

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5976920号
(P5976920)

(45) 発行日 平成28年8月24日(2016. 8. 24)

(24) 登録日 平成28年7月29日(2016. 7. 29)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

A 6 1 B 5/05 3 4 0

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-505041 (P2015-505041)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成25年4月4日(2013. 4. 4)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2015-512737 (P2015-512737A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成27年4月30日(2015. 4. 30)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2013/052695		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02013/156889		
(87) 国際公開日	平成25年10月24日(2013.10.24)	(74) 代理人	100087789
審査請求日	平成28年3月28日(2016. 3. 28)		弁理士 津軽 進
(31) 優先権主張番号	61/624, 481	(74) 代理人	100122769
(32) 優先日	平成24年4月16日(2012. 4. 16)		弁理士 笛田 秀仙
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
早期審査対象出願			
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アドオン方式のエネルギーバッファを備えるMR I 勾配電力システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給する電力チェーンであって、電源システム、エネルギーバッファ及び勾配増幅器を有し、

前記電源システムが、

前記勾配コイルを駆動させるために前記勾配増幅器に第 1 の電圧を供給する電源、及び入力部が前記電源に接続されているエネルギーバッファを有し、

前記勾配増幅器の出力部は前記勾配コイルに接続され、

前記エネルギーバッファは、前記勾配増幅器に第 2 の電圧を供給するように構成され、前記エネルギーバッファは、前記勾配増幅器及び前記電源と並列であり、

前記エネルギーバッファは、前記勾配コイルの駆動により起こる前記第 1 の電圧の変化の少なくとも一部を補償するように前記第 2 の電圧を制御する電圧変換器を有する、電力チェーン。

【請求項 2】

前記エネルギーバッファはさらに、前記電圧変換器の入力部に接続されるコンデンサを有する、請求項 1 に記載の電力チェーン。

【請求項 3】

並列回路において前記エネルギーバッファ及び前記勾配増幅器と接続される供給コンデンサをさらに有し、前記供給コンデンサは前記勾配コイルにピーク電力を供給するように

10

20

構成される、請求項 1 又は 2 に記載の電力チェーン。

【請求項 4】

前記第 1 の電圧の変化は、前記電源の最大の配送可能電力を上回る、前記勾配コイルを通した電圧降下によるものである、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の電力チェーン。

【請求項 5】

前記第 1 の電圧の変化を検出し、前記検出した変化に基づいて前記第 2 の電圧を制御するためのフィードバックを前記エネルギーバッファに供給する制御ユニットをさらに有する、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の電力チェーン。

【請求項 6】

前記エネルギーバッファは、前記電源及び / 又は勾配増幅器へのアドオン方式のモジュールである、請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の電力チェーン。

【請求項 7】

磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給するための勾配増幅器であり、前記勾配増幅器は、入力部が電源に接続されているエネルギーバッファを有し、前記電源は、前記勾配コイルを駆動させるために前記勾配増幅器に第 1 の電圧を供給し、

前記勾配増幅器は、前記勾配コイルと並列接続され、

前記エネルギーバッファは、前記勾配増幅器に第 2 の電圧を供給し、

前記エネルギーバッファは、前記勾配増幅器及び前記電源に並列であり、

前記エネルギーバッファは、前記勾配コイルの駆動により起こる前記第 1 の電圧の変化の少なくとも一部を補償するように、前記第 2 の電圧を制御する電圧変換器を有する、勾配増幅器。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の勾配増幅器、及び

請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の電源若しくは電源システムを有する磁気共鳴撮像システム。

【請求項 9】

電源システムにより、磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給するための方法において、前記方法は、

- 前記勾配コイルを駆動させるために、電源により勾配増幅器に第 1 の電圧を供給するステップであり、前記勾配増幅器は前記勾配コイルと並列接続されている、前記第 1 の電圧を供給するステップ、並びに

