

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6307521号
(P6307521)

(45) 発行日 平成30年4月4日(2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日(2018.3.16)

(51) Int.Cl.

H05G 1/58 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)

F 1

H05G 1/58
A61B 6/03 373
A61B 6/03 321A

請求項の数 20 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2015-553916 (P2015-553916)
 (86) (22) 出願日 平成26年1月22日 (2014.1.22)
 (65) 公表番号 特表2016-503956 (P2016-503956A)
 (43) 公表日 平成28年2月8日 (2016.2.8)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/012518
 (87) 國際公開番号 WO2014/116682
 (87) 國際公開日 平成26年7月31日 (2014.7.31)
 審査請求日 平成29年1月17日 (2017.1.17)
 (31) 優先権主張番号 13/746,911
 (32) 優先日 平成25年1月22日 (2013.1.22)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、スケネクタディ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線システムでの高速キロボルト切り替えのためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力システム制御を改善するための電子システムであって、前記システムは、

第1の端子と第2の端子とを備える第1のインダクタと、

切替装置であって、

カソード端子とアノード端子とを備える第1のダイオードと、

カソード端子とアノード端子とを備える第2のダイオードと、

第1の端子と第2の端子とを備える第1のスイッチと、

第1の端子と第2の端子とを備える第2のスイッチと

を備える切替装置と、

第1の端子と第2の端子とを備えるコンデンサと、

第1の端子と第2の端子とを備えるエネルギー操作回路(1803、1804、1805)であって、前記エネルギー操作回路(1803、1804、1805)の前記第1の端子が前記第1のスイッチの前記第2の端子と電気的につながっているエネルギー操作回路と、

を有し、

前記インダクタ、前記切替装置、および前記コンデンサは、電気的に直列につながり、前記エネルギー操作回路は、前記第1のスイッチと前記第2のスイッチとの間に配された電気ノードを介して前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチに直列に接続されるシステム。

10

20

【請求項 2】

前記インダクタ、前記切替装置、および前記コンデンサは、少なくとも 1 つの電圧源と電気的に直列につながっている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記少なくとも一つの電圧源は、トロイドの周りに複数の巻線を有する、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの電圧源は、整流器またはダブラを形成するために接続されるダイオードおよびキャパシタンスのセットを有する、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 のダイオードの前記アノード端子は、前記第 2 のダイオードの前記アノード端子と電気的につながり、

前記第 1 のスイッチの前記第 1 の端子は、前記第 1 のダイオードの前記カソード端子と電気的につながり、前記第 1 のスイッチの前記第 2 の端子は、前記第 1 のダイオードの前記アノード端子と電気的につながり、

前記第 2 のスイッチの前記第 1 の端子は、前記第 2 のダイオードの前記アノード端子と電気的につながり、前記第 2 のスイッチの前記第 2 の端子は、前記第 2 のダイオードの前記カソード端子と電気的につながっている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記エネルギー操作回路 (1803、1804、1805) の前記第 1 の端子は、前記第 1 のダイオードの前記アノード端子と電気的につながっている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記エネルギー操作回路 (1803、1804、1805) は、抵抗器を備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

全ての前記スイッチに接続される切替タイミング制御ユニットを備え、

前記切替タイミング制御ユニットは、前記スイッチのオンとオフのタイミングを計算し、低から高への遷移および高から低への遷移の後に、前記コンデンサでの適切な初期条件を再確立するためのルーチンを備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記エネルギー操作回路 (1803、1804、1805) は、

第 1 の端子と第 2 の端子とを備える抵抗器と、

第 1 の端子と第 2 の端子とを備える第 2 のインダクタと、

カソード端子とアノード端子とを備える第 3 のダイオードと

を備え、

前記第 2 のインダクタは、前記抵抗器と電気的に直列につながり、前記第 2 のインダクタおよび前記抵抗器は、前記第 3 のダイオードと並列につながり、

前記エネルギー操作回路 (1803、1804、1805) の前記第 1 の端子は、前記第 3 のダイオードの前記カソード端子と電気的につながっている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記エネルギー操作回路 (1803、1804、1805) は、

第 1 の端子と第 2 の端子とを備える第 3 のスイッチと、

第 1 の端子と第 2 の端子とを備える第 2 のインダクタと、

カソード端子とアノード端子とを備える第 3 のダイオードと、

カソード端子とアノード端子とを備える第 4 のダイオードと

を備え、

前記第 2 のインダクタは、電気ノードを介して前記第 3 のスイッチと電気的に直列につ

10

20

30

40

50

ながり、前記第2のインダクタおよび前記第3のスイッチは、前記第3のダイオードと並列につながり、

前記エネルギー操作回路(1803、1804、1805)の前記第1の端子は、前記第3のダイオードの前記カソード端子と電気的につながり、

前記第4のダイオードの前記アノード端子は、前記電気ノードと電気的につながっている、

請求項1に記載のシステム。

【請求項11】

前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチは、BJTトランジスタを備える、請求項1に記載のシステム。

10

【請求項12】

前記電子システムは、コンピュータ断層撮影のためのX線放射システムの一部としての複数の実質的に同一の電子システムと直列である、請求項1に記載のシステム。

【請求項13】

前記スイッチは、コンピュータ断層撮影のためのX線放射システムの一部としての複数の実質的に同一の電子システムと直列である電子システムの一部である、請求項1に記載のシステム。

【請求項14】

電力システムにおける高速kV切り替えのための方法であって、前記方法は、

第1のスイッチを開き、第2のスイッチを閉じて、第1の電圧を生成するステップと、

前記第2のスイッチを開き、前記第1のスイッチを閉じて、第2の電圧を生成するステップと

20

を備え、

前記第1のスイッチは、

第1のダイオードのカソード端子と電気的につながっている第1の端子と、

前記第1のダイオードのアノード端子および第2のダイオードのアノード端子と電気的につながっている第2の端子と

を備え、

前記第2のスイッチは、

前記第1のダイオードの前記アノード端子、前記第2のダイオードの前記アノード端子、およびエネルギー操作回路(1803、1804、1805)と電気的につながっている第1の端子と、

30

前記第2のダイオードのカソード端子と電気的につながっている第2の端子とを備え、

前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチは、インダクタ、コンデンサ、および1つまたは複数の電圧源(22、27)と電気的に直列につながり、

前記エネルギー操作回路は、前記第1のスイッチと前記第2のスイッチとの間に配された電気ノードを介して前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチに直列に接続されている、方法。

【請求項15】

第1のスイッチを開き、第2のスイッチを閉じて、第1の電圧を生成する前記ステップと、前記第2のスイッチを開き、前記第1のスイッチを開じて、第2の電圧を生成する前記ステップは、前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチのオンとオフのタイミングを計算して、低kVから高kVおよび高kVから低kVへ遷移するごとに、前記コンデンサでの適切な初期条件を再確立するステップを備える、請求項14に記載の方法。

40

【請求項16】

前記エネルギー操作回路(1803、1804、1805)は、抵抗器(1801、1804b)を備える、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記エネルギー操作回路(1803、1804、1805)は、

50

第1の端子と第2の端子とを備える抵抗器(1801、1804b)と、
第1の端子と第2の端子とを備える第2のインダクタと、
カソード端子とアノード端子とを備える第3のダイオードと
を備え、

前記第2のインダクタは、前記抵抗器(1801、1804b)と電気的に直列につながり、前記第2のインダクタおよび前記抵抗器(1801、1804b)は、前記第3のダイオードと並列につながり、

前記エネルギー操作回路(1803、1804、1805)の前記第1の端子は、前記第3のダイオードの前記カソード端子と電気的につながっている、

請求項14に記載の方法。

10

【請求項18】

前記エネルギー操作回路(1803、1804、1805)は、
第1の端子と第2の端子とを備える第3のスイッチと、
第1の端子と第2の端子とを備える第2のインダクタと、
カソード端子とアノード端子とを備える第3のダイオードと、
カソード端子とアノード端子とを備える第4のダイオードと
を備え、

前記第2のインダクタは、電気ノードを介して前記第3のスイッチと電気的に直列につながり、前記第2のインダクタおよび前記第3のスイッチは、前記第3のダイオードと並列につながり、

20

前記エネルギー操作回路(1803、1804、1805)の前記第1の端子は、前記第3のダイオードの前記カソード端子と電気的につながり、

前記第4のダイオードの前記アノード端子は、前記電気ノードと電気的につながり、前記第4のダイオードの前記カソード端子は、前記少なくとも1つの電圧源の端子と電気的につながっている、

請求項14に記載の方法。

【請求項19】

前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチは、BJTトランジスタを備える、請求項14に記載の方法。

【請求項20】

30

前記少なくとも1つの電圧源は、トロイドの周りに複数の巻線(1601a、1601b、1601c)を備える、請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示する発明の主題は、一般に、電圧切替システムに関し、より詳しくは、診断用X線作像システムなどの作像システムにおいて、電圧を切り替えるための方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

従来のコンピュータ断層撮影(CT)X線作像システムでは、X線源は患者や荷物などの被写体あるいは物体に向けて扇形のX線ビームを放射する。ビームは、被写体によって減衰させられた後、放射線検出器の配列に当たる。検出器配列が受ける減衰ビーム放射の強度は、被写体によるX線ビームの減衰に左右される。検出器配列の各検出器要素は、その特定の検出器要素が受けたX線強度を示す別々の電気信号を生成する。その電気信号は、量子化され、解析するためにデータ処理システムに送られ、データ処理システムは、一般に、画像を提示する。

【0003】

CT作像システムは、エネルギー識別(ED)CT作像システム、多重エネルギー(ME)CT作像システム、および/または二重重エネルギー(DE)CT作像システムを備え

50

ることができ、E D C T 作像システム、M E C T 作像システム、および／またはD E C T 作像システムと称することができる。E D C T 作像システム、M E C T 作像システム、および／またはD E C T 作像システムは、エネルギー感応投影データを測定するよう構成される。エネルギー感応投影データは、X線管の作動電圧を変更することもしくはX線ビームフィルタリング技術（例えば、エネルギー感応X線生成技術）を用いることによって、またはエネルギー識別を用いる検出器にエネルギー感応データ収集によって、または光子係数検出器もしくは二重レイヤ検出器（例えば、エネルギー感応X線検出技術）を用いて、複数印加X線スペクトルを用いて得ることができる。

【 0 0 0 4 】

X線生成技術と共に、さまざまなシステム構成は、（1）X線管のさまざまな作動電圧を用いて物体の2回の連続的走査から投影データを取得、（2）X線管の作動電圧の迅速な切り替えを使用して投影データを取得し、投影図の交互サブセットのための低エネルギー情報および高エネルギー情報を取得、または（3）X線管のさまざまな作動電圧を伴う多重作像システムを用いてエネルギー感応情報の同時取得を含む、X線管の作動電圧の変更を用いる。

10

【 0 0 0 5 】

E D C T / M E C T / D E C T は、材料特性を可能にするエネルギー弁別能力を提供する。例えば、物体の散乱がない場合、本システムは、2つの印加光子スペクトル、つまり、低エネルギー入射X線スペクトルおよび高エネルギー入射X線スペクトルからの信号を使用する。低エネルギー入射X線スペクトルおよび高エネルギー入射X線スペクトルは、典型的に、印加X線ビームの平均エネルギーによって特徴づけられる。例えば、低エネルギーX線スペクトルは、低エネルギー光子を伴うX線光子を備え、高エネルギーX線スペクトルに比べて、低い平均エネルギーをもたらす。2つの異なる印加スペクトルから（X線生成技術）か、または同じ印加スペクトルの領域による（X線検出技術）、低エネルギーX線スペクトルおよび高エネルギーX線スペクトルから検出された信号が、十分な情報を提供し、作像される材料の有効原子番号を推定する。典型的に、2つの基本材料（典型的に、患者を走査する場合、水およびカルシウム）のX線減衰機構（コンプトン散乱または光電吸収）またはエネルギー感応減衰特性を使用して、有効原子番号の推定を可能にする。

