

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 12 月 11 日 (11.12.2003)

PCT

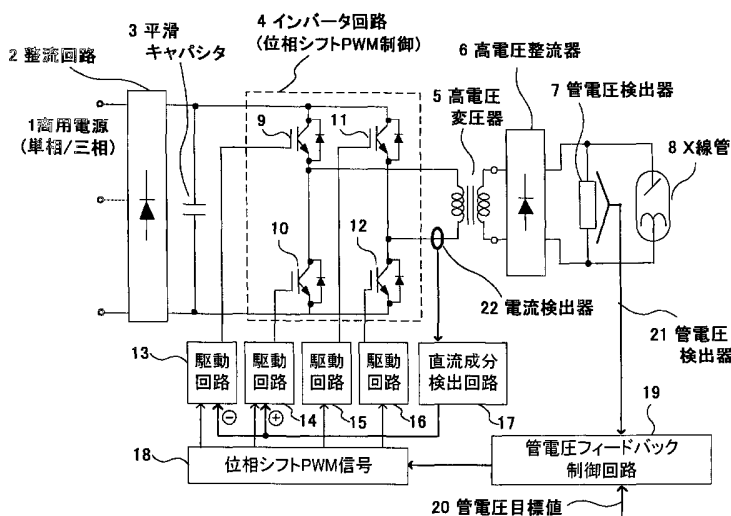
(10) 国際公開番号
WO 03/103347 A1

- (51) 国際特許分類: H05G 1/32 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立メディコ (HITACHI MEDICAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-0047 東京都千代田区内神田一丁目1番14号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/07081
- (22) 国際出願日: 2003 年 6 月 4 日 (04.06.2003) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 菱川 真吾 (HISHIKAWA, Shingo) [JP/JP]; 〒277-0813 千葉県柏市大室257-27-223 Chiba (JP). 堂本 拓也 (DOMOTO, Takuya) [JP/JP]; 〒278-0022 千葉県野田市山崎1331-46 Chiba (JP). 高野 博司 (TAKANO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒302-0115 茨城県守谷市本町4175-4 Ibaraki (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-162549 2002 年 6 月 4 日 (04.06.2002) JP
- (81) 指定国 (国内): CN, US.

[続葉有]

(54) Title: X-RAY APPARATUS

(54) 発明の名称: X線装置



- 1...COMMERCIAL POWER SOURCE (SINGLE PHASE/THREE PHASES)
2...RECTIFICATION CIRCUIT
3...SMOOTHING CAPACITOR
4...INVERTER CIRCUIT (PHASE SHIFT PWM CONTROL)
6...HIGH-VOLTAGE RECTIFIER
5...HIGH-VOLTAGE TRANSFORMER
7...HIGH-VOLTAGE TRANSFORMER
8...X-RAY TUBE
22...CURRENT DETECTOR
21...LAMP VOLTAGE DETECTOR
19...LAMP VOLTAGE FEEDBACK CONTROL CIRCUIT
20...LAMP VOLTAGE TARGET VALUE
17...DC COMPONENT DETECTING CIRCUIT
16...DRIVE CIRCUIT
15...DRIVE CIRCUIT
14...DRIVE CIRCUIT
13...DRIVE CIRCUIT
18...PHASE SHIFT PWM SIGNAL

(57) Abstract: An inverter system X-ray high-voltage apparatus which controls a lamp voltage by the phase shift PWM control of a semiconductor switching device changes the time ratio of the phase shift PWM signal inputted to a driver circuit of the semiconductor switching device to correct this DC component when a DC component detecting circuit with the controlled lamp voltage detects the DC component of an output of an inverter circuit via a current detector provided on the primary side of a high-voltage transformer, corrects an output voltage from the inverter circuit into a positive-negative symmetric waveform to eliminate a bias magnetism in the high-voltage transformer, enables the size of the high-voltage transformer and the omission of a DC/DC converter, and enables the reduction in set-up area, size, and weight, and an X-ray apparatus comprising this apparatus.

(57) 要約: 半導体スイッチングデバイスを位相シフトPWM制御して管電圧を制御し、これと直流成分検出回路が高電圧変圧器の一次側に設けた電流検出器を介してインバータ回路の出力の直流分を検出したときに、上記半導体スイッチングデバイスの駆動回路に入力される上記位相シフトPWM信号の時比率を変更することでこの直流成分を補正し、上記インバータ回路からの出力電圧を正負対称な波形に是正して高電圧変圧器における偏磁をなくすことで、高電圧変圧器のサイズもDC/DCコンバータの省略も可能とし、大

幅な設置面積の縮減および小型軽量化のできるインバータ式X線高電圧装置及びこれを用いたX線装置を提供する。



添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

X線装置

5 技術分野

本発明は、直流電圧をインバータ回路を用いて高周波の交流電圧に変換し、その出力交流電圧を変圧器を介してX線管に印加するインバータ式X線高電圧装置とこれを利用したX線装置に関する。

10 背景技術

最近の医療用X線高電圧装置は一般のX線撮影装置から循環器X線撮影装置、X線CT装置等に広く適用されている。これらX線高電圧装置への要求は目標の管電圧を安定して供給できることであるが、これに加え最近では、多種多様な装置に対応できるように管電圧の出力レンジの広さや、設置の自由度を向上するために設置面積の縮減および小型軽量化への要求がますます高まっている。

例えば特開平9-190898号公報では、管電圧制御のための幅広い出力を得るべくパルス変調（パルス幅や位相シフト）を利用したインバータ式X線高電圧装置を開示する。

特開平9-190898号公報の開示によれば、管電圧は管電圧検出器等によって検出し、これと目標値をインバータ制御回路に入力してインバータ回路の位相差や周波数を求め制御するようにしている。しかしながら、高压トランス（高電圧変圧器）のコアの偏磁や磁気飽和に対しては、下記のようにコアのサイズを大きくすることで対処している。

ここでコアの偏磁や磁気飽和がコアのサイズとどのような関係を持つか説明する。一般に、高電圧変圧器は、一次側と二次側の磁気結合部に使用している磁性体コアが最大磁束密度を越えると、磁束の飽和領域に達してその機能を失い、さらにコアの磁束密度が飽和すると、一次側のインダクタンスが急激に減少するため、大きな電流が流れるようになり、装置の制御性だけでなく損失や安全面において大きな問題となる。具体的には、偏磁が定常化すると励磁電流のレンジが上

記定常方向に広がり、これにより一次電流が増加し、熱が過大に発生したりスイッチング素子の容量拡大が必要になったりという不具合が生じる。また偏磁が補正できず時間が経過すると磁気飽和に至る。磁気飽和してしまうと、一次側のスイッチング素子や高電圧トランスの巻線の焼損にいたることもある。

- 5 磁束密度は、高電圧変圧器の一次側に流れる電流の大きさ、周波数、コアの断面積によって決まる。一般にはこの磁気飽和を避けるためには、高電圧変圧器のコアの断面積を大きくしている。高電圧変圧器の一次側電流の周波数が一定である場合、電流値が最大の際に磁束密度が最大となるので、このときコアの磁気飽和領域に達しないように設計している。しかしながら、X線管を使用した負荷
- 10 の変動範囲が大きいインバータ式X線高電圧装置では、高電圧変圧器の一次側に流れる電流値が小さく、すなわち磁束密度が小さい軽負荷条件において使用した場合でも、高電圧変圧器において磁気飽和が生じる場合がある。したがって軽負荷時でも上記断面積ではなお不足な場合もある。