- エネルギーバッファにより前記勾配増幅器に第 2 の電圧を供給するステップであり、前記第 2 の電圧は、前記勾配コイルの駆動により起こる前記勾配コイルにかかる前記第 1 の電圧の変化の少なくとも一部を補償するように前記エネルギーバッファに含まれる電圧変換器により制御され、前記エネルギーバッファは、入力部が前記電源に接続される、並びに前記勾配増幅器及び前記電源に並列である、前記第 2 の電圧を供給するステップを有する方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのコンピュータ実施可能な命令を有するコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は磁気共鳴撮像に関する、特に磁気共鳴撮像システムの磁場勾配コイル用の電源に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴撮像 (MRI) において、勾配増幅器は通例、磁場勾配コイルが磁場内にある原子スピンの空間符号化を与える電流を供給するのに用いられる。これら勾配増幅器は通

10

20

30

40

50

例、生成した電流の波形の高いピーク電力及び高い精度により特徴付けられる。

【 0 0 0 3 】

しかしながら、撮像される被験者から得られる磁気共鳴信号の測定中、磁場勾配は一定に保たなければならない。そうしなければ、被験者の別々の場所の信号は識別されることができず、生じる画像は歪むことがある。

【 0 0 0 4 】

米国特許番号US6,552,448号は、エネルギー貯蓄コンデンサにかかるレール電圧を監視する直列接続した増幅器モジュールと共に使用するエネルギー管理制御器を開示している。

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

本発明の実施例の目的は、勾配コイル、電源システム、勾配増幅器及びコンピュータプログラムプロダクトに電流を供給するための方法を提供することである。前記目的は、独立請求項の内容により解決される。有利な実施例は、従属請求項に記載されている。

【 0 0 0 6 】

磁気共鳴撮像 (MRI) データは、磁気共鳴撮像のスキュン中に原子スピンにより放出され、磁気共鳴撮像装置のアンテナにより取得される無線周波数信号の記録される測定値であると定められる。磁気共鳴画像は、磁気共鳴撮像データの再構成される2次元又は3次元の視覚化であると定められる。この視覚化はコンピュータを用いて行われることができる。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

ある態様において、本発明は、磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給するための電源システムに関する。この電源システムは、勾配コイルを駆動させるために勾配増幅器に第1の電圧を供給するための電源、及び入力部が前記電源に接続されるエネルギーバッファを有し、前記勾配増幅器の出力部は勾配コイルに接続され、前記エネルギーバッファは前記勾配増幅器に第2の電圧を供給するように構成され、前記エネルギーバッファは前記勾配増幅器及び前記電源に並列である、並びに前記エネルギーバッファは前記勾配コイルの駆動により起こる前記第1の電圧の変化を補償するように前記第2の電圧を制御するために構成される電圧変換器を有する。

30

【 0 0 0 8 】

従来のMRI装置において、電力チェーンは、勾配コイルに電流を供給するのに用いられる。この電力チェーンは、電源及び入力信号をこの電源を用いて勾配コイルを駆動させるのに十分なレベルの第1の電圧に変換する勾配増幅器を有する。電流源は通常、エネルギー保存手段(すなわちエネルギーバッファ)を備える。このエネルギー保存手段は、勾配コイルの抵抗における電力損失が電源の電力範囲を超えている波形の間、前記勾配増幅器に電力を供給する少なくとも1つのコンデンサを有する。勾配コイルの電流はその後、前記コンデンサを通過して、電源のエネルギーにコンデンサのエネルギーが加えられる。しかしながら、勾配増幅器は、入力電圧の許容限度が低いので、このコンデンサにある貯蓄エネルギーの一部しか利用されない。勾配増幅器への入力電圧の減少は、勾配コイルにおけるエネルギーの損失によるものである。この問題を克服するために、本発明は、上記コンデンサを勾配増幅器から切り離すために電圧変換器を使用する。つまり、電圧変換器は、第2の電圧が勾配コイルに供給され、前記コンデンサ及び電源のエネルギーの合計が勾配コイルに所望する勾配磁場を生じさせるのに用いられるように、エネルギーバッファの第2の電圧を変換する。特に、電圧変換器を備えるエネルギーバッファは、プリセットした許容差範囲内において前記第1の電圧の変化を完全に補償するように構成される。これは、勾配符号化における誤りを避ける、従って再構成される磁気共鳴画像における幾何学的歪みを避ける。代わりに、第1の電圧の変化の部分的補償は、前記第1の電圧を供給する電源は、あまり厳しくない安定性要件を満たすことを達成する。ある程度の変化は補

