

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4995640号  
(P4995640)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int.Cl.

HO2M 3/155 (2006.01)

F I

HO2M 3/155 W

HO2M 3/155 F

HO2M 3/155 P

請求項の数 5 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-149002 (P2007-149002)	(73) 特許権者	000000262
(22) 出願日	平成19年6月5日 (2007.6.5)		株式会社ダイヘン
(65) 公開番号	特開2008-306786 (P2008-306786A)		大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
(43) 公開日	平成20年12月18日 (2008.12.18)	(74) 代理人	100086380
審査請求日	平成22年4月22日 (2010.4.22)		弁理士 吉田 稔
		(74) 代理人	100103078
			弁理士 田中 達也
		(74) 代理人	100115369
			弁理士 仙波 司
		(74) 代理人	100117178
			弁理士 古澤 寛
		(72) 発明者	川本 哲裕
			大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式
			会社ダイヘン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 昇圧チョッパ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

等価的に、直流電源が接続される入力端と負荷が接続される出力端の間に直流リアクトルとダイオードとがこの順に直列に接続された複数の直列回路が並列に接続され、前記出力端と接地点との間にコンデンサが接続されるとともに、各直列回路の直流リアクトルとダイオードの接続点と前記接地点との間にそれぞれスイッチ素子が接続された昇圧チョッパ回路と、前記複数のスイッチ素子のオン・オフ動作をそれぞれ集中制御する制御回路とで構成される昇圧チョッパ装置において、

各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルは、リアクトル数分の棒状の磁性部材の両端を相互に接続してなる 1 個の鉄心で構成した共通のコアに減極性で各直流リアクトルの巻き線をそれぞれ巻いて構成され、

10

前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子に対し、所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を同位相、若しくは所定の位相ずつつらせて出力することを特徴とする昇圧チョッパ装置。

【請求項 2】

前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子に対し、所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を同位相で出力することを特徴とする請求項 1 に記載の昇圧チョッパ装置。

【請求項 3】

前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子に対し、所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を前記所定の位相ずつつらせて出力して各スイッチ素子を異なる期間にオン動作

20

させることを特徴とする請求項 1 に記載の昇圧チョッパ装置。

【請求項 4】

等価的に、直流電源が接続される入力端と負荷が接続される出力端の間に直流リアクトルとダイオードとがこの順に直列に接続された複数の直列回路が並列に接続され、前記出力端と接地点との間にコンデンサが接続されるとともに、各直列回路の直流リアクトルとダイオードの接続点と前記接地点との間にそれぞれスイッチ素子が接続された昇圧チョッパ回路と、前記複数のスイッチ素子のオン・オフ動作をそれぞれ集中制御する制御回路とで構成される昇圧チョッパ装置において、

各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルは、2本の棒状の磁性部材の両端を相互に接続してなる1個の鉄心で構成した共通のコアに加極性で各直流リアクトルの巻き線をそれぞれ巻いて構成され、

10

前記制御回路は、所定のデューティ比のパルス信号を一方のスイッチ素子に出力し、そのパルス信号のレベルを反転したパルス信号を他方のスイッチ素子に出力して各スイッチ素子を互いにオン・オフ動作が逆になるように動作させることを特徴とする昇圧チョッパ装置。

【請求項 5】

各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルは、前記共通のコアに代えて、リアクトル数分の棒状の第1の磁性部材が中央に配置された棒状の第2の磁性部材の周囲に配置され、かつ、それらの両端部が当該第2の磁性部材の両端部にそれぞれ接続された構造を有する1個の鉄心からなる共通のコアに、各直流リアクトルの巻き線をそれぞれ巻いて構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の昇圧チョッパ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の昇圧チョッパ回路を並列に接続してなる昇圧チョッパ装置に関し、特に、昇圧チョッパ動作に悪影響を与えることなく、複数の昇圧チョッパ回路の直流リアクトルの部分を小型、軽量化して全体的に小型化、軽量化、低コスト化が可能な昇圧チョッパ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

30

従来、負荷に供給する電圧を昇圧させるための昇圧手段として、昇圧チョッパ回路が使用されている。そして、この昇圧チョッパ回路の出力電圧を大きくしたときに出力電圧を安定させるために、複数の昇圧チョッパ回路を並列接続することが行われている。