- 特開平 10-199696 号公報では、X線高電圧装置への上記要求を満たすため高
- 15 圧トランス（高電圧変圧器）のコアの偏磁を補正してコアの偏磁の定常化や磁気飽和を防止し、コアのサイズを小さく押え、ひいてはX線高電圧装置を小型にすることを開示している。この開示では、上記管電圧は DC/DC コンバータで制御し、偏磁はパルス幅を変更して制御している。しかし、特開平 10-199696 号公報では、スイッチング素子のスイッチング幅を変更して偏磁を制御しているた
- 20 めに、管電圧を制御するためにスイッチング幅の変更をしようとするすると偏磁が制御できなくなる。すなわち管電圧制御のために DC/DC コンバータを介在させる必要がある。前出の特開平 9-190898 号公報に比べ DC/DC コンバータの分だけ回路要素が多くなっている。この結果コアを小さくして小型化をしても、管電圧制御のための DC/DC コンバータの分だけ大型化してしまう。結果的には
- 25 設置の自由度を向上するために設置面積の縮減および小型軽量化は達成できていない。一方、前出の特開平 9-190898 号公報はすでに説明した通り、偏磁の制御ができないためコアのサイズを小さくできない。したがって、結果的には設置の自由度を向上するために設置面積の縮減および小型軽量化は達成できていない。

 ここで上述の軽負荷条件において使用した場合でも、高電圧変圧器において磁

気飽和が生じる場合についてさらに詳しく説明する。これは、半導体スイッチングデバイスのインバータ出力電圧のパルス幅が小さくて駆動時間が短い場合である。半導体スイッチングデバイスやこれを駆動する様々な素子のばらつきによるスイッチング幅のばらつきが生じるが、このばらつきが上記の狭いパルス幅に近づくと、パルス形状の正負非対称が顕著となりコアの磁気飽和を惹起しやすくなる。

この高電圧変圧器の磁気飽和を避けるため、インバータ回路の制御をインバータ出力電圧のパルス幅が大きく駆動信号が長い範囲に限定することも考えられる。しかしその場合、出力の変動範囲を狭くしてしまい、最近の高電圧装置への要求である、最小から最大まで 1000 倍近い負荷の制御にはそぐわない。このように負荷の変動範囲が広い X 線高電圧装置では、高電圧変圧器のコアを大型化しないでも、その範囲全域においてコアの磁気飽和を防止することが望まれている。

上記特開平 9-190898 号公報では、上記特開平 10-199696 号公報にある DC/DC コンバータを省略して装置を小型化しても、偏磁の制御ができず高電圧変圧器（高圧トランス）のコアを大型化するため、結局 X 線高電圧装置のサイズは変わらない。

あるいは上記特開平 10-199696 号公報のように DC/DC コンバータの存在によるサイズ増加は受け入れて管電圧制御し、偏磁はインバータ回路でパルスを変調して制御して高電圧変圧器（高圧トランス）のコアを小型化しても、結局 X 線高電圧装置の全体のサイズは変わらない。このように、X 線高電圧装置に関して、出力レンジの広さなどの性能面と設置面積の縮減および小型軽量化の両立という課題はいまだ未解決のまま残されている。

本発明の目的は、出力レンジの広さなどの性能面と設置面積の縮減および小型軽量化の両立が図れる X 線高電圧装置を得ることにある。より具体的には、管電圧制御をするための DC/DC コンバータを省略して装置を小型化しつつ、さらに偏磁の制御を可能として高電圧変圧器のコアを小型化できるインバータ式 X 線高電圧装置を提供することにある。また、主にスイッチング素子の特性のばらつきによって生じる高電圧変圧器の磁気飽和を防止し、高電圧変圧器のコアを小型化できるインバータ式 X 線高電圧装置を提供することにある。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明は、直流電源と、複数の半導体スイッチングデバイスを有し上記直流電源に接続されて直流電圧を交流電圧に変換するインバータ回路と、上記複数の半導体スイッチングデバイスをそれぞれ駆動する複数の駆動回路と、このインバータ回路の出力側に一次巻線を接続した高電圧変圧器と、この高電圧変圧器の二次巻線側に接続した X 線管とを備えたインバータ式 X 線高電圧装置において、上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段と上記 X 線管管電圧用の検出制御手段をさらに設け、上記 2 つの検出制御手段からの出力がいずれも上記駆動回路に入力されることを特徴とする。

また、本発明は、上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段からの出力は上記インバータ出力電圧が正負非対称であるという検出結果を得たときに上記インバータ回路の出力電圧が正負対称となるようにパルス制御するものであり、上記 X 線管管電圧用の検出制御手段からの出力は上記目標管電圧を得るために上記管電圧をパルス制御するものであることを特徴とする。

また、本発明は、上記半導体スイッチングデバイスは第 1 から第 4 までの半導体スイッチングデバイスであり、第 1 と第 2 のスイッチングデバイスと第 3 と第 4 のスイッチングデバイスはそれぞれ上記直流電源に対して直列接続され、かつ、第 1 と第 2 のスイッチングデバイスと第 3 と第 4 のスイッチングデバイスは並列接続され、上記出力電圧の正負非対称を解消するにあたり上記第 1 と第 2 のスイッチングデバイスと上記第 3 と第 4 のスイッチングデバイスのうち少なくとも一方の時比率をパルス制御することで上記インバータの出力電圧が正負対称となるようにし、上記管電圧は上記第 1 と第 2 のスイッチングデバイスと上記第 3 と第 4 のスイッチングデバイスの間の位相シフトによりパルス制御することを特徴とする。

また本発明は、上記スイッチングデバイスが IGBT、MOS-FET、またはバイポーラトランジスタであることを特徴とする。

また本発明は、上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段には、少なくとも上記インバータ回路の出力側に設けられた電流検出器あるいは電圧検出手

段の一方が含まれることを特徴とする。

また本発明は、上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段には、少なくとも直流成分検出回路あるいは出力電圧パルスアンバランス検出器の一方が含まれることを特徴とする。

- 5 また本発明は、上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段に含まれる電流検出器として、RC フィルタ、一次遅れフィルタ、二次遅れフィルタ、または二次以上の高次遅れフィルタのいずれかを用いることを特徴とする。

- また本発明は、X線源と、このX線源に対向して配置されたX線検出器と、これらX線源とX線検出器を保持して被検体の周囲を回転駆動される回転円板と、
10 前記X線検出器で検出されたX線強度にもとづき該被検体の断層像を画像化する画像再構成手段と、該X線源に管電流を供給するため上記機能を備えたX線高電圧装置とを有するX線CT装置を提供する。

- また本発明は、X線源と、被検体をはさんで該X線源に対向するX線受像手段と、該X線源に管電流を供給するため上記機能を備えたX線高電圧装置とを有する
15 X線装置を提供する。

- 本発明では、磁束密度が小さい負荷条件において発生する高電圧変圧器の磁気飽和が、インバータ回路の半導体スイッチングデバイスの特性ばらつきによってインバータ回路の出力電圧が完全に正負対称とならないために、高電圧変圧器のコアが偏磁し、コアのヒステリシス特性によりこの偏磁が蓄積されて最終的にコアの磁気飽和領域に達することを究明し、インバータ回路の出力側にインバータ回路の出力電圧が正負非対称であることを直接的もしくは間接的に検出する検出器を設け、少なくともこの検出器による検出があったときインバータ回路の出力電圧が正負対称となるようにインバータ回路を制御する補正手段を設けたため、インバータ回路を構成する半導体スイッチングデバイスの特性ばらつきによる
20 インバータ出力電圧の正負非対称を是正することができ、軽負荷条件において顕著となる高電圧変圧器の偏磁を抑制し、高電圧変圧器の磁気飽和を防止して小型化を図ることができる。

- 25 またさらに、本発明では、磁束密度が小さい負荷条件において発生する高電圧変圧器の磁気飽和が、インバータ回路の半導体スイッチングデバイスの特性ばら

- つきによってインバータ回路の出力電圧が完全に正負対称とならないために、高電圧変圧器のコアが偏磁し、コアのヒステリシス特性によりこの偏磁が蓄積されて最終的にコアの磁気飽和領域に達することを究明し、インバータ回路の出力側にインバータ回路の出力電圧が正負非対称であることを検出する検出器を設け、
- 5 少なくともこの検出器による検出があったときインバータ回路の出力電圧が正負対称となるようにインバータ回路の半導体スイッチングデバイスに与える位相シフト PWM 信号に補正を加える補正手段を設けたため、既存の管電圧フィードバック制御回路のための構成を利用して、インバータ回路を構成する半導体スイッチングデバイスの特性ばらつきによるインバータ回路の出力電圧の正負非対称を
- 10 是正するように位相シフト PWM 信号を補正することができ、軽負荷条件において顕著となる高電圧変圧器の偏磁を抑制し、高電圧変圧器の磁気飽和を防止して小型化を図ることができる。

