

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6662624号  
(P6662624)

(45) 発行日 令和2年3月11日 (2020.3.11)

(24) 登録日 令和2年2月17日 (2020.2.17)

(51) Int. Cl.	F I
<b>A 6 1 B 5/055 (2006.01)</b>	A 6 1 B 5/055 3 4 2
<b>G O 1 N 24/00 (2006.01)</b>	G O 1 N 24/00 6 0 0 H
	G O 1 N 24/00 6 0 0 Y

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-237195 (P2015-237195)	(73) 特許権者	594164542
(22) 出願日	平成27年12月4日 (2015.12.4)		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2017-99786 (P2017-99786A)		栃木県大田原市下石上1385番地
(43) 公開日	平成29年6月8日 (2017.6.8)	(74) 代理人	110001380
審査請求日	平成30年10月18日 (2018.10.18)		特許業務法人東京国際特許事務所
		(72) 発明者	三浦 賢弘
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	堀 雅志
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	川尻 将
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置及び傾斜磁場電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に傾斜磁場を印加する複数チャンネルを含む傾斜磁場コイルと、  
前記傾斜磁場コイルに含まれる前記複数チャンネルの各チャンネルの電力要求量を求め、電力を前記電力要求量の高いチャンネルに対し優先的に分配して供給する傾斜磁場電源装置と、

を備え、

前記傾斜磁場電源装置は、

交流電圧から直流電圧を生成する交流 - 直流変換回路と、

前記複数チャンネルのそれぞれに対応し、前記直流電圧を変圧する複数の直流変圧回路と、

前記各チャンネルの電力要求量に応じて、前記電力を前記電力要求量の高いチャンネルに対し優先的に電力を分配して供給するように制御する制御回路と、

を備えた磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2】

被検体に傾斜磁場を印加する傾斜磁場コイルと、

前記傾斜磁場コイルに含まれる複数チャンネルの各チャンネルの電力要求量に応じて前記各チャンネルに電力を分配する傾斜磁場電源装置と、

を備え、

前記傾斜磁場電源装置は、

10

20

交流電圧から直流電圧を生成する交流 - 直流変換回路と、  
前記複数チャンネルのそれぞれに対応し、前記直流電圧を変圧する複数の直流変圧回路と、

前記各チャンネルの電力要求量に応じて、前記電力を前記電力要求量の高いチャンネルに対し優先的に電力を分配して供給するように制御する制御回路と、

を備えた磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】

前記制御回路は、前記電力要求量を、前記複数の直流変圧回路にそれぞれ含まれるコンデンサの電圧に基づいて求める、

請求項 1 又は 2 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

10

【請求項 4】

前記制御回路は、前記電力要求量を、前記被検体を撮像するためのパルスシーケンスの情報に基づいて求める、

請求項 1 又は 2 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 5】

前記傾斜磁場コイルは、前記傾斜磁場を形成するためのメインコイルと、漏れ磁場を抑制するためのシールドコイルとを含む、

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】

磁気共鳴イメージング装置の傾斜磁場コイルに含まれる複数チャンネルの各チャンネルの電力要求量を求め、電力を前記電力要求量の高いチャンネルに対し優先的に分配して供給するように制御する制御回路と、

20

交流電圧から直流電圧を生成する交流 - 直流変換回路と、

前記複数チャンネルのそれぞれに対応し、前記直流電圧を変圧する複数の直流変圧回路と、

を備えた傾斜磁場電源装置。

【請求項 7】

磁気共鳴イメージング装置の傾斜磁場コイルに含まれる複数チャンネルの各チャンネルの電力要求量に応じて前記各チャンネルに電力を分配するように制御する制御回路と、

交流電圧から直流電圧を生成する交流 - 直流変換回路と、

30

前記複数チャンネルのそれぞれに対応し、前記直流電圧を変圧する複数の直流変圧回路と、

を備えた傾斜磁場電源装置。

【請求項 8】

前記制御回路は、前記電力要求量を、前記複数の直流変圧回路にそれぞれ含まれるコンデンサの電圧に基づいて求める、

請求項 6 又は 7 に記載の傾斜磁場電源装置。

【請求項 9】

前記制御回路は、前記電力要求量を、前記磁気共鳴イメージング装置により被検体を撮像するためのパルスシーケンスの情報に基づいて求める、

40

請求項 6 又は 7 に記載の傾斜磁場電源装置。

【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及び傾斜磁場電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴イメージング装置は、静磁場中に置かれた被検体の原子核スピンをラーモア周波数の高周波（RF：Radio Frequency）信号で励起し、励起に伴って被検体から発生する磁気共鳴信号を再構成してMRI（Magnetic Resonance Imaging）画像を生成する撮像