【0003】

例えば、特開平 11-206112 号公報には、並列接続された4個の昇圧チョッパ回路を有するスイッチングレギュレータが記載されている。図 18 は、このスイッチングレギュレータの具体構成を示す回路図である。

【0004】

このスイッチングレギュレータ 100 は、直流電源 101 が接続される入力端 a と負荷 116 が接続される出力端 b の間に直流リアクトル 102 ~ 105 と転流用のダイオード 106 ~ 109 とがこの順に直列に接続された直列回路が4個並列に接続されている。出力端 b と接地点 c との間に平滑用のコンデンサ 114 が接続され、各直列回路の直流リアクトルとダイオードの各接続点 d ~ 接続点 g と接地点 c との間に4個の電界効果トランジスタ（以下 FET と称する）110 ~ 113 がそれぞれ接続されている。4個の FET 110 ~ 113 の各ゲートには、オン・オフ動作を制御するための PWM 制御回路 115 が接続されている。PWM 制御回路 115 には出力端 b の電圧  $V_o$  が入力されている。

40

【0005】

4個の直流リアクトル 102 ~ 105 及び4個のダイオード 106 ~ 109 からなる4個の直列回路と4個の FET 110 ~ 113 と平滑用のコンデンサ 114 とによって、直流電源 101 の電圧を昇圧する昇圧チョッパ回路 A が構成されている。1個の直列回路と

50

、その直列回路内の接続点に並列接続されたFETと、その直列回路の出力側（ダイオードのカソード）に接続されたコンデンサ114とによって昇圧動作が行われるから、昇圧チョッパ回路Aは、等価的に4個の昇圧チョッパ回路が並列に接続された構成となっている。

#### 【0006】

昇圧チョッパ回路A内の1個の昇圧チョッパ回路、例えば、直流リアクトル102、ダイオード106、FET110及びコンデンサ114で構成される昇圧チョッパ回路は、FET110のオン期間に直流電源101から出力される直流エネルギーを一旦、直流リアクトル102に蓄積し、そのオン期間に続くオフ期間に直流リアクトル102に蓄積された直流エネルギーをコンデンサ114及び負荷116に放出する。他の3個の昇圧チョッパ回路も同様の動作を行う。

10

#### 【0007】

PWM制御回路115は、昇圧チョッパ回路Aから出力される電圧が所定の昇圧電圧となるように、所定の駆動パルスを生成して4個のFET110～113の各ゲートに入力する。具体的には、PWM制御回路115は、所定のデューティ比（オン期間／（オン期間＋オフ期間））（例では75％）の駆動パルスを1／4周期ずつずらせて4個のFET110～113の各ゲートに順次入力する動作を繰返す。

#### 【0008】

上記のPWM制御回路115のFET110～113に対する駆動パルスの制御により、FET110～113は、デューティ比75％場合、1／4周期ずつずれて順番に1／4周期分だけオフ期間となる。この結果、FET110～113のオン期間に直流リアクトル102～105にそれぞれ蓄積された直流エネルギーは、順番にコンデンサ114に放出されて負荷116に供給される。

20

#### 【0009】

上記のスイッチングレギュレータ100は、FET110～113のオン期間に直流リアクトル102～105にそれぞれ蓄積された直流エネルギーを順番にコンデンサ114に放出しながら負荷116に供給する構成であるので、実質的に昇圧チョッパ回路A内に並列に接続された4個の昇圧チョッパ回路を時分割で動作させる構成となっている。

#### 【0010】

【特許文献1】特開平11-206112号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

上記のスイッチングレギュレータ100の昇圧チョッパ回路Aは、4個の昇圧チョッパ回路を単純に並列接続したものと考えられるので、同一性能を1個の昇圧チョッパ回路で構成する場合よりもその大きさや重量が増大するという問題がある。この問題は、比較的容量の大きい昇圧チョッパ装置を複数台並列に接続して更なる大容量の昇圧チョッパ装置を構成する場合には、装置全体の大きさや重量の増大だけでなく、製造コストも増大させるので重要である。

#### 【0012】

40

なお、特許文献1には、PWM制御回路115によるFET110～113の駆動制御によりコンデンサ114に流れる電流を均等化し、コンデンサ114に係る負担を軽減して低寿命を回避することしか記載されておらず、上記の問題については全く言及されていない。