図面の簡単な説明

- 15 図 1 は本発明の一実施の形態によるインバータ式 X 線高電圧装置のブロック構成図である。図 2 は図 1 に示したインバータ式 X 線高電圧装置における直流成分検出回路を示す回路図である。図 3 は図 1 に示したインバータ式 X 線高電圧装置におけるインバータ出力電流などを示す特性図である。図 4 は本発明の他の実施の形態によるインバータ式 X 線高電圧装置のブロック構成図である。図 5 は図 1
- 20 に示したインバータ式 X 線高電圧装置における各半導体スイッチングデバイスに特性ばらつきがあったときの動作特性図である。図 6 は図 1 に示したインバータ式 X 線高電圧装置における補正時の各半導体スイッチングデバイスの動作特性図である。図 7 は本発明のさらに他の実施の形態によるインバータ式 X 線高電圧装置のブロック構成図である。図 8 は本発明によるインバータ式 X 線高電圧装置を搭載した X 線 CT 装置を示す図である。図 9 は本発明によるインバータ式 X 線高電圧装置を搭載した X 線装置を示す図である。
- 25 図 9 は本発明によるインバータ式 X 線高電圧装置を搭載した X 線装置を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

図中、1は商用電源、2は整流回路、3は平滑キャパシタ、4はインバータ回路、5は高電圧変圧器、6は高電圧整流器、7は管電圧検出器、8はX線管、9から12は半導体スイッチングデバイス、17は直流成分検出回路、18は位相シフトPWM信号回路、19は管電圧フィードバック制御回路、22は電流検出器をそれぞれ示す。

図1は、本発明の一実施の形態によるインバータ式X線高電圧装置を示すブロック回路図である。三相または単相の商用電源1には整流回路2が接続され、この整流回路2の出力側には平滑キャパシタ3が接続されている。この平滑キャパシタの正側と負側の間には、フルブリッジ構成の半導体スイッチングデバイス9、10と半導体スイッチングデバイス11、12を有するインバータ回路4が接続されており、この半導体スイッチングデバイス9から12としては、IGBTやMOS-FET、またはハイポーラトランジスタなどを用いることができる。半導体スイッチングデバイス9、10間と、半導体スイッチングデバイス11、12間に高電圧変圧器5の一次側を接続している。

この高電圧変圧器5の一次側には電流検出器22が接続されており、この電流検出器22によって半導体スイッチングデバイス9から12によって構成したインバータ回路4の出力電流を検出している。また高電圧変圧器5の二次側には高電圧整流器6を接続し、高電圧整流器6の出力側に管電圧検出器7とX線管8を接続している。

このような構成のX線高電圧装置は、整流回路2からの直流電圧をインバータ回路4を用いて高周波の交流電圧に変換し、その出力電圧を高電圧変圧器5を介して昇圧した後、高電圧整流器6にて整流して直流電圧をX線管8に供給してX線を放射する。このとき管電圧検出器7によりX線管8に印加される電圧を検出し、この検出した管電圧検出値21は管電圧フィードバック制御回路19において管電圧目標値20と比較演算し、X線管8に印加される電圧が所望の電圧になるように、その後に位相シフトPWM信号回路18から位相シフトPWM信号を送出する。この信号は駆動回路13～16により駆動信号として各半導体スイッチングデバイス9から12に与える。

一方、高電圧変圧器5の一次側には直流成分を検出できるカレントトランス

(DC-CT)などの電流検出器 22 を設け、この電流検出器 22 によって検出されたインバータ回路 4 の出力電流に直流分が含まれることを直流成分検出回路 17 で検出したとき、半導体スイッチングデバイスの位相シフト PWM 信号に補正を加える補正手段を設けている。この補正手段は、詳細を後述するようにインバータ回路 4 の出力電流の直流成分を検出する直流成分検出回路 17 で直流分を検出したとき、この直流成分に応じて半導体スイッチングデバイス 9 と半導体スイッチングデバイス 10 の駆動回路 13, 14 に入力して位相シフト PWM 信号に補正を加えるように構成している。

ここで、高電圧変圧器 5 の一次側を流れるインバータ回路 4 の出力電流から直流成分を取り出す直流成分検出回路 17 について、図 2 に示した回路図を用いて説明する。

同図 (a) に示す RC フィルタや、同図 (b) に示す一次遅れフィルタ、同図 (c) に示す二次遅れフィルタまたはそれ以上の高次遅れフィルタを用いると、インバータ出力電流の平均が得られる。また同図 (d) はインバータ回路 4 の出力電流の最大値と最小値を検出するもので、それらの差よりインバータ回路 4 の出力電流の偏りを検出することができる。直流成分検出回路 17 は、これらの例に限らずインバータ回路 4 の出力電流から直流成分を取り出すものであればよい。

このような直流成分検出回路 17 によってインバータ回路 4 の出力電流における偏りを検出し、補正手段によってこの偏りを無くすように半導体スイッチングデバイス 9 から 12 を制御する位相シフト PWM 信号に補正を加える。高電圧変圧器 5 のコアが磁気飽和すると、インバータ回路 4 の出力電流は図 3 (a) のように磁気飽和と同時に直流分が増加する。この場合におけるコアの磁化特性を同図 (c) とすると、例えば、領域 α において動作しているのを上述のように位相シフト PWM 信号に補正を加えることにより、領域 β で動作するようになる。この補正は、例えば、インバータ回路 4 の左側アームの半導体スイッチングデバイス 9, 10 の Duty Factor (時比率) をインバータ回路 4 の出力電流における平均の偏りに応じて変化させる。この補正によって、インバータ回路 4 の出力電流は同図 (b) のような安定した波形に是正されるようになる。

上述したように X 線管 8 を使用した負荷の変動範囲が大きいインバータ式 X 線

高電圧装置では、高電圧変圧器 5 の一次側に流れる電流値が小さく、すなわち磁束密度が小さい負荷条件において使用した場合でも、高電圧変圧器 5 において磁気飽和が生じる場合があることが分かり、これが高電圧変圧器 5 の小型化の障害となることが分かった。しかもこの現象は、半導体スイッチングデバイス 9 から 12 の駆動時間が短い場合、本来の信号の長さに対して、各半導体スイッチングデバイス 9 から 12 の特性ばらつきによる時間の長さが割合的に大きくなるインバータ回路 4 の出力が小さい軽負荷の条件において顕著となることが分かった。

次に、半導体スイッチングデバイス 9 から 12 を制御する位相シフト PWM 信号の補正を行なう補正手段についてより具体的に説明する。インバータ回路 4 を構成する各半導体スイッチングデバイスにおいては、図 5 に示すように半導体スイッチングデバイス 9, 10 では同時に ON することなく **Duty Factor** を 50% で動作させており、また半導体スイッチングデバイス 11, 12 でも同時に ON することなく **Duty Factor** を 50% で動作させている。各半導体スイッチングデバイス 9 から 12 が理想的に全く同じ特性であれば、同図の実線で示すように ON, OFF 制御されてインバータ回路 4 の出力電圧は全く同じパルス幅で正負対称となる。

しかしながら、半導体スイッチングデバイスの特性ばらつきにより、図 5 に示すようにインバータ回路 4 の各半導体スイッチングデバイス 9 から 12 のうち半導体スイッチングデバイス 12 のオン期間が点線で示すように短い場合、インバータ回路 4 の出力電圧は正負対称でなくなり負側に偏りが生じる。この結果、図 3 (a) に示すようにインバータ回路 4 の出力電流には負側に直流分が生じコアの偏磁を発生させる。そこでこの偏磁を発生させる直流成分を電流検出器 22 および直流成分検出回路 17 によって検出する。

