

(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2004-357388
(P2004-357388A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)

(51) Int. Cl.⁷
H02M 3/155

F I
H02M 3/155 W

テーマコード(参考)
5H730

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-151069 (P2003-151069)
(22) 出願日 平成15年5月28日(2003.5.28)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人 100081776
弁理士 大川 宏
(72) 発明者 仁野 新一
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
Fターム(参考) 5H730 AA02 AS01 BB02 BB03 BB06
BB13 BB14 BB82 DD02 DD16
EE02 FD03 FG10

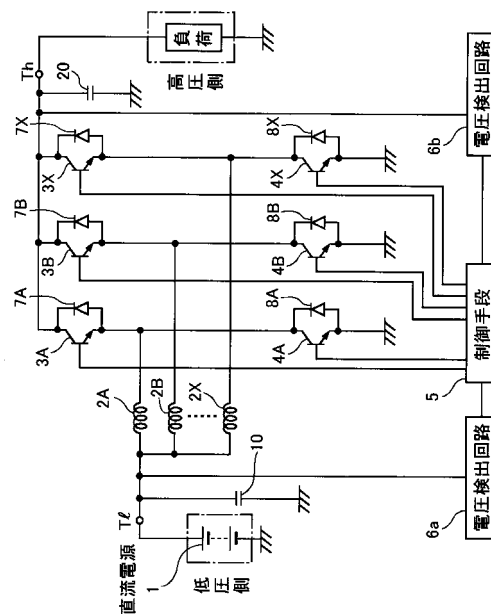
(54) 【発明の名称】 多相多重制御方式

(57) 【要約】

【課題】コンバータの機能として昇圧及び降圧の機能を合わせ持つ多相多重型の昇降圧コンバータにおいて、リップル低減及び電子部品の小型化あるいは低減を目的とした昇降圧比を基にした最適な相重数の選定方法を提供すること。

【解決手段】低圧側の直流電源と高圧側の直流電源の間に介在し、低圧側電圧をn倍に昇圧して高圧側出力を得る機能と、高圧側電圧を1/n倍に降圧して低圧側出力を得る機能とを備えたチョッパ式昇降圧コンバータにおいて、nに最も近い整数N'の整数倍Nを相数として、並列接続されたN個の昇降圧チョッパを組み合わせるN相N重とし、各相に流れる電流を2/nずつ位相をずらして流すように制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

低圧側の直流電源と高圧側の直流電源の間に介在し、低圧側電圧を n 倍に昇圧して高圧側出力を得る機能と、高圧側電圧を $1/n$ 倍に降圧して低圧側出力を得る機能とを備えたチョッパ式昇降圧コンバータにおいて、 n に最も近い整数 N' の整数倍 N を相数として、並列接続された N 個の昇降圧チョッパを組み合わせて N 相 N 重とし、各相に流れる電流を $2/N$ ずつ位相をずらして流すように制御することを特徴とする多相多重制御方式。

【請求項 2】

請求項 1 記載のチョッパ式昇降圧コンバータにおいて、前記低圧側の直流電源の電圧変動に対して前記高圧側の電圧を制御することにより、前記低圧側電圧と前記高圧側電圧との比 n を選択するようにしたことを特徴とする多相多重制御方式。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のチョッパ装置を並列接続して低圧側電源を昇圧して高圧側出力を得る機能と、高圧側の電圧を低圧側に降圧する機能とを備えた多相多重化昇降圧コンバータの制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、低圧電源を昇圧して高圧出力を得て高圧側に接続された負荷を運転するスイッチング型電源装置の制御方法の一つとして、複数のチョッパ装置を並列接続して、各チョッパ装置に流す電流を分割して位相をずらして供給して出力側の負荷を運転する多相多重チョッパ式制御方法が用いられている。

20

例えば、特許文献 1 には、電気自動車などに使用される低圧の直流電源（バッテリーなど）を昇圧して出力側へ所定の電圧を供給する多相多重チョッパ式のスイッチング電源装置が開示されている。図 8 は特許文献 1 に開示されている多相多重チョッパ式のスイッチング電源装置の概略の電気回路構成図である。

