的に符号化するためのコイルの３つの別個のセットを含む。磁場勾配電源は、電流を磁場勾配コイルに供給する。磁場勾配コイル１１０に供給される電流は、時間の関数として制御され、ランプされるか又はパルス化される。
【００４９】
イメージングゾーン１０８に隣接するのは、イメージングゾーン１０８内の磁気スピンの配向を操作するため及び同じくイメージングゾーン１０８内のスピンから無線伝送を受信するための無線周波数コイル１１４「ＲＦアンテナ」である。無線周波数アンテナは、複数のコイル素子を含む。無線周波数アンテナは、チャネル又はアンテナとも呼ばれる。無線周波数コイル１１４は、ＲＦ増幅器１１６に接続される。無線周波数増幅器１１６は、イメージングゾーン１０８内の磁気スピンの配向を操作するためにＲＦコイル１１４にＲＦ電力を提供している。更に図１に示すのは、ＲＦコイル１１４の入力端子３００であり、入力端子３００は、ＲＦ増幅器１１６にガルバニック結合されている。ＲＦコイル１１４のＲＦ出力端子３０２は、ＭＲシステム１００の受信機に誘導結合されている。
【００５０】
増幅器１１６、勾配コントローラー１１２及びＲＦ出力端子３０２が、コンピュータシステム１２６のハードウェアインタフェース１２８に接続されている状態で示される。このため、コンピュータシステム１２６は、コイル１１４を用いて取得されるＭＲ信号を受信及び処理するための受信機としても機能する。
【００５１】
コンピュータシステムは更に、ハードウェアシステム１２８と通信しているプロセッサ

１３０と、メモリ１３４と、ユーザインタフェース１３２とを備える。メモリ１３４は、プロセッサ１３０にとってアクセス可能であるメモリの任意の組み合わせである。これは、フラッシュＲＡＭ、ハードドライブ、又は他のストレージデバイスなど、メインメモリ、キャッシュメモリ、更には不揮発性メモリなどのようなものを含む。いくつかの例では、メモリ１３０は、非一時的コンピュータ可読媒体であると見なされる。

【００５２】

コンピュータメモリ１３４は、マシン実行可能命令１４０を含むものとして示される。マシン実行可能命令は、プロセッサ１３０が磁気共鳴イメージングシステム１００の動作及び機能を制御することを可能にするコマンド又は命令を含む。コンピュータメモリ１３４は、イメージングスキャンプロトコル１４２を更に含むものとして示される。各イメージングスキャンプロトコルは、プロセッサ１３０が磁気共鳴イメージングシステム１００を制御して磁気共鳴データを取得することを可能にする命令又は命令に変換されるデータである、１つ又は複数のパルスシーケンスのためのパルスシーケンスコマンドを含む。したがって、パルスシーケンスコマンドは、イメージングスキャンプロトコルの一部である。例えば、磁気共鳴データを用いて、磁気共鳴イメージングシステムに、複数のパルス繰り返しを行わせることができ、これにより、磁気共鳴信号１４４が取得される。

【００５３】

磁気共鳴信号１４４は、コンピュータメモリ１３４に記憶されているものとして示される。特定のパルス繰り返しのための磁気共鳴信号１４４は照合され、磁気共鳴データ１４６にされる。磁気共鳴データ１４６を用いて、一連の画像１４８が生成される。イメージングスキャンプロトコルは、イメージングを用いて取得された画像データ１４６の再構成に関する命令１５０を更に含む。

【００５４】

例えば、アンテナ１１４は、バードケージ構成の複数のコイル素子を有する。更に、コイル素子のそれぞれに誘導結合された複数の出力端子３０２が提供される。同様に、複数のＲＦ入力端子３００及び任意選択でそれぞれのＲＦ増幅器１１６が提供される。ＲＦ入力端子３００の各々は、コイル素子のうちの少なくとも１つとガルバニック結合される。図１に示していないセレクタは、ＲＦ入力端子及びＲＦ出力端子のうちの特定の端子を選択して、それぞれ、ＲＦ電力をアンテナに提供し、アンテナから電気共鳴信号を受信するように、命令１５２を用いて制御される。

【００５５】

更に、ＲＦ増幅器１１６による高出力ＲＦパルスを用いて、核スピンの励起中にＲＦ出力端子３０２をブランキングすることを可能にする命令１５４が提供される。

【００５６】

図２は、磁気共鳴イメージングの動作のフローチャートであり、方法は、ブロック２００で、アンテナ１１４を励起するためにＲＦパルスをＲＦ入力端子３００に供給することから開始する。ブロック２０２において、アンテナ１１４によって、磁気共鳴信号がイメージングゾーン１０８からピックアップされる。ブロック２０４において、ここでデータ取得システムとしての役割を果たすコンピュータシステム１２６は、ＲＦ出力端子３０２からアンテナによってピックアップされたＲＦ信号を受信している。