直流分を検出した直流成分検出回路 17 は、この直流成分に応じて半導体スイッチングデバイス 9 と半導体スイッチングデバイス 10 の駆動回路 13, 14 に入力される位相シフト PWM 信号に補正を加える。つまり、ここでは図 6 に点線で示すように検出した直流成分に応じて半導体スイッチングデバイス 9 の **Duty Factor** を大きくし、それに対し半導体スイッチングデバイス 10 の **Duty Factor** を小さくする。これによりインバータ出力電圧は、図 6 に点線で示すように正負対称な波形に是正され、高電圧変圧器 5 における偏磁をなくし、磁気飽和の発生

を防止することができる。

このようなインバータ式 X 線高電圧装置は、少なくとも電流検出器 22 による直流分の検出があったときその直流分を零に近づくようにインバータ回路 4 を制御する補正手段を設けたため、高電圧変圧器 5 における磁気飽和、特に、負荷の変動範囲が大きいインバータ式 X 線高電圧装置では、高電圧変圧器 5 の一次側に流れる電流値が小さく、すなわち磁束密度が小さい負荷条件において使用した場合、しかも半導体スイッチングデバイス 9 から 12 の駆動時間が短い場合、本来の信号の長さに対して各半導体スイッチングデバイス 9 から 12 の特性ばらつきによる時間の長さが割合的に大きくなるインバータ回路 4 の出力が小さい軽負荷の条件において顕著となる磁気飽和を防止することができるようになる。従って、一次側と二次側の磁気結合を良好に保ち高電圧変圧器 5 の機能を有効に利用することができるうえに、磁気飽和によって発生するインバータ回路 4 の出力電流の増加を防止することができる。

また、インバータ回路 4 の出力側にその出力電圧が正負非対称であることを検出する電流検出器 22 を設け、少なくともこの電流検出器 22 による検出があったときインバータ回路 4 の出力電圧が正負対称となるようにインバータ回路 4 の半導体スイッチングデバイス 9 から 12 に与える位相シフト PWM 信号に補正を加える補正手段を設けたため、既存の管電圧フィードバック制御回路 19 のための構成を利用して、インバータ回路 4 を構成する半導体スイッチングデバイス 9 から 12 の特性ばらつきによるインバータ回路 4 の出力電圧の正負非対称を是正するように位相シフト PWM 信号を補正することができ、軽負荷条件において顕著となる高電圧変圧器の偏磁を抑制し、高電圧変圧器の磁気飽和を防止して小型化を図ることができる。

上述した実施の形態においては、位相シフト PWM 信号の補正をインバータ回路 4 の左側アームにおける半導体スイッチングデバイス 9, 10 に対して行なう場合について述べたが、この補正はインバータ回路 4 の右側アームにおける半導体スイッチングデバイス 11, 12 に対して行なっても、あるいは左右両側アームのそれぞれに対して行なってもよい。

図 4 は、本発明の他の実施の形態によるインバータ式 X 線高電圧装置を示すブ

ロック構成図であり、図 1 に示した実施の形態との同等物には同一符号を付けて詳細な説明を省略する。

この実施の形態では、ハーフブリッジ構造のインバータ回路 4 を用いて構成したもので、図 1 に示したフルブリッジ構造のインバータ回路 4 から半導体スイッチングデバイス 11, 12 を除き、直列接続した平滑キャパシタ 3a, 3b 間とは半導体スイッチングデバイス 9, 10 の間に高電圧変圧器 5 の一次側巻線を接続している。高電圧変圧器 5 の一次側に設けた電流検出器 22 から直流分を検出する直流成分検出回路 17 は、半導体スイッチングデバイス 9, 10 の駆動回路 13, 14 に入力される位相シフト PWM 信号を補正するようにしている。

10 このようなハーフブリッジ構造のインバータ回路 4 を用いた場合も、先の実施の形態の場合とほぼ同様の効果を得ることができる。さらに、プッシュプル構造といった PWM 制御を行なうインバータ回路 4 を用いたり、インバータ回路 4 の出力電流を検出するためにカレントトランス (DC-CT) に代えてシャント抵抗によるもの、あるいは変圧器の磁束を検出するものといった直流成分を含む出力電流を検出できる電流検出器 4 を用いてもよい。

図 7 は、本発明のさらに他の実施の形態によるインバータ式 X 線高電圧装置を示すブロック構成図であり、図 1 に示した実施の形態との同等物には同一符号を付けて詳細な説明を省略する。

この実施の形態では、インバータ回路 4 の出力側、つまり高電圧変圧器 5 の一次側に電圧検出器 23 を設け、この電圧検出器 23 によって検出したインバータ回路 4 の出力電圧を出力電圧パルスアンバランス検出器 24 に入力している。この出力電圧パルスアンバランス検出器 24 は、図 5 に示したインバータ出力電圧の正側と負側とのパルス幅における差の有無を検出している。また、この出力電圧パルスアンバランス検出器 24 によってパルス幅のアンバランスを検出したとき
25 作動する補正手段が先の実施の形態の場合と同様に構成されており、この補正手段は、パルス幅のアンバランスに応じて半導体スイッチングデバイス 9, 10 の駆動回路 13, 14 に入力される位相シフト PWM 信号を補正して、インバータ出力電圧が正負対称となるようにインバータ回路 4 を制御している。

図 1 に示した実施の形態では、図 5 に示したインバータ回路 4 の出力電圧の正

1 2

側と負側のアンバランスを、その出力側に設けた電流検出器 22 によってインバータ回路 4 の出力電流に表れる図 3 の直流分から検出するようにしたのに対し、この実施の形態では、図 5 に示したインバータ回路 4 の出力電圧の正側と負側のアンバランスを、その出力側に設けた電圧検出器 23 によってインバータ回路 4 の出力電圧のパルス幅から検出するようにしている。この実施の形態でも、図 1 に示した実施の形態の場合と同様の効果を得ることができる。

この説明から分かるように、高電圧変圧器 5 の一次側に設ける検出器としては、電流検出器 22 および電圧検出器 23 のいずれか一方を使用することができ、図 5 に示したインバータ回路 4 の出力電圧の正側と負側のアンバランスを直接的あるいは間接的に検出し、この検出があったときインバータ出力電圧が正負対称となるようにインバータ回路 4 を制御する補正手段を構成すればよい。

尚、上述した各実施の形態では、補正手段により図 3 (a) に示した直流分が零になるように、あるいはインバータ回路 4 の出力電圧の正側と負側のパルス幅の差が零になるようにそれぞれ位相シフト PWM 信号を補正したが、高電圧変圧器 5 における偏磁が悪影響を及ぼさない直流分あるいはパルス幅の差を所定の目標値として設定し、この所定の目標値内となるように位相シフト PWM 信号を補正する補正手段としてもよい。

以上説明したように本説明のインバータ式 X 線高電圧装置によれば、出力レンジの広さなどの性能面と設置面積の縮減および小型軽量化の両立が図れる。さらに、管電圧制御をするための DC/DC コンバータを省略して装置を小型化しつつ、さらに偏磁の制御を可能として高電圧変圧器のコアを小型化できる。また、スイッチング素子の特性のばらつきによって生じる高電圧変圧器の磁気飽和を防止し、軽負荷条件において顕著となる高電圧変圧器の偏磁を抑制して高電圧変圧器の磁気飽和を防止し、高電圧変圧器およびそれを用いたインバータ式 X 線高電圧装置全体の小型化を図ることができる。

図 8 は X 線 CT 装置について、本発明を実施するための最良の実施の形態を説明するものである。図中 103 は X 線源 101 と X 線検出器 102 を保持して被検体 104 の周囲を回転駆動される回転円板である。105 は、前記 X 線検出器 102 で検出された X 線強度にもとづき該被検体の断層像を画像化する画像再構成手段であ

