

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6951118号

(P6951118)

(45) 発行日 令和3年10月20日 (2021. 10. 20)

(24) 登録日 令和3年9月28日 (2021. 9. 28)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 5/055 (2006.01)
 A 6 1 B 5/055 3 6 4
 A 6 1 B 5/055 3 5 5
 A 6 1 B 5/055 3 7 0
 A 6 1 B 5/055 3 2 0

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-94059 (P2017-94059)	(73) 特許権者	594164542
(22) 出願日	平成29年5月10日 (2017. 5. 10)		キヤノンメディカルシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2018-187228 (P2018-187228A)		栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地
(43) 公開日	平成30年11月29日 (2018. 11. 29)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	令和2年4月27日 (2020. 4. 27)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062
			弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100189913
			弁理士 鵜飼 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置および異常箇所検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイルエレメントを有する R F コイル装置と、
 前記 R F コイル装置を接続可能なポートと、
 R F パルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で前記 R F コイル装置により検出された信号を、前記ポートを介して受信し、A D 変換器で A D 変換を行なう受信回路と、
 前記受信回路により受信された信号に基づいて異常を検出する検出部と、を備え、
 前記受信回路は、少なくとも 1 つの前記 R F コイル装置が前記ポートに接続された状態で、前記コイルエレメントと前記 A D 変換器との間の区間に設けられた少なくとも 1 つのスイッチの O N / O F F を切り替えて前記信号を受信し、
 前記検出部は、
 前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続された状態にある第 1 の経路の信号と、
 前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続されていない状態にある第 2 の経路の信号とを比較して、前記異常を検出する、
 磁気共鳴イメージング装置であって、
 前記 R F コイル装置は、前記コイルエレメントからの出力を増幅するプリアンプを有し

、
 前記第 2 の経路の信号は、前記 R F コイル装置が接続されていないポートに関する信号であって、

前記検出部は、前記異常として、前記プリアンプから前記スイッチまでの経路の異常を

検出する、

磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2】

コイルエレメントを有する R F コイル装置と、

前記 R F コイル装置を接続可能なポートと、

R F パルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で前記 R F コイル装置により検出された信号を、前記ポートを介して受信し、A D 変換器で A D 変換を行なう受信回路と、

前記受信回路により受信された信号に基づいて異常を検出する検出部と、を備え、

前記受信回路は、少なくとも 1 つの前記 R F コイル装置が前記ポートに接続された状態で、前記コイルエレメントと前記 A D 変換器との間の区間に設けられた少なくとも 1 つのスイッチの ON / OFF を切り替えて前記信号を受信し、

前記検出部は、

前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続された状態にある第 1 の経路の信号と、前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続されていない状態にある第 2 の経路の信号とを比較して、前記異常を検出する、

磁気共鳴イメージング装置であって、

前記ポートは、複数の端子を有し、

前記第 2 の経路の信号は、前記 R F コイル装置が接続された前記ポートにおいて、前記複数の端子のうち前記コイルエレメントが接続されていない端子に関する信号であって、

前記検出部は、前記異常として、前記コイルエレメントから前記端子までの経路の異常を検出する、

磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】

前記スイッチは、前記コイルエレメントにおける電氣的結合を切り離すデカップリングスイッチであって、

前記検出部は、前記デカップリングスイッチが ON 状態にあるときに取得された前記第 1 の経路の信号と、前記デカップリングスイッチが OFF 状態にあるときに取得された前記第 1 の経路の信号とを、同一のコイルエレメントに関して比較することにより、前記コイルエレメントから前記プリアンプまでの経路の異常をさらに検出する、

請求項 1 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 4】

前記スイッチは、前記プリアンプへの入力として、前記 R F コイル装置に設けられた終端抵抗と前記コイルエレメントとの接続を切り替えるエレメントスイッチであって、

前記検出部は、

前記 R F コイル装置が接続されたポートにおいて前記プリアンプと前記終端抵抗とが接続された状態にあるときに取得された前記第 2 の経路の信号と、前記 R F コイル装置が接続されていないポートに関する前記第 2 の経路の信号とを比較することにより、前記プリアンプから前記 A D 変換器までの経路の異常をさらに検出する、

請求項 1 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 5】

前記受信回路は、前記 A D 変換器と前記スイッチとの間の経路に設けられたアンプをさらに有し、

前記第 1 の経路の信号と前記第 2 の経路の信号とは、前記アンプを介して出力された信号である、

請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 6】

前記検出部は、前記異常の検出を、被検体に対する検査時間外に実行する、

請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 7】

前記検出部は、

所定の期間に亘って前記第 1 の経路の信号を平均化することにより、前記第 1 の経路の信号のレベルを取得し、

前記期間に亘って前記第 2 の経路の信号を平均化することにより、前記第 2 の経路の信号のレベルを取得し、

前記第 1 の経路の信号のレベルと前記第 2 の経路の信号のレベルとを比較することにより、前記異常を検出する、

請求項 1 乃至 6 のうちいずれか一項に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 8】

コイルエレメントと前記コイルエレメントからの出力を増幅するプリアンプと前記コイルエレメントにおける電氣的結合を切り離すデカップリングスイッチとを有する R F コイル装置と、

10

前記 R F コイル装置が接続されたポートと、

撮像空間に配置されたファントムに対する R F パルスおよび傾斜磁場の印加により発生された磁気共鳴信号を前記ポートを介して受信し、前記 R F パルスおよび前記傾斜磁場を印加しない状態で前記 R F コイル装置により検出された検出信号を前記ポートを介して受信し、A D 変換器で A D 変換を行なう受信回路と、

前記磁気共鳴信号に基づいて前記ファントムの信号対雑音比を測定し、前記信号対雑音比が所定の規格値未満となった場合、前記検出信号に基づいて異常を検出する検出部と、

前記異常の箇所を表示するディスプレイと、

を備え、

20

前記受信回路は、前記コイルエレメントと前記 A D 変換器との間の区間に設けられた少なくとも 1 つのスイッチの O N / O F F を切り替えて前記検出信号を受信し、

前記検出部は、

前記検出信号のうち、前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続された状態にある第 1 の経路の信号と、前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続されていない状態にある第 2 の経路の信号とを比較して、前記異常を検出し、

前記デカップリングスイッチが O N 状態にあるときに取得された前記第 1 の経路の信号と前記デカップリングスイッチが O F F 状態にあるときに取得された前記第 1 の経路の信号とを、同一のコイルエレメントに関して比較することにより、前記コイルエレメントから前記プリアンプまでの経路の異常をさらに検出する、

30

磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 9】

コイルエレメントと前記コイルエレメントからの出力を増幅するプリアンプと前記コイルエレメントにおける電氣的結合を切り離すデカップリングスイッチとを有する R F コイル装置が接続されたポートを介して、R F パルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で前記 R F コイル装置により検出された信号を受信し、A D 変換器で A D 変換を行なうことと、

前記受信された信号に基づいて異常を検出することと、

を備える異常箇所検出方法であって、

前記信号を受信することは、

前記コイルエレメントと前記 A D 変換器との間の区間に設けられた少なくとも 1 つのスイッチの O N / O F F を切り替えて行い、

40

前記異常を検出することは、

前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続された状態にある第 1 の経路の信号と、前記コイルエレメントと前記 A D 変換器とが接続されていない状態にある第 2 の経路の信号とを比較して、異常を検出し、

前記デカップリングスイッチが O N 状態にあるときに取得された前記第 1 の経路の信号と前記デカップリングスイッチが O F F 状態にあるときに取得された前記第 1 の経路の信号とを、同一のコイルエレメントに関して比較することにより、前記コイルエレメントから前記プリアンプまでの経路の異常をさらに検出すること、

をさらに備える異常箇所検出方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、磁気共鳴イメージング装置および異常箇所検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、磁気共鳴イメージング (Magnetic Resonance imaging : MRI) 装置における高周波 (Radio Frequency : RF) コイルの故障の有無の確認方法として、ファントムを用いて信号対雑音比 (signal to noise ratio : SNR) を測定することがある。具体的には、磁気共鳴イメージング装置の定期点検における画質確認や、画質低下等の異常画像が発生した場合において、ファントムをRFコイルにセッティングし、SNRの測定が実行される。

10

【0003】

測定されたSNRの値が規格値に未達となった場合、SNRの測定時点において、磁気共鳴イメージング装置本体 (システム) に異常があるのか、RFコイルに異常があるのか、弁別できない問題点がある。このため、経験の浅いサービスマンの場合、RFコイルに異常があるのか、システムに異常があるのか切り分けるのに時間が掛かったり、正常なRFコイルや部品を交換してしまうことにより修理費用の無駄が発生したりする問題がある。

【0004】

20

加えて、MRI装置において、撮像対象の部位に対応して複数のRFコイルが用いられるため、SNR測定用のファントムも複数存在する。このため、RFコイルとファントムとの組み合わせ、およびファントムのセッティング手順を操作者が覚えておくことは困難である為、リモートすなわち無人で、SNRを測定することができず、操作者は、マニュアルを見ながらSNRの測定の作業を行うこととなる。これらのことから、SNRの測定がそもそも煩雑であるという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】実開平6-50606号公報