50

装置である。

【 0 0 0 3 】

磁気共鳴イメージング装置は、パルスシーケンスに基づいて傾斜磁場コイルに電力を分配する傾斜磁場電源装置を備える。傾斜磁場電源装置により、傾斜磁場コイルは、X軸、Y軸、及びZ軸の方向における傾斜磁場を被検体に印加することができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特許 2 9 8 3 2 5 6 号 公 報

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

本発明が解決しようとする課題は、傾斜磁場電源装置による電力の利用効率を向上させることができる磁気共鳴イメージング装置及び傾斜磁場電源装置を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置は、被検体に傾斜磁場を印加する複数チャンネルを含む傾斜磁場コイルと、前記傾斜磁場コイルに含まれる前記複数チャンネルの各チャンネルの電力要求量を求め、電力を前記電力要求量の高いチャンネルに対し優先的に分配して供給する傾斜磁場電源装置と、を備えた。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 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。

【 図 2 】 従来の傾斜磁場電源装置の構成を示す図。

【 図 3 】 本実施形態に係る傾斜磁場電源装置の第 1 の構成例を示す図。

【 図 4 】 本実施形態に係る傾斜磁場電源装置の第 2 の構成例を示す図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 8 】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【 0 0 0 9 】

30

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。

【 0 0 1 0 】

磁気共鳴イメージング装置 1 は、磁石架台 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、及び R F (Radio Frequency) コイル 2 0 を備える。

【 0 0 1 1 】

磁石架台 1 0 0 は、静磁場磁石 1 0、傾斜磁場コイル 1 1、及び W B (Whole Body) コイル 1 2、を有しており、これらの構成部品は円筒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 T を有している。

【 0 0 1 2 】

40

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

【 0 0 1 3 】

コンソール 4 0 0 は、処理回路 4 0、記憶回路 4 1、入力デバイス 4 3、及びディスプレイ 4 2 を備えている。コンソール 4 0 0 は、ホスト計算機として機能する。

【 0 0 1 4 】

磁石架台 1 0 0 の静磁場磁石 1 0 は、概略円筒形状をなしており、被検体、例えば患者、が搬送されるボア内に静磁場を発生させる。ボアとは、磁石架台 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、超電導コイルを内蔵し、液体ヘリウムによって超電

50

導コイルが極低温に冷却されている。静磁場磁石 10 は、励磁モードにおいて静磁場用電源装置 30 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。その後、永久電流モードに移行すると、静磁場用電源装置 30 は切り離される。一旦永久電流モードに移行すると、静磁場磁石 10 は、長時間、例えば 1 年以上に亘って、大きな静磁場を発生し続ける。

【0015】

傾斜磁場コイル 11 は、静磁場磁石 10 と同様に概略円筒形状をなし、静磁場磁石 10 の内側に設置されている。傾斜磁場コイル 11 は、傾斜磁場電源装置 31 から供給される電力により傾斜磁場を被検体に印加する。

【0016】

ここで、傾斜磁場の生成に伴って発生する渦電流がイメージングの妨げとなることから、傾斜磁場コイル 11 として、渦電流の低減を目的とした A S G C (Actively Shielded Gradient Coil) が用いられてもよい。A S G C は、X 軸、Y 軸、及び Z 軸方向の各傾斜磁場をそれぞれ形成するためのメインコイルの外側に、漏れ磁場を抑制するためのシールドコイルを設けた傾斜磁場コイルである。

【0017】

W B コイル 12 は、全身用コイルとも呼ばれ、傾斜磁場コイル 11 の内側に被検体を取り囲むように概略円筒形状に設置されている。W B コイル 12 は、R F 送信器 33 から伝送される R F パルスを被検体に向けて送信する。一方、W B コイル 12 は、水素原子核の励起によって被検体から放出される磁気共鳴信号、即ち M R (Magnetic Resonance) 信号を受信する。