図 3 の多相多重チョッパ式電源装置は、低圧側の直流電源を n （整数）倍に昇圧して高圧出力を得るもので、低圧側の直流電源 11 に対して n 個のリアクトル 12a ~ 12n を並列接続し、リアクトル 12a ~ 12n の他端側は逆流阻止用ダイオード 13a ~ 13n のアノード端子がそれぞれ個別に接続されており、ダイオード 13a ~ 13n のカソード側は昇圧した高圧側出力となっている。ダイオード 13a ~ 13n の各アノード側とグラウンド間にはチョッピング用スイッチング素子である n p n トランジスタ 14a ~ 14n がそれぞれ接続されている。

30

【0003】

ここで、トランジスタ 14a ~ 14n をスイッチングするタイミングを $2/n$ ずつ位相をずらせた状態で制御手段 15 によりスイッチングすれば、リアクトル 12a ~ 12n に流れる電流が $2/n$ ずつ位相がずれた状態であるため直流電源 11 からリアクトル 12a ~ 12n に流れる電流の合成電流は脈動の無い一定値となるというものである。

【0004】

また、特許文献 2 には、直流電源に接続して、この直流電源とは異なる電圧の電流を出力するチョッパ装置を複数台並列接続して出力側に接続した負荷に電流を供給する多相多重チョッパ装置の制御回路が開示されている。

40

特許文献 2 の多相多重チョッパ装置の制御方法は、複数台並列接続したチョッパ装置の台数を例えば m 台とすると、 m 台の各チョッパ装置は出力の負荷に供給する合計電流の $1/m$ ずつをそれぞれ分担するとともに、各チョッパ装置間の電流を $2/m$ ずつ位相がずれた状態で流すように制御する。

そして、 m 台の各チョッパ装置の出力電流の合計値から算出した平均電流と各チョッパ装置の出力電流との偏差を求め、その偏差値を P I D 調節器（比例積分微分調節器）に入力して、入力電流偏差を零にする調節信号を P I D 調節器から出力させて、各チョッパ装置

50

にフィードバックすることにより各チョッパ装置の出力電流の平衡を図るというものである。

【0005】

【特許文献1】

特開平10-127050号公報

【特許文献2】

特開平9-215322号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1のスイッチング電源装置は、昇圧のみを対象としていて、昇圧比 n は整数としている。 10

電気自動車などのインバータシステムでは低圧側のバッテリー電源の電圧を昇圧して各種の電気回路装置を駆動し、電動発電機の駆動電源として用いる。一方、回生電力を降圧してバッテリー電源の充電に使用するので昇圧及び降圧の機能を合わせ持つ方が望ましい。

また、特許文献2の多相多重チョッパ装置の制御回路は、複数並列接続したチョッパ装置に流れる電流の偏差を一定値以下にコントロールすることを目的とするもので入力電流や出力電流のリプルについては考慮されていない。

【0007】

そこで、本発明においては、コンバータの機能として昇圧及び降圧の機能を合わせ持つ多相多重型の昇降圧コンバータにおいて、リプル低減及び電子部品の小型化あるいは低減を目的とした昇降圧比を基にした最適な相重数の選定方法を提供することを課題としている。 20

また、低圧側のバッテリー電源の電圧が変動する場合、高圧側の電圧を可変制御することにより、低圧側電圧と高圧側電圧との昇降圧比を適宜選択する構成としたリプルを低減する制御方法を提供することを課題としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために本発明の請求項1の多相多重制御方式は、低圧側の直流電源と高圧側の直流電源の間に介在し、低圧側電圧を n 倍に昇圧して高圧側出力を得る機能と、高圧側電圧を $1/n$ 倍に降圧して低圧側出力を得る機能とを備えたチョッパ式昇降圧コンバータにおいて、 n に最も近い整数 N' の整数倍 N を相数として、並列接続された N 個の昇降圧チョッパを組み合わせるとし、各相に流れる電流を $2/N$ ずつ位相をずらして流すように制御することを特徴としている。 30

【0009】

すなわち、昇圧比が n 倍で降圧比が $1/n$ 倍のチョッパ式昇降圧コンバータでは、 N 相 N 重として各相に流れる電流を $2/N$ ずつ位相をずらして流すように制御することにより、特に n が整数の場合には、昇圧時には低圧側電源からコンバータに流入する入力電流のリプルをゼロにすることが出来る。また、高圧側の電圧を低圧側電圧に降圧する時には、コンバータから低圧側へ出力する電流のリプルをゼロにすることが出来る。