30

【特許文献2】特開2006-223383号公報

【特許文献3】特開2014-207943号公報

【特許文献4】特開2009-165538号公報

【特許文献5】特開平2-96679号公報

【特許文献6】特開2015-202255号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

目的は、異常箇所を検出可能な磁気共鳴イメージング装置および異常箇所検出方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置は、複数のポートと、受信回路と、検出部とを有する。前記複数のポートは、複数のコイルエレメントを有するRFコイル装置に接続可能であって、前記コイルエレメントに対応する複数の端子を有する。前記受信回路は、前記端子と終端抵抗とを複数の受信チャンネル各々への入力として切り替える切り替えスイッチを有する。前記検出部は、前記受信チャンネルへの入力を前記端子から前記終端抵抗へ切り替え後、前記受信チャンネルから出力された出力信号のレベルを前記受信チャンネル間で比較することにより、前記受信チャンネルにおける異常の有無を検出する。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 0 8 】

【図 1】図 1 は、本実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、本実施形態における R F コイル装置および受信回路に関する構成の一例を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、本実施形態において、受信回路のより詳細な構成の一例を示す図である。

【図 4】図 4 は、本実施形態における異常箇所検出機能の処理手順の一例を示す図である。

【図 5】図 5 は、本実施形態における異常箇所検出機能の処理手順の一例を示す図である。

【図 6】図 6 は、本実施形態における異常箇所検出機能において、3つの受信チャネル各々における第 1 ノイズレベルの一例と、アンプのゲインとの一例を示す図である。

【図 7】図 7 は、本実施形態における異常箇所検出機能において、2つのコイルエレメントに関する2つの第 2 ノイズレベルと、一つの第 3 ノイズレベルと、プリアンプのゲインとの一例を示す図である。

【図 8】図 8 は、本実施形態における異常箇所検出機能において、コイルエレメントに対応する第 4 ノイズレベルと、第 5 ノイズレベルとの一例を示す図である。

【図 9】図 9 は、第 1 の変形例に係る R F コイル装置の構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係わる磁気共鳴イメージング装置を説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合に行う。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置 1 の全体構成を示すブロック図である。磁気共鳴イメージング装置 1 は、架台 1 0 0、寝台 5 0 0、制御キャビネット 3 0 0、コンソール 4 0 0、WB (Whole Body) コイル 1 2、R F (Radio Frequency) コイル装置 2 0 を備える。

【 0 0 1 1 】

架台 1 0 0 は、静磁場磁石 1 0、傾斜磁場コイル 1 1、および WB (Whole Body) コイル 1 2 を有しており、これらの構成は略円筒形状の筐体に収納されている。寝台 5 0 0 は、寝台本体 5 0 と天板 5 1 を有している。

【 0 0 1 2 】

制御キャビネット 3 0 0 は、静磁場用電源 3 0、傾斜磁場電源 3 1 (X 軸用 3 1 x、Y 軸用 3 1 y、Z 軸用 3 1 z)、受信回路 3 2、送信回路 3 3、及びシーケンスコントロール回路 3 4 を備えている。

【 0 0 1 3 】

架台 1 0 0 の静磁場磁石 1 0 は、略円筒形状をなしており、被検体 P、例えば患者が搬送されるポア内に静磁場を発生させる。ポアとは、架台 1 0 0 の円筒内部の空間のことである。静磁場磁石 1 0 は、例えば超電導コイルを内蔵する。液体ヘリウムによって超電導コイルは、極低温に冷却されている。

【 0 0 1 4 】

静磁場磁石 1 0 は、励磁モードにおいて静磁場用電源 3 0 から供給される電流を超電導コイルに印加することで静磁場を発生する。静磁場の発生後、永久電流モードに移行すると、静磁場磁石は、静磁場用電源 3 0 から切り離される。一旦永久電流モードに移行すると、静磁場磁石 1 0 は長時間、例えば 1 年以上に亘って、静磁場を発生し続ける。なお、静磁場磁石 1 0 は、超電導磁石として説明したが、超電導磁石に限らず、永久磁石を用いて静磁場を形成してもよい。なお、静磁場磁石 1 0 は、略円筒形状に限らず、開放型の形状で構成されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

傾斜磁場コイル 1 1 も略円筒形状をなし、静磁場磁石 1 0 の内側に固定されている。この傾斜磁場コイル 1 1 は、傾斜磁場電源 (3 1 x 、 3 1 y 、 3 1 z) から供給される電流により X 軸、 Y 軸、 Z 軸の各方向に傾斜磁場を被検体 P に印加する。

【 0 0 1 6 】

寝台 5 0 0 の寝台本体 5 0 は、天板 5 1 を上下方向及び水平方向に移動することができる。寝台本体 5 0 は、撮像前に天板 5 1 に載置された被検体 P を所定の高さまで移動させる。所定の高さまで天板が移動されると、寝台本体 5 0 は、撮像時には天板 5 1 を水平方向に移動させることにより、被検体 P をボア内に移動させる。

【 0 0 1 7 】

天板 5 1 には、 R F コイル装置 2 0 が接続可能な複数のポート 5 3 が設けられる。複数のポートのうち 1 つのポートまたは数個のポートに、 R F コイル装置 2 0 におけるケーブルの先端に設けられたコネクタが接続される。複数のポート 5 3 各々は、 R F コイル装置 2 0 が有する複数のコイルエレメント (ループ部) に対応する複数の端子を有する。なお、ポート 5 3 の設置場所は天板 5 1 に限定されず、寝台本体 5 0 または架台 1 0 0 等にポート 5 3 が設けられてもよい。

【 0 0 1 8 】

W B コイル 1 2 は全身用コイルとも呼ばれ、傾斜磁場コイル 1 1 の内側に被検体 P を取り囲むように略円筒形状に固定されている。 W B コイル 1 2 は、送信回路 3 3 から伝送された R F パルスを被検体 P に向けて送信する。 W B コイル 1 2 は、例えば水素原子核の励起によって被検体 P から放出される磁気共鳴信号、即ち M R (M a g n e t i c R e s o n a n c e) 信号を受信する。

【 0 0 1 9 】

磁気共鳴イメージング装置 1 は、 W B コイル 1 2 の他、図 1 に示すように R F コイル装置 2 0 を備える。 R F コイル装置 2 0 は、被検体 P の体表面に近接して載置される複数のコイルエレメントを有する。 R F コイル装置 2 0 は、例えば頭部コイルや、膝用コイル、腹部用コイル、肩用コイル、乳房用コイル、足用コイルなどである。 R F コイル装置 2 0 は、送受信兼用の R F コイルとして構成されてもよいし、送信専用や受信専用の R F コイルとして構成されてもよい。 R F コイル装置 2 0 の詳細な構成については後述する。

【 0 0 2 0 】

送信回路 3 3 は、シーケンスコントロール回路 3 4 からの指示に基づいて R F パルスを生成する。生成した R F パルスは W B コイル 1 2 または、 R F コイル装置 2 0 に伝送され、被検体 P に印加される。 R F パルスの印加により、被検体 P において M R 信号が発生する。 W B コイル 1 2 または R F コイル装置 2 0 は、 M R 信号を受信する。

【 0 0 2 1 】

なお、図 1 では、送信回路 3 3 は、 W B コイル 1 2 に向けて R F パルスを供給するように示しているが、例えば、 R F コイル装置 2 0 が R F パルスを送信可能なように構成してもよい。

【 0 0 2 2 】

R F コイル装置 2 0 で受信した M R 信号、より具体的には、 R F コイル装置 2 0 内の複数のコイルエレメント各々で受信した M R 信号は、 R F コイル装置 2 0 と寝台本体 5 0 とを接続するケーブルとポート 5 3 とを介して受信回路 3 2 に出力される。受信回路 3 2 は、 M R 信号を A D (A n a l o g t o D i g i t a l) 変換して、シーケンスコントロール回路 3 4 に出力する。 M R 信号を A D 変換するための具体的な構成については、 R F コイル装置 2 0 の詳細な構成と併せて後述する。デジタル化された M R 信号は、 M R データと呼ばれることもある。また、この M R 信号は、フーリエ変換によって実空間データに変換される前の空間周波数データであるため、 k 空間データと呼ばれることもある。

【 0 0 2 3 】

シーケンスコントロール回路 3 4 は、コンソール 4 0 0 による制御のもと、傾斜磁場電源 3 1 、送信回路 3 3 および受信回路 3 2 をそれぞれ駆動することによって、被検体 P に

10

20

30

40

50

対してスキャンを実行する。スキャンによって受信回路 32 から MR データを受信すると、シーケンスコントロール回路 34 は、受信した MR データをコンソール 400 に送信する。