#### 【0013】

本発明は上記した事情のもとで考え出されたものであって、複数の昇圧チョッパ回路を並列接続してなる昇圧チョッパ装置であって、昇圧チョッパ動作に悪影響を与えることなく、小型化、軽量化、低コスト化が可能な昇圧チョッパ装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

50

本発明は、等価的に、直流電源が接続される入力端と負荷が接続される出力端の間に直流リアクトルとダイオードとがこの順に直列に接続された複数の直列回路が並列に接続され、前記出力端と接地点との間にコンデンサが接続されるとともに、各直列回路の直流リアクトルとダイオードの接続点と前記接地点との間にそれぞれスイッチ素子が接続された昇圧チョッパ回路と、前記複数のスイッチ素子のオン・オフ動作をそれぞれ集中制御する制御回路とで構成される昇圧チョッパ装置において、各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルは、リアクトル数分の棒状の磁性部材の両端を相互に接続してなる1個の鉄心で構成した共通のコアに減極性で各直流リアクトルの巻き線をそれぞれ巻いて構成され、前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子に対し、所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を同位相、若しくは所定の位相ずつつらせて出力することを特徴とする（請求項1）。

10

#### 【0015】

なお、請求項1に記載の昇圧チョッパ装置において、前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子に対し、所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を同位相で出力するようにするとよい（請求項2）。ここに、デューティ比は、オン時間 / （オン時間 + オフ時間）で表されるように、オン・オフの1周期に占めるオン時間の割合である。

#### 【0016】

また、請求項1に記載の昇圧チョッパ装置において、前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子に対し、所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を前記所定の位相ずつつらせて出力して各スイッチ素子を異なる期間にオン動作させるようにするとよい（請求項3）。

20

#### 【0017】

また、等価的に、直流電源が接続される入力端と負荷が接続される出力端の間に直流リアクトルとダイオードとがこの順に直列に接続された複数の直列回路が並列に接続され、前記出力端と接地点との間にコンデンサが接続されるとともに、各直列回路の直流リアクトルとダイオードの接続点と前記接地点との間にそれぞれスイッチ素子が接続された昇圧チョッパ回路と、前記複数のスイッチ素子のオン・オフ動作をそれぞれ集中制御する制御回路とで構成される昇圧チョッパ装置において、各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルは、2本の棒状の磁性部材の両端を相互に接続してなる1個の鉄心で構成した共通のコアに加極性で各直流リアクトルの巻き線をそれぞれ巻いて構成され、前記制御回路は、所定のデューティ比のパルス信号を一方のスイッチ素子に出力し、そのパルス信号のレベルを反転したパルス信号を他方のスイッチ素子に出力して各スイッチ素子を互いにオン・オフ動作が逆になるように動作させるようにするとよい（請求項4）。

30

#### 【0019】

また、請求項1乃至4のいずれかに記載の昇圧チョッパ装置において、各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルは、共通のコアに代えて、リアクトル数分の棒状の第1の磁性部材が中央に配置された棒状の第2の磁性部材の周囲に配置され、かつ、それらの両端部が当該第2の磁性部材の両端部にそれぞれ接続された構造を有する1個の鉄心からなる共通のコアに、各直流リアクトルの巻き線をそれぞれ巻いて構成してもよい（請求項5）。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

40

本発明によれば、各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルは、リアクトル数分の棒状の磁性部材の両端を相互に接続してなる1個の鉄心で構成した共通のコア、又は、リアクトル数分の棒状の第1の磁性部材が中央に配置された棒状の第2の磁性部材の周囲に配置され、かつ、それらの両端部が当該第2の磁性部材の両端部にそれぞれ接続された構造を有する1個の鉄心からなる共通のコアに、減極性で各直流リアクトルの巻き線をそれぞれ巻いて構成されているので、各昇圧チョッパ回路の直流リアクトルを、別々のコアに巻き線を巻いた単独の直流リアクトルで構成した場合に比べて、小型化、軽量化が可能になる。

#### 【0021】

更に、請求項2に記載の発明によれば、制御回路は、複数のスイッチ素子に対し所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を同位相で出力するので、各スイッチ素子を同時に

50

オン動作し、複数の昇圧チョッパ回路は、実質的に互いに干渉することなく同時に直流リアクトルへの直流エネルギーの蓄積動作及びその蓄積エネルギーのコンデンサへの放出動作を行うことになり、装置全体の昇圧性能を著しく損なうことがない。