20

【 0 0 0 6 】

30

二重エネルギー走査では、エネルギー感応測定値を使用することによって、画像内のコントラスト分解を改善する診断CT画像を取得することができる。エネルギー感応測定値の処理を容易にするために、印加X線スペクトルは、統合期間の間、一定であるべきである。例えば、低エネルギー投影データおよび高エネルギー投影データ（対2回の別々の走査）のインターリーブサブセットを取得するCTシステムは、取得間隔の間、安定した加速電圧を維持するよう動作すべきである。さらに、ある電圧レベルから別の電圧レベルへの変更は、非常に迅速に行うべきである。低安定性X線管作動電圧および／または遅い作動電圧切替時間は、異なる材料を特徴づける際のシステムの忠実度を低下させる、印加X線スペクトルの効果的な平均エネルギーの差異（時間変化X線スペクトルの平均エネルギーの平均）の低減をもたらす。

40

【 0 0 0 7 】

したがって、例えば、高周波生成器を使用することによるX線管電位（電圧）の切り替えが、（物体の交互走査のエネルギー感応投影データを取得する）従来の二重エネルギー走査に関する問題のいくつかを解決することができるが、そのような構成は、ある作像用途に対して必要とされる切替速度を必ずしも提供しない。例えば、心臓の作像は、心臓動作のため、人間胸部の2回の連続的走査の間のX線源電位を単純に切り替えることによって効果的に実行することができない。さらに、投影角度のサブセットに対するX線電位の迅速な切り替えを用いるシステムの場合、X線管電位の切替速度は、心臓の作像のために動きを静止させるのに必要な高速ガントリ回転速度に対して十分ではない可能性がある。デバイスとX線管とを接続するケーブルのキャパシタンスが一因で、高周波生成器とX線

50

管との間の切替作動電位の応答時間でしばしば遅延が発生する。

【0008】

応答時間の遅延は、ビーム電流が、関連するシステムキャパシタンスの放電を助けるか、または遅らせるため、X線管のX線ビーム電流に左右される。したがって、第1の(低)電圧、すなわち、低kVpレベルから、第2の(高)電圧、すなわち、高kVpレベルへの生成器の切り替えにおける上昇時間は、高電圧生成器の能力によって限定され、多くの医学的用途における二重エネルギー作像のための最適状態に至らない可能性がある。同様に、高kVpから低kVpレベルに切り替える間の降下時間は、一般に、システムキャパシタンスを放電する必要があるため、非常に遅く、印加スペクトルのエネルギー分離を効果的に低減する、材料特性感度の低減を引き起こし、したがって、二重エネルギー作像の有効性を低減する。したがって、これらの不十分な切替速度は、再構築画像においてストリーケアーチファクトをもたらす投影データペアの不一致を引き起こすことが多い。さらに、荷物検査のための多くの産業用CTシステムは、回転アノード技術を使用する医療用CTシステムで使用されるX線ビーム電流よりも1桁か、またはそれより低いX線ビーム電流を有する静止アノード管構成を使用する。したがって、X線管の作動電圧を切り替えるのに要する時間は、非常に長くなる。

【0009】

放射線透過X線作像システムの場合、上記の制限もまた適用される。放射線透過X線システムは、作像物体の1つまたは複数のビューを取得し、2次元投影画像として提示することができ、またはいくつかのより多くの投影データが得られるいくつかの場合では、トモシンセシス技術を使用して生成される3次元画像として提示することができる。切替速度に関する上記の制限は、生成器をX線管に接続する高電圧ケーブルのキャパシタンス、X線管キャパシタンス自体、生成器の能力、および切替速度を限定する可能性のあるX線ビーム電流などのため、X線放射線透過またはトモシンセシスシステムに適用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許出願公開第2012-0223714号明細書

【発明の概要】

【0011】

ある実施形態は、電力システム制御を改善するための電子システムに関し、本システムは、第1の端子と第2の端子とを備える第1のインダクタと、切替装置であって、カソード端子とアノード端子とを備える第1のダイオードと、カソード端子とアノード端子とを備える第2のダイオードと、第1の端子と第2の端子とを備える第1のスイッチと、第1の端子と第2の端子とを備える第2の端子とを備える切替装置と、第1の端子と第2の端子とを備えるコンデンサと、第1の端子と第2の端子とを備えるエネルギー操作回路とを備え、エネルギー操作回路の第1の端子が第1のスイッチの第2の端子と通電し、インダクタ、切替装置、およびコンデンサが、少なくとも1つの電圧源と直列に通電する。

【0012】

いくつかの実施形態において、インダクタ、切替装置、およびコンデンサは、少なくとも1つの電圧源と直列に通電する。いくつかの実施形態において、第1のダイオードのアノード端子は、第2のダイオードのアノード端子と通電し、第1のスイッチの第1の端子は、第1のダイオードのカソード端子と通電し、第1のスイッチの第2の端子は、第1のダイオードのアノード端子と通電し、第2のスイッチの第1の端子は、第2のダイオードのカソード端子と通電し、第2のスイッチの第2の端子は、第2のダイオードのアノード端子と通電する。

【0013】

いくつかの実施形態において、本システムは、すべてのスイッチに接続される切替タイミング制御ユニットをさらに備え、切替タイミング制御は、スイッチのオンとオフのタイ

10

20

30

40

50

ミングを計算し、低から高への遷移および高から低への遷移の後に、コンデンサでの適切な初期条件を再確立するためのルーチンを備える。いくつかの実施形態において、エネルギー操作回路は、抵抗器を備える。いくつかの実施形態において、エネルギー操作回路は、第1の端子と第2の端子とを備える抵抗器と、第1の端子と第2の端子とを備える第2のインダクタと、カソード端子とアノード端子とを備える第3のダイオードとを備え、第2のインダクタは、抵抗器と直列に通電し、第2のインダクタおよび抵抗器は共に、第3のダイオードと並列であり、エネルギー操作回路の第1の端子は、第3のダイオードのカソード端子と通電する。いくつかの実施形態において、エネルギー操作回路は、第1の端子と第2の端子とを備える第3のスイッチと、第1の端子と第2の端子とを備える第2のインダクタと、カソード端子とアノード端子とを備える第3のダイオードと、カソード端子とアノード端子とを備える第4のダイオードを備え、第2のインダクタは、電気ノードを介して第3のスイッチと直列に通電し、第2のインダクタおよび第3のスイッチは共に、第3のダイオードと並列であり、エネルギー操作回路の第1の端子は、第3のダイオードのカソード端子と通電し、第4のダイオードのアノード端子は、電気ノードと通電する。

【 0 0 1 4 】

いくつかの実施形態において、第1のスイッチおよび第2のスイッチは、BJTトランジスタ、MOSFET IGBT、サイリスタ、または任意の切替デバイスを備え、切替デバイスは、Si(ケイ素)、SiC(炭化ケイ素)、窒化ガリウム、または切替デバイスを構築するのに適切な他の任意の半導体材料で作ることができる。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの電圧源は、トロイドの周りに複数の巻線を備える。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの電圧源は、整流器またはダブラーを形成するために接続されるダイオードおよびキャパシタンスのセットをさらに備える。いくつかの実施形態において、電子システムは、コンピュータ断層撮影のためのX線放射システムの一部としての複数の実質的に同一の電子システムと直列である。

【 0 0 1 5 】

ある実施形態は、電力システムにおいて高速kV切り替えのための方法を備え、本方法は、第1のスイッチを開き、第2のスイッチを閉じて、第1の電圧を生成することと、第2のスイッチを開き、第1のスイッチを閉じて、第2の電圧を生成することとを備え、第1のスイッチは、第1のダイオードのカソード端子と通電する第1の端子と、第1のダイオードのアノード端子および第2のダイオードのアノード端子と通電する第2の端子とを備え、第2のスイッチは、第1のダイオードのアノード端子、第2のダイオードのアノード端子、および遷移改善回路の第1のノードと通電する第1の端子と、第2のダイオードのカソード端子と通電する第2の端子とを備え、第1および第2のスイッチは、インダクタならびにコンデンサおよび1つまたは複数の電圧源と直列に通電する。

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態において、第1のスイッチを開き、第2のスイッチを閉じて、第1の電圧を生成することと、第2のスイッチを開き、第1のスイッチを閉じて、第2の電圧を生成することとは、第1のスイッチおよび第2のスイッチのオンとオフのタイミングを計算して、低から高kVおよび高から低kVへ遷移するごとに、コンデンサでの適切な初期条件を再確立することを備える。いくつかの実施形態において、エネルギー操作回路は、抵抗器を備える。いくつかの実施形態において、エネルギー操作回路は、第1の端子と第2の端子とを備える抵抗器と、第1の端子と第2の端子とを備える第2のインダクタと、カソード端子とアノード端子とを備える第3のダイオードとを備え、第2のインダクタは、抵抗器と直列に通電し、第2のインダクタおよび抵抗器は共に、第3のダイオードと並列であり、エネルギー操作回路の第1の端子は、第3のダイオードのカソード端子と通電する。

【 0 0 1 7 】

いくつかの実施形態において、エネルギー操作回路は、第1の端子と第2の端子とを備える第3のスイッチと、第1の端子と第2の端子とを備える第2のインダクタと、カソード端子とアノード端子とを備える第3のダイオードとを備え、第2のインダクタは、抵抗器と直列に通電し、第2のインダクタおよび抵抗器は共に、第3のダイオードと並列であり、エネルギー操作回路の第1の端子は、第3のダイオードのカソード端子と通電する。

10

20

30

40

50

ド端子とアノード端子とを備える第3のダイオードと、カソード端子とアノード端子とを備える第4のダイオードとを備え、第2のインダクタは、電気ノードを介して第3のスイッチと直列に通電し、第2のインダクタおよび第3のスイッチは共に、第3のダイオードと並列であり、エネルギー操作回路の第1の端子は、第3のダイオードのカソード端子と通電し、第4のダイオードのアノード端子は、電気ノードと通電し、第4のダイオードのカソード端子は、少なくとも1つの電圧源の端子と通電する。いくつかの実施形態において、第1のスイッチおよび第2のスイッチは、BJTトランジスタを備える。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの電圧源は、トロイドの周りに複数の巻線を備える。いくつかの実施形態において、スイッチは、コンピュータ断層撮影のためのX線放射システムの一部としての複数の実質的に同一の電子システムと直列である電子システムの一部である。

10

【0018】

実施形態の任意の組み合わせまたは順列が想定される。他の目的および特徴は、添付図面と併せて考慮される以下の詳細な説明から明らかになるであろう。しかしながら、図面は、例示のためのみに設計され、本発明を限定するものとして定義するものではないことが理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態による、インターポーザ回路を有する切替構造の簡易ブロック図である。

20

【図2】本発明の一実施形態による、統合インターポーザ回路を有する別の切替構造の簡易ブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態による、インターポーザ回路のための接続構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の別の実施形態による、インターポーザ回路のための接続構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の別の実施形態による、インターポーザ回路のための接続構成を示すブロック図である。