40

50

償されるので、電源のあまり厳しくない安定性要件はエネルギーバッファ及び電圧変換器によって安価な電源も容認可能である。

【 0 0 0 9 】

電圧変換器の一例は、制御される充電及び放電電流を用いた D C - D C 変換器でもよい。

【 0 0 1 0 】

ある実施例によれば、前記エネルギーバッファはさらに、前記電圧変換器の入力部に接続されるコンデンサを有する。

【 0 0 1 1 】

このコンデンサは、エネルギー蓄積器として働く。このコンデンサは、約 1 から 3 k J の多くのエネルギーを保存し、約 1 0 0 m s までの期間、電流を供給することができる。

10

【 0 0 1 2 】

ある実施例において、電源システムはさらに、並列回路においてエネルギーバッファ及び勾配増幅器と接続される供給コンデンサを有し、この供給コンデンサは、勾配コイルにピーク電力を供給するように構成される。

【 0 0 1 3 】

勾配コイルのような負荷が電源電流よりもかなり高いスタートアップ電流を必要とする場合、前記供給コンデンサは、要件を満たすために電源自身のサイズを変更するのを避けるのに使用される。通例、供給コンデンサは、約 1 0 0 から 2 0 0 J のエネルギー量を供給し、勾配コイルに電流を供給するのに約 3 0 0 μ s の短い時間を使用する。

20

【 0 0 1 4 】

ある実施例において、第 1 の電圧の変化は、電源の最大の配送可能電力を上回る、前記勾配コイルを通した電圧降下によるものである。例えば、撮像スキャン中、電源が供給する最大電力よりも勾配コイルにおける全損失電力の方が大きい場合、勾配コイルに対する公称電圧に到達されない。従って、電源は、この電源の最大の出力電圧に到達する。

【 0 0 1 5 】

ある実施例によれば、電源システムはさらに、第 1 の電圧の変化を検出し、この検出した変化に基づいて、第 2 の電圧を制御するためのフィードバックをエネルギーバッファに供給するための制御ユニットを有する。

【 0 0 1 6 】

ある実施例によれば、前記エネルギーバッファは、電源及び / 又は勾配増幅器へのアドオン方式のモジュールである。アドオンとして、エネルギーバッファは勾配増幅器のキャビネット内及び / 又は電源のハウジングに別個のモジュールとして置かれることもできる。

30

【 0 0 1 7 】

他の態様において、本発明は、磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給するための勾配増幅器に関し、この勾配増幅器は、入力部が電源に接続されるエネルギーバッファを有し、前記電源は、勾配コイルを駆動させるために勾配増幅器に第 1 の電圧を供給する、前記勾配増幅器は、前記勾配コイルと並列接続され、前記エネルギーバッファは、前記勾配増幅器に第 2 の電圧を供給するように構成され、前記エネルギーバッファは、前記勾配増幅器及び前記電源に並列であり、前記エネルギーバッファは、前記勾配コイルの駆動により起こる第 1 の電圧の変化を補償するように、前記第 2 の電圧を制御するために構成される電圧変換器を有する。

40

【 0 0 1 8 】

他の態様において、本発明は、上述した勾配増幅器及び電源を有する磁気共鳴撮像システムに関する。

【 0 0 1 9 】

他の態様において、本発明は、勾配増幅器システムにより、磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給するための方法に関し、この方法は、