【0022】

また、請求項3に記載の発明によれば、制御回路は、複数のスイッチ素子に対し所定のデューティ比の同一波形のパルス信号を所定の位相ずつずらせて出力して各スイッチ素子を異なる期間にオン動作させるので、複数の昇圧チョッパ回路は、実質的に互いに干渉することなく時分割で直流リアクトルへの直流エネルギーの蓄積動作及びその蓄積エネルギーのコンデンサへの放出動作を行うことになり、装置全体の昇圧性能を著しく損なうことがない。

10

【0023】

また、請求項4に記載の発明によれば、制御回路は、所定のデューティ比のパルス信号を一方のスイッチ素子に出力し、そのパルス信号のレベルを反転したパルス信号を他方のスイッチ素子に出力して各スイッチ素子を互いにオン・オフ動作が逆になるように動作させるので、2つの昇圧チョッパ回路は、実質的に互いに干渉することなく、一方の昇圧チョッパ回路が直流リアクトルへの直流エネルギーの蓄積動作をすると、他方の昇圧チョッパ回路は直流リアクトルに蓄積した直流エネルギーのコンデンサへの放出動作を行う関係で同時に昇圧チョッパ動作を行うことになり、装置全体の昇圧性能を著しく損なうことがない。

【0024】

20

また、直流電源から入力される直流電流は、2つの昇圧チョッパ回路の各直流リアクトルに流れる電流を加算したものであるが、一方の昇圧チョッパ回路のスイッチ素子がオンのときには当該昇圧チョッパ回路の直流リアクトルに単調増加する電流が流れ、他方の昇圧チョッパ回路のスイッチ素子はオフであるので、当該直流リアクトルには単調減少する電流が流れるので、入力電流はほぼ平坦になり、その変動量を抑制することができる。

【0025】

また、請求項5に記載の発明によれば、各巻き線に電流が流れた際に当該巻き線が巻回された第1の磁性部材に生じる磁束が主として当該第1の磁性部材と第2の磁性部材とで構成される磁路を通るので、巻き線同士の相互インダクタンスを小さくすることができる。これにより、相互インダクタンスによる装置全体の昇圧性能への悪影響を低減することができる。

30

【0026】

本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照して具体的に説明する。

【0028】

図1は、本発明に係る昇圧チョッパ装置の第1実施形態の等価的な電気回路の構成を示す図である。

40

【0029】

図1に示す昇圧チョッパ装置2は、直流電源1の電圧 $V_{in}$ を電圧 $V_o$  ( $V_{in}$ )に昇圧して負荷3に供給するものである。この昇圧チョッパ回路2は、直流電源1が接続される入力端aと負荷3が接続される出力端bの間に直流リアクトル $L_1$ ,  $L_2$ と転流用のダイオード $D_1$ ,  $D_2$ とがこの順に直列に接続された直列回路が2個並列に接続されている。出力端bと接地ラインcとの間に平滑用のコンデンサCが接続され、各直列回路の直流リアクトルとダイオードの各接続点d, eと接地ラインcとの間に2個のスイッチ素子 $SW_1$ ,  $SW_2$ がそれぞれ接続されている。

【0030】

図1ではスイッチ素子 $SW_1$ ,  $SW_2$ としてIGBT(絶縁ゲートバイポーラトランジ

50

スタ)を用いているが、電界効果トランジスタであっても良い。スイッチ素子 $SW1$ 、 $SW2$ の各制御端子(図1では、ゲート端子)には、オン・オフ動作を制御するための制御回路22が接続されている。制御回路22にはコンデンサ $C$ の両端電圧、すなわち、出力端 $b$ の電圧 $V_o$ が入力されている。

#### 【0031】

昇圧チョッパ回路の基本的な回路構成は、周知のように、直流リアクトルとダイオードの直列回路と、その直列回路内の接続点と接地ラインに接続されたスイッチ素子と、その直列回路の出力側(ダイオードのカソード)と接地ラインに接続された平滑用のコンデンサとによって構成される。従って、昇圧チョッパ装置2は、等価的に2個の昇圧チョッパ回路が並列に接続された構成となっている。

