

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-59511

(P2010-59511A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.
C25D 21/00 (2006.01)

F I
C 2 5 D 21/00 Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-227865 (P2008-227865)
(22) 出願日 平成20年9月5日(2008.9.5)

(71) 出願人 000150202
株式会社中央製作所
愛知県名古屋市瑞穂区内浜町24番1号
(74) 代理人 100078101
弁理士 綿貫 達雄
(74) 代理人 100085523
弁理士 山本 文夫
(74) 代理人 100154461
弁理士 関根 由布
(72) 発明者 山田 安二
愛知県名古屋市瑞穂区内浜町24番1号
株式会社中央製作所内
(72) 発明者 鈴木 悟司
愛知県名古屋市瑞穂区内浜町24番1号
株式会社中央製作所内

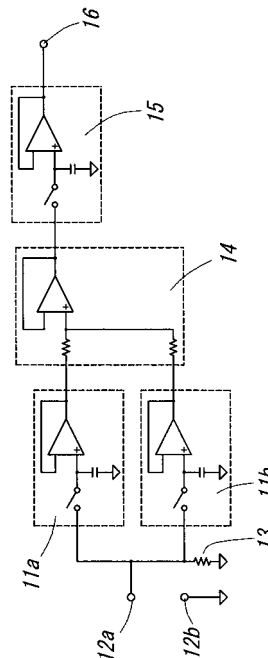
(54) 【発明の名称】 直流電源装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 変圧器の一次電流を計測することにより分流器を使用することなく直流出力電流を精度よく計測することができる直流電源装置を提供する。

【解決手段】 商用電源を整流する整流器と、この整流器の出力を交流に変換する半導体スイッチにより構成したインバータと、インバータの出力を降圧する変圧器と、変圧器の二次出力を整流するダイオードとから構成される直流電源装置において、変圧器の一次電流を検出する変流器と、変流器による電流検出信号をサンプルホールドする2個1組としたサンプルホールド回路11a、11bと、サンプルホールド回路11a、11bの出力の絶対値の平均値を算出する平均値回路14と、平均値回路14の出力をサンプルホールドするサンプルホールド回路15と、各サンプルホールド回路にサンプルホールド指令信号を与えるタイミング回路を設けた。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

商用電源を整流する第一の整流回路と、この第一の整流回路の出力を交流に変換する单相のインバータと、インバータの出力を降圧する変圧器と、変圧器の二次出力を整流する第二の整流回路とから構成される直流電源装置において、変圧器の一次電流を検出する変流器と、変流器による電流検出信号をサンプルホールドする 2 個 1 組とした 1 組または 2 組のサンプルホールド手段と、1 組 2 個のサンプルホールド手段の出力の絶対値の平均値をそれぞれ算出してその平均値を記憶する平均値記憶手段と、第二の整流回路の転流が終わった転流終了時点において前記の組としたサンプルホールド手段の一方に、インバータを構成する半導体スイッチがオフになったターンオフ時点において組としたサンプルホールド手段の他方にそれぞれサンプルホールド指令信号を与え、インバータを構成する半導体スイッチがオフになっている間のオフ中時点において平均値記憶手段に記憶指令信号を与える指令信号発生手段とを設け、平均値記憶手段の出力信号の絶対値を直流電源装置の直流出力電流に比例する信号とすることを特徴とする直流電源装置。

10

【請求項 2】

指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間の転流終了時点とターンオフ時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の一方と他方にサンプルホールド指令信号を与え、同じ半サイクルの間のオフ中時点において平均値記憶手段に記憶指令信号を与えるものとしたことを特徴とする請求項 1 に記載の直流電源装置。

20

【請求項 3】

指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間のターンオフ時点において組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間の転流終了時点とオフ中時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたことを特徴とする請求項 1 に記載の直流電源装置。

30

【請求項 4】

指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間の転流終了時点において組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間のターンオフ時点とオフ中時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたことを特徴とする請求項 1 に記載の直流電源装置。

40

【請求項 5】

指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の各半サイクルの間の転流終了時点とターンオフ時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の一方と他方に、同じ半サイクルのオフ中時点において平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたことを特徴とする請求項 1 に記載の直流電源装置。

【請求項 6】

指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間のターンオフ時点において一方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間の転流終了時点とオフ中時点とにおいて一方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、インバータが出力する交流の他方の極性の半サイクルの間のターンオフ時点において他方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間の転流終了時点とオフ中時点とにおいて他方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたことを特徴とする請求項 1 に記載の直流電源装置。

40

【請求項 7】

指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間の転流終了時点において一方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間のターンオフ時点とオフ中時点とにおいて一方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、インバータが出力する交流の他方の極性の半サイクルの間の転流終

50

了時点において他方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間のターンオフ時点とオフ中時点とにおいて他方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたことを特徴とする請求項 1 に記載の直流電源装置。

【請求項 8】

商用電源を整流する第一の整流回路と、この整流器の出力を交流に変換する単相のインバータと、インバータの出力を降圧する変圧器と、変圧器の二次出力を整流する第二の整流回路とから構成される直流電源装置において、変圧器の一次電流を検出する変流器と、変流器による電流検出信号をサンプルホールドするサンプルホールド手段と、第二の整流回路の転流終了時点からインバータを構成する半導体スイッチがオフになるまでの間の中間の時点でサンプルホールド指令信号をサンプルホールド手段に与える指令信号発生手段とを設け、サンプルホールド手段の出力信号を直流電源装置の直流出力電流に比例する信号とすることを特徴とする直流電源装置。

10

【請求項 9】

第二の整流回路の出力電圧の立ち上がりを検出することにより第二の整流回路の転流期間の終了を検出する検出手段を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の直流電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に電気めっき等の表面処理用として使用するのに適した大電流の直流電源装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