【図6】本発明のさまざまな実施形態の動作を示す簡易回路概略図である。

30

【図7】さまざまな実施形態の低から高電圧動作を示す波形のグラフである。

【図8】さまざまな実施形態の高から低電圧動作を示す波形のグラフである。

【図9】本発明の一実施形態によるインターポーザ回路の概略図である。

【図10】本発明の別の実施形態によるインターポーザ回路の概略図である。

【図11】図9および図10のインターポーザ回路のモジュールの概略図である。

【図12A】さまざまな実施形態を実施することができるコンピュータ断層撮影(CT)作像システムの絵画図である。

【図12B】図12AのCT作像システムのブロック略図である。

【図13】さまざまな実施形態を実施することができるX線作像システムの模式的なブロック図である。

【図14】例えば、図12Aおよび図12Bのシステムを動作させるようプログラムならばに/もしくは構成され得る、および本開示のさまざまな実施形態に関して説明するある種の処理を実施するためにも使用することができる、例示的なコンピューティングデバイスである。

40

【図15】X線管電圧の期間の長い上昇および降下時間のタイミング図である。

【図16】図6の簡易回路概略図の変化形である。

【図17A】共振回路における高から低電圧遷移(降下)の間の電流方向を示す図である。

【図17B】共振回路における低から高電圧遷移の間の電流方向を示す図である。

【図18A】図16の回路図の第1の変形例を示す図である。

【図18B】図16の回路図の第2の変形例を示す図である。

50

【図18C】図16の回路図の第3の変形例を示す図である。

【図19A】本実施形態を何ら適用することなく、電圧を上昇および降下させるための電流を示す図である。

【図19B】本実施形態を何ら適用して、電圧を上昇および降下させるための電流を示す図である。

【図20】図18Bのエネルギー操作回路と関連する例示的な波形を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

例示的な実施形態において、CTシステムなどのX線作像システムは、高電圧と低電圧との間で切り替えられて、X線管から異なる平均周波数を有する光子を放射することができる。さまざまな密度を有する物体（さまざまな臓器など）は、異なる平均周波数を有する光子を検出することによって、より正確に作像することができる。検出器およびX線管は、検出器と関連する制御ロジックが、低周波数光子が放射される場合に低周波数光子を受けるように構成され、高周波数光子が放出される場合に高周波数光子を受けるように構成されるように同期されるべきである。残念ながら、X線管挙動における遅延により、電圧における上昇時間および降下時間がより長くなる可能性がある。したがって、検出器は、比較的低い周波数光子を検出しようとする場合に、比較的高い周波数光子を受ける可能性があり、比較的高い周波数光子を検出しようとする場合に、比較的低い周波数光子を受ける可能性がある。損失、ヒステレシスサイクル、および漏れ電流は、本明細書では、まとめて「非理想性」と称し、望ましくない上昇時間および降下時間をもたらす可能性がある。これらの影響は、とりわけ、低電流で顕著である可能性がある。したがって、本実施形態は、電圧の上昇および降下時間をより効率的にすることを容易にし、放射および検出同期を改善する回路を想定する。特に、さまざまな実施形態は、1つのコンデンサからエネルギーを除去し、そのエネルギーを、「電圧源」に戻すこと、または除去されたエネルギーを抵抗器に放散することを目的とした回路を想定する。

電力システム要旨

上記の概要、およびある実施形態に関する以下の詳細な説明は、添付図面と共に読むことにより、よりよく理解されるであろう。本明細書で使用する場合、単数形で書かれた要素またはステップおよび単語「a」もしくは「a n」が前に付く要素またはステップは、例外であることが明示されない限り、前記要素またはステップが複数である可能性を除外しないことを理解すべきである。さらに、「一実施形態」という言及は、記載した特徴を含む追加の実施形態の存在を除外すると解釈されるべきではない。さらに、明示的に反対のことが言及されない限り、特定の特性を有する一要素または複数の要素を「備える」または「有する」実施形態は、その特性を有さない、追加の要素を含む可能性がある。

【0021】

さまざまな実施形態が、「第三世代」コンピュータ断層撮影(CT)システム(例えば、64スライスCTシステム)などの、特定の作像システムを含む特定の動作環境内で、本明細書で説明される。本発明の実施形態は、荷物スクリーニングシステムなどの他の構成およびシステムと共に使用する場合に、等しく適用可能であることを、当業者は理解すべきである。さらに、本実施形態は、X線放射線透過作像システムおよびX線トモシンセシス作像システムに適用可能である。さらに、本発明の実施形態は、X線の検出および変化に関して説明する。しかしながら、当業者は、本発明の実施形態が、他の高周波電磁気エネルギーの検出および変換のために、等しく適用可能であることをさらに理解するであろう。さらに、X線管および検出器は、作像される物体の周りを回転するよう説明されるが、産業用非破壊検査目的で使用されるような、検出器およびX線源が静止したままで、物体が回転する代替構成も想定される。したがって、CTシステムの文脈で説明するが、さまざまな実施形態は、他の医学的および産業用放射線透過用途で使用される投影X線作像に適用することができる。

【0022】

しかし、説明のため、本明細書で説明する例の多くは、本回路構造に適用されるよう

10

20

30

40

50

回路構成を提示し、これは、単に説明を簡単にするためであり、同じコンセプトのエネルギー除去を、図6で示した回路構造で使用されるようなエネルギー回復構造の任意の位置で適用することができる事が認識されよう。すなわち、開示するコンセプトは、図6における構造が単一ユニットとして、複数N回繰り返すモジュールとして、または単により大きな電気的システムの一部として、使用されるところで使用することができる。

【0023】

さまざまな実施形態は、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとの間を切り替えるか、または切り替える際に補助するよう構成される能動共振インターポーザ回路を含む切替構造を提供する。例えば、さまざまな実施形態は、走査統合期間の間、安定電圧を有する、生成器によって印加される低キロボルト(kV)レベルから、高kVレベルの間での切り替えを提供する。インターポーザ回路は、エネルギー回復を伴う共振切替を提供し、高kVレベルへの遷移からもたらされるエネルギーは、低kVレベルに戻るときに蓄えられ、次いで、再び使用され、低kVレベルから高kVレベルに向かうときに再循環する。さらに、さまざまな実施形態は、可変周波数およびデューティサイクルを伴う電圧波形を提供することができ、一定の高または低電圧レベルを含む。さまざまな実施形態を実施することによって、第1の電圧レベルと第2の電圧レベル(例えば、高電圧レベルと低電圧レベル)との間の高速切替を実現することができる。実施形態により、印加されるX線スペクトルの平均エネルギーの分離を改善させることができ、それにより、走査物体の材料分解および有効原子番号推定を改善することができる。さらにさまざまな実施形態は、切り替えられる電圧が非常に高く(例えば、60kVから200kV以上)、接地への寄生容量も非常に大きく、または負荷により要求されるエネルギーが比較的小いシステムで実施することができ、静止アノードX線管技術を使用する産業用検査システムの場合と同様である。さらに、共鳴遷移のため、説明する実施形態は、電磁妨害(EMI)を減らすことができる。

10

20

30

【0024】

図1に示すように、一実施形態における切替構造は、電圧源22(例えば、高電圧生成器)およびX線管26に接続される能動共振インターポーザ回路20(以下、インターポーザ回路20と称する)を含む。インターポーザ回路20は、能動共振モジュールとして構成することができ、電圧源22から生成され、X線管26に印加される電圧の切り替えを容易にする共振切替部品24を含む。例えば、動作中、共振切替部品24を伴うインターポーザ回路20は、共振の間、高kVレベル(例えば、140kV)と低kVレベル(例えば、80kV)との間の切り替えをもたらす。しかしながら、他の高電圧レベルおよび低電圧レベルをもたらしてもよく、さまざまな実施形態は、特定の電圧レベルに限定されないことに留意されたい。別の例として、高kVレベルは、数十kV(例えば、マンモグラフィーの場合の、約30kV)から、数百kV(例えば、産業検査用途の場合の、約450kV)の範囲とすることができます。エネルギーは、電圧レベルの間でエネルギーを切り替える場合に再利用および再循環され、エネルギーの節約となり、より速い切り替えを可能にする。いくつかの実施形態において、電圧レベルの間の切り替えは、約10から100マイクロ秒以下でもたらされる。

40

【0025】

図1に示す実施形態は、拡張構成などで、電圧源22に接続されるインターポーザ回路20を含む。さまざまな実施形態は、そのような構成および切替構造に限定されない。例えば、図2に示すように、インターポーザ回路20は、電圧源22と統合されるか、または電圧源22の一部を形成してもよく、本実施形態において、集積回路21として図示される。さまざまな実施形態の能動共振構成において、本システムにおける電子装置は、電力をX線管26に伝え、例えば、高電圧動作で、電力を負荷(例えば、真空管)にもたらすよう蓄えるか、またはもたらし続けることができる。例えば、図1の実施形態において、エネルギーは、80kVで電圧源22によってもたらされ、エネルギーは、電圧源22およびインターポーザ20の両方によって、140kVでX線管26にもたらされる。さまざまな実施形態の異なる構成を、ここで、以下により詳細に説明する。

50

【0026】

図3から図5に示すように、インターポーヴア回路20は、さまざまな構成で接続することができる。選択した特定の構成は、電圧切替を実現するX線システムの構成に基づくことができる。図3は、インターポーヴア回路20が、電圧源22の近くに設けられ、電圧源22に接続され、1本のケーブル28を介して、X線管26に接続される一実施形態を示す。ケーブル(図示せず)もまた、インターポーヴア回路20を電圧源22に接続するためには設けられ、そのケーブルは、この実施形態では、ケーブル28より短いことに留意されたい。インターポーヴア回路20を接続するケーブル28の定格は、図4および図5に示すケーブル30より高い電圧動作とされる。例えば、この実施形態におけるケーブル28の定格は、140kVなどの、比較的高い電圧レベルとされる。

10

【0027】

図4は、X線管26の近くに設けられ、X線管26に接続されるインターポーヴア回路20を示す。この実施形態において、1本のケーブル30が、インターポーヴア回路20と電圧源22とを接続し、ケーブル30の定格は、図3で示したケーブル28よりも低い電圧動作、例えば、80kVである。インターポーヴア回路20はまた、図5に示すように、例えば、2つの部品を共にボルト締めすることによって、X線管26に直接結合してもよい。しかしながら、図3から図5に示す3つすべての実施形態において、インターポーヴア回路20は、システムに接続される別々のユニットである。ケーブル28または30は、一般的に、高電圧ケーブルであることに留意されたい。

【0028】

20

図3から図5に示す実施形態は、能動構成を有し、両方の電圧レベルで、エネルギーおよび電力をもたらすことを可能にする。したがって、電圧源22は、低レベルに対応する電圧、例えば、80kVを生成することを可能にする高電圧生成器とすることができる、電圧源22を伴うインターポーヴア20は、高電圧レベル、例えば、140kVで負荷(例えば、真空チャンバ)を動作させるのに必要な余剰エネルギー/電力をもたらす。

【0029】

インターポーヴア回路20を形成するモジュールまたは段80の1つを示す簡易概略図を図6に示す。インターポーヴア回路20は、高電圧レベルから低電圧レベルに切り替える場合に動作するシステムからエネルギーを蓄えるよう動作し、次の高電圧サイクルに遷移するときに蓄えたエネルギーを使用する。インターポーヴア回路20の切り替えは、負荷を介する代わりに、インダクタおよびコンデンサによって共振して蓄えられる蓄積エネルギーを使用して、さまざまな実施形態において、高速切替をもたらす(例えば、10から100マイクロ秒以下)。