- 前記勾配コイルを駆動させるために、電源により勾配増幅器に第 1 の電圧を供給するス

50

テップであり、前記勾配増幅器は前記勾配コイルと並列接続されている、前記第 1 の電圧を供給するステップ、並びに

- エネルギーバッファにより前記勾配増幅器に第 2 の電圧を供給するステップであり、前記第 2 の電圧は、前記勾配コイルの駆動により起こる前記勾配コイルにかかる第 1 の電圧の変化を補償するようにエネルギーバッファに含まれる電圧変換器により制御され、前記エネルギーバッファは、入力部が電源に接続される、並びに前記勾配増幅器及び前記電源に並列である、前記第 2 の電圧を供給するステップを有する。

【 0 0 2 0 】

他の態様において、本発明は、上述した実施例の何れか 1 つの方法の方法ステップを行うためのコンピュータ実施可能な命令を有するコンピュータプログラムプロダクトに関する。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】磁気共鳴撮像システムを説明する図。

【図 2】勾配増幅器の概略図。

【図 3】アドオン方式のエネルギーバッファを備える勾配電源の概略図。

【図 4】勾配電流及び第 1 の電圧の波形図。

【図 5】勾配増幅器システムによる磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給するための方法のフローチャート。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

以下において、本発明の好ましい実施例は、図面について言及しているほんの一例としてより詳細に説明される。

【 0 0 2 3 】

以下において、図面において同様に番号を付した要素は、類似の要素であるか又は同等の機能を行うかの何れかである。前で説明した要素は、その機能が同等である場合、必ずしも後の図面で説明されるとは限らない。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、患者 1 0 1 の画像を生成するための例示的な磁気共鳴撮像 (MRI) システム 1 0 0 を説明している。MRI システム 1 0 0 は、患者にかけられる磁場を生成するための磁気組立体 1 0 3 を有する。磁気組立体 1 0 3 は、磁気共鳴撮像を行うのに必要とされる静磁場を生み出すのに適した磁気コイル 1 0 5 及び勾配コイル 1 0 7 を有する。勾配コイル 1 0 7 は、X 軸の勾配コイル、Y 軸の勾配コイル及び Z 軸の勾配コイルから作られる。これが患者 1 0 1 の別々の領域を撮像することを可能にする。

30

【 0 0 2 5 】

MRI システム 1 0 0 はさらに、勾配増幅器のユニット 1 0 9 及びシステム制御器 1 1 1 を有する。勾配増幅器のユニット 1 0 9 は、X 軸の勾配増幅器 G x、Y 軸の勾配増幅器 G y 及び Z 軸の勾配増幅器 G z を含む。勾配コイル 1 0 7 は、勾配増幅器 1 0 9 に接続されている。勾配コイル 1 0 7 の X 軸の勾配コイル、Y 軸の勾配コイル及び Z 軸の勾配コイルは夫々、勾配増幅器 1 0 9 の G x 増幅器、G y 増幅器及び G z 増幅器に接続されている。

40

【 0 0 2 6 】

X 軸方向の勾配磁場、Y 軸方向の勾配磁場及び Z 軸方向の勾配磁場は夫々、前記勾配増幅器の G x 増幅器、G y 増幅器及び G z 増幅器から、夫々 X 軸の勾配コイル、Y 軸の勾配コイル及び Z 軸の勾配コイルに供給される電流により形成される。制御器 1 1 1 は勾配増幅器 1 0 9 に接続されている。

【 0 0 2 7 】

制御器 1 1 1 は、勾配増幅器を制御するための制御信号を生成する。特に、制御器 1 1 1 は、勾配増幅器のユニット 1 0 9 が勾配コイル 1 0 7 にエネルギーを与えることを引き

50

起こす制御信号を生成する。制御器 111 はコンピュータ 115 に接続される。コンピュータ 115 は、例えばキーボードのような入力装置 117、表示装置 119、処理器 121 及び記憶装置 123 を有する。