近年、めっき、アルマイト等の表面処理用の直流電源装置では、供給される商用交流電源を整流し、その出力をインバータによって高周波の矩形波交流に変換し、この矩形波交流を所定の電圧に変換した上整流して直流を得るようにした、インバータ方式、スイッチング方式、DC-DCコンバータ方式等と呼ばれる方式のものが使用されるようになってきている。こうした方式のものは出力波形が良いという特長があり、また、高周波の変圧器を使用するので変圧器が小形になることから直流電源装置全体が小形軽量になるという利点もあって、さらに増加する傾向にある。

30

【0003】

表面処理用に限らず、一般に直流電源装置では直流出力電流を精度よく計測あるいは制御することが必要であり、従来は直流の出力側に分流器を接続して電流を検出するのが普通であった。ところが、分流器は損失が大きく、数千アンペア以上というような大きな電流のものでは高価であり、直流電源装置の効率低下と高コストの原因になるという問題があった。また、その検出電圧は例えば 60 mV というように微弱でノイズの影響を受けやすいという問題があり、さらに、大電流の分流器は大形で冷却の必要もあることから、高周波の変圧器を使用することで直流電源装置が小形軽量になるという利点が失われてしまうという問題があった。こうした問題を解決するものとしては、例えば特許文献 1 に示されるような電流検出に分流器を使用しない方式が提案されている。

40

【0004】

この特許文献 1 で開示されている直流電源装置は、商用周波交流電源から直流を得る整流器、この整流器の出力が入力されて所定の周波数の方形波交流を出力するインバータ、このインバータの出力を制御する制御装置、前記インバータの出力電圧を変換する変圧器、及びこの変圧器の二次出力を整流する整流器からなり、前記制御装置が前記インバータの出力電流を測定する電流測定器の出力信号が入力されて前記方形波の波形幅を制御することによって前記整流器の出力電流を制御する直流電源装置において、前記制御装置が、その入力信号である前記電流測定器の出力信号を全波整流して絶対値信号を得る絶対値回路、前記インバータのオン指令信号の立ち上がり時点と立ち下がり時点の中間の時点にパ

50

ルス信号を出力するパルス発生器、及びこのパルス発生器が出力するパルス信号をサンプル信号として前記絶対値回路の出力信号をサンプルしホールドするサンプル・ホールド回路とを備え、このサンプル・ホールド回路の出力信号を負荷電流に比例する信号とするようにしたものである。

【0005】

この構成ではインバータのオン指令信号の立ち上がり時点と立ち下がり時点、すなわちインバータの半導体スイッチのオン期間の中間の時点の電流測定器の出力信号をサンプルしてホールドしており、その各部の波形が特許文献1の図2に示されている。ところが、この図には変圧器の二次出力を整流するダイオードの転流期間が示されていないという点で実態を正確に表わしておらず、各部の波形は実際には本願の図2に示すようなものとなる。図2においてAは変圧器の一次電圧、Bは変圧器の一次電流、Cは変圧器の2次電圧、Dは直流出力電圧、Eは直流出力電流をそれぞれ表わしている。ダイオードの転流時にはその期間中変圧器の一次電流が漸増、漸減するものであり、この間は双方のダイオードによる短絡期間となることから直流出力電圧も零ボルトとなる。

10

【0006】

転流期間が終わると変圧器の一次電流と直流出力電流とが比例する期間に入ってインバータの半導体スイッチがオフになるまで継続し、その間変圧器の一次電流は直線的に漸増する。したがって、この変圧器の一次電流と直流出力電流とが比例する期間の中間の時点で変圧器の一次電流を検出してサンプルホールドすれば、直流出力電流に比例した計測信号を得ることができることになる。これに対し特許文献1のものではインバータの半導体スイッチのオン期間の中間の時点で変圧器の一次電流をサンプルホールドしており、サンプルホールドする時点がずれていることから計測した電流値と実際の電流値との間には差異が生じるという問題があった。

20

【0007】

この問題を解決するためには、遅延時間を設ける等することによりサンプルホールドする時点をずらして補正する方法が考えられる。しかしながら、特に表面処理用のような低圧大電流の直流電源装置では転流期間が長く、転流期間の長さは交流入力電圧が変動したときに変化する。また、設定を変えたり負荷が変わったりして直流出力電圧、電流が変化したときにも変化する。こうした転流期間の変化にも対応し、サンプルホールドする時点を適正にずらして補正することは事実上不可能であり、特許文献1のものでは直流電流を精度よく計測することができなかつた。

30

【特許文献1】特開平5-38158号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は上記の問題点を解決し、変圧器の一次電流を計測することにより分流器を使用することなく直流出力電流を精度よく計測することができる直流電源装置を提供するためになされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の問題を解決するためになされた請求項1の発明は、商用電源を整流する第一の整流回路と、この第一の整流回路の出力を交流に変換する単相のインバータと、インバータの出力を降圧する変圧器と、変圧器の二次出力を整流する第二の整流回路とから構成される直流電源装置において、変圧器の一次電流を検出する変流器と、変流器による電流検出信号をサンプルホールドする2個1組とした1組または2組のサンプルホールド手段と、1組2個のサンプルホールド手段の出力の絶対値の平均値をそれぞれ算出してその平均値を記憶する平均値記憶手段と、第二の整流回路の転流が終わった転流終了時点において前記の組としたサンプルホールド手段の一方に、インバータを構成する半導体スイッチがオフになったターンオフ時点において組としたサンプルホールド手段の他方にそれぞれサンプルホールド指令信号を与え、インバータを構成する半導体スイッチがオフになっている

40

50

間のオフ中時点において平均値記憶手段に記憶指令信号を与える指令信号発生手段とを設け、平均値記憶手段の出力信号の絶対値を直流電源装置の直流出力電流に比例する信号とすることを特徴とするものである。

【0010】

ここにおいて、指令信号発生手段は、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間の転流終了時点とターンオフ時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の一方と他方にサンプルホールド指令信号を与え、同じ半サイクルの間のオフ中時点において平均値記憶手段に記憶指令信号を与えるものとすることや、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間のターンオフ時点において組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間の転流終了時点とオフ中時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとすることや、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間の転流終了時点において組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間のターンオフ時点とオフ中時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものことができ、これらがそれぞれ請求項2ないし4の発明である。