【0024】

シーケンスコントロール回路 34 は、所定のプログラムを実行するプロセッサを有する。「プロセッサ」とは、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit: ASIC)、プログラマブル論理デバイス (例えば、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device: SPLD)、複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device: CPLD)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (Field Programmable Gate Array: FPGA)) 等の回路を意味する。プロセッサは、プロセッサの回路内に組み込まれた記憶領域または記憶回路 41 からプログラムを読み出して実行することで各種機能を実現する。なお、各実施形態におけるプロセッサは、プロセッサごとに単一の回路として構成される場合に限らず、複数の独立した回路を組み合わせることで 1 つのプロセッサとして構成し、その機能を実現するようにしてもよい。

10

【0025】

コンソール 400 は、処理回路 40、記憶回路 41、ディスプレイ 42、入力インターフェイス回路 43、および通信インターフェイス回路 44 を備えている。コンソール 400 は、ホスト計算機として機能する。

20

【0026】

記憶回路 41 は、ROM (Read Only Memory) や RAM (Random Access Memory) の他、HDD (Hard Disk Drive) や光ディスク装置等の外部記憶装置を含む記憶媒体である。記憶回路 41 は、各種の情報やデータを記憶する他、処理回路 40 におけるプロセッサが実行する各種プログラムを記憶する。

【0027】

入力インターフェイス回路 43 は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル等であり、各種の情報やデータを操作者が入力するための種々のデバイスを含む。ディスプレイ 42 は、液晶ディスプレイパネル、プラズマディスプレイパネル、有機 EL パネル等の表示デバイスであり、表示部に対応する。

30

【0028】

処理回路 40 は、例えば、プロセッサおよびメモリを備える回路である。プロセッサは、記憶回路 41 に記憶した各種プログラムを実行することによって、後述する各種機能を実現する。また、処理回路 40 は、プロセッサとプログラムによるソフトウェア処理と、ハードウェア処理とを合わせて、各種機能を実現することもある。

【0029】

通信インターフェイス回路 44 は、LAN (Local Area Network) やインターネット等のネットワークを介して、本磁気共鳴イメージング装置 1 の外部の機器、カスタマーサービスセンタ等の施設、本磁気共鳴イメージング装置 1 に係るサービスマンが有する端末機器等に対して、情報の授受を行う。

40

【0030】

以上が、本実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置 1 の全体構成についての説明である。続いて、本実施形態の詳細について説明する。

【0031】

図 2 は、本実施形態における RF コイル装置 20 および受信回路 32 に関する構成の一例を示すブロック図である。図 2 における RF コイル装置 20 には、説明を簡単にするために、一つのコイルエレメント 201、コイルエレメント 201 に関するプリアンプ 20

50

3、デカップリングスイッチ205が記載されている。RFコイル装置20は、複数のコイルエレメントと、コイルエレメント201各々に接続されたプリアンプ203と、コイルエレメント201各々に設けられたデカップリングスイッチ205とを有する。コイルエレメント201各々は、デカップリングスイッチ205がOFF状態のとき、ループ構造を形成する。

【0032】

コイルエレメント201各々は、RFパルスの印加によって被検体Pから発生されたMR信号を受信する。コイルエレメント201各々は、自身の温度に起因する熱雑音に関する信号を発生する。

【0033】

プリアンプ203は、コイルエレメント201各々から出力された信号を増幅する。プリアンプ203により増幅された信号は、天板51に設けられたポート53における複数の端子を介して、コイルエレメント201毎に受信回路32に出力される。

【0034】

デカップリングスイッチ205は、RFパルスがコイルエレメント201各々に印加されるとき、すなわちRF送信モードのときに、処理回路40における切り替え機能401の制御のもとでONとなる。このとき、コイルエレメント201各々においてループ構造は切断され、コイルエレメント201各々の電気的結合は切り離される。また、デカップリングスイッチ205は、MR信号を受信する受信モードのときに、切り替え機能401の制御のもとでOFFとなる。

【0035】

受信回路32は、チャンネル分配器321とアナログディジタル(AD)変換器323とを有する。図3は、受信回路32のより詳細な構成の一例を示す図である。図3に示すように、RFコイル装置20に接続されたポート53を介して、複数のコイルエレメント201各々において生成された信号は、受信回路32に出力される。受信回路32は、1つのポート53に対して、複数の信号経路(以下、受信チャンネルと呼ぶ)を有する。複数の受信チャンネルの数は、例えば、コイルエレメント201の数に対応する。

【0036】

受信チャンネル325各々は、アンプ3211と、AD変換回路3231と、不図示の検波器とにより構成される信号経路である。アンプ3211は、入力した信号を増幅する。AD変換回路3231は、入力したアナログ信号を、ディジタル信号に変換する。検波器は、AD変換回路3231の前段(RFコイル装置側)または後段(処理回路側)に設けられる。検波器は、入力した信号に対して位相検波を実行する。

【0037】

チャンネル分配器321は、複数のアンプ3211と、終端抵抗3213と、切り替えスイッチ3215とを有する。チャンネル分配器321は、切り替え機能401により選択された受信チャンネル325各々に、端子または終端抵抗3213から出力された信号を分配する。なお、チャンネル分配器321は、寝台本体50内に設けられてもよいし、架台100内に設けられてもよい。

【0038】

終端抵抗3213は、例えば、50Ωの終端抵抗である。終端抵抗3213は、自身の抵抗値に応じた熱雑音の信号を発生する。なお、終端抵抗3213は、チャンネル分配器321に複数設けられてもよい。また、終端抵抗3213は、チャンネル分配器321内に設けられることに限定されず、受信回路32の内外に設けられてもよい。

【0039】

切り替えスイッチ3215は、複数の端子各々からの入力を、複数の受信チャンネル325各々に接続するスイッチである。また、切り替えスイッチ3215は、切り替え機能401により、終端抵抗3213を受信チャンネル325各々に接続する。このとき、受信チャンネル325各々には、終端抵抗3213で生成された信号が入力される。このように、チャンネル分配器321は、端子を介して入力されたコイルエレメント201各々の出力、

10

20

30

40

50

または終端抵抗 3 2 1 3 からの出力を、受信チャンネル 3 2 5 各々に分配する。

【 0 0 4 0 】

処理回路 4 0 は、異常箇所検出機能に係る各種機能（切り替え機能 4 0 1、検出機能 4 0 3、測定機能 4 0 5）を有する。異常箇所検出機能とは、コイルエレメント 2 0 1 各々から受信チャンネル 3 2 5 各々までの経路において異常な箇所を検出する機能である。具体的には、異常箇所検出機能は、受信チャンネル 3 2 5 各々（本磁気共鳴イメージング装置 1 のシステム側）の異常と、プリアンプ 2 0 3 を含むプリアンプ 2 0 3 から切り替えスイッチ 3 2 1 5 までの経路の異常と、コイルエレメント 2 0 1 からプリアンプ 2 0 3 までの経路の異常とのうちいずれか一つの異常を検出する機能である。本実施形態に係る異常箇所検出方法は、下記の異常箇所検出機能により実現される。異常箇所検出機能における処理手順については、後程詳述する。切り替え機能 4 0 1、検出機能 4 0 3、測定機能 4 0 5 にて実行される処理手順は、コンピュータによって実行可能なプログラムの形態で記憶回路 4 1 に記憶されている。処理回路 4 0 は、これら各種機能に対応するプログラムを記憶回路 4 1 から読み出し、自身のメモリに展開し、実行することで各プログラムに対応する機能を実現する。換言すると、各プログラムを読みだした状態の処理回路 4 0 は、図 1 の処理回路 4 0 内に示された各機能を有することとなる。

10

【 0 0 4 1 】

なお、図 1 においては単一の処理回路 4 0 にてこれら各種機能が実現されるものとして説明したが、複数の独立したプロセッサを組み合わせることで処理回路 4 0 を構成し、各プロセッサがプログラムを実行することにより機能を実現するものとしても構わない。換言すると、上述のそれぞれの機能がプログラムとして構成され、1 つの処理回路が各プログラムを実行する場合であってもよいし、特定の機能が専用の独立したプログラム実行回路に実装される場合であってもよい。なお、処理回路 4 0 において実現される切り替え機能 4 0 1、検出機能 4 0 3、測定機能 4 0 5 は、それぞれ切り替え部、検出部、測定部の一例である。

20

【 0 0 4 2 】

処理回路 4 0 は、切り替え機能 4 0 1 により、切り替えスイッチ 3 2 1 5 およびデカップリングスイッチ 2 0 5 を制御する。具体的には、RF コイル装置 2 0 がポート 5 3 に接続されると、処理回路 4 0 は、複数の端子各々を複数の受信チャンネル 3 2 5 各々に接続するために、切り替えスイッチ 3 2 1 5 を制御する。処理回路 4 0 は、RF 送信モードのときにコイルエレメント 2 0 1 各々においてループ構造を切断するようにデカップリングスイッチ 2 0 5 を制御し、RF 受信モードのときにコイルエレメント 2 0 1 各々においてループ構造を形成するようにデカップリングスイッチ 2 0 5 を制御する。