【0028】

処理器 121 は、コンピュータ 115 の記憶装置 123 に記憶されるプログラムを実行する。コンピュータ 115 は、制御器 111 から撮像した領域のMRIデータを受信し、撮像領域を表示装置 119 に表示するように構成される。撮像領域の場所は、入力装置 117 からの選択情報に基づいている。

【0029】

図2は、前記勾配増幅器109のような勾配増幅器200の簡略化した構造を示す。勾配コイル200は、先進の勾配増幅器の制御器201及び勾配増幅器の電力チェーン203を有する。例えばデータ取得システムの制御器のような供給源からデジタル方式で受信した設定値(setpoint)205が前記電力チェーン203の出力部で正確に再現されるように、先進の勾配増幅器の制御器201はこの電力チェーン203のための制御信号を生成する。電力チェーン203は、主電力を勾配コイル207を駆動させる高電圧及び高電流に変換する。

【0030】

制御器201は、制御器209及び変調器211を有する。デジタル制御器209は、前記設定値205に基づく出力電圧に関して必要とされる変調の設定値、実際の及び過去に測定した出力電流並びに電圧のような境界条件、出力フィルタをダンピングすること等

【0031】

変調器211は、制御器209からの変調の設定値を、電力チェーン203の全ての個別のゲートドライバユニットに適したパルス幅変調(PWM)信号に変換する。これらPWM信号は、第1の電圧が定められた範囲内にあるという条件下で、高電圧の帯域幅及び高いリップル周波数に対し最適化される。

【0032】

電力チェーン203は、主電力を勾配コイル207を駆動させる適切な高電圧及び高電流に変換する多数のブロックから構成される。主電力を供給する電源(図示せず)は、AC/DC変換器である。この主電力はさらに、フィルタリングされ、整流され及び安定化され公称電圧になる。電力チェーン203は、電力電子機器のスタック213、フィルタ215及び電流センサ217を有する。電力電子機器のスタックは、電力段を切り替えるブリッジ221と並列に接続されるコンデンサ219を有する。ブリッジ221は例えば、MOSFET又はIGBTブリッジでもよい。スイッチ223及び225は、第1のハーフブリッジ227及び第2のハーフブリッジ229を構成する。これらのハーフブリッジは、制御器201のパルス幅変調器により別々に駆動する。

【0033】

ここに用いられる"ブリッジ"は、電圧源と、この電圧源をブリッジ回路の出力部に接続するのに使用される4つのスイッチ要素とを備える電気回路を含む。これらスイッチ要素は、ブリッジ回路により電圧出力の極性が切り替えられることを可能にする。

【0034】

制御器201は、4つのスイッチ223、225、227及び229と4つの夫々の配線231を介して接続される。前記電力のスタック213は、主電圧からパルス幅変調器により正確な及び制御される出力段の電圧233を生成する。残存するリップルはフィルタ215によるフィルタリングにより除去され、フィルタリングされた電圧235が出力電圧として勾配コイル207にかけられる。前記フィルタは例えばローパスフィルタでもよい。

【0035】

センサ217は、勾配コイルのために生成された勾配磁場を示す、制御器209へのフィードバック信号を生成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

磁気共鳴撮像システムにとって、通例は3つの異なる直交方向に対し、図3に説明されるような1つの勾配電源が存在する。

【 0 0 3 7 】

図3は、勾配コイル303に供給するための例えば勾配増幅器の電力チェーン203のような電力チェーンの簡略化した概略図を示す。この電力チェーン301は、勾配コイル303への2つの出力部又は接続部を持つように示される。電力チェーン301は、並列回路において接続されている電源システム311、勾配増幅器307及び供給コンデンサC2を有する。供給コンデンサC2は、勾配コイル303にピーク電力を送るように構成される。これは通例、約300 μ sという短時間に行われる。この時間中に、供給コンデンサに蓄えられたエネルギー($0.5 * C2 * U_{in}^2$)と、勾配コイルLにおける蓄積エネルギー($0.5 * L * I_{out}^2$)との間でエネルギーの交換が起こる。関わっているエネルギーは比較的低く、約100 - 200 Jである。