る。100 は X 線源 101 に管電流を供給するインバータ式 X 線高電圧装置であり、上述の実施の形態で説明した構成と機能を有する。このように X 線 CT 装置を構成することで、全体が小型化され設置場所を選ばない X 線 CT 装置が得られる。

- 図 9 は X 線装置について、本発明を実施するための最良の実施の形態を説明するものである。図中 101 は X 線源であり、106 は X 線受像手段である。100 は X 線源 101 に管電流を供給するインバータ式 X 線高電圧装置であり、上述の実施の形態で説明した構成と機能を有する。このように X 線装置を構成することで、全体が小型化され設置場所を選ばない X 線装置が得られる。

1 4

請 求 の 範 囲

1. 直流電源と、複数の半導体スイッチングデバイスを有し上記直流電源に
接続されて直流電圧を交流電圧に変換するインバータ回路と、上記複数の
5 半導体スイッチングデバイスをそれぞれ駆動する複数の駆動回路と、この
インバータ回路の出力側に一次巻線を接続した高電圧変圧器と、この高電
圧変圧器の二次巻線側に接続したX線管とを備えたインバータ式X線高電
圧装置において、上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段と上
記X線管管電圧用の検出制御手段をさらに設け、上記2つの検出制御手段
10 からの出力がいずれも上記駆動回路に入力されることを特徴とする上記
インバータ式X線高電圧装置。
2. 上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段からの上記出力は
上記インバータ出力電圧が正負非対称であるという検出結果を得たとき
に上記インバータ回路の出力電圧が正負対称となるようにパルス制御す
15 るものであり、上記X線管管電圧用の検出制御手段からの出力は上記目標
管電圧を得るために上記管電圧をパルス制御するものであることを特徴
とする請求項1に記載のインバータ式X線高電圧装置。
3. 上記半導体スイッチングデバイスは第1から第4までの半導体スイッ
チングデバイスであり、第1と第2のスイッチングデバイスと第3と第4の
20 スwitchingデバイスはそれぞれ上記直流電源に対して直列接続され、か
つ、第1と第2のスイッチングデバイスと第3と第4のスイッチングデバ
イスは並列接続され、上記出力電圧の正負非対称を解消するにあたり上記
第1と第2のスイッチングデバイスと上記第3と第4のスイッチングデバ
イスのうち少なくとも一方の時比率をパルス制御することで上記インバ
25 ータの出力電圧が正負対称となるようにし、上記管電圧は上記第1と第2
のスイッチングデバイスと上記第3と第4のスイッチングデバイスの間の
位相シフトによりパルス制御することを特徴とする請求項2に記載のイン
バータ式X線高電圧装置。
4. 上記スイッチングデバイスは IGBT、MOS-FET、またはバイポーラトラ

ンジスタであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のインバータ式 X 線高電圧装置。

5. 上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段には、少なくとも上記インバータ回路の出力側に設けられた電流検出器あるいは電圧検出手段の一方が含まれることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のインバータ式 X 線高電圧装置。
6. 上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段には、少なくとも直流成分検出回路あるいは出力電圧パルスアンバランス検出器の一方が含まれることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のインバータ式 X 線高電圧装置。
7. 上記インバータ回路出力電圧制御用の検出制御手段に含まれる電流検出器として、RC フィルタ、一次遅れフィルタ、二次遅れフィルタ、または二次以上の高次遅れフィルタのいずれかを用いることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載のインバータ式 X 線高電圧装置。
8. X 線源と、この X 線源に対向して配置された X 線検出器と、これら X 線源と X 線検出器を保持して被検体の周囲を回転駆動される回転円板と、前記 X 線検出器で検出された X 線強度にもとづき該被検体の断層像を画像化する画像再構成手段と、該 X 線源に管電流を供給する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の X 線高電圧装置とを有する X 線 CT 装置。
9. X 線源と、被検体をはさんで該 X 線源に対向する X 線受像手段と、該 X 線源に管電流を供給する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の X 線高電圧装置を有する X 線装置。

図1

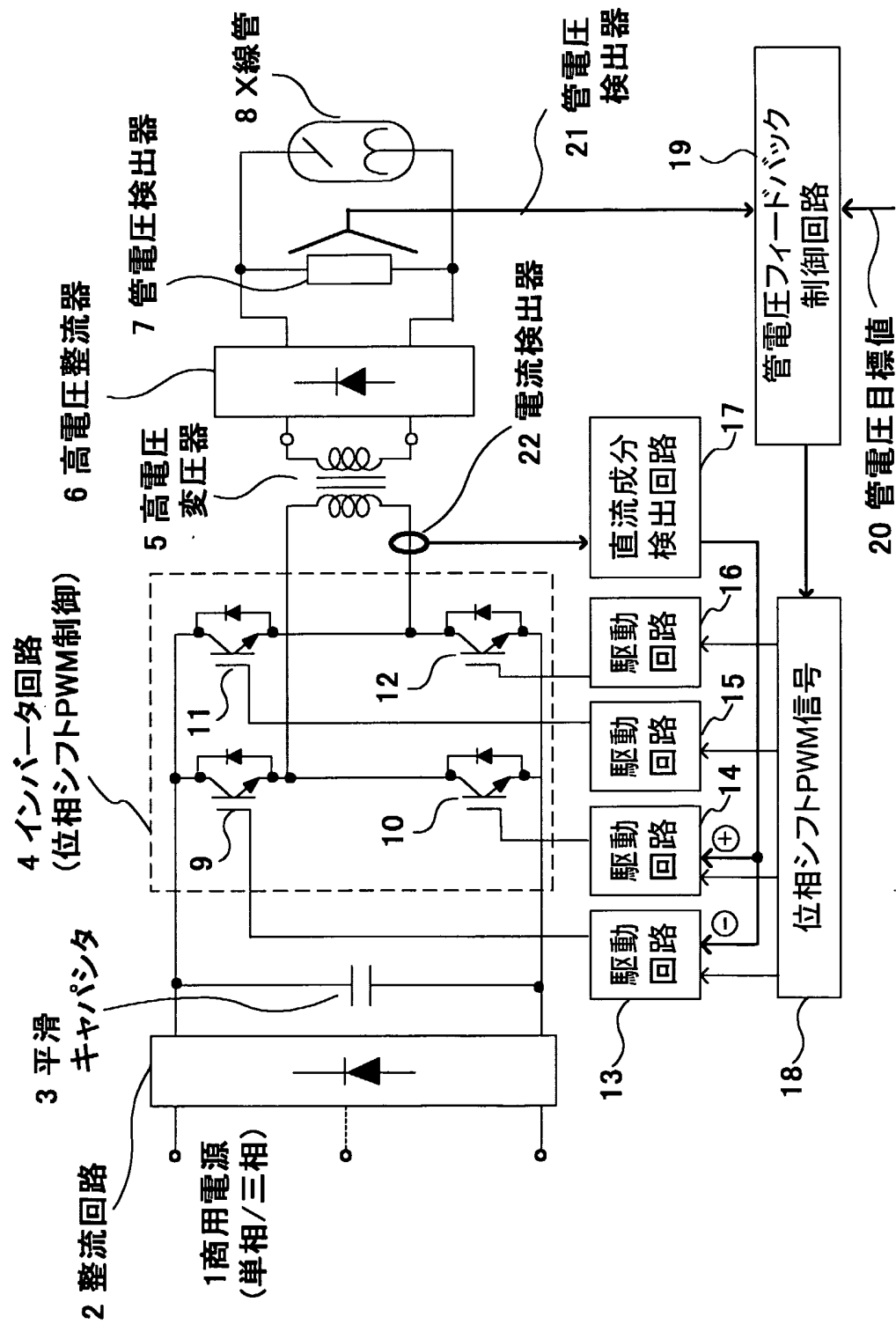


図2(a)

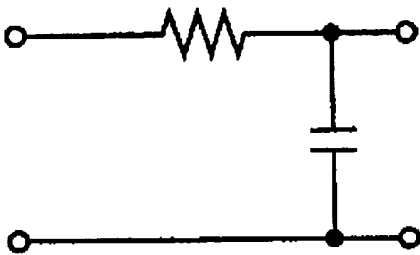


図2(b)