30

【 0 0 4 3 】

処理回路 4 0 は、検出機能 4 0 3 により、複数の受信チャンネル 3 2 5 各々から出力された出力信号のレベルを受信チャンネル間で比較することで、コイルエレメント 2 0 1 各々から受信チャンネル 3 2 5 各々までの経路において異常な箇所を検出する。

【 0 0 4 4 】

処理回路 4 0 は、測定機能 4 0 5 により、ファントムに対して設置された RF コイル装置 2 0 からの出力に基づいて、信号対雑音比（signal to noise ratio：SNR）を測定する。具体的には、処理回路 4 0 は、まず、受信チャンネル 3 2 5 への入力を終端抵抗 3 2 1 3 から端子に切り替える。ボアにおける磁場中心付近の撮像に適した空間（撮像空間）に配置されたファントムに対する RF パルスおよび傾斜磁場の印加により発生された磁気共鳴信号を、シーケンスコントロール回路 3 4 から受信する。処理回路 4 0 は、ファントムに関する MR データに基づいて、ファントムの SNR を測定する。処理回路 4 0 は、デフォルト値として記憶回路 4 1 に予め記憶された所定の規格値を、記憶回路 4 1 から読み出す。処理回路 4 0 は、SNR が所定の規格値未満か否かを判定する。なお、所定の規格値は、入力インターフェイス回路 4 3 等を介して、サービスマンまたは操作者により入力されてもよい。SNR が規格値未満となっている場合、処理回路 4 0 は、異常箇所検出機能を実行する。

40

50

【 0 0 4 5 】

以下、本実施形態における異常箇所検出機能の処理手順について説明する。図 4 および図 5 は、異常箇所検出機能の処理手順の一例を示す図である。

(異常箇所検出機能)

【 0 0 4 6 】

(ステップ S a 1)

処理回路 4 0 は、ポート 5 3 と R F コイル装置 2 0 との接続を確認するための接続確認信号を、複数のポート 5 3 各々に出力する。R F コイル装置 2 0 がポート 5 3 に接続されると、R F コイル装置 2 0 は、接続確認信号に応答して、R F コイル装置 2 0 自身のコイル識別 I D に対応した 2 値化データを、処理回路 4 0 に出力する。処理回路 4 0 は、2 値化されたデータの受信に基づいて、R F コイル装置 2 0 が接続されたポート 5 3 を特定する。処理回路 4 0 は、2 値化データに対するコイル識別 I D の対応表と、R F コイル装置 2 0 から出力された 2 値化データとを照合することにより、ポート 5 3 に接続された R F コイル装置 2 0 の種別、チャンネル数等を特定する。対応表は、処理回路 4 0 自身におけるメモリ、または記憶回路 4 1 に記憶される。処理回路 4 0 は、特定したポート 5 3 における複数の端子各々を受信チャンネル 3 2 5 各々に接続するように、切り替えスイッチ 3 2 1 5 を制御する。

10

【 0 0 4 7 】

R F コイル装置 2 0 がポート 5 3 に接続された状態において、処理回路 4 0 は、異常箇所検出機能を起動する。異常箇所検出機能の起動は、例えば、被検体 P に対する検査時間外に自動的に実行される。検査時間外の一例として、深夜における磁気共鳴イメージング装置 1 の待機時間帯が挙げられる。また、異常箇所検出機能の起動は、R F コイル装置 2 0 がポート 5 3 に接続された状態において、通信インターフェイス回路 4 4 を介した外部からの指示により、実行されてもよい。なお、異常箇所検出機能の起動の開始は、被検体 P に対する検査時間外に限定されない。例えば、入力インターフェイス回路 4 3 を介した操作者の指示を契機として、異常箇所検出機能が実行されてもよい。

20

【 0 0 4 8 】

異常箇所検出機能が起動されると、処理回路 4 0 は、切り替え機能 4 0 1 により、受信チャンネル 3 2 5 各々を端子から終端抵抗 3 2 1 3 に順次接続するように、切り替えスイッチ 3 2 1 5 を制御する。このとき、受信チャンネル 3 2 5 には終端抵抗 3 2 1 3 で発生した信号が入力される。

30

【 0 0 4 9 】

受信回路 3 2 は、R F パルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で、終端抵抗 3 2 1 3 において生成された第 1 ノイズを受信する。具体的には、受信回路 3 2 は、第 1 ノイズをアンプ 3 2 1 1 で増幅し、増幅した信号を A D 変換回路 3 2 3 1 によりデジタル信号 (以下、第 1 ノイズ信号と呼ぶ) に変換する。受信回路 3 2 は、終端抵抗 3 2 1 3 に接続された受信チャンネル 3 2 5 に対応する第 1 ノイズ信号を、処理回路 4 0 に出力する。

【 0 0 5 0 】

処理回路 4 0 は、自身のメモリに、複数の受信チャンネルに対応する複数の第 1 ノイズ信号を一時的に記憶する。好適には、処理回路 4 0 は、第 1 ノイズ信号の受信期間に亘って、第 1 ノイズ信号各々を平均化して、平均化したノイズ信号 (以下、第 1 ノイズレベルと呼ぶ) を受信チャンネルごとに記憶する。これにより、ノイズ信号における受信期間に亘る時間的なばらつきを抑えることができる。以上の処理により、処理回路 4 0 は、受信チャンネルから出力された出力信号のレベル、すなわち第 1 ノイズレベルを取得する。

40

【 0 0 5 1 】

(ステップ S a 2)

処理回路 4 0 は、検出機能 4 0 3 により、複数の受信チャンネルに対応する複数の第 1 ノイズレベルを、受信チャンネル間で比較する。なお、処理回路 4 0 は、アンプ 3 2 1 1 の利得 (ゲイン) を用いて、受信チャンネル間での第 1 ノイズレベルの比較を実行してもよい。このとき、アンプ 3 2 1 1 のゲインは、例えば、デシベルを単位として、処理回路 4 0 自

50

身のメモリまたは記憶回路 4 1 に記憶される。

【 0 0 5 2 】

(ステップ S a 3)

処理回路 4 0 は、複数の受信チャネル間での第 1 ノイズレベルの比較により、第 1 ノイズレベルの間における所定の差異の有無を判定する。所定の差異とは、例えば、アンプ 3 2 1 1 のゲインに対応する電圧幅、複数の第 1 ノイズレベルの標準偏差の定数倍で規定される電圧幅等である。所定の差異は、デフォルト値として記憶回路 4 1 に予め記憶される。なお、所定の差異は、入力インターフェイス回路 4 3 等を介して、サービスマンまたは操作者により入力されてもよい。具体的には、処理回路 4 0 は、複数の第 1 ノイズレベルおよび所定の差異を用いて、複数の第 1 ノイズレベルにおける外れ値（異常値）に相当する第 1 ノイズレベルを特定する。第 1 ノイズレベルの外れ値の検出手法として、上記標準偏差を用いた統計的方法等に限定されず、例えば、距離に基づく外れ値の検出、クラスタリングによる外れ値の検出など、各種検出手法が用いられてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

受信チャネル間での第 1 ノイズレベルに所定の差異があれば（ステップ S a 3 の Y e s ）、ステップ S a 4 の処理が実行される。受信チャネル間での第 1 ノイズレベルに所定の差異が無ければ（ステップ S a 3 の N o ）、ステップ S a 5 の処理が実行される。

【 0 0 5 4 】

(ステップ S a 4)

処理回路 4 0 は、外れ値に対応する第 1 ノイズレベルに関する受信チャネルを、異常であると判定する。具体的には、複数の受信チャネルに対応する複数の第 1 ノイズレベルのうち、チャネル数の過半数を超える多くの第 1 ノイズレベルが概ね同じレベルであって、外れ値に相当する第 1 ノイズレベルが特定された場合、処理回路 4 0 は、特定した第 1 ノイズレベルに関する受信チャネルを、異常な受信チャネルとして判定する。処理回路 4 0 は、異常と判定した受信チャネルの情報を、ディスプレイ 4 2 に表示する。なお、処理回路 4 0 は、異常と判定した受信チャネルの情報を、通信インターフェイス回路 4 4 を介してサービスマン等に通知してもよい。