【0018】

磁気共鳴イメージング装置 1 は、W B コイル 12 の他、図 1 に示すように R F コイル 20 を備えてもよい。R F コイル 20 は、被検体の体表面に近接して載置されるコイルである。R F コイル 20 は、後述するように複数のコイル要素を備えてもよい。これら複数のコイル要素は、R F コイル 20 の内部でアレイ状に配列されるため、P A C (Phased Array Coil) と呼ばれることもある。R F コイル 20 には幾つかの種別がある。例えば、R F コイル 20 には、図 1 に示すように被検体の胸部や腹部、或いは脚部に設置されるボディコイル (Body Coil) や、被検体の背側に設置されるスパインコイル (Spine Coil) といった種別がある。この他、R F コイル 20 には、被検体の頭部を撮像するための頭部コイル (Head Coil) や、足を撮像するためのフットコイル (Foot Coil) といった種別もある。また、R F コイル 20 には、手首を撮像するためのリストコイル (Wrist Coil)、膝を撮像するためのニーコイル (Knee Coil)、肩を撮像するためのショルダーコイル (Shoulder Coil) といった種別もある。R F コイル 20 の多くは受信専用のコイルであるが、R F コイル 20 の中には送信と受信を双方行う送受信コイルもある。例えば、R F コイル 20 としての頭部コイル及び膝用コイルの中には、送受信コイルも存在する。

【0019】

傾斜磁場電源装置 31 は、X 軸、Y 軸、Z 軸の傾斜磁場を発生するコイルそれぞれを駆動する各チャンネル用の傾斜磁場電源装置 31 x, 31 y, 31 z を備える。傾斜磁場電源装置 31 x, 31 y, 31 z は、シーケンスコントローラの指令により、必要な電流波形を各チャンネルに独立に出力する。それにより、傾斜磁場コイル 11 は、X 軸、Y 軸、Z 軸の方向における傾斜磁場を被検体に印加することができる。傾斜磁場電源装置 31 の構成及び作用は、図 3 及び図 4 を用いて後述する。

【0020】

R F 送信器 33 は、シーケンスコントローラ 34 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 12 に伝送され、被検体に印加される。R F パルスの印加によって被検体から M R 信号が発生する。この M R 信号を R F コイル 20 又は W B コイル 12 が受信する。

【0021】

R F コイル 20 で受信した M R 信号、より具体的には、R F コイル 20 内の各コイル要

10

20

30

40

50

素で受信したMR信号は、RF受信器32に伝送される。

【0022】

RF受信器32は、受信されたMR信号をAD変換して、シーケンスコントローラ34に出力する。デジタルに変化されたMR信号は、生データ(Raw Data)と呼ばれることもある。

【0023】

シーケンスコントローラ34は、コンソール400による制御のもと、傾斜磁場電源装置31、RF送信器33及びRF受信器32をそれぞれ駆動することによって被検体の撮像を行う。撮像によってRF受信器32から生データを受信すると、シーケンスコントローラ34は、その生データをコンソール400に送信する。

10

【0024】

シーケンスコントローラ34は、処理回路(図示を省略)を具備している。この処理回路は、例えば所定のプログラムを実行するプロセッサや、FPGA(Field Programmable Gate Array)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)等のハードウェアで構成される。

【0025】

寝台500の寝台本体50は、天板Iを上下方向及び水平方向に移動することができる。撮像前に天板Iに載置された被検体を所定の高さまで移動させる。その後、撮影時には天板Iを水平方向に移動させて被検体をボア内に移動させる。

【0026】

コンソール400は、処理回路40、記憶回路41、ディスプレイ42、及び入力デバイス43を備える。

20

【0027】

処理回路40は、例えば、CPU(Central Processing Unit)や、専用又は汎用のプロセッサを備える回路である。プロセッサは、記憶回路41に記憶した各種のプログラムを実行することによって、後述する各種の機能を実現する。処理回路40は、FPGAやASICなどのハードウェアで構成してもよい。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、生データから医療用画像への再構成、再構成された画像の保存、画像値から統計データの算出などの処理を行うことができる。

30

【0028】

記憶回路41は、RAM(Random Access Memory)、フラッシュメモリ(Flash Memory)等の半導体メモリ素子、ハードディスク、及び光ディスク等を備える。記憶回路41は、USB(Universal Serial bus)メモリ及びDVD(Digital Video Disk)などの可搬型メディアを備えてもよい。記憶回路41は、処理回路40において用いられる各種処理プログラム(アプリケーションプログラムの他、OS(Operating System)なども含まれる)や、プログラムの実行に必要なデータや、医用画像を記憶する。また、OSに、操作者に対するディスプレイ42への情報の表示にグラフィックを多用し、基礎的な操作を入力デバイス43によって行うことができるGUI(Graphical User Interface)を含めることもできる。