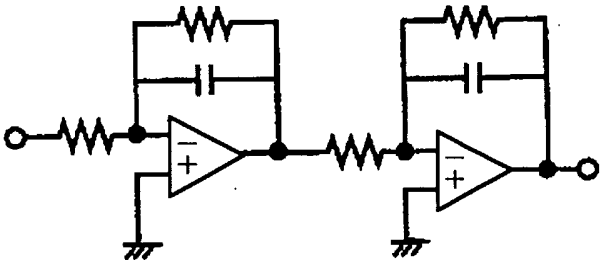


図2(c)

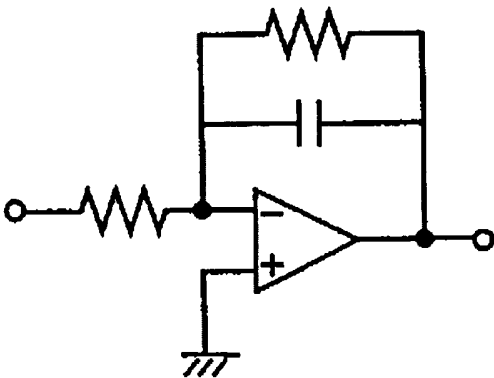


図2(d)

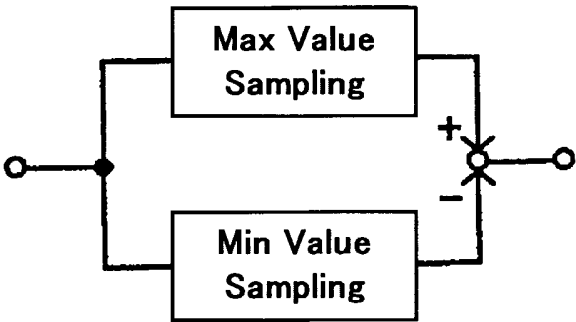


図3(a)

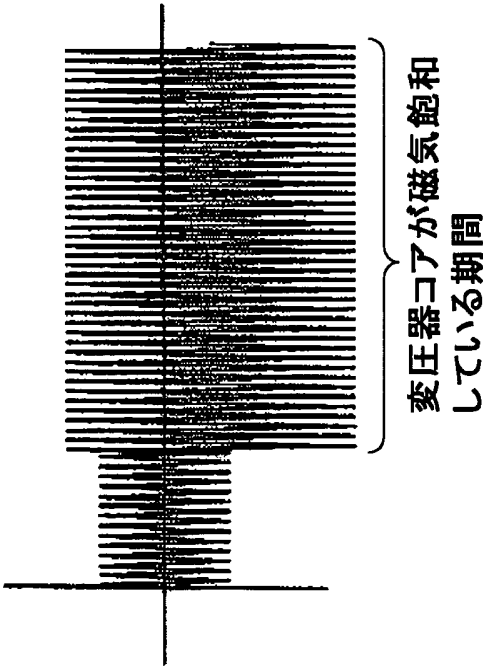


図3(b)

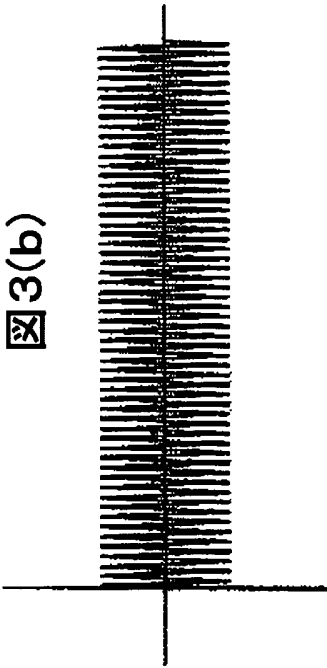


図3(c)

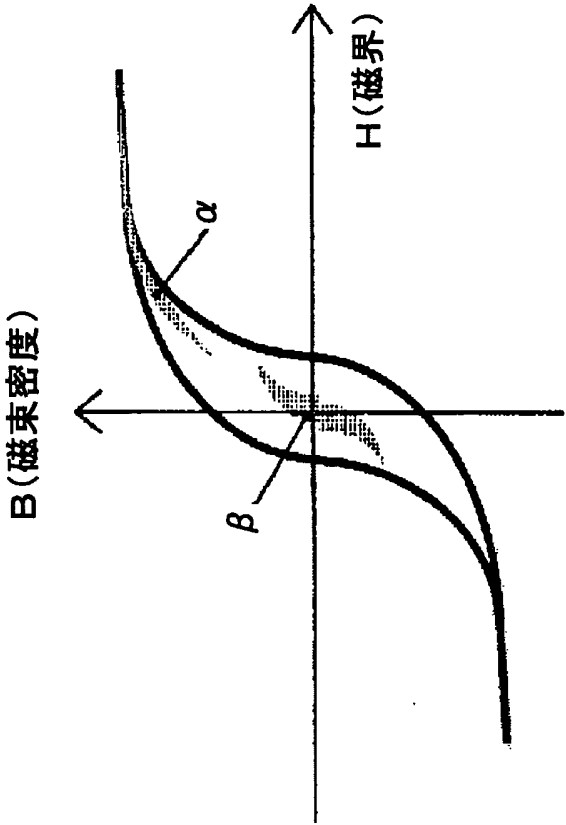
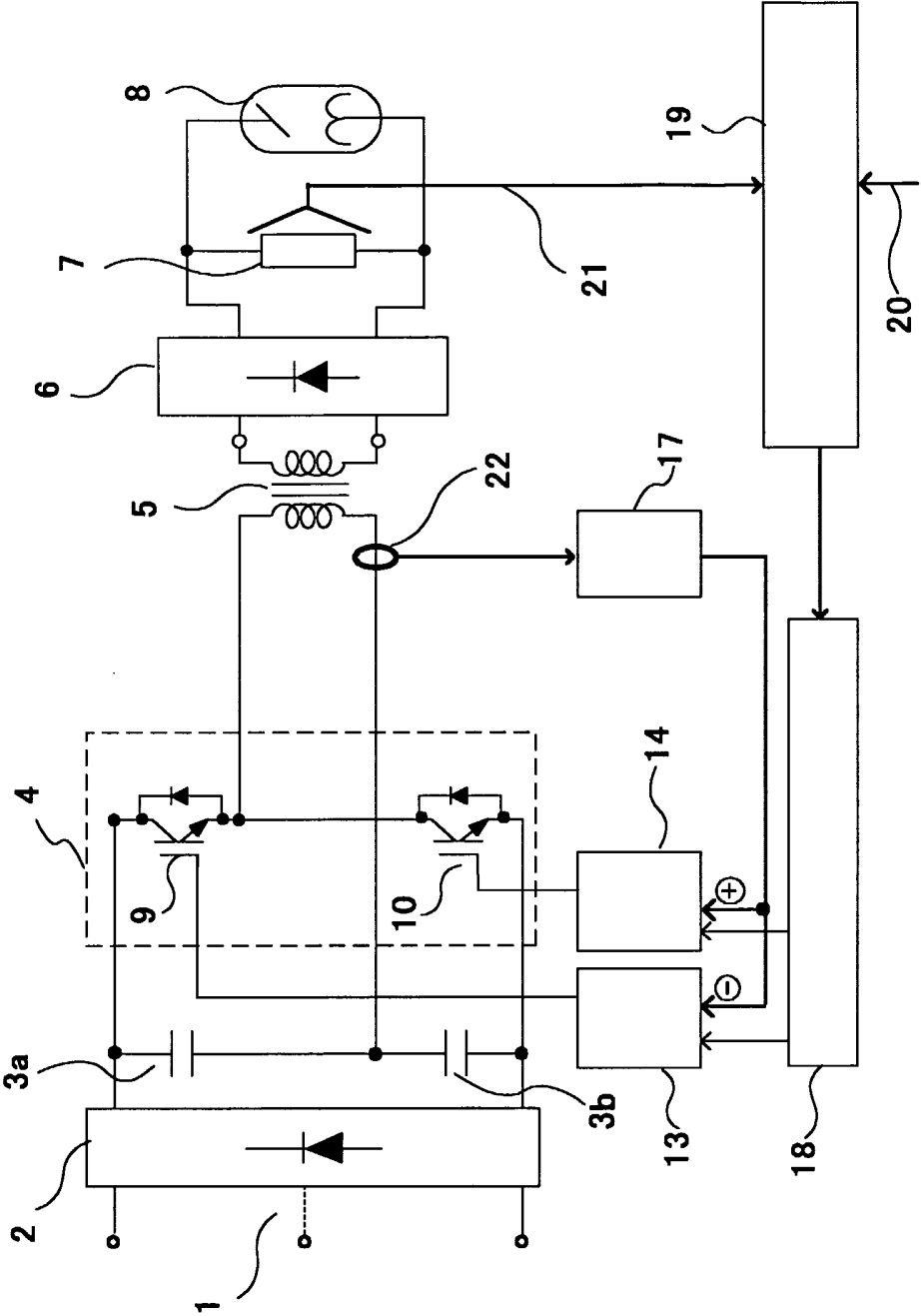