10

【 0 0 3 8 】

電源システム311は、電源309及びコンデンサC1を有する。この電源309は、勾配コイル303を駆動させるために、勾配増幅器307に第1の電圧 U_{supply} を供給するように構成される。勾配増幅器の出力部は、勾配コイルに接続されている。コンデンサC1は、電圧変換器313を介して電源309に接続され、コンデンサC1が勾配増幅器307に第2の電圧 U_{buffer} を供給するように構成される。このように、電源309から得られるよりも多くの電力が限られた期間にわたり勾配増幅器に送られることができる。

20

【 0 0 3 9 】

電圧変換器313は、例えば勾配コイル303における電力損失が電源309の出力範囲を超えている波形の間、勾配コイルの駆動により起こる第1の電圧の変化を補償するように第2の電圧 U_{buffer} を制御するために構成される。図3の例において、電圧変換器313は、電流 $I_{converter}$ を制御している間、入力電圧 U_{buffer} を出力電圧 $U_{converter}$ に変圧する。このように、コンデンサC1にかかる電圧 U_{buffer} は、電圧変換器313により、勾配増幅器307における電圧 U_{in} から独立する。

30

【 0 0 4 0 】

コンデンサC1は、約1から3 kJのかなり大量なエネルギーを蓄えている。そのエネルギーの放電時間は、コンデンサC2の放電時間よりもかなり(最大100 msまで)長い。電圧変換器313は、例えば制御される充電及び放電電流を用いたDC - DC変換器でもよい。 U_{in} (第1の電圧)及びコンデンサC1にかかる電圧(第2の電圧)の必要な動作範囲に依存して、バックブースト(back-boost)変換器又はブースト変換器が変換器の接続形態(トポロジー)として使用されるが、他の既知の接続形態も同様に使用され得る。電圧変換器313を使用することの利点は、図4を参照してさらに詳細に述べられる。

【 0 0 4 1 】

図4は、電圧変換器313を持たない従来のシステムに対する、勾配電流 I_{out} 401及び第1の電圧 U_{in} 403の波形を時間の関数421として示す。2つの後続する勾配電流のパルス405及び407が生成される。第1のパルス405は、高い振幅及び高い上り勾配409を持つ。さらに、勾配コイル303における全電力損失は、電源309から得られる電力よりも高い。結果として、電圧 U_{in} が降下する一方、コンデンサC1 + C2はエネルギーを勾配増幅器307に送る。第1の勾配パルス405の終端411において、電圧 U_{in} は、この電圧の公称値413の $x\% U_{nom}$ 415まで降下する。

40

【 0 0 4 2 】

結果として、勾配増幅器307の入力電圧が低く、結果的に $|U_{out}|$ の最大値も減るので、第1のパルス405の下り勾配417及び第2の勾配電流のパルス407の上り勾配419は制限される。つまりコンデンサC1 + C2は、 $0.5 * (C1 + C2) * U$

50

U_{nom}^2 の蓄積エネルギーに対し定格であり、その $0.5 * (C_1 + C_2) * (U_{nom}^2 - x \% U_{nom}^2)$ だけが有用であり、勾配増幅器 307 に送られる。高い傾斜を生じさせ得るのに必要とされるより高い x の値に対し、 $C_1 + C_2$ におけるエネルギーの蓄積の利用は低い。実際には最小である $x = 80$ に対しては、蓄積エネルギーの 36% しか勾配コイル及び負荷に送られない。 $x = 90$ に対しては、これはたった 19% である。