40

【0029】

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、及び有機ELパネル等の表示デバイスである。

【0030】

入力デバイス43は、例えば、マウス、キーボード、トラックボール、及びタッチパネルなどであり、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。

【0031】

続いて、従来の傾斜磁場電源装置の構成及び作用と、本実施形態に係る傾斜磁場電源装置31の構成及び作用との違いについて説明する。

【0032】

50

図 2 は、従来の傾斜磁場電源装置 1 0 1 の構成を示す図である。

【 0 0 3 3 】

図 2 は、傾斜磁場コイル 1 1 1、傾斜磁場電源装置 1 3 1、及びシーケンスコントローラ 1 3 4 を示す。傾斜磁場電源装置 1 3 1 は、商用電源から交流 - 直流変換を行う A C / D C コンバータ回路 1 5 2 と、それぞれ絶縁された出力と直流電圧の変換機能とを持つ 3 チャンネルの D C / D C コンバータ 1 5 3 x , 1 5 3 y , 1 5 3 z と、それらの直流電源から、シーケンスコントローラからの指令に応じた出力電流を流す 3 チャンネルの増幅器 1 5 4 x , 1 5 4 y , 1 5 4 z とを備える。

【 0 0 3 4 】

傾斜磁場コイル 1 1 1 は、X チャンネル用増幅器 1 5 4 x に接続される X チャンネル 1 6 1 x と、Y チャンネル用増幅器 1 5 4 y に接続される Y チャンネル 1 6 1 y と、Z チャンネル用増幅器 1 5 4 z に接続される Z チャンネル 1 6 1 z とを備える。なお、図 2 ~ 図 4 では、「チャンネル」を「c h」と表現する。

【 0 0 3 5 】

ここで、D C / D C コンバータ 1 5 3 x , 1 5 3 y , 1 5 3 z の最大出力電力は一定であるとする、その後段のコンデンサは、その最大電力までは、一定の電圧を保つ。しかし、各チャンネルの傾斜磁場コイル 1 6 1 x , 1 6 1 y , 1 6 1 z への供給電力が D C / D C コンバータの最大出力電力を超えると、コンデンサの電圧は低下し始める。一般に、撮像中に必要な各チャンネルの傾斜磁場コイル 1 6 1 x , 1 6 1 y , 1 6 1 z の電力の大きさは大きく異なる。つまり、従来技術による場合、傾斜磁場電源装置 1 0 1 が 3 チャンネル 1 6 1 x , 1 6 1 y , 1 6 1 z への電力の分配比を制御していないので、D C / D C コンバータ 1 5 3 x , 1 5 3 y , 1 5 3 z のうち負荷が大きなチャンネルに対応する D C / D C コンバータでは電力要求量に対して電力が足りず、先にコンデンサの電圧が低下してしまう。コンデンサの電圧の低下が大きくなったとき、シーケンスコントローラが指令する電流波形を得られなくなるため、得られた画像に悪影響を与え、さらには、傾斜磁場電源の停止に至る。

【 0 0 3 6 】

そこで、本実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置 1 は、傾斜磁場コイル 1 1 1 の各チャンネルの電力要求量に応じて各チャンネルに電力を分配する構成を有する。図 3 が、傾斜磁場電源装置 3 1 の第 1 の構成例を示し、図 4 が、傾斜磁場電源装置 3 1 の第 2 の構成例を示す。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、本実施形態に係る傾斜磁場電源装置 3 1 の第 1 の構成例を示す図である。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、傾斜磁場コイル 1 1、傾斜磁場電源装置 3 1、及びシーケンスコントローラ 3 4 を示す。傾斜磁場電源装置 3 1 は、制御回路 5 1 と、A C / D C コンバータ 5 2 と、複数チャンネルに対応する複数の D C / D C コンバータと、複数チャンネルに対応する複数の増幅器とを備える。傾斜磁場コイル 1 1 は、X チャンネル用増幅器 5 4 x に接続される X チャンネル 6 1 x と、Y チャンネル用増幅器 5 4 y に接続される Y チャンネル 6 1 y と、Z チャンネル用増幅器 5 4 z に接続される Z チャンネル 6 1 z とを備える。