10

#### 【0032】

すなわち、昇圧チョッパ装置2は、直流リアクトル $L1$ とダイオード $D1$ の直列回路とスイッチ素子 $SW1$ とコンデンサ $C1$ によって第1の昇圧チョッパ回路が構成され、直流リアクトル $L2$ とダイオード $D2$ の直列回路とスイッチ素子 $SW2$ とコンデンサ $C2$ によって第2の昇圧チョッパ回路が構成されている。なお、コンデンサ $C1$ とコンデンサ $C2$ は、出力端 $b$ と接地ライン $c$ に並列接続されるから、図1では両コンデンサ $C1$ 、 $C2$ を合成したコンデンサ $C$ を1個だけ記載している。

#### 【0033】

また、直流リアクトル $L1$ 、 $L2$ は、図2に示すように、共通のコア211に一方の直流リアクトル $L1$ (以下、「第1の直流リアクトル $L1$ 」という。)の巻き線212と他方の直流リアクトル $L2$ (以下、「第2の直流リアクトル $L2$ 」という。)の巻き線213を巻回して構成されている。コア211は、2つの棒状部材の両端をそれぞれ接続した縦長の口の字型の形状を有している。コア211は、例えば、アモルファス合金からなる磁性部材で構成されている。長手の相対向する2つの棒状部分211a、211bは脚部であり、脚部211a、211bの両端を接続している部分211cは継鉄部である。

20

#### 【0034】

各脚部211a、211bにそれぞれ第1の直流リアクトル $L1$ の巻き線212と第2の直流リアクトル $L2$ の巻き線213が巻回されている。巻き線212、213は、図3に示すように、互いに逆方向に巻回されている。すなわち、第1の直流リアクトル $L1$ 及び第2の直流リアクトル $L2$ は、減極性の変圧器と同様の構造となっている。また、第1、第2の直流リアクトル $L1$ 、 $L2$ の巻き線の径及び長さは略同じで、第1、第2の直流リアクトル $L1$ 、 $L2$ の自己インダクタンス $L_{L1}$ 、 $L_{L2}$ は略同じ値としている。

30

#### 【0035】

なお、第1の直流リアクトル $L1$ 及び第2の直流リアクトル $L2$ は、共通のコア211に一体的に構成され、昇圧チョッパ装置2の製作上、1個の部品として扱われるので、図1では、第1、第2の直流リアクトル $L1$ 、 $L2$ 全体を直流リアクトル21としている。また、直流リアクトル21内の第1の直流リアクトル $L1$ と第2の直流リアクトル $L2$ の左側の黒丸は、直流リアクトル21が減極性の変圧器と同様の構造であることを示している。

#### 【0036】

制御回路22は、2個のスイッチ素子 $SW1$ 、 $SW2$ のオン・オフ動作をそれぞれ集中制御する。制御回路22は、周波数及びデューティ比が同一の2つの駆動パルス $S1$ 、 $S2$ を生成し、各駆動パルス $S1$ 、 $S2$ を相互にハイレベル期間(スイッチ素子 $SW1$ 、 $SW2$ をオンにする期間。以下、「オン期間」という。)が重複するようにスイッチ素子 $SW1$ (以下、「第1のスイッチ素子 $SW1$ 」という。)とスイッチ素子 $SW2$ (以下、「第2のスイッチ素子 $SW2$ 」という。)の各ゲート端子に供給する。以下、第1のスイッチ素子 $SW1$ に対する駆動パルス $S1$ を「第1の駆動パルス $S1$ 」といい、第2のスイッチ素子 $SW2$ に対する駆動パルス $S2$ を「第2の駆動パルス $S2$ 」という。

40

#### 【0037】

なお、周知のように、昇圧チョッパ回路においては、駆動パルスの周期を $T$ 、スイッチ

50

素子のオン期間を  $T_{ON}$ 、オフ期間を  $T_{OFF}$ 、入力電圧を  $E_{in}$ 、出力電圧を  $E_{out}$  とすると、昇圧率  $= E_{out} / E_{in}$  は、 $= T / T_{OFF}$  で表される。そして、デューティ比  $D$  は  $T_{ON} / T$  であるから、昇圧率  $= T / T_{OFF} = 1 / (1 - D) > 1$  で表され、出力電圧  $E_{out}$  は  $E_{in} / (1 - D)$  で表される。