10

【0011】

また、指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の各半サイクルの間の転流終了時点とターンオフ時点とにおいて組としたサンプルホールド手段の一方と他方に、同じ半サイクルのオフ中時点において平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたのが請求項5の発明であり、指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間のターンオフ時点において一方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間の転流終了時点とオフ中時点とにおいて一方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、インバータが出力する交流の他方の極性の半サイクルの間のターンオフ時点において他方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間の転流終了時点とオフ中時点とにおいて他方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたのが請求項6の発明である。

20

【0012】

さらに、指令信号発生手段を、インバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルの間の転流終了時点において一方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間のターンオフ時点とオフ中時点とにおいて一方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、インバータが出力する交流の他方の極性の半サイクルの間の転流終了時点において他方の組としたサンプルホールド手段の一方に、後続する半サイクルの間のターンオフ時点とオフ中時点とにおいて他方の組としたサンプルホールド手段の他方と平均値記憶手段に、それぞれサンプルホールド指令信号及び記憶指令信号を与えるものとしたのが請求項7の発明である。

30

【0013】

請求項8の発明は同一の問題を解決するためになされたものであり、商用電源を整流する第一の整流回路と、この整流器の出力を交流に変換する単相のインバータと、インバータの出力を降圧する変圧器と、変圧器の二次出力を整流する第二の整流回路とから構成される直流電源装置において、変圧器の一次電流を検出する変流器と、変流器による電流検出信号をサンプルホールドするサンプルホールド手段と、第二の整流回路の転流終了時点からインバータを構成する半導体スイッチがオフになるまでの間の中間の時点でサンプルホールド指令信号をサンプルホールド手段に与える指令信号発生手段とを設け、サンプルホールド手段の出力信号を直流電源装置の直流出力電流に比例する信号とすることを特徴とするものである。以上の請求項1ないし8の発明において、第二の整流回路の出力電圧の立ち上がりを検出することにより第二の整流回路の転流期間の終了を検出する検出手段を設けることができる。

40

50

【発明の効果】

【0014】

請求項1の発明によれば、第二の整流回路の転流終了時点とインバータを構成する半導体スイッチがオフになった時点のそれぞれの時点において変圧器の一次電流を検出した電流検出信号をサンプルホールドする2個1組のサンプルホールド手段を設け、そのサンプルホールドした値の平均値を記憶して直流電源装置の直流出力電流に比例する電流計測信号としており、2個1組のサンプルホールド手段に読み込まれるのはそれぞれ一次電流と直流出力電流とが比例する期間の始点と終点の電流値である。したがって、その平均値は直流出力電流に比例することになり、正確な計測結果が得られる利点がある。

【0015】

また、請求項5ないし7の発明ではインバータが出力する交流の半サイクルごとにサンプルホールドして計測しているので電流計測信号の追従性がよく、フィードバック制御に使用した場合には応答を早くすることができる利点がある。請求項3、4及び6、7の発明では極性が異なる連続した2個の半サイクルで各一つの時点の電流値を読み込み、その平均を算出しているため、変圧器6の一次電流の正側と負側でアンバランスがあった場合にもこれが打ち消されることになり、サンプルホールドする時点が多少ばらつくことがあっても平均化され、アンバランスによる変動等がない正確な電流計測値を得ることができる利点がある。さらに請求項8の発明によればアナログの演算をしないので、計測精度が低下しない利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

次に、本発明を実施するための最良の形態について、図を参照しながら具体的に説明する。

図1は本発明の構成を示す主回路の結線図であって、第一の整流回路である整流器1とコンデンサ2により交流入力端子3から供給される交流電力を直流電力に変換する直流電源が設けてある。直流電源のプラス極には半導体スイッチ4a、4bのプラス極が接続しており、該半導体スイッチ4a、4bのマイナス極にはそれぞれマイナス極を直流電源のマイナス極に接続した半導体スイッチ5a、5bのプラス極が接続してある。これらの半導体スイッチ4a、4b、5a、5bは単相インバータを構成する。

【0017】

単相インバータの出力端子となる半導体スイッチ4a、5aの接続点と半導体スイッチ4b、5bの接続点との間には変圧器6の一次コイルが接続しており、該変圧器6の二次コイルにはセンタータップを設けるとともに両端にそれぞれダイオード7a、7bのアノードを接続し、第二の整流回路が構成してある。ダイオード7a、7bのカソードはプラス側の直流出力端子8aに、変圧器6のセンタータップはマイナス側の直流出力端子8bにそれぞれ接続してある。9は変圧器6の一次コイルの電流を検出する変流器である。

【0018】

変流器9にはトロイダルコアに2次コイルを巻回した一般的なものを使用することができるが、変流器9の一次コイルは変圧器6の一次コイルへの配線を貫通させたものとすることができるが、高周波特性の良好なものであることが好ましい。この変流器9により検出される変圧器6の一次側の電流と、直流出力端子8a、8bに出力される直流出力の電圧はそれぞれ制御装置10に入力するように接続してある。制御装置10には半導体スイッチ4a、5b、5a、5bの駆動信号を生成する駆動信号生成回路と、直流出力を制御する直流出力制御回路と、変流器9により検出された変圧器6の一次側の電流から直流出力電流を算出する電流算出回路とが設けてある。

【0019】

駆動信号生成回路が半導体スイッチ4a、5bの組と半導体スイッチ4b、5aの組とに交互に駆動信号を与えるものであること、直流出力制御回路がPWM制御等により半導体スイッチ4a、5b及び半導体スイッチ4b、5aのオン時間のデューティを変化させて直流出力を制御するものであることは従来のごうした方式の直流電源装置と同様であり