【 0 0 3 9 】

ここでは、複数の D C / D C コンバータとして、X チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 x と、Y チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 y と、Z チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 z を例示する。同様に、複数の増幅器として、X チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 x に接続される X チャンネル用増幅器 5 4 x と、Y チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 y に接続される Y チャンネル用増幅器 5 4 y と、Z チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 z に接続される Z チャンネル用増幅器 5 4 z とを備える。

【 0 0 4 0 】

なお、図 1 に示す傾斜磁場電源装置 3 1 x は、図 3 に示す A C / D C コンバータ 5 2、X チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 x、及び X チャンネル用増幅器 5 4 x に相当す

10

20

30

40

50

る。図 1 に示す傾斜磁場電源装置 3 1 y は、図 3 に示す A C / D C コンバータ 5 2、Y チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 y、及び Y チャンネル用増幅器 5 4 y に相当する。図 1 に示す傾斜磁場電源装置 3 1 z は、図 3 に示す A C / D C コンバータ 5 2、Z チャンネル用 D C / D C コンバータ 5 3 z、及び Z チャンネル用増幅器 5 4 z に相当する。

【 0 0 4 1 】

A C / D C コンバータ 5 2 は、商用の交流電源設備の交流電圧から直流電圧を生成する。A C / D C コンバータ 5 2 は、交流電圧を直流電圧に変換し、変換された直流電圧を昇圧する。A C / D C コンバータ 5 2 は、商用電源を整流し、必要な電圧とした後、電気エネルギーを後段のコンデンサに充電する。

【 0 0 4 2 】

D C / D C コンバータ 5 3 x , 5 3 y , 5 3 z は、それぞれ、A C / D C コンバータ 5 2 によって変換された直流電圧を、チョッパ回路などを用いて交流電圧に変換し、トランスを用いて交流電圧を絶縁して必要な電圧に変換し、トランスの出力を整流することにより、安定化した直流電圧を得る。

【 0 0 4 3 】

増幅器 5 4 x , 5 4 y , 5 4 z は、それぞれ、先に述べた直流電圧を P W M ( Pulse Width Modulation ) インバータ回路を用いて必要な出力電流を生成する電流源型の増幅回路である。増幅器 5 4 x , 5 4 y , 5 4 z は、M R 信号に X 軸、Y 軸、及び Z 軸の位置情報を与える磁場を発生させるために、コンソール 4 0 0 ( 図 1 に図示 ) によって選択されたパルスシーケンスの種別により定まった電流を流す電流源型の増幅回路である。増幅器 5 4 x , 5 4 y , 5 4 z は、傾斜磁場コイル 1 1 のチャンネル 6 1 x , 6 1 y , 6 1 z にそれぞれ電流を供給する際、チャンネル 6 1 x , 6 1 y , 6 1 z に流れる電流が、シーケンスコントローラ 3 4 からのパルスシーケンスに応じた電流波形と一致するように制御する。

【 0 0 4 4 】

ここで、パルスシーケンスの種別としては、位置決め画像を得るための撮像を示すパルスシーケンスや、R F コイルの感度マップを生成するためのパルスシーケンスや、T 1 強調 ( T 1 W ) 画像を得るための撮像を示すパルスシーケンスや、T 2 強調 ( T 2 W ) 画像を得るための撮像を示すパルスシーケンスなどが挙げられる。

【 0 0 4 5 】

3 チャンネル 6 1 x , 6 1 y , 6 1 z は、増幅器 5 4 x , 5 4 y , 5 4 z からそれぞれパルス電流を受け、X 軸、Y 軸、及び Z 軸の方向における傾斜磁場を被検体に印加する。

【 0 0 4 6 】

傾斜磁場電源装置 3 1 では、コイルにパルス電流を流す特性上、大電圧を得る必要があり、増幅器 5 4 x , 5 4 y , 5 4 z として、複数の P W M インバータ回路が直列に接続されたものが用いられる。この場合、複数の P W M インバータ回路が直列に接続されるため、それぞれが電氣的に絶縁された直流電源が必要となる。絶縁された直流電源を得るため、D C / D C コンバータ 5 3 x , 5 3 y , 5 3 z として、トランスにて絶縁させたスイッチング回路が用いられ、それぞれの増幅器内部の直列数に応じた出力を得るものとする。しかしながら、その場合に限定されるものではない。

【 0 0 4 7 】

前述のように直流電源にスイッチング回路が用いられた場合、A C / D C コンバータ 5 2 として、昇圧型のコンバータが用いられるものとする。しかしながら、その場合に限定されるものではない。