【0038】

制御回路 22 は、周波数は固定し（例えば、約 5 kHz に固定）、第 1、第 2 の駆動パルス  $S_1$ 、 $S_2$  のデューティ比  $D$  を変化させて出力電圧  $V_o$  を制御する。例えば、デューティ比  $D$  [%] が 25 % のとき、出力電圧  $V_o$  はおよそ 1.3  $V_{in}$  になり、デューティ比  $D$  [%] が 50 % のとき、出力電圧  $V_o$  は 2  $V_{in}$  になり、デューティ比  $D$  [%] が 75 % のとき、出力電圧  $V_o$  は 4  $V_{in}$  になる。なお、デューティ比  $D$  [%] は、デューティ比  $D$  の % 表示である。

10

【0039】

次に、第 1 実施形態の昇圧チョッパ装置 2 の動作について説明する。

【0040】

第 1 実施形態の昇圧チョッパ装置 2 は、第 1、第 2 の直流リアクトル  $L_1$ 、 $L_2$  を図 2 に示す直流リアクトル 21 で構成しているので、第 1、第 2 の直流リアクトル  $L_1$ 、 $L_2$  にそれぞれ電流が流れると、自己インダクタンスだけでなく相互インダクタンスが生じる。このため、巻き線 212 と巻き線 213 にそれぞれ電流  $I_{L1}$  と電流  $I_{L2}$  が流れると、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  のリアクトル電圧  $V_{L1}$ （以下、「第 1 のリアクトル電圧  $V_{L1}$ 」という。）と第 2 の直流リアクトル  $L_2$  のリアクトル電圧  $V_{L2}$ （以下、「第 2 のリアクトル電圧  $V_{L2}$ 」という。）は、下記（1）、（2）式で表される。なお、（1）、（2）式において、 $L_{L1}$ 、 $L_{L2}$  は自己インダクタンス、 $M$  は相互インダクタンスである。また、巻き線 212、213 の抵抗分は無視している。

20

【0041】

【数 1】

$$V_{L1} = L_{L1} \cdot dI_{L1} / dt + M \cdot dI_{L2} / dt \quad \cdots (1)$$

$$V_{L2} = L_{L2} \cdot dI_{L2} / dt + M \cdot dI_{L1} / dt \quad \cdots (2)$$

【0042】

第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  がオンになると、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  の電源側の P1 端子の電位は  $V_{in}$ 、負荷側の P2 端子はほぼ接地レベル（0 V）になるから、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  には、第 1 のリアクトル電圧  $V_{L1}$  が電源電圧  $V_{in}$  とバランスするように電流  $I_{L1}$  が流れる。第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  がオンになったときの第 2 の直流リアクトル  $L_2$  に流れる電流  $I_{L2}$  についても同様である。

30

【0043】

そして、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  の自己インダクタンス  $L_{L1}$  と第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の自己インダクタンス  $L_{L2}$  は略同じであるので、第 1、第 2 のスイッチ素子  $SW_1$ 、 $SW_2$  が同時にオンになるときは、過渡的な電流  $I_{L1}$  と電流  $I_{L2}$  の流れ方は略同じになり、 $L_{L1} = L_{L2} = L$ 、 $dI_{L1} / dt = dI_{L2} / dt = dI_L / dt$  とすると、第 1、第 2 の直流リアクトル  $L_1$ 、 $L_2$  には、下記（3）式を満たすように電流  $I_L$  が流れる。

40

【0044】

【数 2】

$$V_{in} = (L + M) \times dI_L / dt \quad \cdots (3)$$

【0045】

上記（3）式は、第 1、第 2 の直流リアクトル  $L_1$ 、 $L_2$  の各自己インダクタンス  $L_{L1}$ 、 $L_{L2}$  を  $(L + M)$  とし、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  と第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の間で相互誘導が生じないように第 1 の昇圧チョッパ回路と第 2 の昇圧チョッパ回路を同時に動作させたときの関係式と等価である。

【0046】

50

従って、第1実施形態は、自己インダクタンス $L_{L1}$ の第1の直流リアクトル $L_1$ を有する第1の昇圧チョッパ回路と自己インダクタンス $L_{L2}$ の第2の直流リアクトル $L_2$ を有する第2の昇圧チョッパ回路を並列接続した回路を動作させているが、実質的に自己インダクタンス $(L+M)$ の第1の直流リアクトル $L_1$ を有する第1の昇圧チョッパ回路と自己インダクタンス $(L+M)$ の第2の直流リアクトル $L_2$ を有する第2の昇圧チョッパ回路とを互いに独立して動作させる構成となっている。