図4



5/7

図5

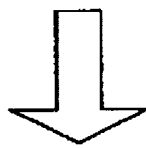
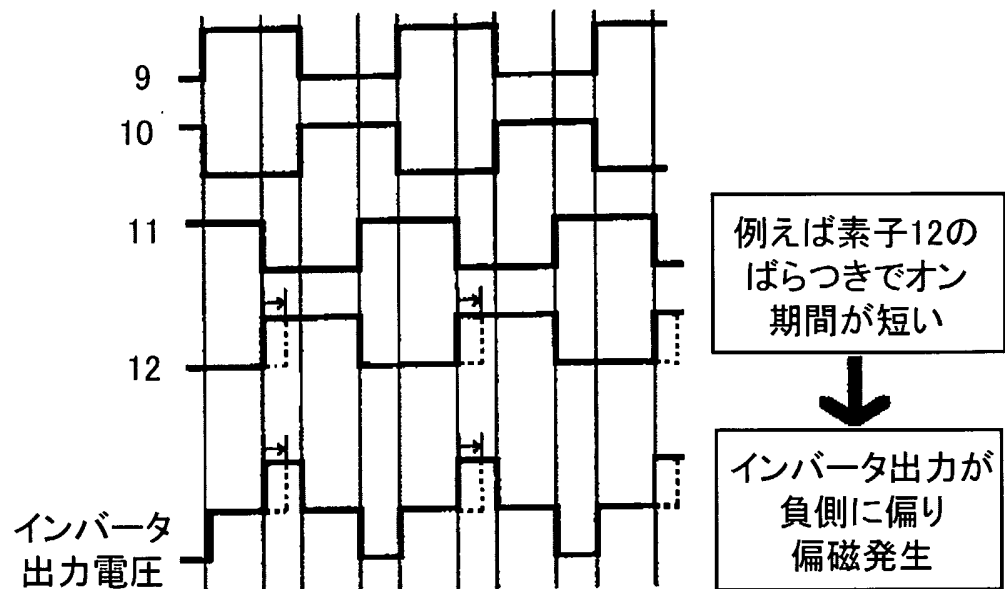


図6

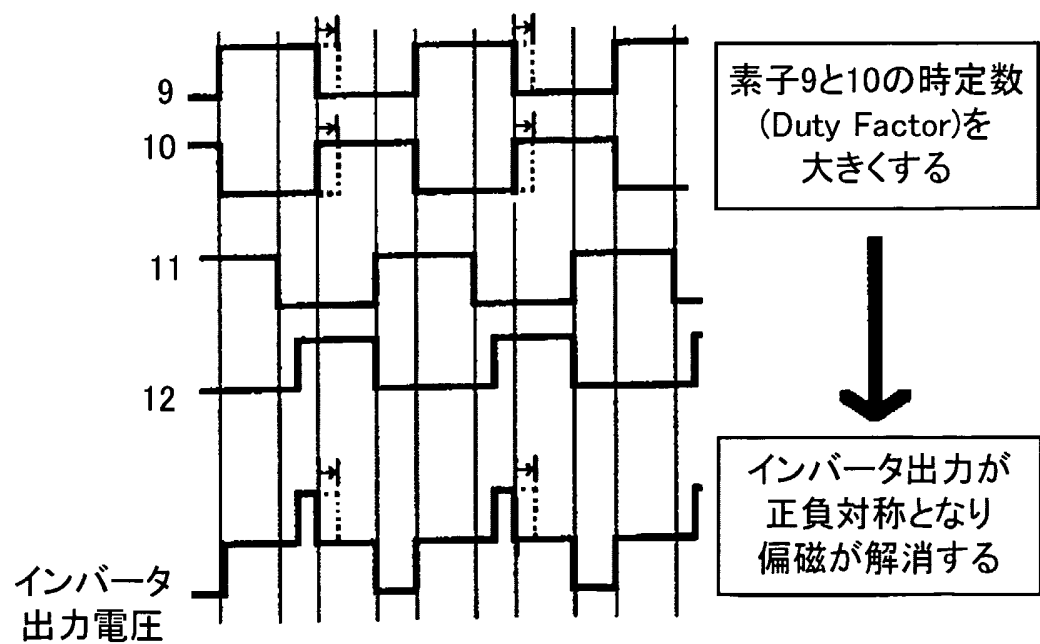
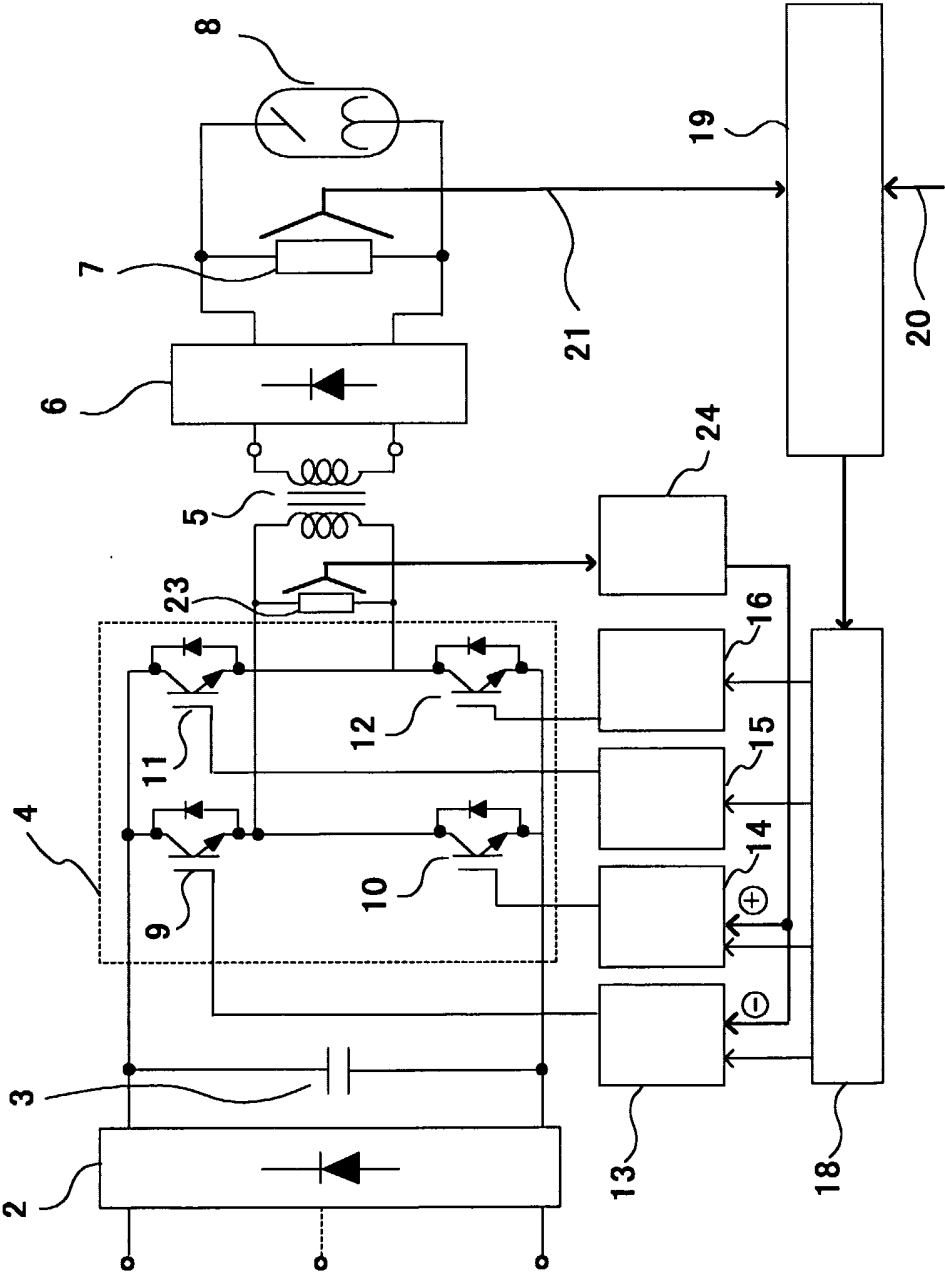