【 0 0 4 8 】

制御回路 5 1 は、傾斜磁場コイル 1 1 の各チャンネルで必要な電力量に応じて各チャンネルに電力を分配するように制御する。制御回路 5 1 は、各チャンネルの電力要求量を、各チャンネルの負荷、すなわち、D C / D C コンバータ 5 3 x , 5 3 y , 5 3 z の後段の各コンデンサの電圧から判別する。制御回路 5 1 は、D C / D C コンバータ 5 3 x , 5 3 y , 5 3 z の後段の複数のコンデンサから電圧の情報をそれぞれ受け、より低電圧となっ

10

20

30

40

50

ているDC/DCコンバータに対応するチャンネルへの電力の分配比を上げ、その他のチャンネルへの分配比を下げるように制御する。例えば、制御回路51は、より低電圧のDC/DCコンバータの動作時間を長くすることで、当該DC/DCコンバータに対応するチャンネルへの電力の分配比を上げる。一方で、制御回路51は、他のチャンネルも高い電圧のDC/DCコンバータの動作時間を短くすることで、当該DC/DCコンバータに対応するチャンネルへの電力の分配比を下げる。

【0049】

制御回路51により、パルスシーケンスに従った撮像の実行中に、傾斜磁場コイル11の3チャンネル61x, 61y, 61zの各チャンネルの負荷に応じて、負荷が大きなチャンネル、すなわち、より低電圧のDC/DCコンバータに対応するチャンネルへの電力が高い分配比となるように逐次調整される。よって、傾斜磁場電源装置31では、パルスシーケンスに従った撮像の実行中に、一定の入力電力で駆動できる時間が増大する。これにより、電力の利用効率を上げる効果がある。

【0050】

特に、制御回路51によれば、コンデンサの電圧の情報を基に電力の分配比を各チャンネルの電力要求量として判別するので、傾斜磁場電源装置31の内部処理にてチャンネルの電力要求量を決定することができる。

【0051】

図4は、本実施形態に係る傾斜磁場電源装置31の第2の構成例を示す図である。

【0052】

図4は、傾斜磁場コイル11、傾斜磁場電源装置31、及びシーケンスコントローラ34を示す。傾斜磁場電源装置31は、制御回路51Aと、AC/DCコンバータと、複数チャンネルに対応する複数のDC/DCコンバータと、複数チャンネルに対応する複数の増幅器とを備える。

【0053】

ここでは、複数のDC/DCコンバータとして、Xチャンネル用DC/DCコンバータ53xと、Yチャンネル用DC/DCコンバータ53yと、Zチャンネル用DC/DCコンバータ53zを例示する。同様に、複数の増幅器として、Xチャンネル用DC/DCコンバータ53xに接続されるXチャンネル用増幅器54xと、Yチャンネル用DC/DCコンバータ53yに接続されるYチャンネル用増幅器54yと、Zチャンネル用DC/DCコンバータ53zに接続されるZチャンネル用増幅器54zとを備える。なお、図4において、図3に示す部材と同一部材には同一符号を付して説明を省略する。

【0054】

制御回路51Aは、傾斜磁場コイル11の各チャンネルの電力要求量に応じて各チャンネルに電力を分配するように制御する。制御回路51Aは、シーケンスコントローラ34からパルスシーケンスを受け、各チャンネルの電力要求量を、パルスシーケンスの種別から判別する。制御回路51Aは、パルスシーケンスの種別に応じた電力の分配比となるように制御する。具体的には、Xチャンネル61xの負荷が最大と予想され、Zチャンネル61zの負荷が最小と予想されるパルスシーケンスの種別の場合、制御回路51Aは、Xチャンネル61xへの電力の分配比が最大となり、Zチャンネル61zへの電力の分配比が最小となるように制御する。例えば、制御回路51Aは、DC/DCコンバータ53xの動作時間を長くすることで、チャンネル61xへの電力の分配比を上げる。一方で、制御回路51Aは、DC/DCコンバータ53zの動作時間を短くすることで、チャンネル61zへの電力の分配比を下げる。

【0055】

なお、パルスシーケンスの複数種別と、各種別に対応する電力の分配比との関係は、予め対応テーブルとして登録されていてもよい。また、コンソール400によって1検査として複数のパルスシーケンスを続けて行うように複数のパルスシーケンスが選択された場合、検査に先立って1回だけ電力の分配比がセットされてもよいし、1検査内の各パルスシーケンスに先立って複数回電力の分配比がセットされてもよい。