20

【 0 0 5 5 】

図 6 は、3つの受信チャネル（c h 1、c h 2、c h 3）各々における第 1 ノイズレベルの一例と、アンプ 3 2 1 1 のゲイン A G N との一例を示す図である。3つの受信チャネルが正常であれば、終端抵抗 3 2 1 3 により生成されるノイズ信号は、すべて略同一なノイズレベルとなる。図 6 に示すように、受信チャネル c h 1 に関する第 1 ノイズ信号 c h 1 n s の第 1 ノイズレベル c h 1 N L と、受信チャネル c h 2 に関する第 1 ノイズ信号 c h 2 n s の第 1 ノイズレベル c h 2 N L とは、互いに略同一なノイズレベルである。一方、図 6 において、受信チャネル c h 3 に関する第 1 ノイズ信号 c h 3 n s の第 1 ノイズレベル c h 3 N L は、第 1 ノイズレベル c h 1 N L および第 1 ノイズレベル c h 2 N L に対して、概ね、アンプ 3 2 1 1 のゲイン A G N だけ低い電圧となっている。すなわち、図 6 によれば、受信チャネル c h 3 に関する第 1 ノイズレベル c h 3 N L は、外れ値に相当する。このとき、処理回路 4 0 は、受信チャネル c h 3 を異常であると判定する。第 1 ノイズレベル c h 3 N L が図 6 に示すような場合、処理回路 4 0 は、例えば、受信チャネル c h 3 における信号線の断線、受信チャネル c h 3 に関する切り替えスイッチ 3 2 1 5 の故障、受信チャネル c h 3 のアンプ 3 2 1 1 の故障等を、異常と判定した受信チャネル c h 3 の情報として、ディスプレイ 4 2 に表示する。

30

40

【 0 0 5 6 】

(ステップ S a 5)

処理回路 4 0 は、切り替えスイッチ 3 2 1 5 より後段側（受信チャネル 3 2 5 及び処理回路 4 0 ）を、正常であると判定する。次いで、処理回路 4 0 は、切り替え機能 4 0 1 により、受信チャネル 3 2 5 各々を端子各々に接続するように切り替えスイッチ 3 2 1 5 を制御する。

【 0 0 5 7 】

50

この制御により、切り替えスイッチ 3 2 1 5 は、受信チャネル 3 2 5 への入力を、終端抵抗 3 2 1 3 からポート 5 3 における端子へ切り替える。具体的には、切り替えスイッチ 3 2 1 5 は、切り替え機能 4 0 1 により、R F コイル装置 2 0 が接続されているポート 5 3 における複数の端子を受信チャネルに接続する。加えて、切り替えスイッチ 3 2 1 5 は、切り替え機能 4 0 1 における制御により、R F コイル装置 2 0 が未接続のポート 5 3 における複数の端子を受信チャネルに接続する。

【 0 0 5 8 】

(ステップ S a 6)

R F コイル装置 2 0 が接続されているポート 5 3 における複数の端子には、コイルエレメント 2 0 1 において発生した第 2 ノイズが入力する。第 2 ノイズはコイルエレメント 2 0 1 のインピーダンスに応じた熱雑音である。このとき、受信回路 3 2 は、R F パルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で第 2 ノイズを受信し、第 2 ノイズに対応する第 2 ノイズ信号を処理回路 4 0 に出力する。処理回路 4 0 は、平均化した第 2 ノイズ信号 (以下、第 2 ノイズレベルと呼ぶ) を、第 2 ノイズの発生に起因するコイルエレメント 2 0 1 と対応付けて記憶する。

10

【 0 0 5 9 】

R F コイル装置 2 0 が未接続のポート 5 3 における複数の端子各々は、第 3 ノイズを発生する。第 3 ノイズはポート 5 3 のインピーダンスに応じた熱雑音である。このとき、受信回路 3 2 は、R F パルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で第 3 ノイズを受信し、第 3 ノイズに対応する第 3 ノイズ信号を処理回路 4 0 に出力する。処理回路 4 0 は、平均化した第 3 ノイズ信号 (以下、第 3 ノイズレベルと呼ぶ) を受信チャネルごとに記憶する。

20

【 0 0 6 0 】

以上の処理により、処理回路 4 0 は、R F コイル装置 2 0 が接続されたポートに関する第 2 ノイズレベルと、R F コイル装置 2 0 が未接続のポートに関する第 3 ノイズレベルとが取得される。

【 0 0 6 1 】

(ステップ S a 7)

処理回路 4 0 は、検出機能 4 0 3 により、第 2 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとを比較する。具体的には、処理回路 4 0 は、R F コイル装置 2 0 が接続されたポートと、R F コイル装置 2 0 が未接続のポートとにおいて、ポート間でのノイズレベルを比較する。より詳細には、処理回路 4 0 は、R F コイル装置 2 0 が接続されたポートにおける端子に接続された受信チャネルと、R F コイル装置 2 0 が未接続のポートにおける端子に接続された受信チャネルとにおいて、複数のポート間でかつ複数の受信チャネル間でのノイズレベルを比較する。

30

【 0 0 6 2 】

(ステップ S a 8)

処理回路 4 0 は、第 2 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとの間で、プリアンプ 2 0 3 のゲインに対応する差異の有無を判定する。R F コイル装置 2 0 が接続されたポートに関する第 2 ノイズレベルと、R F コイル装置 2 0 が未接続のポートに関する第 3 ノイズレベルとの間でプリアンプ 2 0 3 のゲインに対応する差異が無ければ (ステップ S a 8 の Y e s) 、すなわち第 2 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとが略同一なノイズレベルであれば、ステップ S a 9 の処理が実行される。第 2 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとの間でプリアンプ 2 0 3 のゲインに対応する差異があれば (ステップ S a 8 の N o) 、ステップ S a 1 0 の処理が実行される。

40

【 0 0 6 3 】

(ステップ S a 9)

処理回路 4 0 は、第 3 ノイズレベルと略同一な第 2 ノイズレベルに対応するコイルエレメントを特定する。処理回路 4 0 は、特定されたコイルエレメントに関して、プリアンプ 2 0 3 を含むプリアンプ 2 0 3 から切り替えスイッチ 3 2 1 5 までの経路を、異常であると判定する。処理回路 4 0 は、異常と判定した経路の情報を、ディスプレイ 4 2 に表示す

50

る。なお、処理回路40は、異常と判定した経路の情報を、通信インターフェイス回路44を介してサービスマン等に通知してもよい。

【0064】

図7は、2つのコイルエレメントに関する2つの第2ノイズレベル(c e 1 N L、c e 2 N L)と、一つの第3ノイズレベルP 3 N Lと、プリアンプ203のゲインP G Nとの一例を示す図である。プリアンプ203を含むプリアンプ203から切り替えスイッチ3215までの経路が正常であれば、第2ノイズレベルと第3ノイズレベルとは、プリアンプ203のゲインP G Nだけ離れたノイズレベルとなる。図7に示すように、一方のコイルエレメントに関する第2ノイズ信号c e 1 n sの第2ノイズレベルc e 1 N Lは、RFコイル装置20が未接続なポートに関するノイズ信号p 3 n sのノイズレベルP 3 N Lに対して、概ね、プリアンプ203のゲインP G Nだけ高い電圧となっている。一方、図7において、他方のコイルエレメントに関する第2ノイズ信号c e 2 n sの第2ノイズレベルc e 2 N Lと第3ノイズレベルP 3 N Lとは、互いに略同一なノイズレベルである。このとき、処理回路40は、他方のコイルエレメントに関して、プリアンプ203を含むプリアンプ203から切り替えスイッチ3215までの経路を、異常であると判定する。第2ノイズレベルc e 2 N Lが図7に示すような場合、処理回路40は、他方のコイルエレメントに関して、例えば、プリアンプ203から切り替えスイッチ3215までの経路の断線、プリアンプ203の故障等を、異常と判定した経路の情報として、ディスプレイ42に表示する。

【0065】

(ステップS a 1 0)

処理回路40は、プリアンプ203より後段側(受信チャネル側)を、正常であると判定する。次いで、処理回路40は、切り替え機能401により、コイルエレメント201各々に接続するデカップリングスイッチ205のON状態とOFF状態とを切り替えるように、デカップリングスイッチ205を制御する。このとき、受信チャネル325には、デカップリングスイッチ205のON状態に対応し、コイルエレメント201で発生した第4ノイズと、デカップリングスイッチ205のOFF状態に対応し、コイルエレメント201で発生した第5ノイズとが入力する。

【0066】

受信回路32は、RFパルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で、デカップリングスイッチ205の切り替えに応じて第4ノイズおよび第5ノイズを受信する。受信回路32は、第4ノイズに対応する第4ノイズ信号と第5ノイズに対応する第5ノイズ信号とを処理回路40に出力する。処理回路40は、平均化した第4ノイズ信号(以下、第4ノイズレベルと呼ぶ)を、第4ノイズの発生に起因するコイルエレメント201およびON状態と対応付けて記憶する。処理回路40は、平均化した第5ノイズ信号(以下、第5ノイズレベルと呼ぶ)を、第5ノイズの発生に起因するコイルエレメント201およびOFF状態と対応付けて記憶する。

【0067】

以上の処理により、ON状態のデカップリングスイッチ205に対応する第4ノイズレベルと、ON状態のデカップリングスイッチ205に対応する第5ノイズレベルとが、全てのコイルエレメントに亘って取得される。

【0068】

(ステップS a 1 1)