図7



7/7

図8

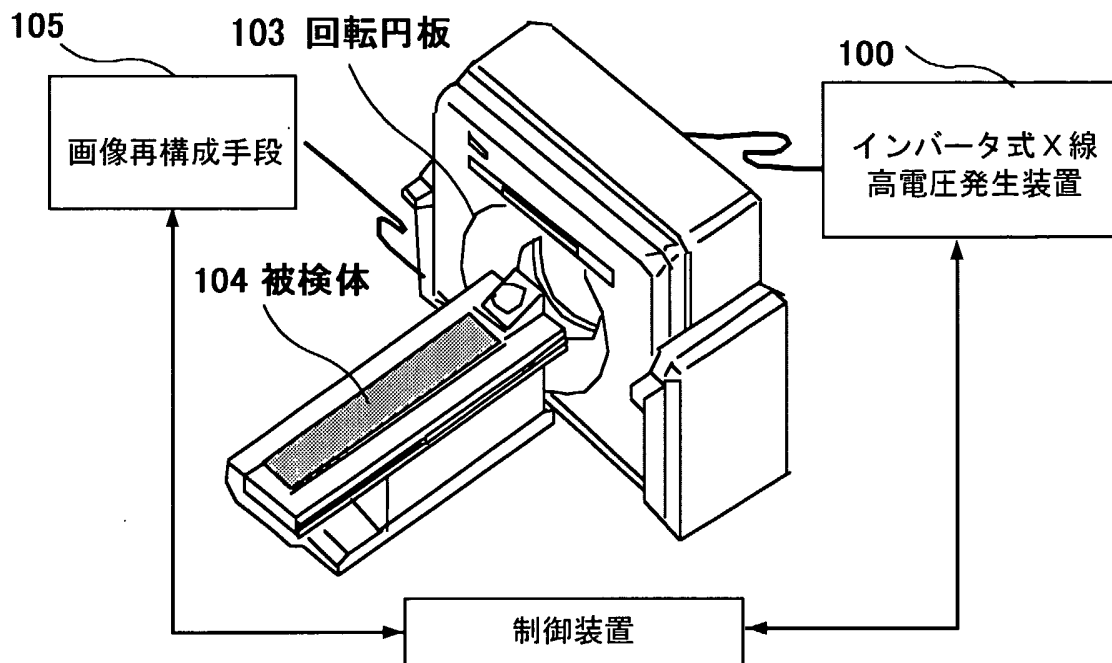
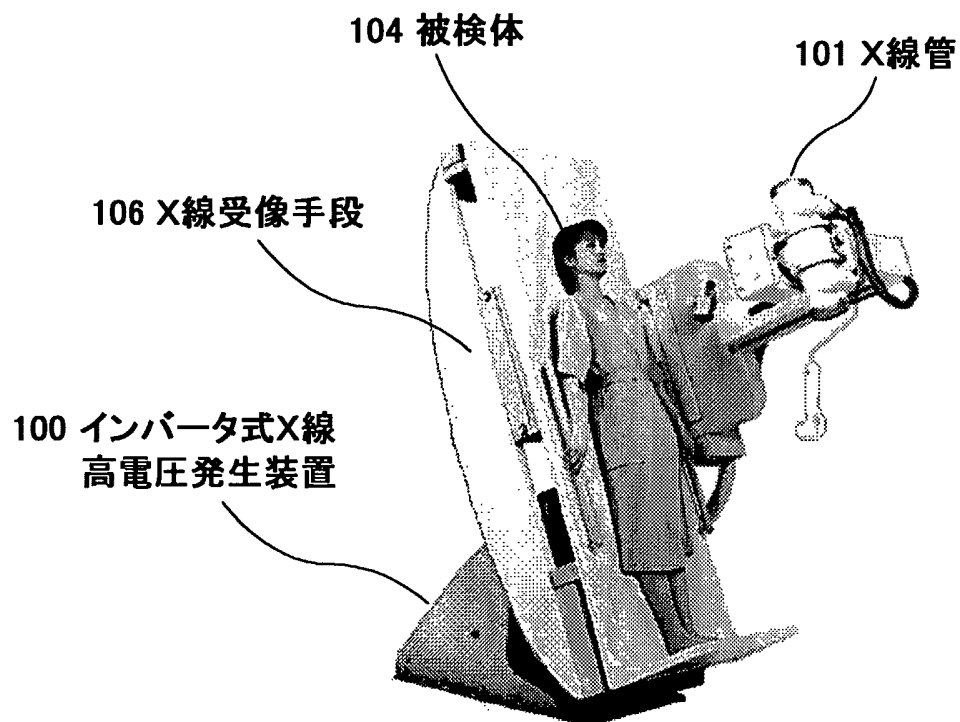


図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07081

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H05G1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H05G1/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 59-78500 A (Hitachi, Ltd.), 07 May, 1984 (07.05.84), (Family: none)	1, 4, 5, 8, 9
Y A	JP 10-199696 A (Shimadzu Corp.), 31 July, 1998 (31.07.98), (Family: none)	1-6, 8, 9 7
Y A	JP 3-179696 A (Hitachi Medical Corp.), 05 August, 1991 (05.08.91), (Family: none)	1, 4-6, 8, 9 7
Y	JP 3-74094 A (Hitachi Medical Corp.), 28 March, 1991 (28.03.91), (Family: none)	1-6, 8, 9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
03 July, 2003 (03.07.03)

Date of mailing of the international search report
15 July, 2003 (15.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/07081

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-58291 A (Hitachi Medical Corp.), 25 February, 2000 (25.02.00), (Family: none)	1-6, 8, 9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H 0 5 G 1 / 3 2

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H 0 5 G 1 / 3 2

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 59-78500 A (株式会社日立製作所) 1984. 05. 07 (ファミリーなし)	1, 4, 5, 8, 9
Y A	J P 10-199696 A (株式会社島津製作所) 1998. 07. 31 (ファミリーなし)	1-6, 8, 9 7
Y A	J P 3-179696 A (株式会社日立メディコ) 1991. 08. 05 (ファミリーなし)	1, 4-6, 8, 9 7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 07. 03

国際調査報告の発送日

15.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小田倉 直人

2W 9163

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 3-74094 A (株式会社日立メディコ) 1991. 03. 28 (ファミリーなし)	1-6, 8, 9
Y	J P 2000-58291 A (株式会社日立メディコ) 2000. 02. 25 (ファミリーなし)	1-6, 8, 9