【００５７】

図３は、バードケージ共鳴装置１１４の回路図を示す。通常、バードケージコイルは、ラングと呼ばれる複数の直線状の導電素子によって接続されるエンドリングと呼ばれる２つの円形の導電ループからなる。図３において、エンドリングは、水平方向の導体線路によって構築されるのに対し、ラングは、垂直方向の導体線路によって構築される。所望のコイル１１４の周波数特性に基づいて、いくつかのキャパシタ３１０が個々の導電素子間に配置される。したがって、全体として、アンテナ１１４は、ＲＦパルスをコイル素子に供給することによって核スピンを励起し、個々のコイル素子も用いて磁気共鳴信号を受信するために用いることができる複数のコイル素子からなる。

【００５８】

図３に示す構成において、４つのＲＦ入力端子３００及び２つのＲＦ出力端子３０２が示される。ＲＦ入力端子は、それぞれのＲＦ増幅器１１６をそれぞれの整合及び離調回路３０４に電気的に接続しており、各整合及び離調回路３０４は、２つのコイル素子にガルバニック結合される。より詳細には、各整合及び離調回路３０４は、各リングの２つの導電素子に結合され、これらの２つの導電素子は、それぞれのキャパシタ３１０を介して互いに結合される。このため、コイル素子は、コイルの単一の電気導体スラブ、又はアンテナの一部としてコイルを形成する、電気導体スラブ及び任意選択によるキャパシタの配列として理解することができる。

【００５９】

これと対照的に、各ＲＦ出力端子３０２は前置増幅器３０６にガルバニック結合されるのに対し、前置増幅器３０６は、それぞれの誘導カプラ３０８を介してリングの電気導体のうちの１つに誘導結合される。最も単純な事例において、誘導カプラ３０８は、アンテナ１１４のリングのそれぞれの導体の非常に近傍に配置される導電ループである。

【００６０】

図３に示していないが、誘導カプラ３０８と前置増幅器３０６との間に配置され、増幅器１１６によってＲＦ入力端子３００にＲＦ電力を提供している間、前置増幅器３０６を、したがって出力端子３０２をアクティブ又はパッシブにブランキングするのに用いられるアクティブ又はパッシブ離調回路がある。更に、図３には示していないが、前置増幅器３０６と出力端子３０２との間に配置され、前置増幅されたＭＲ信号をデジタル化するように機能するアナログ対デジタル変換器がある。

【００６１】

図３から見て取ることができるように、ＲＦ入力端子がガルバニック接続されるコイル素子、及びＲＦ出力端子が誘導結合されるコイル素子は互いに異なる。しかしながら、現実には、バードケージコイル１１４は、ＲＦ入力端子へのガルバニック接続及びＲＦ出力端子への誘導結合の双方で同じコイル素子を収容するのに十分な空間を有するため、当業者であれば、コイル素子は同一であってもよいことが理解されるであろう。

【００６２】

ＲＦ入力端子３００は整合及び離調回路３０４を介してアンテナ１１４に配線接続されるため、アンテナ１１４を見込むインピーダンスが、入力端子３００をＲＦ増幅器１１６に接続する伝送線路インピーダンスと整合されるか又は等しくされるようにして、ＭＲ励起信号をアンテナに結合するための信号対雑音比を容易に最適化することができる。整合及び離調回路３０４は、励起された核共鳴に起因して、アンテナ１１４内で生じる電流に高インピーダンスが提供されるようにして更に適合される。これは、コイル１１４、すなわちイメージングゾーン内に配置されている材料の質量及び組成に起因して、アンテナ１１４が受ける負荷インピーダンスが変動している場合にさえ当てはまる。ＲＦコイルに対するインピーダンス調節は、ここではＲＦ入力端子３００のみが考慮されればよいため、容易に管理することができる。

【００６３】

アンテナ１１４への（より詳細には、アンテナ１１４のコイル素子への）ＲＦ出力端子３０２の誘導結合に起因して、共通整合及び離調回路を通じてＲＦ増幅器及びＲＦ受信機の双方をアンテナ１１４に接続する別個の送受信スイッチ（ハイブリッドボックス）ユニットは必要とされない。ＲＦ入力端子３００及びＲＦ出力端子３０２は互いに「分離されている」ため、ケーブル及びコネクタに起因するＲＦシステム損失は低減され、アンテナによってピックアップされ、誘導ループ３０８を介して前置増幅器３０６に送信され、例えばアナログドメインからデジタルドメインに変換されて出力端子３０２に提供されるＭＲ信号の信号対雑音比が最適化される。

【００６４】

図４は、バードケージ共鳴装置のアンテナ１１４の更なる回路図を示す。リング及びラング、並びにＲＦ入力端子３００の配置に関する全体構成は、図３に関して上記で考察されたバードケージ共鳴装置と同一である。図３と図４との間の差は、ＲＦ出力端子３０２