10

20

30

40

50

、従来のものと同様の構成とすることができる。これに対し電流算出回路は本発明の特徴的なものであり、以下その原理、構成、動作について説明する。

【0020】

図2は本発明の直流電源装置の要部の波形を示すもので横軸は時間の経過を表わしており、Aは変圧器6の一次電圧、Bは変圧器6の一次電流、Cは変圧器6の二次電圧、Dは直流出力電圧、Eは直流出力電流である。t1からt3までは半導体スイッチ4a、5bがオンになっている期間であり、変圧器6の一次コイルにはその間電源電圧が加わる。t1からt2まではダイオード7bに流れていた電流がダイオード7aに移行していく転流期間であり、変圧器6の二次コイルはダイオード7aとダイオード7bにより短絡されるので変圧器6の二次コイルに電圧は現れない。この間変圧器6の一次電流は漸増する。

10

【0021】

t2は転流期間が終わる転流終了時点であり、ダイオード7aとダイオード7bによる短絡から開放されて変圧器6の二次コイルには電圧が生じ、ダイオード7aを通して直流出力端子8a、8bに出力される。t2からt3までは変圧器6の一次側から直流出力に電力が供給される期間であり、変圧器6の一次電流は直線的に漸増し、この間の変圧器6の一次電流と直流出力電流は比例関係となる。t3は半導体スイッチ4a、5bがオフになるターンオフ時点であり、t3からt4まではダイオード7aに流れていた電流がダイオード7bに移行していく転流期間である。t4の時点ではダイオード7a、7bの双方に電流が流れている状態となる。

【0022】

同様にt5からt6までは半導体スイッチ4b、5aがオンになっている期間であり、変圧器6の一次コイルにはその間電源電圧が逆極性となって加わる。t5からt6まではダイオード7aに流れていた電流がダイオード7bに移行していく転流期間であり、変圧器6の二次コイルに電圧は現れず、変圧器6の逆極性の一次電流の大きさは漸増する。t6は転流終了時点であり、変圧器6の二次コイルには逆極性の電圧が生じ、ダイオード7bを通して直流出力端子8a、8bに出力される。t6からt7までは変圧器6の一次側から直流出力に電力が供給される期間であり、変圧器6の一次電流の大きさは直線的に漸増し、この間の変圧器6の一次電流の大きさと直流出力電流は比例関係となる。t7は半導体スイッチ4b、5aがオフになるターンオフ時点であり、t7からt8まではダイオード7aに流れていた電流がダイオード7bに移行していく転流期間である。t8の時点

20

30

【0023】

各部の波形は前記のように変化し、ダイオード7a、7b間の転流期間が終わってから半導体スイッチ4a、5bまたは半導体スイッチ4b、5aがオフになるまでの間、すなわちt2からt3まであるいはt6からt7までの間は変圧器6の一次電流の大きさと直流出力電流が比例関係になる。したがって、変圧器6の一次電流の大きさと直流出力電流が比例関係にあるt2からt3まであるいはt6からt7までの間の中間の時点tn1あるいはtn2で変圧器6の一次電流を検出してサンプルホールドすれば、絶対値が直流出力電流に比例した計測信号を得ることができることになる。

40

【0024】

このtn1あるいはtn2の時点で変圧器6の一次電流を検出してサンプルホールドする方法によるのではなく、2個のサンプルホールド手段を設け、一方のサンプルホールド手段ではt2あるいはt6の時点の変圧器6の一次電流を検出してサンプルホールドし、他方のサンプルホールド手段ではt3あるいはt7の時点の変圧器6の一次電流を検出してサンプルホールドし、この2個のサンプルホールド回路が個別にサンプルホールドした計測値の平均をとることによっても、tn1あるいはtn2の時点で変圧器6の一次電流を検出してサンプルホールドしたのと同じく絶対値が直流出力電流に比例した計測信号を得ることができる。このような原理に基づくのが請求項1の発明である。

【0025】

50

図3は変圧器6の一次コイルの電流と請求項1の発明のサンプルホールドするタイミングとの関係を示すものであって、転流終了時点である t_2 、 t_6 の時点と、ターンオフ時点である t_3 、 t_7 の時点で変圧器6の一次電流をサンプルホールドしている。変圧器6の一次電流の大きさはダイオード7a、7b間の転流終了時点から半導体スイッチ4a、5bがオフになった時点までの間直線的に漸増するので、電流値は転流終了時点に比べてターンオフ時点の方が大となり、ここでは転流終了時点を下電流側のサンプルホールド点としてLS、ターンオフ時点を高電流側のサンプルホールド点としてHSと表わすことにしてある。

【0026】

図4は請求項2の発明の直流電源装置に設けられる電流算出回路の構成を示すもので、2個のサンプルホールド手段である第一のサンプルホールド回路11aと第二のサンプルホールド回路11bの入力端子が電流信号入力端子12aに接続してある。12bは帰線側の電流信号入力端子であり、この電流信号入力端子12a、12bに変流器9の二次コイルが接続される。13は変流器9の終端抵抗である。2個のサンプルホールド回路11a、11bの出力端子はそれぞれ平均値回路14の入力端子に接続してある。

【0027】

平均値回路14の出力端子は第三のサンプルホールド回路15の入力端子に接続してあり、第三のサンプルホールド回路15の出力端子は電流信号出力端子16に接続してある。この平均値回路14と第三のサンプルホールド回路15が平均値記憶手段を構成することになる。第一のサンプルホールド回路11aには t_2 の時点で、第二のサンプルホールド回路11bには t_3 の時点で電流信号入力端子12aに入力される電流信号をそれぞれサンプルホールドさせるサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。また、第三のサンプルホールド回路15には t_4 から t_5 の間の適当な t_{h1} の時点で平均値回路14の出力をサンプルホールドさせるサンプルホールド指令信号を与えるようにしてあり、これが平均値記憶手段への記憶指令信号ということになる。

【0028】

図5は転流期間の終了を検出する検出回路の例を示すもので、このような検出回路を設けたのが請求項9の発明であり、コンパレータ17の入力端子が波形整形回路18を介して電圧信号入力端子19aに接続してある。波形整形回路18は例えば定電流ダイオードと定電圧ダイオードにより構成したもので、振幅の変化する入力信号を一定の振幅に制限するものである。19bは帰線側の電圧信号入力端子であり、電圧信号入力端子19a、19bはそれぞれ直流出力端子8a、8bに接続される。コンパレータ17の出力端子は検出信号出力端子20に接続してあり、電圧信号入力端子19aの入力電圧が閾値を超えているとき検出信号を出力する。