【0043】

時間 423 における第 2 の勾配電流のパルスの素早い上り勾配は、この時間 423 において高い出力電圧 U_{in} により達成され、これは、電源及び / 又は大きなコンデンサ $C_1 + C_2$ の大きな電力範囲及び / 又は短期間の第 1 のパルスにより達成されてもよい。電源が等しい電力範囲である及び第 2 の勾配パルスが同じ期間であると仮定すると、第 2 の勾配パルスにより速い上り勾配が要求されるとき、コンデンサ $C_1 + C_2$ は増大する必要がある。しかしながら、要求されるコンデンサ $C_1 + C_2$ 及びこれらのバッファコンデンサの費用は、上述したように高い x 値に対しては高くなる（すなわち電圧降下は低い）。これは、電圧変換器 313 を使用することで克服される。実際に、勾配増幅器 307 に送られる前記有用なエネルギーは、許容される電圧降下から独立しているので、本方法は、 C_1 及び C_2 を分けて、 C_1 のエネルギー蓄積を最適に利用する。電圧変換器 313 は、この電圧降下を補償するように第 2 の電圧を制御するために構成される。

【0044】

図 5 は、勾配増幅システムにより磁気共鳴撮像システムの勾配コイルに電流を供給するための方法のフローチャートである。ステップ 501 において、電源は、駆動コイルを駆動させるために、勾配増幅器に第 1 の電圧を供給する。勾配増幅器は、勾配コイルと並列接続される。例えば回路の内部抵抗によるような勾配コイルの駆動により起こる前記勾配コイルにかかる第 1 の電圧の変化が起こる。制御ユニットは、前記第 1 の電圧の変化を検出し、この変化を補償するようにステップ 503 においてエネルギーバッファが勾配増幅器に第 2 の電圧を供給するためのフィードバックを与える。この第 2 の電圧は、エネルギーバッファに含まれる電圧変換器により制御される。