【0047】

一方、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオフになると、そのオフ・タイミングにおける第1のリアクトル電圧 $V_{L1}$ の極性が反転するので、第1の直流リアクトル $L_1$ の負荷側のP2端子の電圧は、 $(V_{in} + V_{L1})$ となり、この電圧 $(V_{in} + V_{L1})$ がダイオード $D_1$ を介してコンデンサ $C$ に印加される。第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオフになった場合も同様で、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオフになると、第2の直流リアクトル $L_2$ の負荷側のP4端子の電圧は、 $(V_{in} + V_{L2})$ となり、この電圧 $(V_{in} + V_{L2})$ がダイオード $D_2$ を介してコンデンサ $C$ に印加される。

【0048】

従って、第1の直流リアクトル $L_1$ に流れる電流 $I_{L1}$ は、第1のスイッチ素子 $SW_1$ のオン期間で $I_{ON}$ から $I_{OFF}$ まで単調増加し、第1のスイッチ素子 $SW_1$ のオフ期間で $I_{OFF}$ から $I_{ON}$ まで単調減少する三角波状の波形となる。第2の直流リアクトル $L_2$ に流れる電流 $I_{L2}$ も電流 $I_{L1}$ と同様の三角波状の波形となり、しかも電流 $I_{L1}$ と同位相となる。

【0049】

図4～図6は、第1実施形態の昇圧チョッパ装置2の電源供給動作を示す波形図で、第1, 第2の駆動パルス $S_1$ ,  $S_2$ 、第1, 第2の直流リアクトル $L_1$ ,  $L_2$ に流れる電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ 、入力電流 $I_{in}$ 、接続点 $d$ ,  $e$ の電圧 $V_d$ ,  $V_e$ 及び出力電圧 $V_o$ の各波形を示したものである。図4は、第1, 第2の駆動パルス $S_1$ ,  $S_2$ のデューティ比 $D$  [%]を33%としたときのもの、図5は、第1, 第2の駆動パルス $S_1$ ,  $S_2$ のデューティ比 $D$  [%]を50%としたときのもの、図6は、第1, 第2の駆動パルス $S_1$ ,  $S_2$ のデューティ比 $D$  [%]を75%としたときのものである。

【0050】

図4～図6に示すように、第1実施形態では、第1の直流リアクトル $L_1$ の電流 $I_{L1}$ と第2の直流リアクトル $L_2$ の電流 $I_{L2}$ は同一の波形を示し、自己インダクタンス $(L+M)$ の第1の直流リアクトル $L_1$ を有する第1の昇圧チョッパ回路と自己インダクタンス $(L+M)$ の第2の直流リアクトル $L_2$ を有する第2の昇圧チョッパ回路とが互いに独立して動作していることが分かる。

【0051】

また、第1実施形態では、直流電源1からの入力電流 $I_{in}$ が均等に二分されてそれぞれ第1の昇圧チョッパ回路と第2の昇圧チョッパ回路でそれぞれ独立して昇圧チョッパ動作に利用されるので、入力電流 $I_{in}$ の波形は、第1の直流リアクトル $L_1$ の電流 $I_{L1}$ の三角波状の波形と第2の直流リアクトル $L_2$ の電流 $I_{L2}$ の三角波状の波形を加算したものとなる。

【0052】

第1, 第2のスイッチ素子 $SW_1$ ,  $SW_2$ のオン期間における第1, 第2の直流リアクトル $L_1$ ,  $L_2$ の電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ の傾斜角は、デューティ比 $D$ に関係なく略同一であるから、オン期間が長いほど、電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ の変化幅(図4～図6において、 $I_{ON}$ と $I_{OFF}$ の差)は大きくなる。従って、入力電流 $I_{in}$ の変化幅も、オン期間が長いほど、すなわち、昇圧率が大きいほど、大きくなる。