処理回路40は、検出機能403により、同一のコイルエレメントに対して、第4ノイズレベルと第5ノイズレベルとを比較する。具体的には、処理回路40は、デカップリングスイッチのON状態およびOFF状態にそれぞれ対応する第4ノイズおよび第5ノイズレベルを、コイルエレメント毎に比較する。処理回路40は、全てのコイルエレメントに亘って、第4ノイズレベルと第5ノイズレベルとの比較を実行する。

【0069】

(ステップS a 1 2)

処理回路 40 は、デカップリングスイッチ 205 の切り替えに伴う第 4 ノイズレベルと第 5 ノイズレベルとにおいて、ノイズレベルの変化の有無を判定する。ON 状態のデカップリングスイッチ 205 に対応する第 4 ノイズレベルと、OFF 状態のデカップリングスイッチ 205 に対応する第 5 ノイズレベルとに変化が無ければ、(ステップ S a 1 2 の No)、すなわちデカップリングスイッチ 205 の ON 状態と OFF 状態との切り替えにおいて第 4 ノイズレベルと第 5 ノイズレベルとに変化が無ければ、ステップ S a 1 3 の処理が実行される。デカップリングスイッチ 205 の ON 状態と OFF 状態との切り替えにおいて、第 4 ノイズレベルと第 5 ノイズレベルとに変化があれば(ステップ S a 1 2 の Yes)、すなわち第 4 ノイズレベルと第 5 ノイズレベルとが略同一なノイズレベルでなければ、ステップ S a 1 4 の処理が実行される。

10

【0070】

(ステップ S a 1 3)

処理回路 40 は、第 4 ノイズレベルと第 5 ノイズレベルとが略同一となるコイルエレメントを特定する。処理回路 40 は、特定されたコイルエレメントに関して、コイルエレメント 201 からプリアンプ 203 までの経路を、異常であると判定する。処理回路 40 は、異常と判定した経路の情報を、ディスプレイ 42 に表示する。なお、処理回路 40 は、異常と判定した経路の情報を、通信インターフェイス回路 44 を介してサービスマン等に通知してもよい。

【0071】

図 8 は、コイルエレメント 201 に対応する第 4 ノイズレベル ONNL と、第 5 ノイズレベル OFFNL との一例を示す図である。コイルエレメント 201 からプリアンプ 203 までの経路が正常であれば、第 4 ノイズレベルと第 5 ノイズレベルとは、相違する。図 8 に示すように、デカップリングスイッチ 205 の切り替えに伴って、ノイズレベルは変化していない。すなわち、コイルエレメント 201 に関する第 4 ノイズ信号 ONNs の第 4 ノイズレベル ONNL は、同一のコイルエレメント 201 に関する第 5 ノイズ信号 OFFNs の第 5 ノイズレベル OFFNL と、略同一なノイズレベルとなっている。このとき、処理回路 40 は、コイルエレメント 201 に関して、コイルエレメント 201 からプリアンプ 203 までの経路を、異常であると判定する。第 4 ノイズレベル ONNL および第 5 ノイズレベル OFFNL が図 8 に示すような場合、処理回路 40 は、例えば、コイルエレメント 201 からプリアンプ 203 までの経路の断線等を、異常と判定した経路の情報として、ディスプレイ 42 に表示する。

20

30

【0072】

(ステップ S a 1 4)

処理回路 40 は、RF コイル装置 20 から受信回路 32 までの経路が正常であると判定する。処理回路 40 は、経路が正常である旨を、ディスプレイ 42 に表示する。なお、処理回路 40 は、経路が正常である旨を、通信インターフェイス回路 44 を介してサービスマン等に通知してもよい。

【0073】

なお、上記各処理に置いて、第 1 乃至第 5 ノイズレベルの代わりに、第 1 乃至第 5 ノイズ信号が用いられてもよい。また、本異常箇所検出機能は、本磁気共鳴イメージング装置 1 のメンテナンスの一環として、検査時間外において、定期的かつ自動的に実行されてもよい。

40

【0074】

以上に述べた構成によれば、以下に示す効果を得ることができる。

本実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、異常箇所検出機能におけるステップ S a 1 乃至ステップ S a 4 の処理により、受信チャネル 325 への入力を端子から終端抵抗 3213 へ切り替え後、受信チャネル 325 から出力された出力信号のレベル(第 1 ノイズレベル)を受信チャネル間で比較することにより、受信チャネル 325 における異常の有無を検出することができる。

【0075】

50

また、本磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、異常箇所検出機能におけるステップ S a 5 乃至ステップ S a 9 の処理により、受信チャネル 3 2 5 への入力を終端抵抗 3 2 1 3 から端子へ切り替え後、複数のポートのうち、R F コイル装置 2 0 が接続されたポートに関する出力信号のレベル（第 2 ノイズレベル）と、R F コイル装置 2 0 が未接続のポートに関する出力信号のレベル（第 3 ノイズレベル）とを比較することにより、プリアンプ 2 0 3 を含むプリアンプ 2 0 3 から切り替えスイッチ 3 2 1 5 までの経路の異常の有無を検出することができる。

【 0 0 7 6 】

加えて、本磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、異常箇所検出機能における S a 1 0 乃至ステップ S a 1 4 の処理により、受信チャネル 3 2 5 への入力を終端抵抗 3 2 1 3 から端子に切り替え後において、デカップリングスイッチ 2 0 5 が O N 状態である場合の出力信号のレベル（第 4 ノイズレベル）とデカップリングスイッチ 2 0 5 が O F F 状態である場合の出力信号のレベル（第 5 ノイズレベル）とを比較することにより、コイルエレメント 2 0 1 からプリアンプ 2 0 3 までの経路の異常の有無を検出することができる。

【 0 0 7 7 】

これらのことから、本実施形態における磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、R F コイル装置 2 0 から受信回路 3 2 までの経路においていずれかの場所で故障が発生した場合、異常検出の対象区間として切り分けられた経路の複数の区間各々において、受信回路 3 2 の出力端側（処理回路側）からコイルエレメント 2 0 1 に向かって異常（故障）箇所の有無を検出することができる。これにより、本磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、R F コイル装置 2 0 をポート 5 3 に接続することにより、ファントム不要で、簡便に、本磁気共鳴イメージング装置 1 の受信回路 3 2 または R F コイル装置 2 0 における故障箇所を特定することができる。

【 0 0 7 8 】

また、本磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、S N R 測定用のファントムが不要なため、検査時間外においてポート 5 3 に接続されている R F コイル装置 2 0 に対して、夜間などの検査時間外に本異常箇所検出機能を実行することにより、事前に異常（故障）箇所を検出することができる。

【 0 0 7 9 】

加えて、本磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、例えば、本磁気共鳴イメージング装置 1 の外部からのリモート（遠隔）操作で本異常箇所検出機能を実行することにより、故障箇所特定することができる。これにより、R F コイル装置 2 0 から受信回路 3 2 までの経路においていずれかの場所で故障が発生した場合、サービスマンが本磁気共鳴イメージング装置 1 への修理に行く前に、故障箇所をサービスマンに提示することができる。このため、サービスマンは、本磁気共鳴イメージング装置 1 への修理に行く前に故障箇所に応じた交換パーツを推測することができ、故障時応答の迅速性および修理費用のコスト低減を向上させることができる。

【 0 0 8 0 】

（第 1 の変形例）

本変形例の実施形態との相違は、R F コイル装置において、プリアンプ 2 0 3 への入力として、R F コイル装置に設けられた他の終端抵抗（以下、プリアンプ終端と呼ぶ）とコイルエレメント 2 0 1 各々とを切り替える他の切り替えスイッチ（以下、エレメントスイッチと呼ぶ）をさらに有することによる。図 9 は、本変形例に係る R F コイル装置 2 1 の構成の一例を示す図である。図 9 に示すように、R F コイル装置 2 1 は、コイルエレメント 2 0 1 各々に応じて、エレメントスイッチ 2 0 7 とプリアンプ終端 2 0 9 とをさらに有する。

【 0 0 8 1 】

エレメントスイッチ 2 0 7 は、複数のコイルエレメント 2 0 1 各々とプリアンプ 2 0 3 との間に設けられる。エレメントスイッチ 2 0 7 は、コイルエレメント 2 0 1 とプリアンプ 2 0 3 との接続と、プリアンプ終端 2 0 9 とプリアンプ 2 0 3 との接続を切り替えるス

イチである。エレメントスイッチ 207 は、切り替え機能 401 により、上記接続を切り替える。

【0082】

プリアンプ終端 209 は、エレメントスイッチ 207 の終端に設けられる。プリアンプ終端 209 は、例えば、50 の終端抵抗である。プリアンプ終端 209 は、自身の温度に起因する熱雑音および自身の抵抗値に応じた信号を発生する。

【0083】

受信回路 32 には、エレメントスイッチ 207 の切り替え状態に応じて、RF パルスおよび傾斜磁場を印加しない状態で、コイルエレメント 201 からの信号またはプリアンプ終端 209 からの信号が入力される。