が図３においてラングに結合されていることである。より詳細には、誘導ループ３０８は、ラングの２つの導電素子に同時に誘導結合され、２つの導電素子は、キャパシタ３１０を介して互いに結合されている。このため、図４は、送受信チェーンに給電する別個のラング及びリングの例を示す。これは反転され、これによりリングにおいて受信し、ラングにおいて送信することもできる。

【００６５】

ＲＦ入力端子をアンテナにガルバニック接続させ、ＲＦ出力端子をアンテナに誘導結合させる着想は、任意の種類のアンテナの負荷に依拠した効率的な整合を行うための特殊な方式において用いることができる。しかしながら、好ましい用途は、例えば、大きなＭＲＩ送信コイルの改善された整合である。なぜなら、これらのコイルは、インピーダンスに関して高い負荷変動を示すためである。

【００６６】

図５は、ＭＲコイル、例えば、図３及び図４に関して上記で考察したアンテナ１１４のうちの１つのブロック図を示す。入力端子３００及び出力端子３０２が概略的に示される。ここでもまた、入力端子３００は、例えばそれぞれの整合及び離調回路を介して、アンテナがそこから作製される配線接続されたスラブにガルバニックに接続されるのに対し、ＲＦ出力端子は、アンテナ１１４に、すなわちアンテナ１１４の配線に誘導的にのみ結合される。

【００６７】

図１において上記で考察されたコンピュータシステム１２６の他に、追加でセレクタ５００が示される。セレクタ５００は、コンピュータシステム１２６によって制御され、ＲＦ入力端子３００のうちの１つ以上の特定のＲＦ入力端子へのＲＦ電力の供給を選択的に行い、ＲＦ出力端子３０２のうちの１つ以上の特定のＲＦ出力端子からＭＲ信号を選択的に受信することを可能にする。例えば、コンピュータシステム１２６によって制御されるセレクタ５００は、取得されるＭＲ信号の信号対雑音比が最大にされるように、ＲＦ出力端子３０２及びＲＦ入力端子３００を特別に選択する。

【００６８】

１つの例において、イメージングゾーンにおいて撮像されることになる対象者の負荷が考慮され、電磁シミュレーションによって、ＲＦ励起信号をアンテナ１１４に最も効率的に結合することを可能にするＲＦ入力端子３００が選択される。この構成が維持される間、コンピュータシステム１２６の制御下のセレクタ５００を用いて、ＲＦ出力端子３０２のうちの個々の端子から、又はＲＦ出力端子３０２の多岐にわたる異なる組み合わせからＭＲ信号が取得される。そのような取得されたＭＲ信号は、次に、それらの信号対雑音比に関して評価される。この評価に基づいて、取得されるＭＲ信号の最も高い信号対雑音比をもたらすＲＦ出力端子３０２が、所望のイメージングプロトコルに従って後続のイメージングスキャンを行うために選択される。

【００６９】

結論として、前置増幅器はアンテナに誘導結合され、これにより、ケーブル電流及びグランドループからの雑音の寄与をなくす一方で、送信経路は別個であり、電気コイル構造にガルバニック結合され、それによって、Ｂ１励起は乱されない。好ましくは、取得されるＭＲ信号のデジタル化は、前置増幅器の直後でコイルにおいて直接行われ、それによって、任意のリモートＳ／Ｒスイッチ（送信－受信スイッチ）のＳＮＲ損失は無視できる。別個のローカル電子切り替えにより、受信中に、前置増幅器の保護及びＴｘチェーンのＲＦ分離が更に提供される。ＲＦ出力端子、又はより具体的には、ＲＦアンテナ及び前置増幅器を用いてアンテナの結合及び分離を選択的に行うための切り替えは、従来の方式で、例えばアクティブ素子又はパッシブ素子によって実現することができる。アクティブ素子は、外部制御信号に基づいて前置増幅器を誘導ループから切り離すスイッチであるのに対し、パッシブスイッチは、例えば交差ダイオードを用いて実現される。