30

【0030】

具体的には、本動作は、さまざまな実施形態の作動原理を含み、図6の回路図に示す。図6で表される回路図面は、直列に接続される複数の切替デバイス40aおよび40bを含む。切替デバイス40aおよび40bは、任意の種類のスイッチとすることができます。例えば、切替デバイス40aおよび40bは、金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)または絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ(IGBT)とすることができます。バッファ60aおよび60bによって示されるように、切替デバイス40aおよび40bは、互いにに対して逆の状態で動作する。したがって、ドライバ62からの制御信号(例えば、論理クロック)が切替デバイス40aおよび40bに送信され、切替デバイス40aおよび40bの一方が、逆の駆動信号を受信し、切替デバイス40aおよび40bの一方が開状態になり、切替デバイス40aおよび40bの一方が閉状態になる。さまざまな実施形態において、切替デバイス40aおよび40bは、ドライバ62からの信号制御線による制御を可能にするように、共通ソース/エミッタ構成で接続される。

40

【0031】

各切替デバイス40aおよび40bは、それぞれ、ダイオード42aおよび42bと並列に接続され、ダイオード42aおよび42bは、ロックダイオードとして動作する。切替デバイス40aおよび40bは、メインまたはシステムコンデンサ46と、補助コン

50

デンサ 5 0 との間に接続される。インダクタ 5 2 はまた、コンデンサ 5 0 とダイオード 4 2 b との間に直列に接続される。インダクタ 5 2 はまた、共振インダクタと称されることもある。

【 0 0 3 2 】

動作の原理は、以下でより詳細に説明するように、エネルギーが、あるコンデンサから別のコンデンサに、例えば、コンデンサ 4 6 からコンデンサ 5 0 、およびその逆に、共振して伝えられる。電圧レベルの間の遷移の切替速度は、インダクタ 5 2 、およびコンデンサ 4 6 ならびに 5 0 によって制御される。インダクタ 5 2 、およびコンデンサ 4 6 ならびに 5 0 は、共振要素として動作する。実際には、いくつかの実施形態において、コンデンサ 4 6 および 5 0 の値は、接続ケーブルおよび真空管の幾何学的サイズによって設定され 10 、したがって、ある電圧レベルから別の電圧レベルへの切替速度は、インダクタ 5 2 の値によって決定される。例えば、インダクタ 5 2 の値が小さくなると、高電圧から低電圧、およびその逆の間の切り替えの遷移が速くなる。さまざまな実施形態における（開けるまたは閉じる際の）デバイス 4 0 a および 4 0 b の遷移速度は、電圧遷移速度よりはるかに速い。

【 0 0 3 3 】

一例として、メインコンデンサ 4 6 にかかる電圧 (V_{out}) が高電圧レベルである場合 20 、切替デバイス 4 0 a は、開状態であり、切替デバイス 4 0 b は、閉状態である（しかし、いくつかの実施形態において、このスイッチはまた、開状態であり、その状態は、定常状態条件の間、関係しない可能性がある）。この高電圧状態では、切替デバイス 4 0 a が短絡として動作する場合、メインコンデンサ 4 6 から補助コンデンサ 5 0 へのエネルギー遷移が発生する。高電圧状態から低電圧状態への遷移は、出力電圧 4 4 が高電圧レベルからゼロ電圧レベルに下がり、切替デバイス 4 0 a および 4 0 b の切り替えによって実現される。特に、切替デバイス 4 0 a は、開状態から閉状態に切り替え、切替デバイス 4 0 b は、閉状態から開状態に切り替える。切替デバイス 4 0 a および 4 0 b の切り替えは、ドライバ 6 2 からの信号に基づいて、並列にもたらされる。切替デバイス 4 0 a および 4 0 b の切り替えにより、共振状態が開始され、コンデンサ 4 6 のエネルギーが、インダクタ 5 2 を介して、次の高電圧状態が求められるまで蓄えるために、コンデンサ 5 0 に伝えられる。高電圧が求められる場合、共振エネルギーが、共振インダクタ 5 2 を介して、コンデンサ 5 0 からコンデンサ 4 6 に伝わり、切替デバイス 4 0 a を開き、切替デバイス 4 0 b を閉じることにより再開され、コンデンサ 5 0 に蓄えられたエネルギーが、コンデンサ 4 6 に伝えられる。 30

【 0 0 3 4 】

したがって、能動共振インターポーラ回路 2 0 は、高または低の任意の電圧状態のもとで、エネルギー / 電力を負荷に能動的に送る、または伝えることができる。したがって、能動動作は、高電圧状態 / レベルおよび低電圧状態 / レベルの両方で再充電することを含むことができる。

【 0 0 3 5 】

図 7 および図 8 は、図 6 の模式的な回路における電圧変化の波形を示すグラフであり、 40 縦軸は、信号（例えば、電圧 / 電流）の大きさを表し、横軸は、時間を表す。特に、曲線 7 0 は、出力電圧 4 4 を表し、曲線 7 2 は、補助電圧 4 8 を表し、曲線 7 4 は、インダクタ 5 2 を通る電流を表す。図 7 におけるプロットによって実証されるように、出力電圧 V_{out} が低電圧状態に切り替わると、エネルギーが、コンデンサ 4 6 からコンデンサ 5 0 に伝わる。図 8 にて理解し得るように、出力電圧 V_{out} が高電圧状態に切り替わると、コンデンサ 5 0 に蓄えられたエネルギーが再利用され、コンデンサ 4 6 に戻される。したがって、エネルギー再利用方式により、エネルギー回復が実現し、高 kV をもたらすために使用されるエネルギーは、低 kV に戻る場合に、回復される。インターポーラ回路 2 0 (図 1、図 3 から図 5) は、エネルギー伝達が、共振の間にもたらされるよう動作する。

【 0 0 3 6 】

インターポーラ回路 2 0 は、本明細書で説明するように能動モードで構成され、複数の 50

切り替え段、および図9および図10で示すようないくつかの変圧器ならびに追加の電源装置を含むことができる。より詳しくは、複数の切り替え段80₁から80_nを設けてもよく、同様の番号が同様の部品を表す。各切り替え段80₁から80_nは、同様の部品を含み、したがって、切り替え段のうちの1つの部品のみが識別されることに留意されたい。ドライバ62は、切り替え段80₁から80_nのすべてを駆動することに留意されたい。

【0037】

インターポーラ回路20は、複数の切り替え段80によって形成される。図11は、図9および図10に示す格段の模式的な回路図を示す。図11に示される段は、それぞれ、ロックダイオード88aおよび88bのペアと並列に接続されるコンデンサ86aおよび86bのペアを含む。この構成は、電圧ダブラと称する場合がある。コンデンサ86aおよび86bの直列接続は、(図6のコンデンサ46と同等の)メイン共振コンデンサを表す。図11における段は、直列に接続される、2つの切替デバイス40aおよび40bを含む。切替デバイス40aおよび40bは、トランジスタのペアなどの、任意の種類のスイッチとすることができます。例えば、切替デバイス40aおよび40bは、金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)または絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ(IGBT)とすることができます。2つのダイオード42aおよび42bは、切替デバイス40aおよび40bに並列に接続される。スイッチおよびダイオードは、Si(ケイ素)、SiC(炭化ケイ素)、またはそのようなスイッチもしくはダイオードを構築するのに適した他の何らかの半導体材料で作ることができます。最後に、図11の段は、共振インダクタ52、および補助キャパシタンス50を含む。この段は、本明細書ですでに説明したように動作する。特に、コンデンサ50(補助コンデンサ)は、放電コンデンサ86aおよび86bからエネルギーを受け取るよう動作し、システムが低電圧状態にある間、そのエネルギーを保持するか、または蓄え、そのエネルギーは、本明細書でより詳細に説明するように、切替デバイス40aおよび40bの切り替え動作を用いて、コンデンサ86aおよび86bを再充電するために高電圧状態への遷移時に使用することができます。したがって、共振サイクルを介して、コンデンサ50に蓄えられたエネルギーは、システムが高電圧状態にある場合に、コンデンサ86aおよび86bに戻される。コンデンサ86aおよび86bは、変圧器82の二次巻線によって、所望の、または必要な電圧で維持される。

【0038】

図11に示す段は、ダブラとして知られる1つの整流器回路を含む。ダ布拉は、二次変圧器82、ダイオード88aならびに88b、およびコンデンサ86aならびに86bを含む。この整流器は、共通完全ブリッジ整流器によって置き換えることができ、2つのコンデンサ86aおよび86bは、2つのダイオードによって置き換えられることに留意されたい。さらに、図11に示す段は、複数の二次巻線と、その二次巻線に接続される整流回路を伴う変圧器82とを含んでもよい。これらのすべての整流回路は、直列に接続され、変圧器82ごとに1つの共振回路に接続される。例えば、段は、3つの二次巻線、直列に接続される3つの整流回路、および3つすべての整流回路にわたって接続される1つの共振回路を伴う変圧器82を有してもよい。

【0039】

図9および図10の構成は、それぞれ、切り替え段80₁から80_nのそれぞれに接続される変圧器82を含む。図9および図10では、電圧源22は、図示しない。電圧源22(図1に示す)は、入力キャパシタンス90と並列に接続される。動作の間、高電圧を維持するのに必要な追加のエネルギーおよび電力は、変圧器82を介してもたらされる。図9および図10は、変圧器82を追加電源装置に接続するための、2つの異なる構成を示す。

【0040】

特に、図9は、変圧器82を含む整流器が、直列に接続され、電圧源27に接続される、実施形態を示す。この構成では、電力は、電圧源27から、変圧器82の二次側に直接伝達される。図10は、能動インターポーラの別の実施形態を示す。この実施形態によれ

10

20

30

40

50

ば、電圧源 27 は、変圧器 84 により、変圧器 82 に接続される。この構成は、変圧器 82 の一次側にわたる分離応力を下げるのに有用である。

【0041】

動作中、高電圧出力が求められる場合、変圧器 82 は、ダイオード 88a および 88b を介して、直列接続されたコンデンサ 86a および 86b のペアに充電、および充電状態を保持するよう動作する。コンデンサ 86a および 86b は、ダイオード 88a および 88b を介して、放電することができないことに留意されたい。能動インターポーザ構成は、低電圧状態において、コンデンサ 90（図 9 および図 10 に示す）が、低電圧レベル、例えば、100kV で充電されるよう、動作する。この低電圧レベルでは、コンデンサ 86a および 86b は、充電されない。高電圧レベルでは、コンデンサ 86a および 86b は、総出力電圧が 140kV になるように、例えば、40kV に充電される。直列接続されたコンデンサ 86a および 86b は、出力電圧を 100kV に戻すよう、共振サイクルを介して放電され、エネルギーは、コンデンサ 50 に伝えられる。コンデンサ 50（補助コンデンサ）は、放電コンデンサ 86a および 86b からエネルギーを受け取るよう動作し、低電圧状態でそのエネルギーを蓄え、そのエネルギーは、本明細書でより詳細に説明するように、切替デバイス 40a および 40b の切り替え動作を用いて、コンデンサ 86a および 86b を再充電するために高電圧状態への遷移時に使用することができる。したがって、共振サイクルを介して、コンデンサ 50 に蓄えられたエネルギーは、コンデンサ 86a および 86b に戻される。コンデンサ 92 はまた、変圧器 82 のそれぞれと並列に接続され、平滑コンデンサとして動作することに留意されたい。

10

20

【0042】

したがって、図 9 および図 10 に示す構成は、既存のシステムで実現することができ、2つの電圧の間の効率的で高速な切り替えをもたらすことができる。例えば、これらの実施形態は、CT 作像システム、放射線透過 X 線システム、またはトモシンセシス X 線システムなどの、高電圧源に追加してもよい。拡張構成は、電圧源と、真空管との間に接続してもよい。能動構成の他の実施形態において、切替回路は、本システム内に統合され、例えば、電圧源の一部として統合される。