また、 n が整数でない場合でも n に最も近い整数 N' の整数倍 N を相数として N 相 N 重とすることにより、低圧側のリプルを低く抑えることが出来る。 40

【0010】

請求項2に記載の多相多重制御方式は、請求項1記載のチョッパ式昇降圧コンバータにおいて、前記低圧側の直流電源の電圧変動に対して前記高圧側の電圧を制御することにより、前記低圧側電圧と前記高圧側電圧の比 n を選択するようにしたことを特徴としている。

【0011】

すなわち、昇降圧コンバータでは高圧側の電圧が固定されていて、低圧側の直流電源としてバッテリー等が使用されていて電圧変動がある場合、低圧側電圧と高圧側電圧の比 n が変動して場合によっては低圧側に大きなリプルが発生することも起こりえる。

そこで、高圧側の電圧を一定の範囲で可変としておき、低圧側電圧に対して高圧側の電圧 50

を制御することにより n が整数（又は整数に近い値）となるように積極的に行うことにより低圧側のリップルを最小限に抑えることが出来る。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下に図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の多相多重制御方式を実施するための電気回路構成図を示すもので低圧側の直流電源1の電圧を n 倍に昇圧して高圧側の負荷10に供給する電圧にする機能と、逆に高圧側の電圧を $1/n$ に降圧して低圧側に供給する機能を合わせ持っている。

図1において、直流電源1のプラス端子に接続された低圧側入出力端子T1には2A、2B、... 2XとN個のリアクトルが並列に接続されており、各リアクトルの他端には図のよ
10

うに n p n トランジスタ3A、3B、... 3Xと4A、4B、... 4Xがブリッジ接続されている。そして、各トランジスタ3A、3B、... 3Xと4A、4B、... 4Xにはそれぞれダイオード7A、7B、... 7Xと8A、8B、... 8Xが並列に接続されている。トランジスタ3A、3B、... 3Xはエミッタが各リアクトル2A、2B、... 2Xとそれぞれ接続されており、コレクタは高圧側入出力端子Thに接続されている。また、トランジスタ4A、4B、... 4Xはコレクタが各リアクトル2A、2B、... 2Xとそれぞれ接続されており、エミッタ側はグランドに接地されている。トランジスタ3A、3B、... 3N及び4A、4B、... 4Nのベース端子はそれぞれ制御手段5に接続されている。

【0013】

なお、 n と N の関係は、 n に最も近い整数を N' として N' の整数倍を N としている。例
20

【0014】

低圧側入出力端子T1側には平滑用コンデンサ10が、高圧側入出力端子Th側には平滑用コンデンサ20がそれぞれ接続されている。

また、低圧側電圧と高圧側電圧をそれぞれ検出して制御手段5にフィードバックするためにT1側には電圧検出回路6aが、Th側には電圧検出回路6bが接続されている。

制御手段5は、トランジスタ3A、3B、... 3X及び4A、4B、... 4Xを駆動するパルス
30

【0015】

上記の構成によれば、低圧側電圧を昇圧して高圧側に出力する場合の動作は次のようになる。

各トランジスタ4A、4B、... 4Xが制御手段5からの駆動するパルスによって位相が
2

$1/N$ ずれた状態で順次ONされる。各トランジスタ4A、4B、... 4XがONのときには、各リアクトル2A、2B、... 2Xのトランジスタ側は接地されることになるので、直流電源1から各リアクトル2A、2B、... 2Xを
40

通って順次電流が流れる。このとき各リアクトルには流れる電流の2乗とリアクトルのインダクタンスに比例するエネルギーが蓄えられる。各トランジスタ4A、4B、... 4XがONからOFFとなるとリアクトルに蓄えられたエネルギーに応じた電流がダイオード7A、7B、... 7Xを通じて順次流れる。このとき高圧側の電圧は電圧検出回路6aによって監視されていて所定の設定電圧以上のときのみ各トランジスタ4A、4B、... 4XをOFFとする構成としている。