【符号の説明】

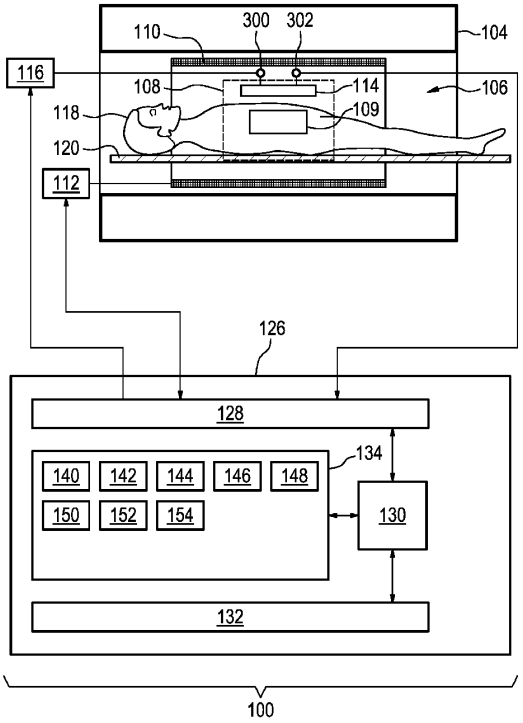
【００７０】

１００　磁気共鳴イメージングシステム
１０４　磁石
１０６　磁石のボア
１０８　イメージングゾーン
１０９　関心領域
１１０　磁場勾配コイル
１１２　磁場勾配コイル電源
１１４　無線周波数コイル
１１６　送受信機
１１８　対象者
１２０　対象者支持体
１２６　コンピュータシステム
１２８　ハードウェアインタフェース
１３０　プロセッサ
１３２　ユーザインタフェース
１３４　コンピュータメモリ
１４０　マシン実行可能命令
１４２　パルスシーケンスコマンド
１４４　磁気共鳴信号
１４６　磁気共鳴データ
１４８　中間画像
１５０　画像再構成命令
１５２　セレクタ制御命令
１５４　ブランク制御命令
２００　ＲＦ電力をＲＦ入力端子に供給
２０２　イメージングゾーンからＲＦ信号をピックアップ
２０４　ＲＦ出力端子からＭＲ信号を受信
３００　ＲＦ入力端子
３０２　ＲＦ出力端子
３０４　整合及び離調回路
３０６　前置増幅器
３０８　誘導ループ
３１０　キャパシタ
５００　セレクタ

【図面】

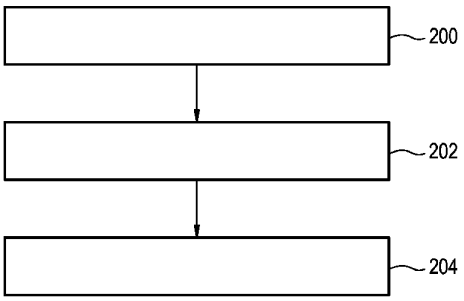
【図１】

FIG. 1



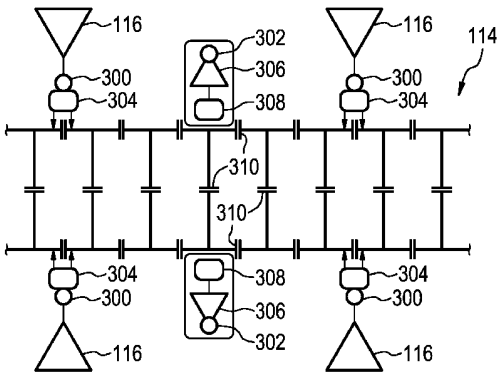
【図２】

FIG. 2



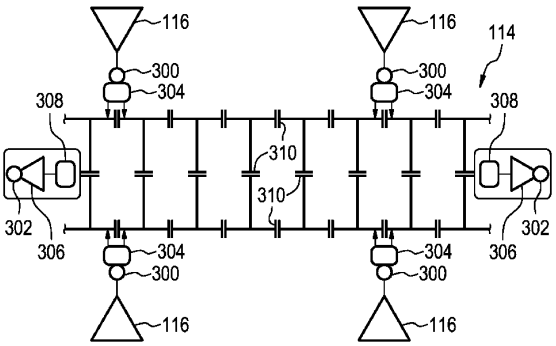
【図３】

FIG. 3



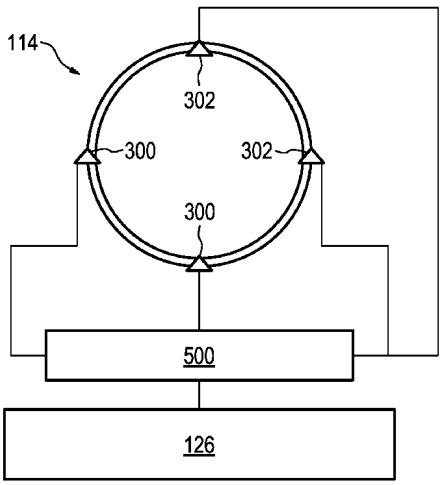
【図４】

FIG. 4



【図５】

FIG. 5



フロントページの続き

(72)発明者　リップス オリバー
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
(72)発明者　シュメール インゴ
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　特開平０３－２６７０４３（ＪＰ，Ａ）
再公表特許第２０１５／０５６４９４（ＪＰ，Ａ１）
特表２０１５－５０３４３１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０７０９０６（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１４／０１８７９０９（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　５／０５５
Ｇ０１Ｎ　２４／００