10

【0084】

以下、本変形例における異常箇所検出機能において、上記実施形態における処理（ステップ S a 5 乃至 9）と相違する内容について説明する。

【0085】

（ステップ S a 5）

処理回路 40 は、切り替え機能 401 により、受信チャネル 325 各々を端子各々に接続するように切り替えスイッチ 3215 を制御するとともに、プリアンプ 203 への入力をプリアンプ終端 209 に切り替えるようにエレメントスイッチ 207 を制御する。この制御により、エレメントスイッチ 207 は、プリアンプ 203 への入力を、コイルエレメント 201 からプリアンプ終端 209 に切り替える。プリアンプ 203 への入力をコイルエレメント 201 からプリアンプ終端 209 に切り替えたとき、受信チャネル 325 には、プリアンプ終端 209 で生成された信号が入力される。

20

【0086】

（ステップ S a 6）

RF コイル装置 21 が接続されているポート 53 における複数の端子には、プリアンプ終端 209 において発生した第 6 ノイズが入力する。このとき、受信回路 32 は、第 6 ノイズに対応する第 6 ノイズ信号を処理回路 40 に出力する。処理回路 40 は、平均化した第 6 ノイズ信号（以下、第 6 ノイズレベルと呼ぶ）を、第 6 ノイズの発生に起因するプリアンプ終端 209 に関連するコイルエレメント 201 と対応付けて記憶する。

【0087】

以上の処理により、RF コイル装置 21 が接続されたポートに関する第 6 ノイズレベルと、RF コイル装置 21 が未接続のポートに関する第 3 ノイズレベルとが取得される。

30

【0088】

（ステップ S a 7）

処理回路 40 は、検出機能 403 により、第 6 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとを比較する。具体的には、処理回路 40 は、RF コイル装置 21 が接続されたポートと、RF コイル装置 21 が未接続のポートとにおいて、ポート間でのノイズレベルを比較する。より詳細には、処理回路 40 は、RF コイル装置 21 が接続されたポートにおける端子に接続された受信チャネルと、RF コイル装置 21 が未接続のポートにおける端子に接続された受信チャネルとにおいて、複数のポート間であつてかつ複数の受信チャネル間でのノイズレベルを比較する。

40

【0089】

（ステップ S a 8）

処理回路 40 は、第 6 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとの間で、プリアンプ 203 のゲインに対応する差異の有無を判定する。RF コイル装置 21 が接続されたポートに関する第 6 ノイズレベルと、RF コイル装置 21 が未接続のポートに関する第 3 ノイズレベルとの間でプリアンプ 203 のゲインに対応する差異が無ければ（ステップ S a 8 の Yes）、すなわち第 6 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとが略同一なノイズレベルであれば、ステップ S a 9 の処理が実行される。第 6 ノイズレベルと第 3 ノイズレベルとの間でプリアンプ 203 のゲインに対応する差異があれば（ステップ S a 8 の No）、ステップ S a

50

10の処理が実行される。

【0090】

(ステップS a 9)

処理回路40は、第3ノイズレベルと略同一な第6ノイズレベルに関連するコイルエレメントを特定する。処理回路40は、特定されたコイルエレメントに関して、プリアンプ203を含むプリアンプ203から切り替えスイッチ3215までの経路を、異常であると判定する。

【0091】

以上に述べた構成によれば、本実施形態の効果に加えて以下に示す効果を得ることができる。

10

本変形例における磁気共鳴イメージング装置1によれば、異常箇所検出機能におけるステップS a 5乃至ステップS a 9の処理において、受信チャネル325への入力を終端抵抗3213から端子に切り替え、かつプリアンプ203への入力をコイルエレメント201から他の終端抵抗(プリアンプ終端209)に切り替えた後、ポートのうち、RFコイル装置21が接続されたポートに関する出力信号のレベル(第6ノイズレベル)と、RFコイル装置21が未接続のポートに関する前記出力信号のレベル(第3ノイズレベル)とを比較することにより、プリアンプ203を含むプリアンプ203から切り替えスイッチ3215までの経路の異常の有無を検出することができる。

【0092】

これにより、コイルエレメント201各々におけるインピーダンスのばらつきを無視できるため、第6ノイズレベルは第2ノイズレベルに比べてノイズレベルがより安定し、プリアンプ203から切り替えスイッチ3215までの異常の有無の検出がさらに容易となり、異常の有無の検出精度を向上させることができる。

20

【0093】

(第2の変形例)

本変形例と本実施形態との相違は、RFコイル装置20がポート53に未接続である場合において、ポート53からアンプ3211までの経路長が略同一となるように切り替えスイッチ3215を制御することにある。

【0094】

RFコイル装置20がポート53に未接続な状態において、処理回路40は、異常箇所検出機能を起動する。なお、異常箇所検出機能の起動は、RFコイル装置20がポート53に未接続である状態において、通信インターフェイス回路44を介した外部からの指示により、実行されてもよい。異常箇所検出機能が起動されると、処理回路40は、切り替え機能401により、ポート53からアンプ3211までの経路長が略同一となるように、切り替えスイッチ3215を制御する。切り替えスイッチ3215は、切り替え機能401により、ポート53からアンプ3211までの経路長が略同一となるように、受信チャネル325とポート53との接続を切り替える。

30

【0095】

以上に述べた構成によれば、本実施形態の効果に加えて以下に示す効果を得ることができる。

40

本変形例における磁気共鳴イメージング装置1によれば、RFコイル装置20がポート53に未接続な状態において、ポート53からアンプ3211までの経路長が略同一となるように、切り替えスイッチ3215を制御することができる。これにより、例えば、ポート53からアンプ3211までの経路が正常である場合、経路長が略同一なため、第3ノイズレベルはほぼ同等となる。このため、複数の第3ノイズレベルの比較において、複数の第3ノイズレベルにおける外れ値(異常値)に相当する第3ノイズレベルがあれば、ポート53からアンプ3211までの経路において断線等の異常があると判定でき、正常な経路におけるインピーダンスと異常な経路におけるインピーダンスとがズレていると判断することができる。

【0096】

50

以上述べた実施形態および少なくとも一つの変形例等の磁気共鳴イメージング装置 1 によれば、異常箇所を検出可能である。すなわち、本磁気共鳴イメージング装置 1 は、故障が発生した場合、RF コイル装置 20 からシステム側の間の何処に異常があるのかを切り分けることができ、磁気共鳴イメージング装置 1 の故障時のサービスを向上させることができる。

【0097】

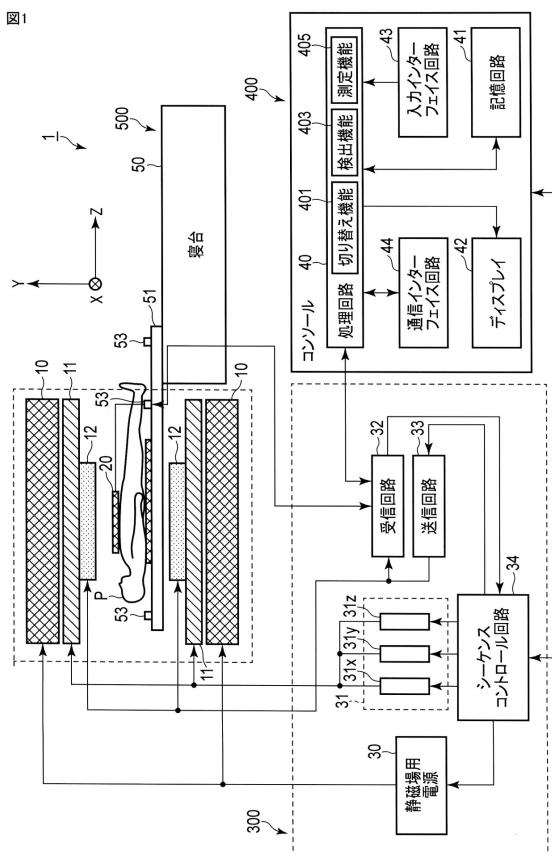
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