【0029】

直流出力電圧は図2のDに示すように転流期間が終了すると立ち上がり、半導体スイッチがオフになるとゼロになる。これによりコンパレータ17から出力される検出信号は t_2 の時点で立ち上がり、 t_3 の時点で立ち下がることになるので、半導体スイッチがオフになった時点の検出をすることもでき、 t_2 及び t_3 のタイミング信号を得ることができる。コンパレータ17から出力される検出信号は同様に t_6 の時点で立ち上がり、 t_7 の時点で立ち下がることになるが、半導体スイッチ4a、4b、5a、5bの駆動信号との論理演算により t_2 と t_6 、 t_3 と t_7 のタイミング信号をそれぞれ分離することができる。また、 t_{h1} のタイミング信号は半導体スイッチ4a、4b、5a、5bの駆動信号を基に生成することができる。

【0030】

請求項2の発明では図3のイに示すように t_2 に相当するLS1の時点で第一のサンプルホールド回路11aに、 t_3 に相当するHS1の時点で第二のサンプルホールド回路11bに、それぞれその時点の電流値を読み込み、 t_{h1} に相当するHD1の時点でその平均値を第三のサンプルホールド回路15に読み込むことになる。これにより電流信号出力端子16には直流出力電流に比例する電流計測信号が得られることになる。なお、ここで

10

20

30

40

50

は正側の半サイクルの間の t_2 、 t_3 、 t_{h1} の時点でそれぞれ読み込むようにしているが、負側の半サイクルの間である t_6 、 t_7 、 t_{h2} の時点でそれぞれ読み込むようにすることも可能である。その場合はそれらの時点がそれぞれ $LS1$ 、 $HS1$ 、 $HD1$ になり、得られる電流計測信号は逆極性になる。

【0031】

図6は請求項3及び4の発明の直流電源装置に設けられる電流算出回路の構成の一例を示すもので、基本的なところは図4に示すものと同様であり、同一部分には同一の符号が付してある。異なるのは第二のサンプルホールド回路11bの出力端子と平均値回路14の入力端子の間に極性反転回路21を設けたことである。請求項3の発明の場合には、 t_3 の時点で第一のサンプルホールド回路11aに、 t_6 の時点で第二のサンプルホールド回路11bにそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてあり、 t_{h2} の時点で第三のサンプルホールド回路15にサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。また、請求項4の発明の場合には、 t_2 の時点で第一のサンプルホールド回路11aに、 t_7 の時点で第二のサンプルホールド回路11bにそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてあり、 t_{h2} の時点で第三のサンプルホールド回路15にサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。

10

【0032】

図3の口は請求項3の発明の場合の変圧器6の一次電流とサンプルホールドするタイミングとの関係を示すものであり、 $HS1$ の時点と $LS1$ の時点でサンプルホールド回路11aと11bにそれぞれその時点の電流値を読み込み、 $HD1$ の時点でその平均値をサンプルホールド回路15に読み込む。これにより電流信号出力端子16に電流計測信号が得られる。また、図3のハは請求項4の発明の場合の変圧器6の一次電流とサンプルホールドするタイミングとの関係を示すものであり、 $LS1$ の時点と $HS1$ の時点でサンプルホールド回路11aと11bにそれぞれその時点の電流値を読み込み、 $HD1$ の時点でその平均値をサンプルホールド回路15に読み込む。これにより電流信号出力端子16に電流計測信号が得られる。このときサンプルホールド回路11bに読み込まれる電流値はサンプルホールド回路11aに読み込まれる電流値と極性が逆であるが、平均値回路14には極性反転回路21により極性が反転されて入力されるので、平均値回路14からはサンプルホールド回路11aと11bの出力の絶対値の平均値が出力されることになる。

20

【0033】

なお、請求項3の発明では t_3 、 t_6 、 t_{h2} の時点で読み込むようにしているが、 t_7 、次のサイクルの t_2 、 t_{h1} の時点で読み込むようにすることもできる。その場合はそれらの時点がそれぞれ $HS1$ 、 $LS1$ 、 $HD1$ になり、得られる電流計測信号は逆極性になる。また、請求項4の発明では t_2 、 t_7 、 t_{h2} の時点で読み込むようにしているが、 t_6 、次のサイクルの t_3 、 t_{h1} の時点で読み込むようにすることもできる。その場合はそれらの時点がそれぞれ $HS1$ 、 $LS1$ 、 $HD1$ になり、得られる電流計測信号は逆極性になる。

30

【0034】

図7は請求項5の発明の直流電源装置に設けられる電流算出回路の構成の一例を示すもので、基本的なところは図4に示すものと同様であり、同一部分には同一の符号が付してある。異なるのは極性反転回路22を設けてその極性反転回路22の入力端子を平均値回路14の出力端子に接続し、第三のサンプルホールド回路15は2個の入力端子を有するものとして一方の入力端子を平均値回路14の出力端子に、他方の入力端子を極性反転回路22の出力端子にそれぞれ接続したことである。

40

【0035】

第一のサンプルホールド回路11aには t_2 と t_6 の時点で、第二のサンプルホールド回路11bには t_3 と t_7 の時点でそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。第三のサンプルホールド回路15には t_{h1} の時点で平均値回路14の出力、 t_{h2} の時点で極性反転回路22の出力をそれぞれ読み込むサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。図3のニは請求項5の発明の場合の変圧器6の一次電流とサンプル

50

ホールドするタイミングとの関係を示すものであり、LS1の時点とHS1の時点でサンプルホールド回路11aと11bにそれぞれその時点の電流値を読み込み、HD1の時点で平均値回路14の出力をサンプルホールド回路15に読み込むことは図4に示す構成のものと同様である。その後LS2の時点とHS2の時点でサンプルホールド回路11aと11bにそれぞれその時点の電流値を読み込み、HD2の時点で極性反転回路22の出力をサンプルホールド回路15に読み込む。これにより電流信号出力端子16に電流計測信号が得られる。