【0016】

次に、高圧側電圧を降圧して低圧側に出力する場合の動作は次のようになる。

各トランジスタ3A、3B、... 3Xが制御手段5からの駆動するパルスによって位相が
2

$1/N$ ずれた状態で順次ONされる。各トランジスタ3A、3B、... 3XがONすることにより高圧側からトランジスタ3A、3B、... 3Xとリアクトル2A、2B、... 2Xを
50

次に、トランジスタ 3 A が OFF とされるとリアクトル 2 A から直流電源 1、ダイオード 8 A、リアクトル 2 A のループで電流が流れる降圧回路として動作する。トランジスタ 3 A に引き続いて位相が $2/N$ ずれた状態で 3 B、3 C、... 3 X の順で OFF されて、リアクトル 2 B、直流電源 1、ダイオード 8 B、リアクトル 2 B のループ、リアクトル 2 C、直流電源 1、ダイオード 8 C、リアクトル 2 C のループの順で降圧回路として動作する。

【0017】

(実施例 1)

以下に、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図 2 は低圧側の電源電圧を昇圧比 2 倍で高圧側へ出力し、高圧側の電圧を降圧比 $1/2$ 倍で降圧して低圧側へ供給する場合の電気回路構成図を示す。図 1 の電気回路構成図で $n = N = 2$ の場合である。

実施の形態で述べた如く昇圧時には、トランジスタ 4 A、4 B が位相が $(2/N) = (2/2) = 2$ ずれた状態でスイッチングされる。このときの、スイッチング素子と流れる電流のタイミングと波形を図 3 に示す。

図 3 は、横軸は時間を表し、縦軸はトランジスタの ON 及び OFF の状態、あるいは電流量を表している。A 相とはリアクトル 2 A のルートであり、B 相とはリアクトル 2 B のルートである。

図 3 において、(a)、(b) はトランジスタ 4 A、4 B はの位相差で ON 状態となっている。トランジスタ 4 A が ON 及び OFF のときリアクトル 2 A に流れる電流の立上がりの勾配と立下がりの勾配は次のようになる。

リアクトルのインダクタンスを L 、印可電圧を V 、流れる電流を I とすると

$$V = L \times I$$

の関係がある。図 3 の A 相の場合、直流電源 1 の電圧を V_0 、リアクトル 2 A のインダクタンスを L 、電流の勾配は流れる電流の時間微分値であるから I/t とすると

$$V_0 = L (I/t)$$

よって、立上がりの勾配 (I/t) は V_0/L となる。

一方、トランジスタ 4 A が OFF となってリアクトル 2 A から高圧側へ電流が流れるときの勾配は、

$$2V_0 \text{ (高圧側電圧)} - V_0 \text{ (低圧側電圧)} = L (I/t)$$

よって、立下がりの勾配 (I/t) も V_0/L となる。

従って、(c) に示すように立上がりの勾配と立下がりの勾配は同一の傾斜となる。その結果、A 相入力電流と B 相入力電流を合成したもの、すなわち、直流電源 1 からリアクトル側に流れる入力合成電流は (e) に示すようにリップルのないフラットなものとなる。

また、A 相出力電流と B 相出力電流及び出力合成電流は (f)、(g)、(h) に示されている。なお、出力合成電流は、図 2 の平滑コンデンサ 20 によって平滑される前の波形を示している。

【0018】

次に、実施例 1 の降圧時の入力電流及び出力電流の波形について説明する。

図 4 は、図 2 の電気回路構成図で高圧側の電圧を $1/2$ 倍に降圧して低圧側へ供給する場合のタイミングチャートと電流の波形を表したものである。

図 4 の (a)、(b) に示すようにトランジスタ 3 A と 3 B は、の位相差をもって ON 状態となるように制御手段 5 によってスイッチングされる。トランジスタ 3 A が ON 状態のとき、高圧側よりリアクトル 2 A へと A 相入力電流が流れる。このときの入力電流の波形は (c) に示すように時間とともに増加する。そのときの勾配は昇圧動作の説明で述べたようにリアクトルに印加される電圧とリアクトルのインダクタンス L の関係から求められ V_0/L となる。