コンピュータ断層像影装置要旨

図 12A は、CT 作像システム 170 の絵画図である。図 12B は、図 12A で示すシステム 170 のブロック略図である。例示的な実施形態において、CT 作像システム 170 は、「第三世代」CT 作像システムを表すガントリ 172 を含むものとして示される。ガントリ 172 は、ガントリ 172 の反対側の検出器配列 178 に向けて X 線のコーンビーム 176 を投影する X 線源 174 を有する。

30

【0043】

検出器配列 178 は、内科患者 182 または荷物などの、物体を通過する投影 X 線ビームを共に感知する複数の検出器要素 180 を含む複数の検出器列（図示せず）によって形成することができる。各検出器要素 180 は、衝突する X 線放射ビームの強度を表す、したがって、物体または患者 182 を通る場合のビームの減衰を示す、電気信号を生成することができる。強度は、要素の入射光子の数に対応することができる。マルチスライス検出器 178 を有する作像システム 170 は、物体 182 の容量を表す複数の画像をもたらすことを可能にすることができる。複数の画像の各画像は、容量の別々の「スライス」に対応する。スライスの「厚さ」すなわち開口部は、検出器列の高さによる。

40

【0044】

X 線投影データを取得するための走査の間、ガントリ 172 内の回転部分およびそこに取り付けられた部品は、回転の中心 184 の周りを回転する。図 12B は、検出器要素 180 の単一列（すなわち、検出器列）のみを示す。しかしながら、マルチスライス検出器配列 178 は、検出器要素 180 の複数の並列検出器列を含むことができ、コーンビーム形状に対応する投影データは、走査の間に、同時に取得することができる。

【0045】

ガントリ 172 内の部品の回転および放射源 174 の動作は、制御機構 186 によって

50

調節することができる。制御機構 186 は、X線制御器 188、X線源 174 に電力およびタイミング信号をもたらす生成器 190、およびガントリ 172 の回転部分の回転速度および位置を制御するガントリモータ制御器 192 を含む。制御機構 186 内のデータ収集システム (DAS) 194 は、検出器要素 180 からのアナログデータをサンプリングし、そのデータを、後続処理のために、デジタル信号に変換する。画像再構築装置 196 は、DAS 194 から、サンプリングされて、デジタル化された測定データを受信し、高速画像再構築を実行する。再構築画像は、入力として、大容量ストレージデバイス 200 で画像を格納するコンピュータ 198 に適用される。別々のデバイスとして示したが、画像再構築装置 196 は、コンピュータ 198 の内部に設置される特別なハードウェアか、またはコンピュータ 198 内で実行されるソフトウェアとしてもよい。

10

【0046】

コンピュータ 198 はまた、キーボードおよび / または他のユーザ入力デバイスを有するコンソール 202 を介して、オペレータからのコマンドおよび走査パラメータを受信する。関連するディスプレイシステム 204 によって、オペレータは、コンピュータ 198 からの再構築データおよび他のデータを見ることが可能になる。オペレータが供給したコマンドおよびパラメータは、コンピュータ 198 によって使用され、制御信号および情報を、DAS 194、X線制御器 188、生成器 190、およびガントリモータ制御器 192 にもたらすことができる。さらに、コンピュータ 198 は、電動テーブル 208 を制御して、ガントリ 172 内の患者 182 の位置決めをするテーブルモータ制御器 206 を動作させる。テーブル 208 は、ガントリ開口部 210 を通じて、患者 182 の位置を動かす。

20

【0047】

一実施形態において、コンピュータ 198 は、フロッピー (登録商標) ディスク、CD-ROM、またはDVDなどの、コンピュータ読み取り可能媒体 214 からの命令および / またはデータを読み取るための、デバイス 212、例えば、フロッピー (登録商標) ディスクドライブ、CD-ROM ドライブ、DVD-ROM ドライブ、または固体状態ハードドライブを含む。他の種類の適切なコンピュータ読み取り可能メモリ (例えば、2つだけ名前を挙げると、CD-RW およびフラッシュメモリ) が存在することが認識され、この説明は、それらのいずれも除くことを意図しないことを理解すべきである。別の実施形態において、コンピュータ 198 は、ファームウェア (図示せず) に格納される命令を実行する。一般に、図 12B に示す DAS 194、再構築装置 196、およびコンピュータ 198 の少なくとも 1 つにおけるプロセッサは、制御コマンドを実行し、本明細書でより詳細に説明するように、切り替えを実行するようプログラムすることができる。切り替えは、CT システム 170 で実施することに限定されず、多くの他の種類および変更例の作像システムと関連して利用することができる。一実施形態において、コンピュータ 198 は、さまざまな機能を実行して、本明細書で説明する切替デバイスを切り替えるようプログラムされ、したがって、本明細書で使用される場合、コンピュータという用語は、当分野でコンピュータと称される単なる集積回路に限定されないが、概して、コンピュータ、プロセッサ、マイクロ制御器、マイクロコンピュータ、プログラム可能論理制御器、特定用途向け集積回路、および他のプログラム可能回路に関する。

30

【0048】

図 13 は、さまざまな実施形態を実現することができる X 線作像システム 220 を示す。一般に、作像システム 220 は、走査領域を規定する検出器セル 224 の配列を有する X 線検出器 222、および X 線源 226 を含む。検出器セル 224 は、いくつかの実施形態において、図 12B の CT スキーマの要素 180 と同じとすることができる。患者などの物体 228 は、X 線源 226 と、X 線検出器 222 との間に位置づけられ、X 線検出器 222 は、1 つまたは複数の検出器または検出器モジュールとしてもよい。しかしながら、作像システム 220 はまた、産業検査用途などにおいて、他の物体を走査することができる。作像システム 220 はまた、読み出し電子装置 232 を伴うデータ収集システム 230 を含む。図 13 では別々に示されるが、読み出し電子装置 232 は、X 線検出器 22

40

50

2 またはデータ収集システム 230 内にあってもよい。

【0049】

一実施形態において、X線検出器 222 は、アモルファスシリコンフラットパネル検出器、または当業者には既知であるような直接変換検出器などの他の種類のデジタルX線画像検出器などの、フラットパネル検出器システムとしてもよい。別の実施形態において、X線検出器 222 は、X線検出器 222 の前部に位置づけられるスクリーンを有するシンチレータを含んでもよい。

【0050】

作像システム 220 は、非モバイルまたはモバイル作像システムとして実現してもよいことに留意されたい。さらに、作像システム 220 は、さまざまな構成で提供することができる。例えば、画像データは、物体上の円弧に沿って離散性病巣で位置づけられる X 線源 226 で生成し、コンピュータトモシンセシスプロセッサおよび手順を用いて画像情報を生成してもよい（または放射線透過構成でもよい）。他の実施形態において、X 線源 226 および X 線検出器 222 はどちらも、物体 228 の周りを回転する C アームとすることができる、ガントリ 234 の反対側の端に取り付けられる。回転可能 C アームは、実質的な円弧形状に沿って物体 228 の周りを X 線源 226 および X 線検出器 222 が回転することを可能にする支持構造であり、典型的に、360 度未満であるが、環境によってはフル回転することもできる、さまざまな角度（例えば、さまざまなビューまたは投影）で物体 228 の複数の投影画像を取得する。

【0051】

動作中、物体 228 は、作像走査を行うために、作像システム 220 内に位置づけられる。例えば、X 線源 226 は、物体 228 より上か、下か、またはその周りに位置づけることができる。例えば、X 線源 226（および X 線検出器 222）は、ガントリ 234 を用いて物体 228 の周りの異なる位置の間で動かすことができる。X 線は、X 線源 226 から、物体 228 を通って、X 線検出器 222 に伝達され、X 線検出器 222 は、X 線検出器 222 に当たった X 線を検出する。

【0052】

読み出し電子装置 232 は、参照および調節ボード（reference and regulation board : RRB）または他のデータ収集ユニットを含むことができる。RRB は、X 線検出器 222 からデータ収集システム 230 にデータ（例えば、複数のビューまたは投影）を転送するようにデータモジュールを収容および接続することができる。したがって、読み出し電子装置 232 は、X 線検出器 222 からデータ収集システム 230 にデータを送信する。データ収集システム 230 は、データから画像を形成し、その画像を、格納、表示（例えば、ディスプレイ 233 に）、および／または送信することができる。例えば、さまざまな実施形態は、画像再構築モジュール 236 を含むことができ、画像再構築モジュール 236 は、ハードウェア、ソフトウェア、またはその組み合わせで実現することができ、本明細書でより詳細に説明するように、X 線検出器 222 から取得した X 線データ（例えば、放射線透過またはトモシンセシスデータ）を用いて、データ収集システムが、画像を再構築することを可能にする。

コンピュータ断層像影装置要旨 - コンピューティングデバイス

いくつかの実施形態において、コンピュータ 198 は、システム 170 の動作を制御することができ、開示する実施形態のさまざまな態様を実施することができる。図 14 は、ある実施形態で使用される可能性があるような、例示的コンピューティングデバイス 198 のブロック図である。コンピューティングデバイス 198 は、例示的実施形態を実施するための、1つまたは複数のコンピュータ実行可能命令またはソフトウェアを格納するための1つまたは複数の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体を含むことができる。非一時的コンピュータ読み取り可能媒体は、これらに限定されないが、1つまたは複数の種類のハードウェアメモリ、非一時的有形媒体（例えば、1つまたは複数の磁気ストレージディスク、1つまたは複数の光学ディスク、1つまたは複数のフラッシュドライブ）などを含むことができる。例えば、コンピューティングデバイス 198 に含まれるメモリ 316 は、

10

20

30

40

50

スキャナシステム 170 の動作とインターフェースする、および / または制御するためのコンピュータ読取り可能およびコンピュータ実行可能命令またはソフトウェアを格納することができる。コンピューティングデバイス 198 はまた、メモリ 816 に格納されたコンピュータ読取り可能およびコンピュータ実行可能命令またはソフトウェア、およびシステムハードウェアを制御するための他のプログラムを実行するための、構成可能ならびに / もしくはプログラム可能プロセッサ 812 ならびに関連コア 814、および任意選択的に、1つまたは複数の追加の構成可能ならびに / もしくはプログラム可能処理デバイス、例えば、プロセッサ 812' ならびに関連コア 814'（例えば、複数プロセッサ / コアを有するコンピュータシステムの場合）を含むことができる。プロセッサ 812 およびプロセッサ 812' は、それぞれ、單一コアプロセッサまたは複数コア（814 および 814'）プロセッサとすることができる。10

【0053】

仮想化をコンピューティングデバイス 198 で用いてもよく、その結果、コンピューティングデバイスにおけるインフラおよびリソースは、動的に共有することができる。仮想機械 824 は、複数のプロセッサで実行する処理を扱うために設けてもよく、したがって、処理は、複数のコンピューティングリソースではなく、ただ一つのコンピューティングリソースを使用しているように見える。複数の仮想機械はまた、1つのプロセッサと共に使用してもよい。

【0054】

メモリ 816 は、DRAM、SRAM、およびEDO RAMなどの、コンピュータシステムメモリまたはランダムアクセスメモリを含むことができる。メモリ 816 は、他の種類のメモリ、またはその組み合わせも含むことができる。20

【0055】

利用者は、例示的な実施形態により提供することができる1つまたは複数のユーザインターフェース 830 を表示することができる、コンピュータモニタなどの、ビジュアルディスプレイデバイス 233 を介して、コンピューティングデバイス 198 と対話することができる。ビジュアルディスプレイデバイス 233 は、いくつかの実施形態において、ディスプレイシステム 204 と同じものとしてもよい。コンピューティングデバイス 198 は、利用者からの入力を受け取るための他のI/Oデバイス、例えば、キーボードもしくは何らかの適切なマルチポイントタッチインターフェース 818、およびポインティングデバイス 820（例えば、マウス）を含むことができる。キーボードおよびポインティングデバイス 820 などのインターフェース 818 は、ビジュアルディスプレイデバイス 233 に結合することができる。コンピューティングデバイス 198 は、他の適切な従来のI/O周辺機器を含むことができる。30