【0036】

LS2及びHS2の時点で読み込まれる電流値はLS1及びHS1の時点で読み込まれる電流値と極性が逆であり、平均値も逆極性となるが、HD2の時点では極性反転回路22により極性が反転された平均値を読み込むので、電流信号出力端子16の出力信号の極性が反転することはない。この請求項5の発明の電流算出回路は、図4に示す構成の第三のサンプルホールド回路15の入力側もしくは出力側に絶対値回路を設けることによって構成することもできることは言うまでもない。

10

【0037】

図8は請求項6及び7の発明の直流電源装置に設けられる電流算出回路の構成の一例を示すもので、電流信号入力端子12a、12bに入力される電流検出信号をサンプルホールドする2個1組のサンプルホールド回路が2組設けてある。23a、23bは一方の組となる第一、第二のサンプルホールド回路であり、24a、24bは他方の組となる第三、第四のサンプルホールド回路である。第二、第三のサンプルホールド回路23b、24aの出力端子にはそれぞれ極性反転回路25、26の入力端子が接続しており、第一のサンプルホールド回路23a及び極性反転回路25の出力端子は第一の平均値回路27の入力端子に、第三のサンプルホールド回路24b及び極性反転回路26の出力端子は第二の平均値回路28の入力端子にそれぞれ接続してある。

20

【0038】

29は第五のサンプルホールド回路であって2個の入力端子を有するものとしてあり、出力端子は電流信号出力端子16に接続してある。第五のサンプルホールド回路29の一方の入力端子は第一の平均値回路27の出力端子に、他方の入力端子は第二の平均値回路28の出力端子にそれぞれ接続してある。請求項6の発明の場合、第一のサンプルホールド回路23aにはt3の時点で、第二のサンプルホールド回路23bにはt6の時点でそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてあり、第三のサンプルホールド回路24aにはt7の時点で、第四のサンプルホールド回路24bには次のサイクルのt2の時点でそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。第五のサンプルホールド回路29にはth2の時点で第一の平均値回路27の出力を、th1の時点で第二の平均値回路28の出力をそれぞれサンプルホールドするサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。

30

【0039】

図3のホは請求項6の発明の場合の変圧器6の一次電流とサンプルホールドするタイミングとの関係を示すものであり、HS1の時点とLS1の時点でサンプルホールド回路23a、23bにそれぞれその時点の電流値を読み込み、HD1の時点で平均値回路27の出力をサンプルホールド回路29に読み込む。また、HS2の時点と次のサイクルのLS2の時点でサンプルホールド回路24a、24bにそれぞれその時点の電流値を読み込み、HD2の時点で平均値回路28の出力をサンプルホールド回路29に読み込む。これにより電流信号出力端子16に電流計測信号が得られる。

40

【0040】

また、請求項7の発明の場合、第一のサンプルホールド回路23aにはt2の時点で、第二のサンプルホールド回路23bにはt7の時点でそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてあり、第三のサンプルホールド回路24aにはt6の時点で、第四のサンプルホールド回路24bには次のサイクルのt3の時点でそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。第五のサンプルホールド回路29にはth1の時点で

50

第一の平均値回路 27 の出力を、 $t_h 2$ の時点で第二の平均値回路 28 の出力をそれぞれサンプルホールドするサンプルホールド指令信号を与えるようにしてある。

【0041】

図 3 のへは請求項 7 の発明の場合の変圧器 6 の一次電流とサンプルホールドするタイミングとの関係を示すものであり、 $LS 1$ の時点と $HS 1$ の時点でサンプルホールド回路 23 a、23 b にそれぞれその時点の電流値を読み込み、 $HD 1$ の時点で平均値回路 27 の出力をサンプルホールド回路 29 に読み込む。また、 $LS 2$ の時点と次のサイクルの $HS 2$ の時点でサンプルホールド回路 24 a、24 b にそれぞれその時点の電流値を読み込み、 $HD 2$ の時点で平均値回路 28 の出力をサンプルホールド回路 29 に読み込む。これにより電流信号出力端子 16 に電流計測信号が得られる。

10

【0042】

以上説明したように、電流信号出力端子 16 にはサンプルホールド回路 15 あるいは 29 から電流計測信号が出力されることになる。請求項 2 ないし 4 の発明の場合にはサンプルホールド回路 15 に対してインバータが出力する交流の一方の極性の半サイクルごとに、請求項 5 の発明の場合にはサンプルホールド回路 15 に対してインバータが出力する交流の半サイクルごとに、請求項 6 及び 7 の発明の場合にはサンプルホールド回路 29 に対してインバータが出力する交流の半サイクルごとにそれぞれサンプルホールド指令信号を与えるようにしてあるので、電流計測信号は請求項 2 ないし 4 の発明の場合 1 サイクルごとに、請求項 5 ないし 7 の発明の場合半サイクルごとに変化することになる。したがって請求項 5 ないし 7 の発明では電流計測信号の追従性がよいという利点があり、フィードバック制御に使用した場合には応答を早くすることができる。

20

【0043】

また、請求項 2、5 の発明では LS の時点と HS の時点在同一の半サイクルの間に設定してあるが、請求項 3、4 及び 6、7 の発明では LS の時点と HS の時点を極性が異なる連続した 2 個の半サイクルにまたがって設定してある。例えば、請求項 3 の発明の場合、 $LS 1$ は正側の半サイクル、 $HS 1$ は負側の半サイクルという具合である。理想的には変圧器 6 の一次電流は正側の半サイクルと負側の半サイクルが対称であり、同一の半サイクルで二つの時点の電流値を読み込んでも、連続する 2 個の半サイクルで各一つの時点の電流値を読み込んでも、得られる電流計測信号は同じ値となる筈である。ところが、変圧器 6 の一次電流は正側と負側でアンバランスが生じることがある。請求項 5 の発明では同一の半サイクルの間に二つの時点の電流値を読み込んでいるため、正側の計測値と負側の計測値が電流計測信号として交互に出力されることになり、アンバランスがあると電流計測信号にはインバータが出力する交流と同一周期の変動が現れる。