同様に B 相の入力電流は、A 相入力電流より位相がずれた状態で (d) に示すように流れる。従って、入力合成電流は (e) に示すようになる。

次に、A 相出力電流は、トランジスタ 3 A が ON の期間は、 V_0/L の勾配で増加し、ト

10

20

30

40

50

ランジスタ 3 A が ON から OFF となると、ダイオード 8 A、リアクトル 2 A、直流電源 1 のループで流れる電流は減少していく。このときの勾配は直流電源 1 の電圧 V_0 とリアクトルのインダクタンス L で定まり V_0 / L である。

従って、A 相出力電流は (f) に示す波形となる。同様に B 相出力電流は (g) に示す波形となるので出力合成電流はフラットとなり、出力側 (低圧側) のリップルの発生が押さえられる。

【 0 0 1 9 】

(実施例 2)

本発明に係わる実施例 2 は、 $N = 4$ の場合で図 1 において、リアクトルが 2 A、2 B、2 C、2 D と、それぞれのリアクトルにブリッジ接続されるスイッチングトランジスタも 3 A、3 B、3 C、3 D 及び 4 A、4 B、4 C、4 D と各 4 組から構成され、昇圧比が 4 倍、降圧比が $1 / 4$ 倍の場合である。

10

なお、各トランジスタにはダイオード 7 A ~ 7 D、8 A ~ 8 D がそれぞれ並列に接続されている。

この回路構成の昇圧時の電流波形を図 5 に示す。図 5 には昇圧時の各相 (A 相、B 相、C 相、D 相) のタイミングと電流波形が示されている。

例えば、A 相の電流の立上がりの勾配は直流電源 1 の電圧を V_0 、リアクトルのインダクタンスを L とすると実施例 1 で述べたように V_0 / L となる。立下がりの勾配は高圧側は $4 V_0$ であるから

$$(4 V_0 - V_0) / L = 3 V_0 / L$$

20

となり、立下がりの勾配は立上がりの勾配の 3 倍の傾斜であることがわかる。B 相、C 相、D 相も同様になる。

また、各相の位相のずれは $2 / N$ より $1 / 2$ ($N = 4$) となる。従って、A 相、B 相、C 相、D 相の入力電流は図 5 のようになり、その合成入力電流はフラットなリップルのないものとなる。

なお、図 5 は昇圧時の電流波形について述べられているが、降圧時も同様な波形なので低圧側の合成出力電流はリップルのないものが得られる。

【 0 0 2 0 】

(実施例 3)

実施例 3 は、請求項 2 の発明に係わるコンバータの多相多重制御方式で、電気自動車などで低圧側にバッテリーを使用して高圧側ではインバータを介して電動発電機などを動作させる場合、バッテリーの電圧変動に対して高圧側のインバータの電圧も可変として低圧側の電圧の整数倍 (または整数に近い値) になるよう制御する方式である。

30

図 6 は、低圧側のバッテリーの電圧が $100 \sim 300$ V 間を変動するとしたとき高圧側 (インバータ側) を $500 \sim 700$ V 間で任意の電圧をとれるように制御する例を示している。

電気回路構成図としては $N = 6$ とする。図 6 においてバッテリーの電圧が $P_0 \sim P_1$ にあるときは、昇降圧比が 6 倍となるように図 1 の制御手段 5 で制御する。このとき、インバータ側の電圧は $600 \sim 700$ V の間で低圧側の電圧の 6 倍となるよう制御されている。

同様にバッテリーの電圧が $P_2 \sim P_3$ にあるときは昇降圧比が 3 倍となるように、バッテリーの電圧が $P_4 \sim P_5$ にあるときは昇降圧比が 2 倍となるように制御する。

40

この制御方式を行うことにより低圧側のバッテリーの電圧が変動しても低圧側のリップルを最小限に抑えることが可能となる。

【 0 0 2 1 】

(実施例 4)

実施例 4 は、実施例 3 と同様に請求項 2 の発明に係わるコンバータの多相多重制御方式で、低圧側の電圧変動に対して高圧側のインバータの電圧を可変として昇降圧比を選択することで低圧側のリップルを抑えるものであるが、図 7 に示すように各リアクトルとスイッチングトランジスタの間にスイッチを設けることで相数を可変出来るようにしたものである。

50

図7は、図6の電圧条件に対応した電気回路でリアクトルは2A～2Fと6個、スイッチもSW-A～SW-Fと6個で構成されている。なお、図7では制御手段及び電圧検出回路は図示していない。