【0056】

コンピューティングデバイス 198 はまた、本明細書で説明する、および / または本明細書で説明する例示的な処理および方法を実施するための、スキャナシステム 170 とインターフェースする、および / またはスキャナシステム 170 の動作を制御する、データならびにコンピュータ読取り可能命令および / またはソフトウェアを格納するための、ハードドライブ、CD-ROM、または他のコンピュータ読取り可能媒体などの、1つまたは複数のストレージデバイス 834 を含むことができる。例示的なストレージデバイス 834 はまた、例示的な実施形態を実施するのに要する何らかの適切な情報を格納するための、1つまたは複数のデータベースを格納することができる。例えば、例示的なストレージデバイス 834 は、走査シーケンス、X線データ、X線画像、光子数、電気的特性の推定、電気特性マップ、および / または本開示の例示的実施形態を実施するのに使用することができる他の何らかの情報を格納するための、1つまたは複数のデータベース 836 を格納することができる。データベースは、データベース内の1つまたは複数の項目を追加、削除、および / または更新するのに適切な時間で、手動または自動的に更新することができる。

【0057】

50

コンピューティングデバイス 198 は、1つまたは複数のネットワーク、例えば、ローカル・エリア・ネットワーク (LAN)、ワイド・エリア・ネットワーク (WAN)、または、これらに限定されないが、標準的な電話回線、LAN もしくは WAN リンク (例えば、802.11、T1、T3、56kb、X.25)、ブロードバンド接続 (例えば、ISDN、フレームリレー、ATM)、無線接続、コントローラエリアネットワーク (CAN)、または上記のいくつかもしくはすべての何らかの組み合わせを含むさまざまな接続を介して、インターネットと、1つまたは複数のネットワークデバイス 832 を介して、インターフェースするよう構成されるネットワークインターフェース 822 を含むことができる。ネットワークインターフェース 822 は、組み込み型ネットワークアダプタ、ネットワークインターフェースカード、PCMCIA ネットワークカード、カードバスネットワークアダプタ、無線ネットワークアダプタ、USB ネットワークアダプタ、モデム、またはコンピューティングデバイス 198 を、任意の種類の通信可能なネットワークにインターフェースして、本明細書で説明する動作を実行するのに適切な何らかの他のデバイスを含むことができる。さらに、コンピューティングデバイス 198 は、ワークステーション、デスクトップコンピュータ、サーバ、ラップトップ、ハンドヘルドコンピュータ、タブレットコンピュータ、または通信可能であり、本明細書で説明する動作を実行するのに十分なプロセッサパワーとメモリ容量とを有する他の形式のコンピューティングデバイスもしくは電気通信デバイスなどの、何らかのコンピュータシステムとしてもよい。

【0058】

コンピューティングデバイス 198 は、任意のバージョンの Microsoft (登録商標) Windows (登録商標) オペレーティングシステム、異なるリリースの Unix (登録商標) ならびに Linux (登録商標) オペレーティングシステム、Macintosh コンピュータ用の任意のバージョンの Mac OS (登録商標)、何らかの組み込みオペレーティングシステム、何らかのリアルタイムオペレーティングシステム、何らかのオープンソースオペレーティングシステム、何らかの独自オペレーティングシステム、またはコンピューティングデバイスで動作し、本明細書で説明する動作を実行することができる何らかの他のオペレーティングシステムなどの、何らかのオペレーティングシステム 826 を実行することができる。例示的な実施形態において、オペレーティングシステム 826 は、ネイティブモードまたはエミュレーションモードで実行してもよい。例示的な実施形態において、オペレーティングシステム 826 は、1つまたは複数のクラウドマシンインスタンスで実行してもよい。

【0059】

ある実施形態において、CT システム 170 は、命令、コマンド、および / またはリクエストを、コンピューティングデバイス 198 に送信して、CT スキャン部品を制御し、走査シーケンスを実行するよう構成および / またはプログラムすることができ、さらにコンピューティングデバイス 198 からの CT スキャンデータもしくは CT スキャン画像を受信するようプログラムおよび / または構成することができる。

電圧波形挙動

図 15 は、X 線管電圧の上昇時間および降下時間のタイミング図を示す。走査する間、本システムにおける電圧 901 は、高 902 および低 903 期間の間で揺れ動く。波形は、低期間から高期間への上昇 905 および高期間から低期間への降下 906 を示す。さまざまな非理想性により、上記のように、本システムが、はっきりとした矩形波を生成することを妨げられる可能性がある。例えば、本システムが、寄生キャパシタンスおよび抵抗を含む場合、エネルギーを非効率的に伝達および放散し、システムキャパシタンスにエネルギーを移した後、キャパシタンス 40 を最適なエネルギー率から逸れさせる。その結果、電圧は、降下が遅くなり、より期間の長い降下時間 907 が発生する。検出器システムは、上昇 905 および降下 907 が比較的均一であるという想定の下で動作するので、いずれの歪みも、不適切な X 線放射および望ましくない検出事象が生じた場合に生じる可能性がある。例えば、歪んだ降下時間 907 は、本システムが、実際に、低期間 903 と関連する低い周波数で光子を除外する場合、本システムによって検出されることが期待

10

20

30

40

50

されるよりも高い周波数の光子が生じる可能性がある。したがって、本実施形態は、よりはっきりとした上昇時間および降下時間を確実にするための本システムへの変形に関する。

回路モジュール

図16は、ある実施形態で実現することができるような、図6の回路のさまざまな特徴を有する、インターポーザ回路などの、回路モジュールを示す。この例において、本回路は、トロイドの周りの複数の巻線1601aから1601cと通電する。巻線は、電圧源として機能することができる。複数の巻線は、それぞれ、整流器に接続することができ、複数の整流器は、直列に接続することができ、インダクタ52と通電することができる。インダクタ52は、電圧源と直接接続されるとしてここでは描かれているが、インダクタ52、切替装置1602、およびコンデンサ50は、さまざまな順序で互いに直列に接続することができ、それでも、実質的に同等の機能をもたらすことが容易に理解されるであろう。インダクタ52、コンデンサ50、および切替装置1602は、ノード1820aおよび1820bを介して直列に描かれているが、他の順序も可能である。この構成は、本システムのエネルギー管理を迅速にすることを容易にする。キャパシタンス50は、以下でより詳細に説明するように、低電子ビーム条件下であっても、より高速な遷移(10μS以上)を容易にすることができる。実質的に同じ機能を達成する切替装置1602の部品レイアウトの変更を認識するであろう。

【0060】

図17Aおよび図17Bは、それぞれ、高から低(下降)電圧および低から高(上昇)電圧遷移における電流を示す。電圧が立ち下がる間、スイッチ40aおよび40bは、それぞれ、動作状態および非動作状態となり、その結果、電流1701aは、インダクタを通って流れ、コンデンサ50に蓄えられる。ダイオード42aおよび42bは、電流が適切に流れることを確実にし、電圧源に流れ戻ることを防ぐ。逆に、電圧上昇の間、スイッチ40aおよび40bは、それぞれ、非動作状態および動作状態となり、その結果、電流1701bがコンデンサ50から電圧源に流れ、電圧変化を補う。この場合も、ダイオード42aおよび42bは、コンデンサから出る電流が適切に流れることを確実にする。前述のように、インダクタ、コンデンサ、および切替装置は、さまざまな順序で直列に電気的に結合することができる。これらの要素は、実質的にこれらの機能に影響しない追加の付随介在要素と直列または並列に配置された場合でも、電気的に結合されたままとすることはできる。

回路モジュール変更例

図18Aから図18Cは、図6、図16、図17A、および図17Bの回路モジュールの変形例を示す。これらの変形により、エネルギーをシステムキャパシタンスに移した後、キャパシタンス50における最適なエネルギーレベルを復元することを可能にし、したがって、より高速な遷移が可能となる。図18Aは、ノード1802および1807で接続されるエネルギー操作回路1803の一部として、介在する抵抗器1801を有する回路1800Aを示す。抵抗器1801は、ダイオード42aおよび42bの間およびスイッチ40aおよび40bの間のノード1802と通電する。抵抗器はまた、直列のインダクタ52、切替装置1602、およびコンデンサ50に続くノード1807と通じる。エネルギー操作回路1803は、電圧上昇および電圧降下の両方の間、エネルギーを失うであろう。

【0061】

図18Aに示す回路を使用すると、コンデンサ50での適切なエネルギーレベルは、低kVから高kVへの遷移が完了した後、追加の期間、スイッチ40bを保持することによって、復元することができる。余裕時間により、キャパシタンス50の格納エネルギーの一部を抵抗器1801に放電することが容易になり、したがって、適切なエネルギーレベルを復元し、さらに高速な遷移をもたらす。余裕時間は、望ましくない、有害なエネルギー損失を避けるために、適切に計算および実現することができる。

【0062】

10

20

30

40

50

図18Bは、別の改善回路構成を示す。ここでは、エネルギー操作回路1804は、インダクタ1804a、抵抗器1804b、およびダイオード1804cを備える。インダクタ1804aおよび抵抗器1804bは、任意の順序で直列に通電することができ、どちらもダイオード1804cと並列に接続することができる。この例において、エネルギー操作回路1804は、必要とされる場合、エネルギーを失うであろう。多くの実施形態において、回路1804は、実質的に、電圧上昇に影響しない。

【0063】

図18Bに示す回路を使用すると、コンデンサ50での適切なエネルギーレベルは、低kVから高kVへの遷移が完了した後、追加の期間、スイッチ40bを保持することによって、復元することができる。余裕時間により、キャパシタンス50の格納エネルギーの一部を抵抗器1804bに放電することが容易になり、したがって、適切なエネルギーレベルを復元し、さらに高速な遷移をもたらす。余裕時間は、望ましくない、有害なエネルギー損失を避けるために、適切に計算および実現することができる。

【0064】

図18Bに示すインダクタ1804aにより、高kVから低kVへの遷移の間、エネルギーが、放散するのを防ぐことができる。低kVから高kVへの遷移の後、スイッチ40bの余裕時間の間、エネルギーの一部はまた、インダクタ1804aに集めてよい。ダイオード1804cは、この集められたエネルギーを抵抗器1804bに放散することを容易にする。

【0065】

図18Cは、別の改善回路構成を示す。ここでは、エネルギー操作回路1805は、インダクタ1805a、スイッチ1805b、およびダイオード1805cを備える。インダクタ1805aおよびスイッチ1805bは、任意の順序で直列に通電することができ、どちらもダイオード1805cと並列に接続することができる。ダイオード1805dは、スイッチ1805bとインダクタ1805aとを接続するノードおよび電圧源ノード1601aの間に、電気的伝達をもたらす。エネルギー操作回路1805は、エネルギーを放散するのではなく、戻す。この例では抵抗器として示したが、スイッチ1805bは、異なる動作範囲を有する可能性があるが、スイッチ40aおよび40b（例えば、MOSFETやIGBTなど）として何らかの許容可能な切替デバイスとしてもよい。

【0066】

図18Cに示す回路を使用することで、コンデンサ50での適切なエネルギーレベルが、スイッチ40bとスイッチ1805bとの両方が共鳴遷移の終了後に概ね同じ時間でオンになるように、低kVから高kVへの遷移が完了した後で追加の周期でスイッチ40bを保持することによって、および低kVから高kVへの遷移が完了した後でスイッチ1805bを開けることによって、復元することができる。スイッチ40bと1805bとの両方の余裕時間により、キャパシタンス50の格納エネルギーの一部をインダクタ1805aに放電することが容易になり、したがって、適切なエネルギーレベルを復元し、さらに高速に遷移することを可能にする。余裕時間は、望ましくない、有害なエネルギー損失を避けるために、適切に計算および実現することができる。