30

【0044】

電流計測信号を使用してフィードバック制御をしているとき、この電流計測信号にインバータが出力する交流と同一周期の変動があると、誤差増幅器がこれを増幅してアンバランスをさらに増大させ、変圧器 6 を偏磁させることになる。この現象は特に誤差増幅器が高い周波数までゲインを有する場合に顕著になる。請求項 5 の発明でこれを避けるためには正側の計測値と負側の計測値の平均値をとればよいのであるが、そのようにすると電流計測信号は 1 サイクルごとに変化するものとなってしまう、各半サイクルごとに 2 つの時点で電流値を読み込む利点が半減することになる。

40

【0045】

請求項 3、4 及び 6、7 の発明では極性が異なる連続した 2 個の半サイクルで各一つの時点の電流値を読み込んでおり、平均値回路では、例えば請求項 3 の発明の場合、 $LS 1$ で読み込んだ正側の半サイクルの間の電流値と $HS 1$ で読み込んだ負側の半サイクルの間の電流値の平均値を算出することになる。これにより、変圧器 6 の一次電流の正側と負側でアンバランスがあった場合にはそれが打ち消されることになる。また、 LS や HS のサンプルホールドする時点は多少ばらつくことがあるが、このようにサンプルホールドすることで平均化され、より正確な電流計測値を得ることができる。

【0046】

50

なお、前記の実施の形態では1組2個のサンプルホールド手段の出力の絶対値の平均値をそれぞれ算出してその平均値を記憶する平均値記憶手段は平均値回路14と第三のサンプルホールド回路15、あるいは平均値回路27、28と第五のサンプルホールド回路29により構成しているが、サンプルホールド手段の出力をAD変換器によりデジタルデータとし、平均値の算出、記憶をデジタルで処理することも可能である。電流計測値としてアナログデータが必要であれば適宜DA変換器を設けることによりアナログデータを得ることができる。

【0047】

一方、前記の t_{n1} あるいは t_{n2} の時点で変圧器6の一次電流を検出してサンプルホールドするようにしたものは請求項8の発明であり、このサンプルホールドのタイミング信号は直流出力制御回路をデジタル回路で構成することで生成することができる。デジタル式の直流出力制御回路は半導体スイッチのオン期間中クロックをカウントするカウンターと、誤差を演算してオン期間の指令値を与える演算器と、指令値とカウンターの計数値を比較する比較器により構成することができる。この構成においては半導体スイッチをオンにするとともにカウンターによる計数を開始し、カウンターの計数値が指令値に達したことを比較器が検出したところで半導体スイッチをオフにすることにより演算器の指令に応じた期間半導体スイッチがオンにされることになる。

【0048】

t_{n1} あるいは t_{n2} の時点でサンプルホールドのタイミング信号を得るためには転流期間の終了を検出する検出回路と、検出回路の検出時にカウンターの計数値を記憶する記憶回路と、オン期間の指令値から記憶回路の記憶値を減算して中間の時点に相当する中間指令値を算出する演算器と、中間指令値とカウンターの計数値を比較する比較器とを設ける。転流期間の終了時記憶回路がそれまでの半導体スイッチのオン期間の値を記憶するので、演算器はオン期間の指令値から記憶回路の記憶値を減算して残りのオン期間の値を算出し、さらにその値を2分の1にして記憶値に加える演算をして中間指令値を算出することになる。そしてカウンターの計数値が中間指令値に達したことを比較器が検出した時点が t_{n1} あるいは t_{n2} の時点となり、電流算出回路は、サンプルホールド回路と、転流期間の終了検出回路と、カウンターの計数値記憶回路と、中間指令値を算出する演算器と、比較器とから構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の構成を示す主回路の結線図である。

【図2】動作時の要部の波形図である。

【図3】変圧器の電流波形とサンプルホールドのタイミングを示す図である。

【図4】請求項2の発明に使用される電流算出回路の結線図である。

【図5】転流期間の終了を検出する検出回路の構成を示す結線図である。

【図6】請求項3及び4の発明に使用される電流算出回路の結線図である。

【図7】請求項5の発明に使用される電流算出回路の結線図である。

【図8】請求項6及び7の発明に使用される電流算出回路の結線図である。

【符号の説明】

【0050】

- 1 整流器
- 2 コンデンサ
- 3 交流入力端子
- 4 a、4 b、5 a、5 b 半導体スイッチ
- 6 変圧器
- 7 a、7 b ダイオード
- 8 a、8 b 直流出力端子
- 9 変流器
- 10 制御装置