【符号の説明】

【0045】

100 MRI システム

101 患者

103 磁気組立体

105 磁気コイル

107 勾配コイル

109 勾配増幅器

111 制御器

115 コンピュータ

117 入力装置

119 表示装置

121 処理器

123 記憶装置

200 勾配増幅器

201 勾配増幅器の制御器

203 電力チェーン

205 設定値

207 勾配コイル

209 デジタル制御器

211 変調器

213 電力電子機器のスタック

215 フィルタ

217 電流センサ

10

20

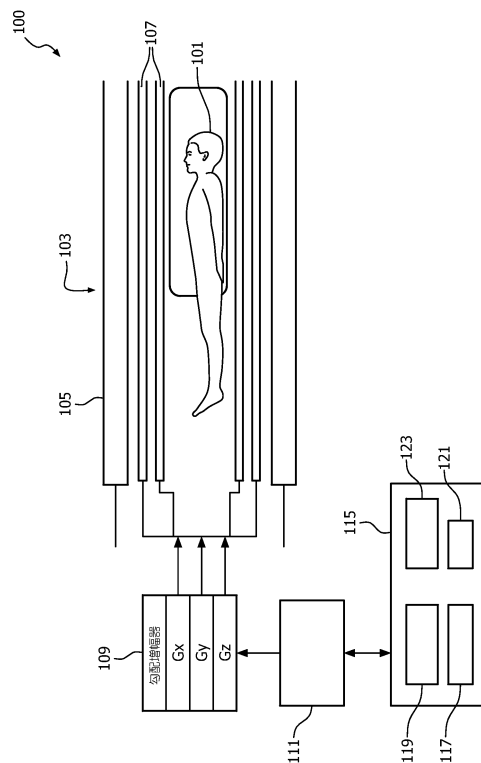
30

40

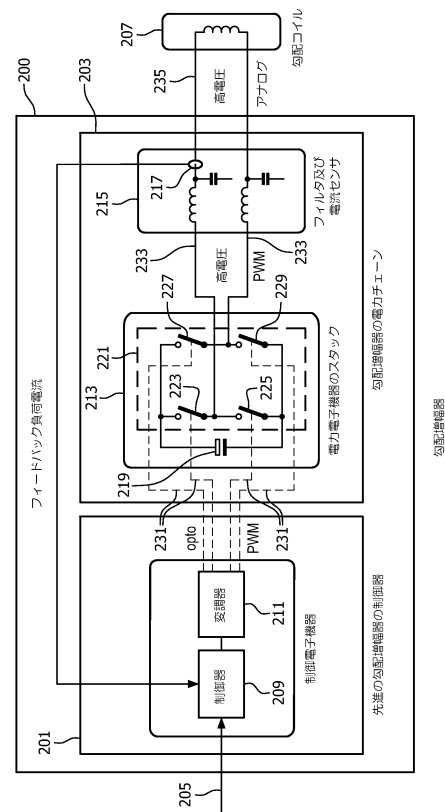
50

- | | |
|---------------|--------------|
| 2 1 9 | コンデンサ |
| 2 2 1 | ブリッジ |
| 2 2 3 - 2 2 9 | スイッチ |
| 2 3 1 | ライン |
| 2 3 3 | 出力電圧 |
| 2 3 5 | フィルタリングされた電圧 |
| 3 0 1 | 電圧チェーン |
| 3 0 3 | 勾配コイル |
| 3 0 5 | 接続 |
| 3 0 7 | 勾配増幅器 |
| 3 0 9 | 電源 |
| 3 1 1 | 電源システム |
| 3 1 3 | 電圧変換器 |
| 5 0 1 - 2 0 3 | ステップ |

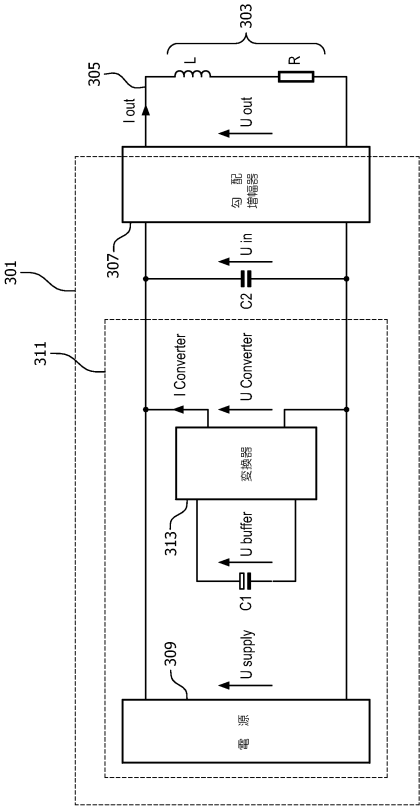
【 図 1 】



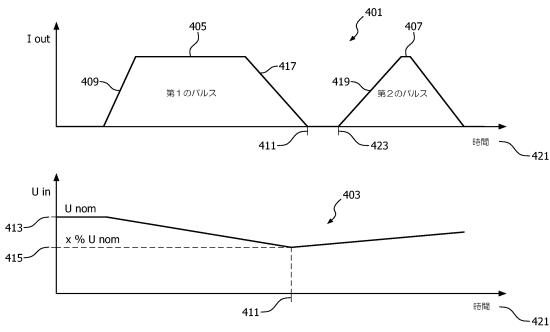
【 図 2 】



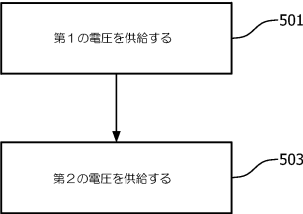
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 スミッツ ユーヘニオ ヨハネス フランシスクス マリア
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイテック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 ホランダデル マーティン アレクサンデル
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイテック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 スホーデルベーク ヨハネス パウルス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイテック キャンパス ビルディング
5

審査官 右 高 孝幸

- (56)参考文献 特開平4-231027 (J P , A)
特開平6-47015 (J P , A)
特開2009-240526 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 5 / 0 5 5