## 【 0 0 5 6 】

制御回路 5 1 A により、パルスシーケンスに従った撮像の開始前に、シーケンスコントローラ 3 4 からのパルスシーケンスの種別に応じて、負荷が大きなチャンネルに対応する D C / D C コンバータの電力が高い分配比となるように予めセットされる。そして、パルスシーケンスに従った撮像の実行中に、セットされた分配比によってチャンネル 6 1 x , 6 1 y , 6 1 z に電力が分配される。よって、傾斜磁場電源装置 3 1 では、パルスシーケンスに従った撮像の実行中に、当該 D C / D C コンバータがダウンする現象が抑えられる。

## 【 0 0 5 7 】

特に、制御回路 5 1 A によれば、パルスシーケンスの種別を基に、電力の分配比を各チャンネルの電力要求量として判別するので、撮像の前に各チャンネルの電力要求量を先読みできる。

10

## 【 0 0 5 8 】

また、制御回路 5 1 A がパルスシーケンスの電流波形情報を得ることにより、傾斜磁場コイルの各チャンネルでインピーダンスと電流値の 2 乗との積から求まる電力と、電流に比例する増幅器の電力損失との和を取ることにより、そのときに各チャンネルが必要とする電力を算出することもできる。そして、3 チャンネルのうちより電力が必要なチャンネルの D C / D C コンバータから優先的に電力を供給することにより、上述と同じ効果を得ることも可能である。

## 【 0 0 5 9 】

20

以上述べた少なくともひとつの実施形態の磁気共鳴イメージング装置及び傾斜磁場電源装置によれば、傾斜磁場電源装置による電力の利用効率を向上させることができる。

## 【 0 0 6 0 】

以上、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。これらの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。

## 【 0 0 6 1 】

30

例えば、図 3 に示す傾斜磁場電源装置 3 1 の構成及び作用と、図 4 に示す傾斜磁場電源装置 3 1 の構成及び作用が組み合わせられてもよい。その場合、パルスシーケンスの種別に従って予めセットされた分配比にて各チャンネルに電力を分配しながら行われる撮像中に、各チャンネルの負荷に応じて電力の分配比が逐次調整される。

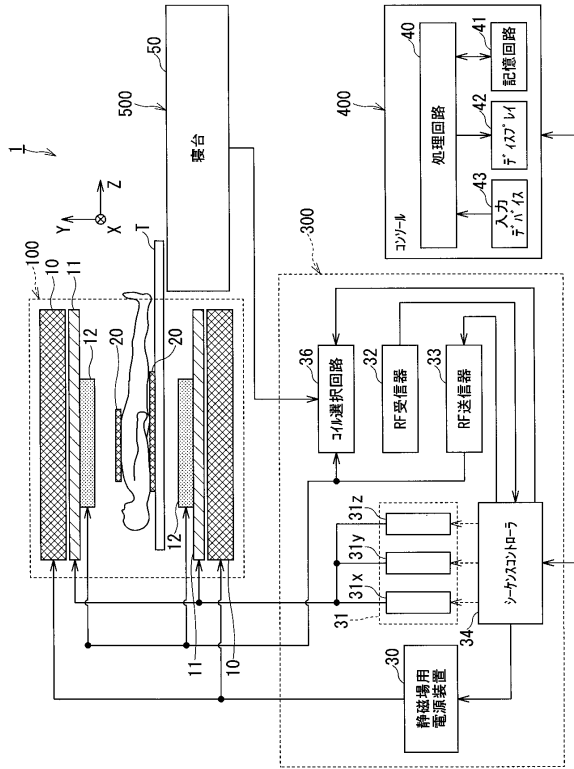
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 2 】