【0067】

コンデンサ50が放電されて、適切なエネルギーレベルが復元されると、スイッチ40bおよび1805bを開くことができ、インダクタ1805aに蓄えられたエネルギーを、ダイオード1805cおよび1805dを通じて、システムキャパシタンスに戻すことができる。エネルギーがシステムキャパシタンスに完全に戻されると、ダイオード1805cおよび1805dは、阻止電圧モードに入り、完全遷移が終了する。したがって、いくつかの実施形態において、この種類の回路は、エネルギーを抵抗器に放散する代わりに、エネルギーを全システムに戻す。

【0068】

抵抗器1801および1804bは、例えば、当分野で既知の、MP916、MP925、およびMP930 TO-220スタイルパワーパッケージのいずれかとしてもよい

10

20

30

40

50

。いくつかの実施形態において、抵抗器 1801 および 1804b は、50 kOhm 抵抗器としてもよく、インダクタ 1804a および 1805a は、120 mH としてもよい。

【0069】

この場合も、前述のように、これらの回路で示してある要素は、実質的にこれらの機能に影響しない追加の付隨介在要素と直列または並列に配置された場合でも、電気的に結合されたまとまることができる。

回路モジュール - 影響

図 19A は、インバータ 1901、高電圧キャパシタンス 1902、および X 線管 1903 の間の相互作用を示す。電圧上昇の間、電流 1905a は、インバータから高電圧キャパシタンスに流れる。同様に、電圧降下の間、電流 1905b は、高電圧キャパシタンスから X 線管 1903 に流れる。これらの標準電流 1905a、1905b に加えて、本システムは、上昇の間、インバータから高電圧システムへのエネルギー 1906a のさらなる移動を、および高価の間、高電圧システムから X 線管へのエネルギー移動 1906b を、要求することができる。図 19A に示すように、図 18A から図 18C のもののような回路で設けられる補助キャパシタンスがない場合、すべてのこのエネルギーは、電圧上昇および電圧降下の間、それぞれ、インバータ 1901 から、および高電圧システムキャパシタンス 1902 から、伝達される。現在のエネルギー 1906a は、迅速な上昇時間を促進するのに不十分である可能性があり、現在のエネルギー 1906b は、システムへの望ましくない追加工エネルギーをもたらす可能性があり、電圧降下を長引かせる。

【0070】

図 19B に示してあるように、補助キャパシタンス 1904 の追加により、インバータ 1901 および高電圧システム 1902 での要求が減る。本実施形態によって、電圧上昇の間の少なくとも約 75% のエネルギー 1907a が、インバータ 1901 からではなく補助キャパシタンス 1904 から、高電圧システムに寄与するであろう。同様に、電圧降下の間、管 1903 に伝えられた少なくとも約 92% のエネルギー 1907b が、補助キャパシタンス 1904 に代わりに転送される（約 8% の 1906b のみが管 1903 に伝わる）。この転送により、降下時間が改善され、過剰エネルギーが電圧遷移を遅らせるこ²⁰とを防ぐ。同様に、流れ 1907a により、補助キャパシタンス 1904 から利用可能なエネルギーもたらすことによって、上昇時間を改善する。

回路モジュール - 例示的波形

図 20 は、図 18B のエネルギー操作回路と関連する例示的な波形を示す図である。波形 2001 は、X 線管での電圧を表す。波形 2002 は、コンデンサ 50 に蓄えられたエネルギーを表す。波形 2003 は、抵抗器 1804b によって放散されたエネルギーを表す。

【0071】

X 線管電圧 2001 が（例えば、位置 2004a で）高から低に降下した場合、コンデンサ 2002 のエネルギーは、増加し、横ばい状態になる。この遷移の間、抵抗器 1804b は、ダイオード 1804c などの他の回路要素と共にインダクタ 1804a が、高 kV から低 kV への遷移の間に放散されるエネルギーを最小にする前に、最小量のエネルギーを放散する。同様に、X 線管電圧 2001 が、（例えば、位置 2004b で）低 kV から高 kV に上昇する場合、コンデンサ 50 は、波形 2002 の示すエネルギーを放電し、管電圧 2001 における上昇をより良好に促進する。本システムは、スイッチ 40a が電圧降下の間に作動する場合よりも長い期間、電圧上昇の間、スイッチ 40b を作動させ、コンデンサ 50 で、エネルギーをより完全に放散すること、したがって、適切なエネルギー状態を再確立することを確実にすることができる。より長い放散は、電圧上昇の場合よりもむしろ電圧降下の場合に、抵抗器 1804b で発生する。概して、インダクタ 1804a が大型になると、電圧降下の間のエネルギー損失が小さくなる。同様に、抵抗器 1804b が大型になると、電圧降下の間のエネルギー損失が小さくなる。しかしながら、抵抗器 1804b の抵抗を大きくすることはまた、スイッチ 40b を、電圧上昇の間、より長くアクティブのままにすることが必要となる可能性がある。

10

20

30

40

50

備考

例示的な実施形態について説明する場合、特定の用語が、明確化のために使用される。説明のため、各特定の用語は、同様の目的を達成するために同様に動作するすべての技術的および機能的等価物を少なくとも含むことが意図される。さらに、特定の例示的な実施形態では、複数のシステム要素、デバイス構成要素または方法ステップを含む、いくつかの場合において、これらの要素、構成要素またはステップは、単一の要素、構成要素またはステップと置き換えてよい。同様に、单一の要素、構成要素またはステップは、同じ目的を果たす複数の要素、構成要素、またはステップと置き換えてよい。さらに、例示的な実施形態が示され、その特定の実施形態を参照して説明してきたが、当業者は、形態および詳細におけるさまざまな置換および変更は、本発明の範囲から逸脱することなくなされ得ることを理解するであろう。またさらに、他の様式、機能、および利点もまた、本発明の範囲内である。

10

【0072】

例示的なフローチャートが、例示目的のために本明細書で提供され、例示的なフローチャートは、方法の非限定の例である。当業者は、例示的な方法が、例示的なフローチャートで示したものよりも多いか、または少ないステップを含んでもよいこと、および例示的なフローチャートにおけるステップが、例示的なフローチャートで示した順序とは異なる順序で実行してもよいことを理解するであろう。

【符号の説明】

【0073】

20

2 0 能動共振インターポーラ回路、インターポーラ

2 1 集積回路

2 2 電圧源

2 4 共振切替部品

2 6 X線管

2 7 電圧源

2 8 ケーブル

3 0 ケーブル

4 0 キャパシタンス

4 0 a 切替デバイス、スイッチ

30

4 0 b 切替デバイス、スイッチ

4 2 a ダイオード

4 2 b ダイオード

4 4 出力電圧

4 6 メインコンデンサ、システムコンデンサ

4 8 補助電圧

5 0 補助コンデンサ、補助キャパシタンス

5 2 共振インダクタ、インダクタ

6 0 a バッファ

6 0 b バッファ

40

6 2 ドライバ

8 0 モジュール、切り替え段

8 2 変圧器

8 4 変圧器

8 6 a コンデンサ

8 6 b コンデンサ

8 8 a ブロックダイオード

8 8 b ブロックダイオード

9 0 入力キャパシタンス、コンデンサ

9 2 コンデンサ

50

1 7 0	C T 作像システム、作像システム、C T システム、スキャナシステム	
1 7 2	ガントリ	
1 7 4	X 線源、放射源	
1 7 8	検出器配列、マルチスライス検出器	
1 8 0	検出器要素	
1 8 2	患者、物体	
1 8 4	中心	
1 8 6	制御機構	
1 8 8	X 線制御器、X 線作像システム線制御器	
1 9 0	生成器	10
1 9 2	ガントリモータ制御器	
1 9 4	データ収集システム (D A S)	
1 9 6	画像再構築装置	
1 9 8	コンピュータ、コンピューティングデバイス	
2 0 0	大容量ストレージデバイス	
2 0 2	コンソール	
2 0 4	ディスプレイシステム	
2 0 6	テーブルモータ制御器	
2 0 8	電動テーブル	
2 1 0	ガントリ開口部	20
2 1 2	デバイス	
2 1 4	コンピュータ読み取り可能媒体	
2 2 0	X 線作像システム	
2 2 2	X 線検出器	
2 2 4	検出器セル	
2 2 6	X 線源	
2 2 8	物体	
2 3 0	データ収集システム	
2 3 2	読み出し電子装置	
2 3 3	ディスプレイ、ビジュアルディスプレイデバイス	30
2 3 4	ガントリ	
2 3 6	画像再構築モジュール	
3 1 6	メモリ	
8 0 1	切り替え段	
8 1 2	プロセッサ	
8 1 2	プロセッサ	
8 1 4	関連コア	
8 1 4	関連コア	
8 1 6	メモリ	
8 1 8	マルチポイントタッチインターフェース	40
8 2 0	ポインティングデバイス	
8 2 2	ネットワークインターフェース	
8 2 4	仮想機械	
8 2 6	オペレーティングシステム	
8 3 0	ユーザインターフェース	
8 3 2	ネットワークデバイス	
8 3 4	ストレージデバイス	
8 3 6	データベース	
9 0 1	電圧	
9 0 2	高期間	50

9 0 3	低期間	
9 0 5	上昇時間	
9 0 7	下降時間	
1 6 0 1 a	巻線、電圧源ノード	
1 6 0 1 b	巻線	
1 6 0 1 c	巻線	
1 6 0 2	切替装置	
1 7 0 1 a	電流	
1 7 0 1 b	電流	
1 8 0 0 A	回路	10
1 8 0 1	抵抗器	
1 8 0 2	ノード	
1 8 0 3	エネルギー操作回路	
1 8 0 4	エネルギー操作回路	
1 8 0 0 A	回路	
1 8 0 4 a	インダクタ	
1 8 0 4 b	抵抗器	
1 8 0 4 c	ダイオード	
1 8 0 5	エネルギー操作回路	
1 8 0 5 a	インダクタ	20
1 8 0 5 b	スイッチ	
1 8 0 5 c	ダイオード	
1 8 0 5 d	ダイオード	
1 8 0 7	ノード	
1 8 2 0	ノード	
1 9 0 1	インバータ	
1 9 0 2	高電圧キャパシタンス、高電圧システム	
1 9 0 3	X線管	
1 9 0 4	補助キャパシタンス	
1 9 0 5 a	標準電流	30
1 9 0 5 b	標準電流	
1 9 0 6 a	エネルギー	
1 9 0 6 b	エネルギー、エネルギー移動	
1 9 0 7 a	エネルギー	
1 9 0 7 b	エネルギー	
2 0 0 1	管電圧	
2 0 0 2	波形、コンデンサ	