10

20

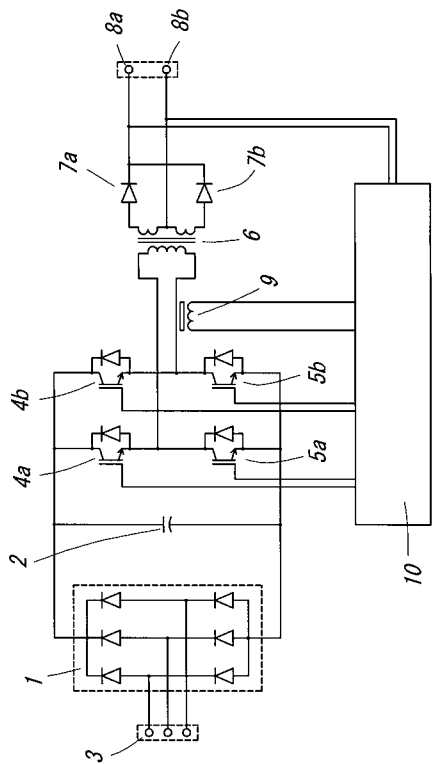
30

40

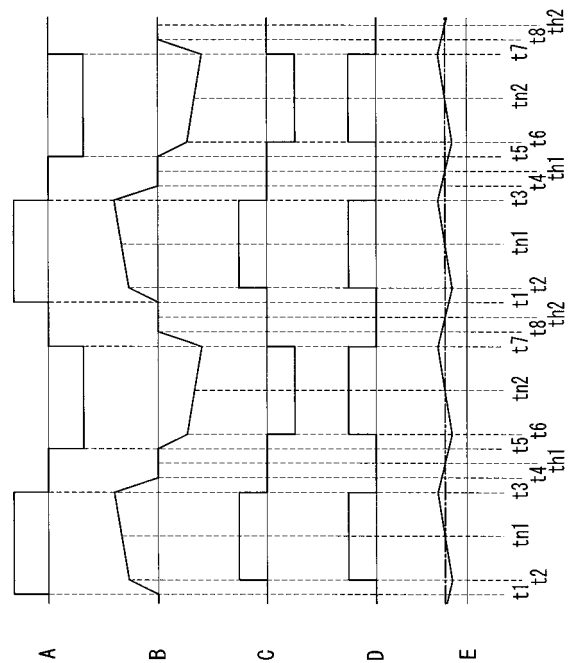
50

- 1 1 a、1 1 b サンプルホールド回路
- 1 2 a、1 2 b 電流信号入力端子
- 1 3 終端抵抗
- 1 4 平均値回路
- 1 5 サンプルホールド回路
- 1 6 電流信号出力端子
- 1 7 コンパレータ
- 1 8 波形整形回路
- 1 9 a、1 9 b 電圧信号入力端子
- 2 0 検出信号出力端子
- 2 1、2 2 極性反転回路
- 2 3 a、2 3 b、2 4 a、2 4 b サンプルホールド回路
- 2 5、2 6 極性反転回路
- 2 7、2 8 平均値回路
- 2 9 サンプルホールド回路

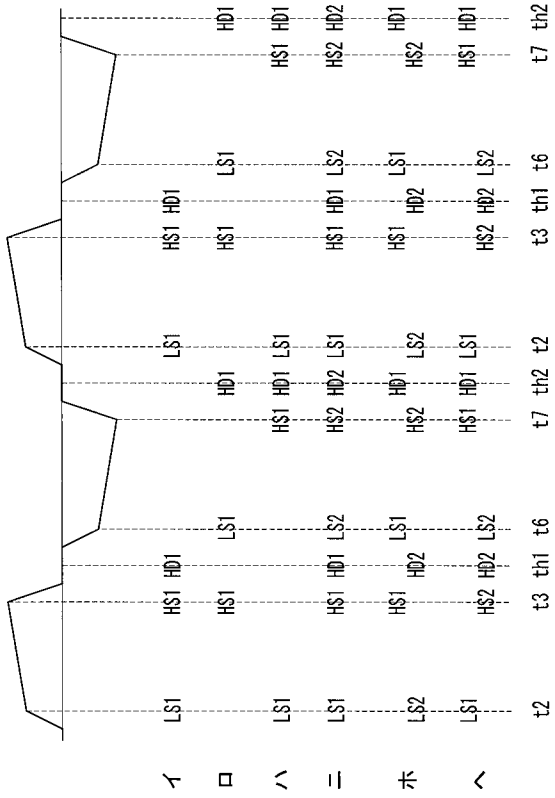
【 図 1 】



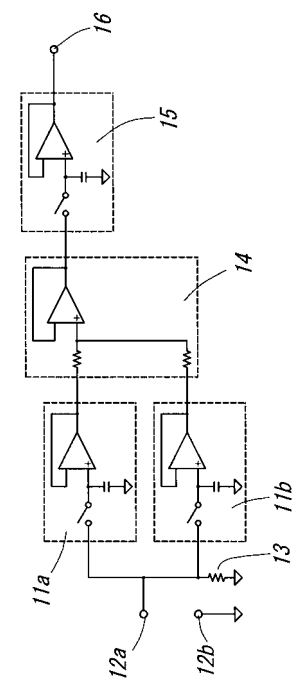
【 図 2 】



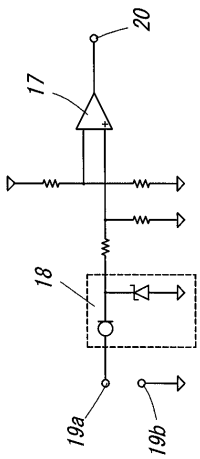
【 図 3 】



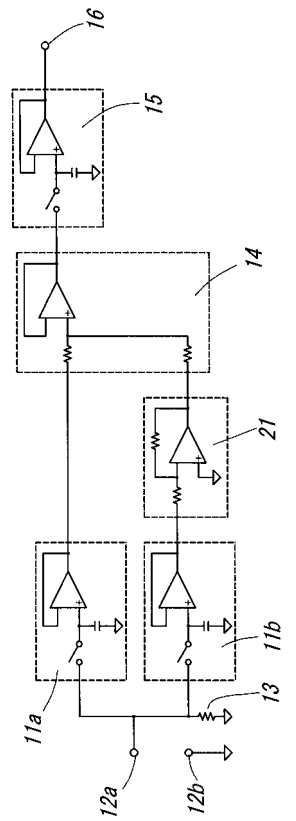
【 図 4 】



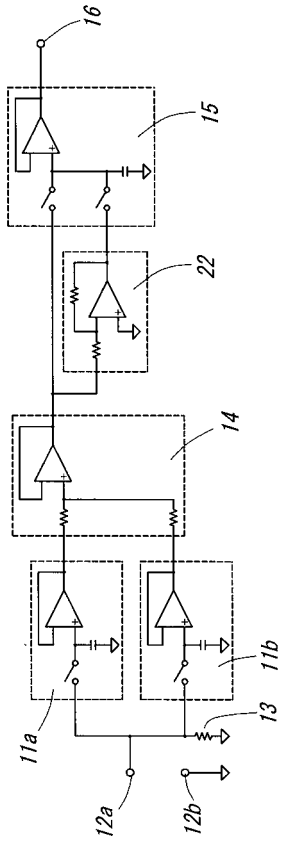
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