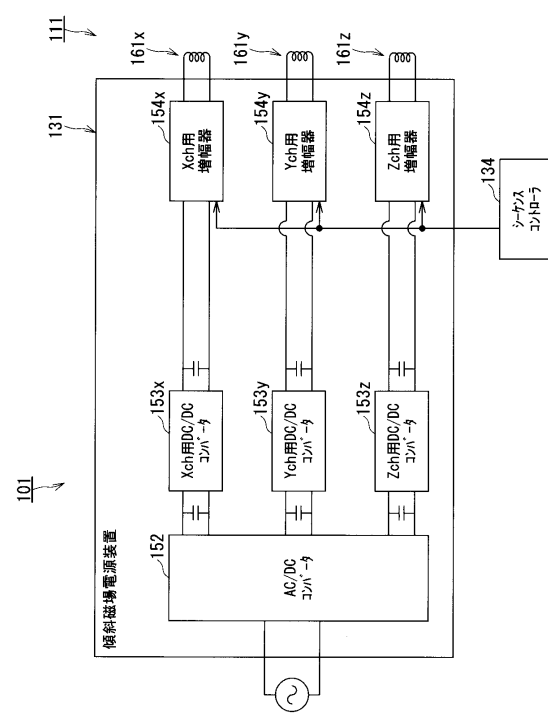
- 1 ... 磁気共鳴イメージング装置
- 1 0 ... 静磁場磁石
- 1 1 ... 傾斜磁場コイル
- 3 1 ... 傾斜磁場電源装置
- 3 4 ... シーケンスコントローラ
- 5 1 , 5 1 A ... 制御回路
- 5 2 ... A C / D C コンバータ
- 5 3 x ... X チャンネル用 D C / D C コンバータ
- 5 3 y ... Y チャンネル用 D C / D C コンバータ
- 5 3 z ... Z チャンネル用 D C / D C コンバータ

40

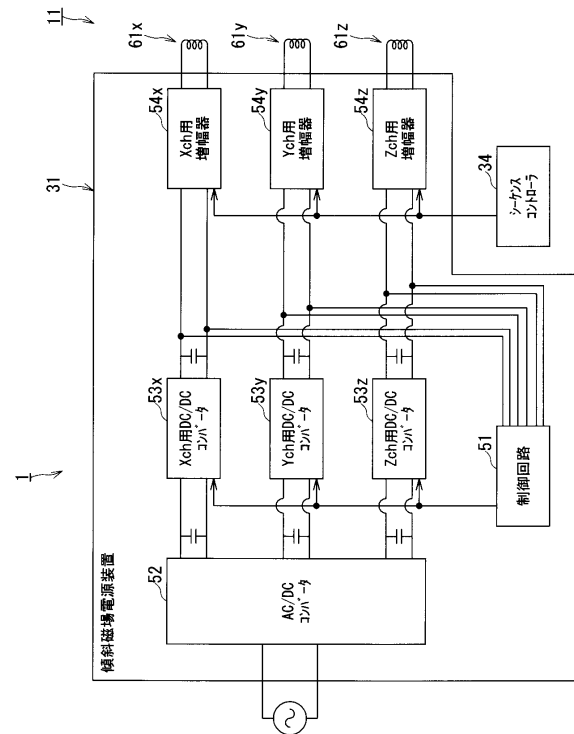
【図 1】



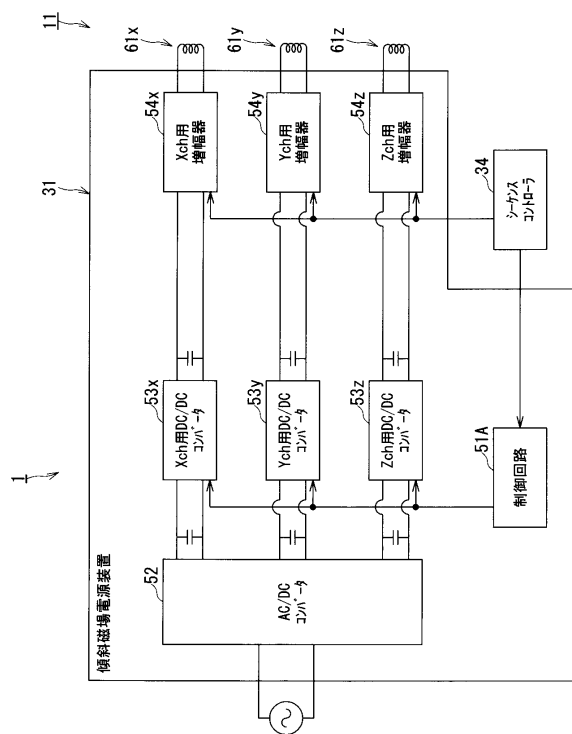
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

審査官 伊知地 和之

(56)参考文献 特開平06-254063(JP,A)  
特開平07-163540(JP,A)  
特開平03-063032(JP,A)  
特開2013-000173(JP,A)  
特開2014-135991(JP,A)  
特開2014-030714(JP,A)  
米国特許出願公開第2014/0300362(US,A1)  
特表2012-507329(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 5/055  
G01N 24/00 - 24/14