【図1】

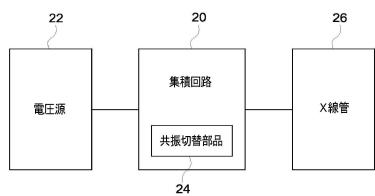


FIG. 1

【図3】

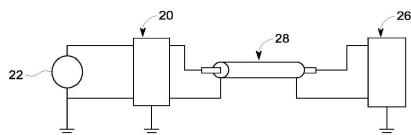


FIG. 3

【図2】

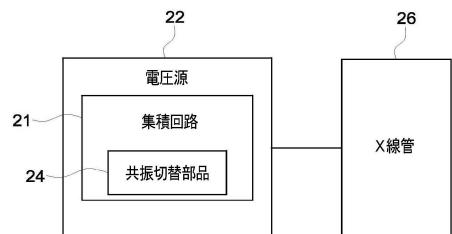


FIG. 2

【図4】

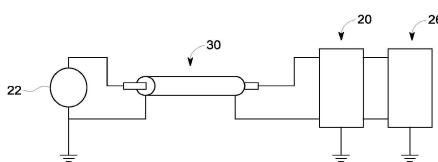


FIG. 4

【図5】

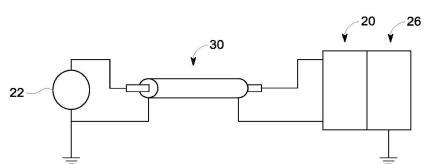


FIG. 5

【図7】

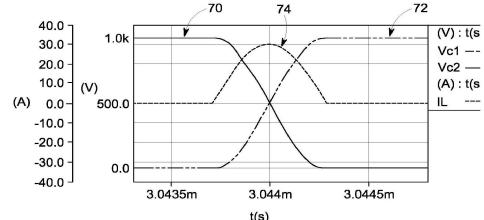


FIG. 7

【図6】

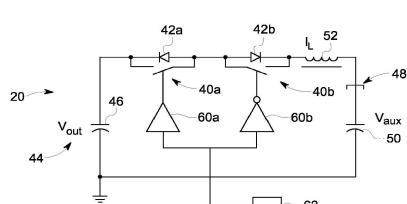


FIG. 6

【図8】

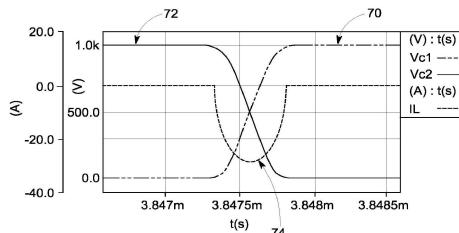


FIG. 8

【図9】

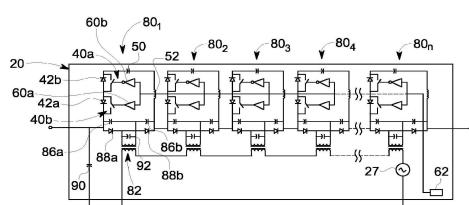


FIG. 9

【図11】

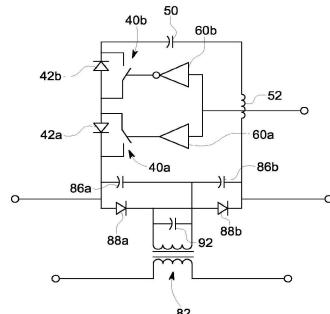


FIG. 11

【図10】

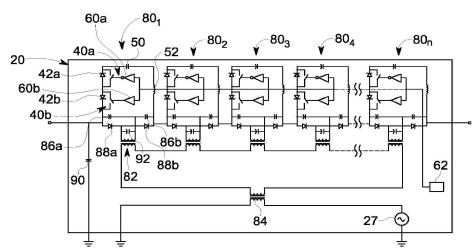


FIG. 10

【図12A】

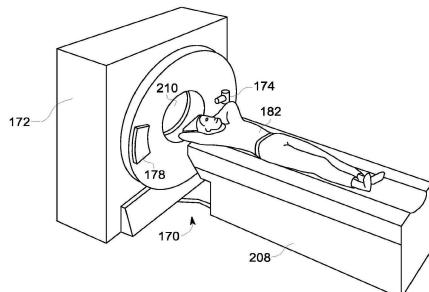


FIG. 12A

【図12B】

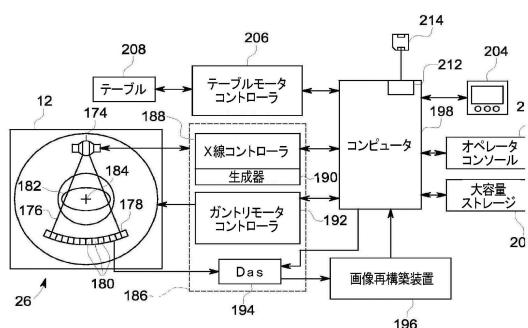


FIG. 12B

【図14】

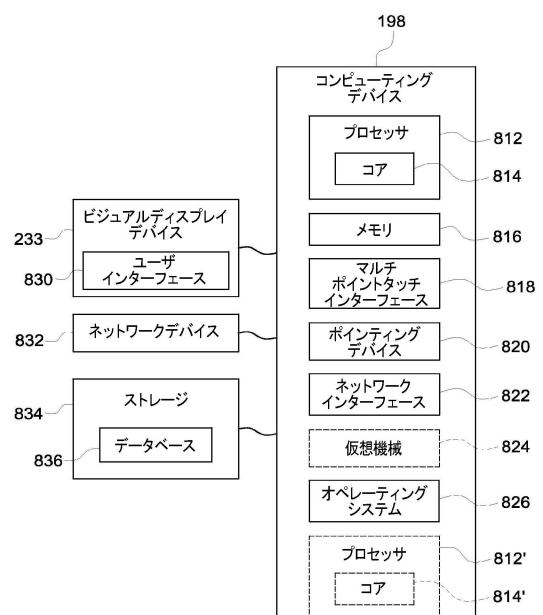


FIG. 14

【図13】

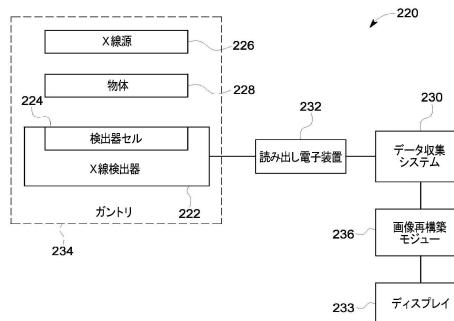


FIG. 13

【図 15】

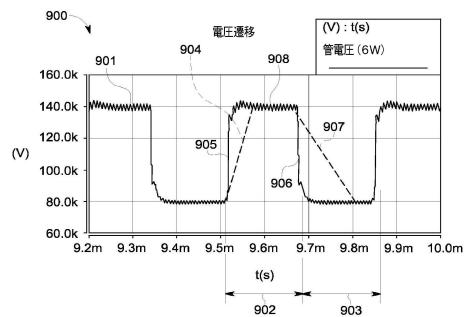


FIG. 15

【図 17 A】

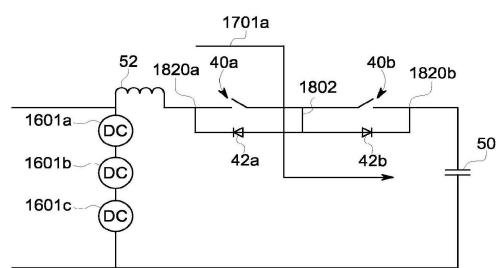


FIG. 17A

【図 16】

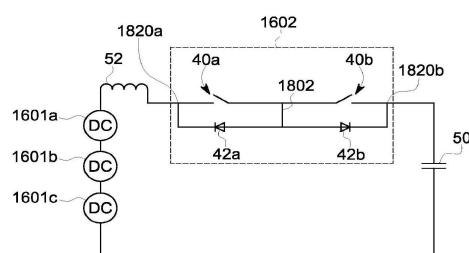


FIG. 16

【図 17 B】

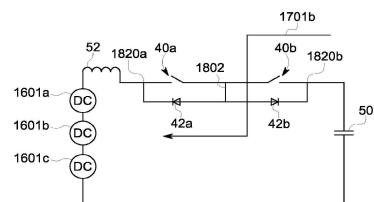


FIG. 17B

【図 18 A】

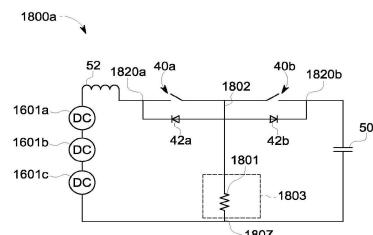


FIG. 18A

【図 18 C】

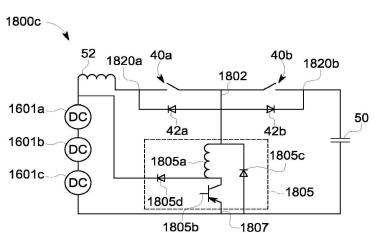


FIG. 18C

【図 18 B】

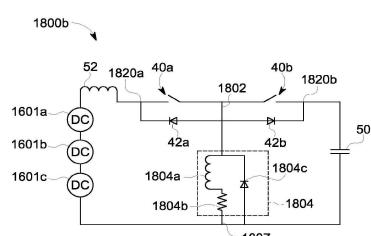


FIG. 18B

【図 19A】

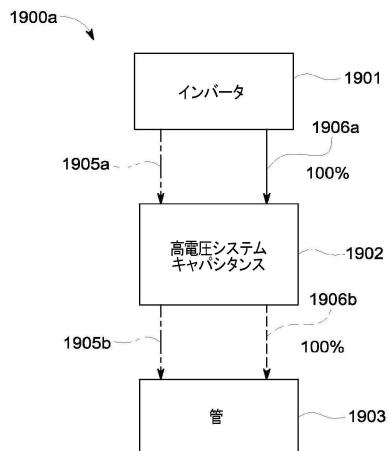


FIG. 19A

【図 19B】

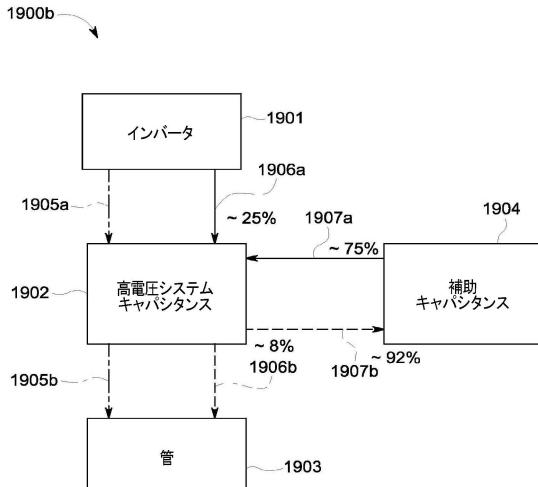


FIG. 19B

【図 20】

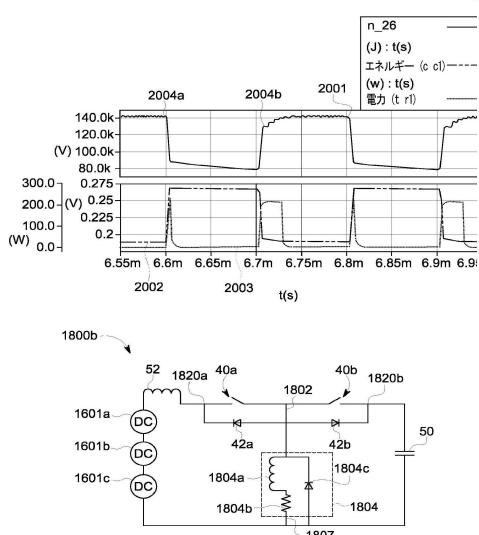


FIG. 20

フロントページの続き

(72)発明者 カイアファ , アントニオ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ビルディング・ケイ1-3エイ59
、ワン・リサーチ・サークル、ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ・グローバル・リサーチ

審査官 遠藤 直惠

(56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0189225(US, A1)

米国特許出願公開第2012/0155614(US, A1)

米国特許出願公開第2012/0155613(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 05 G 1 / 00 - 2 / 00

A 61 B 6 / 00 - 6 / 14

G 06 F 1 / 26 - 1 / 32

H 02 J 1 / 00 - 1 / 16