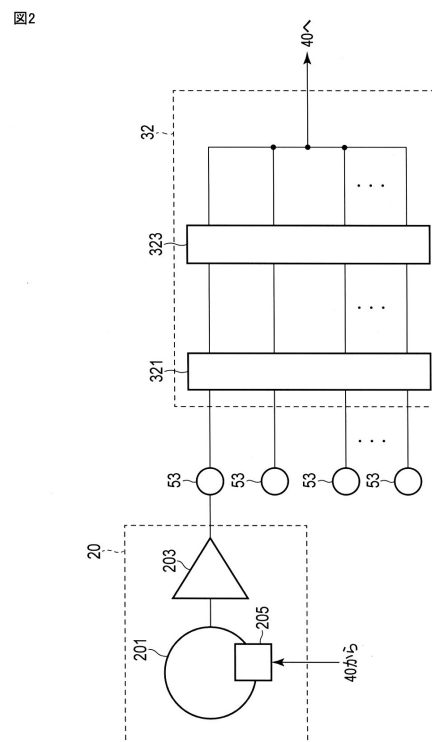
【0098】

1 ... 磁気共鳴イメージング装置、10 ... 静磁場磁石、11 ... 傾斜磁場コイル、12 ... WB コイル、20、21 ... RF コイル装置、30 ... 静磁場用電源、31 ... 傾斜磁場電源、32 ... 受信回路、33 ... 送信回路、34 ... シーケンスコントロール回路、40 ... 処理回路、41 ... 記憶回路、42 ... ディスプレイ、43 ... 入力インターフェイス回路、44 ... 通信インターフェイス回路、50 ... 寝台本体、51 ... 天板、53 ... ポート、100 ... 架台、201 ... コイルエレメント、203 ... プリアンプ、205 ... デカップリングスイッチ、207 ... エレメントスイッチ、209 ... プリアンプ終端、300 ... 制御キャビネット、321 ... チャンネル分配器、323 ... アナログデジタル変換器、325 ... 受信チャンネル、400 ... コンソール、401 ... 切り替え機能、403 ... 検出機能、405 ... 測定機能、500 ... 寝台、3211 ... アンプ、3213 ... 終端抵抗、3215 ... 切り替えスイッチ、3231 ... AD 変換回路。

【図 1】

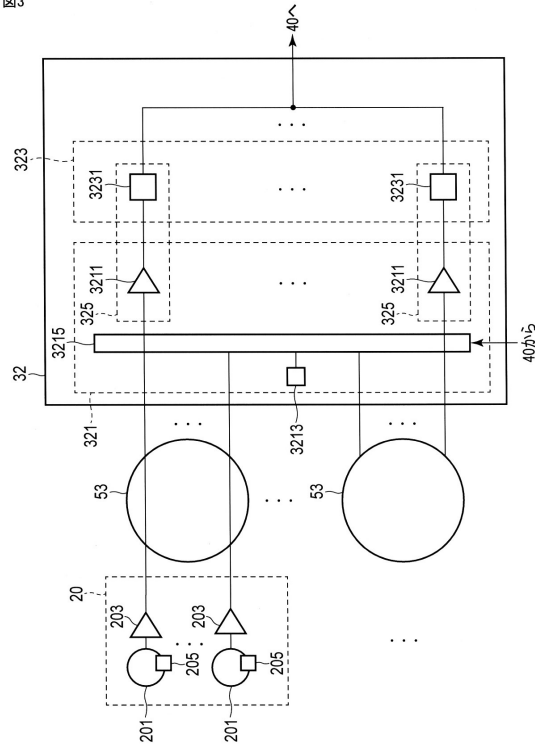


【図 2】



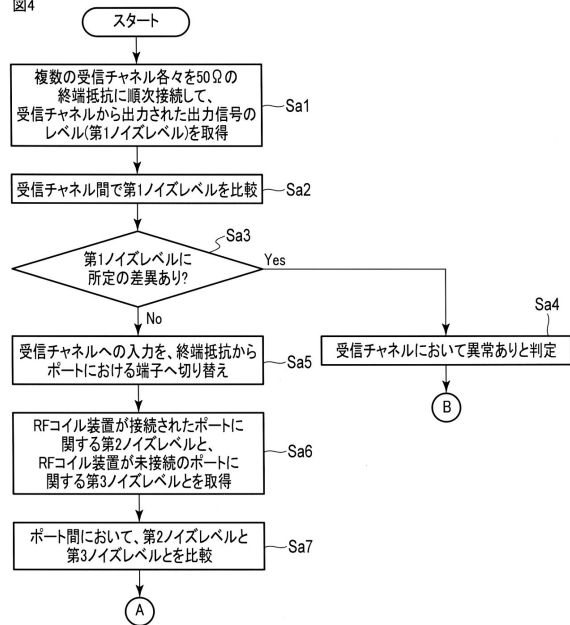
【図 3】

図3



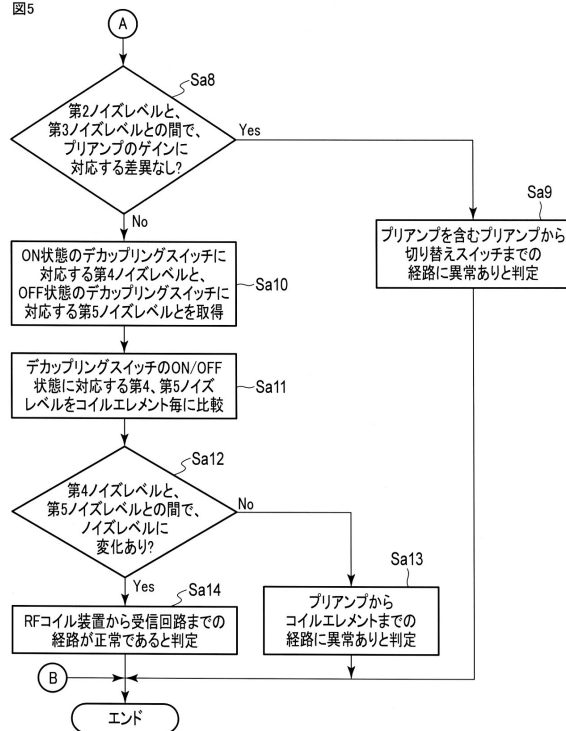
【図 4】

図4



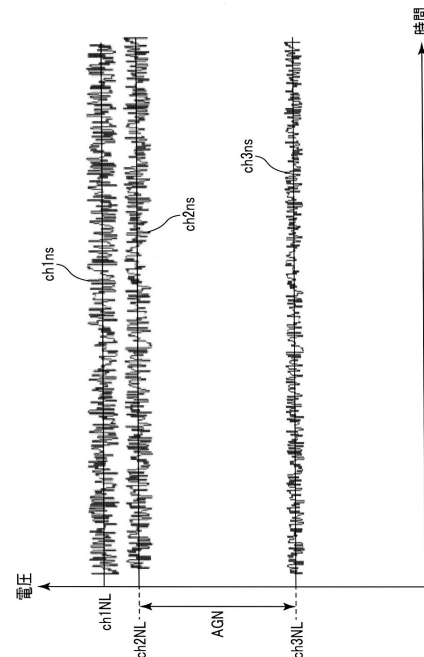
【図 5】

図5



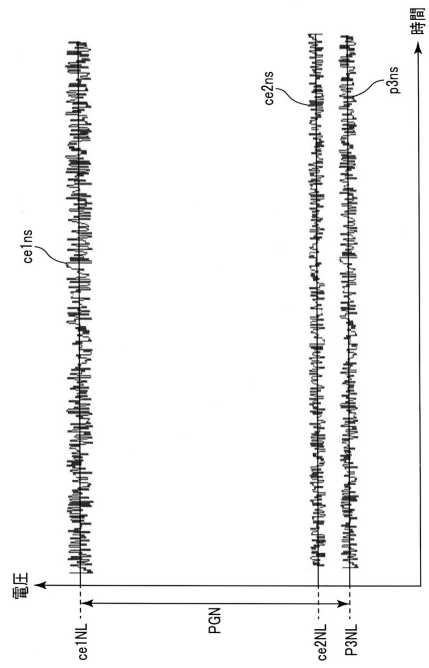
【図 6】

図6



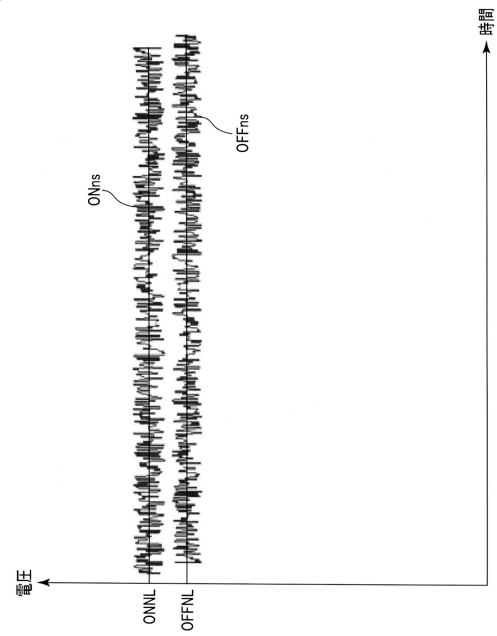
【図 7】

図7



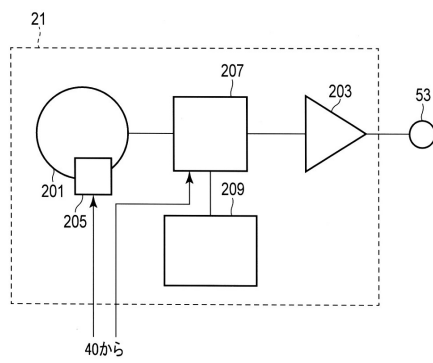
【図 8】

図8



【図 9】

図9



フロントページの続き

- (72)発明者 光井 信二
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 田平 圭司
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内

審査官 後藤 順也

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 2 0 7 9 4 3 (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 / 2 0 - 3 3 / 6 4