スイッチをON、OFF操作することにより相数を任意に設定するもので、例えば、スイッチSW-A～SW-Eの5個をONとしてSW-FをOFFとすれば相数が5の回路となり、図6で昇降圧比5倍のものが実現できることになるので低圧側のリップルをさらに減少させる範囲を広げることが可能となる。

【0022】

【発明の効果】

以上述べたように、昇降圧比に基づいて相重数を選定すれば、特に低圧側のリップルを減少させることが出来て、他システムへの電源ノイズによる悪影響を防止する効果が大きい。また、平滑コンデンサの小型化など装置の小型化が可能となる。さらに、多相多重化により等価的に単相での高周波駆動を行うことに相当するため、各相単独では可聴域周波数での駆動であっても合成された結果、位相差による音圧相殺効果や可聴域外への高周波化が可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気回路構成図である。

【図2】本発明の実施例1の電気回路構成図である。

【図3】実施例1の昇圧時のタイミングチャートである。

【図4】実施例1の降圧時のタイミングチャートである。

20

【図5】実施例2の電流波形である。

【図6】実施例3の説明図である。

【図7】実施例4の電気回路構成図である。

【図8】従来例の電気回路構成図である。

【符号の説明】

1：直流電源

2A、2B、... 2X：リアクトル

3A、3B、... 3X：トランジスタ

4A、4B、... 4X：トランジスタ

5：制御手段

30

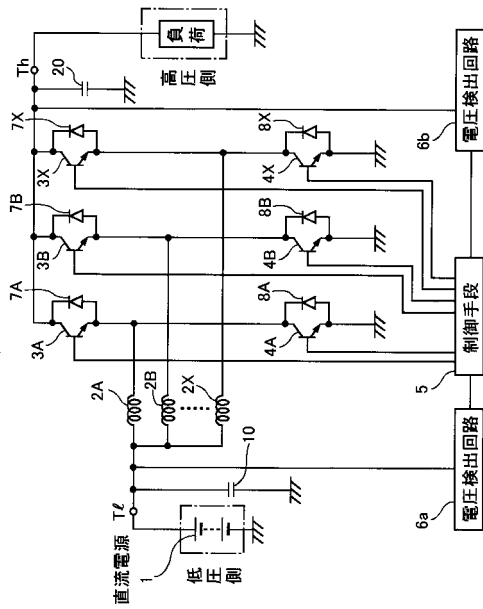
6a、6b：電圧検出回路

7A、7B、... 7X：ダイオード

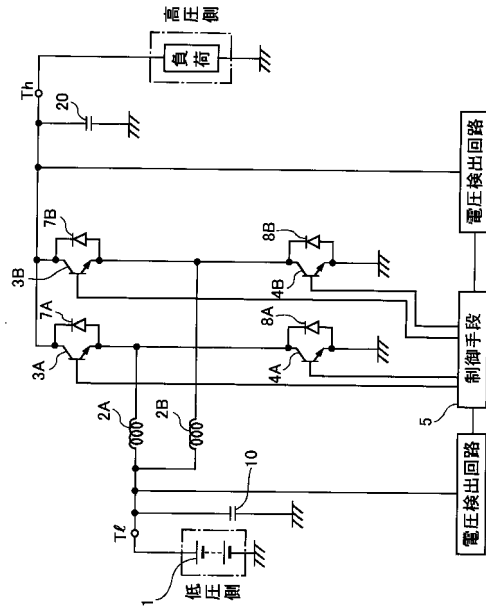
8A、8B、... 8X：ダイオード

10、20：平滑コンデンサ

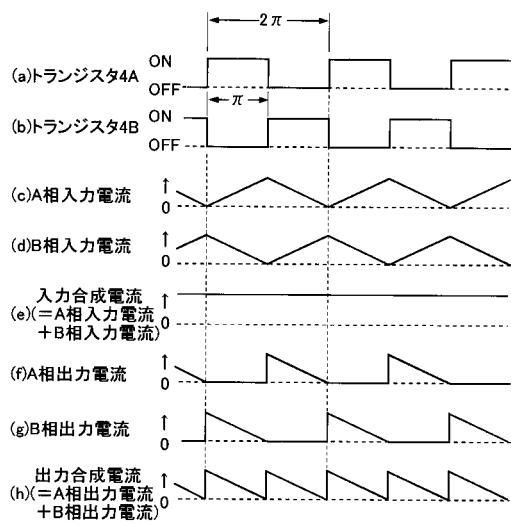
【 図 1 】



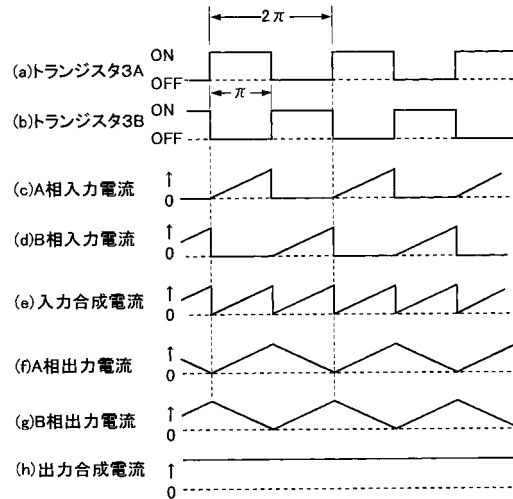
【 図 2 】



【 図 3 】

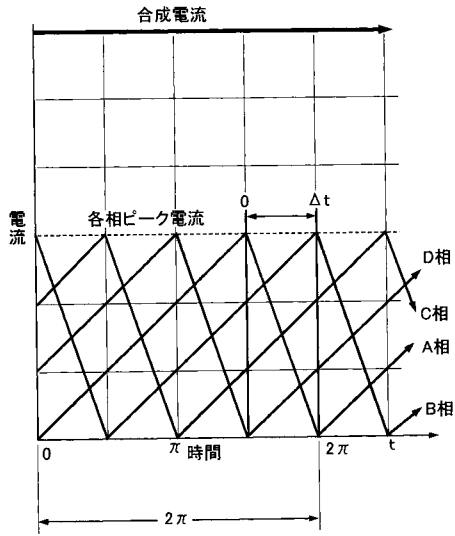


【 図 4 】

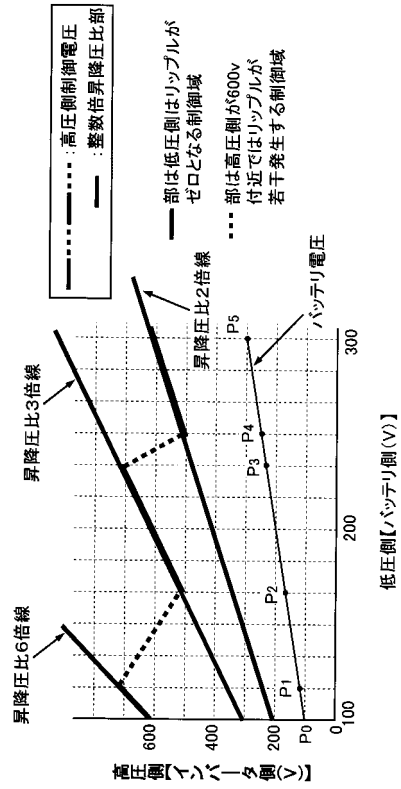


【 図 5 】

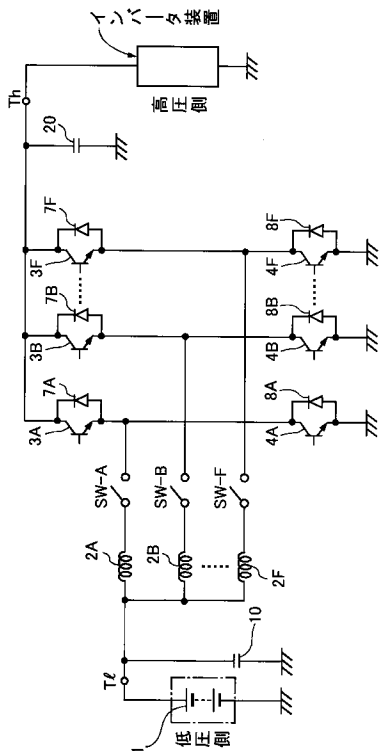
【4倍昇圧、4相4重駆動例 n=4、整数倍1】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