【0053】

接続点 $d$ ,  $e$ の電圧 $V_d$ ,  $V_e$ は、第1, 第2のスイッチ素子 $SW_1$ ,  $SW_2$ がオンになると、接地レベル(接地ライン $c$ のレベル)になるが、正確には第1, 第2のスイッチ素子 $SW_1$ ,  $SW_2$ のコレクタ-エミッタ間の電圧 $V_{ce}$ となる。一方、第1, 第2のスイッチ素子 $SW_1$ ,  $SW_2$ がオフになると、電圧 $V_d$ ,  $V_e$ は、入力電圧 $V_{in}$ にそのオフ・タイ

10

20

30

40

50



ミングのときの第1, 第2のリアクトル電圧 $V_{L1}$ ,  $V_{L2}$ を加算した電圧となる。この電圧は、 $\frac{1}{2} \cdot V_{in}$ で、電圧 $V_d$ ,  $V_e$ は、第1, 第2のスイッチ素子 $SW1$ ,  $SW2$ のオフ期間中、略  $\frac{1}{2} \cdot V_{in}$ になっている。

【0054】

また、コンデンサ $C$ は大容量であるから、出力電圧 $V_o$ は  $\frac{1}{2} \cdot V_{in}$ に保持される。なお、デューティ比33%, 50%, 75%のとき、昇圧率はそれぞれ1.5、2.0、4.0であるので、図4～図6では、出力電圧 $V_o$ はそれぞれ $1.5 \cdot V_{in}$ 、 $2 \cdot V_{in}$ 、 $4 \cdot V_{in}$ となっている。

【0055】

第1実施形態を、第1の直流リアクトル $L1$ と第2の直流リアクトル $L2$ とを独立して製作し、第1の昇圧チョッパ回路と第2の昇圧チョッパ回路とを完全に独立して並列接続した構成で第1のスイッチ素子 $SW1$ と第2のスイッチ素子 $SW2$ を同時にオン・オフ動作させる構成(以下、この構成を「標準構成」という。)と対比すると、第1実施形態は標準構成に対して、第1, 第2の直流リアクトル $L1$ ,  $L2$ の自己インダクタンスが $L_{L1}$ ,  $L_{L2}$ から $(L+M)$ に増加する点が相違すると考えられる。

【0056】

上記(3)式から明らかなように、自己インダクタンスが $(L+M)$ のときの $dI_L/dt$ は、自己インダクタンスが $L$ のときよりも小さくなる(すなわち、電流 $I_L$ の傾斜はより緩やかになる)から、第1実施形態は、標準構成よりも第1, 第2の直流リアクトル $L1$ ,  $L2$ に流れる電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ の傾斜を抑制することができるという特徴がある。

【0057】

2個の昇圧チョッパ回路を並列接続した構成では、入力電流 $I_{in}$ の波形が電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ の三角波状の各波形を加算したものになり、電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ の各波形の変動幅( $I_{OFF}$ と $I_{ON}$ の差)が大きいくほど、入力電流 $I_{in}$ の変動幅が大きくなるが、第1実施形態では、標準構成に対して入力電流 $I_{in}$ の変動幅を抑制できる利点がある。

【0058】

なお、第1実施形態では、2個の昇圧チョッパ回路を並列接続した構成について説明したが、上記のことは、3個以上の昇圧チョッパ回路を並列接続した場合にも適用できる。

【0059】

例えば、図7は、3個の昇圧チョッパ回路を並列接続し、デューティ比50%の駆動パルスで3個のスイッチ素子 $SW1$ ,  $SW2$ ,  $SW3$ を同時にオン・オフ動作させた場合の電源供給動作を示す波形図である。なお、この場合の3個の直流リアクトル $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$ は、図8に示すように、共通のコア211'の各脚部211a', 211b', 211c'に互いに減極性となるように直流リアクトル $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$ の各巻き線212, 213, 214をそれぞれ巻回した直流リアクトル21'として製作される。

【0060】

図7に示すように、3個の昇圧チョッパ回路を並列接続した構成でも、第1～第3の直流リアクトル $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$ の電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$ は略同一の三角波状の波形となり、各リアクトル $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$ の負荷側の電圧も第1～第3の駆動パルス $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$ のオン期間に接地レベルとなり、オフ期間に  $\frac{1}{2} \cdot V_{in}$ となるように変化する。従って、3個の昇圧チョッパ回路を並列接続した構成でも実質的に第1～第3の昇圧チョッパ回路を相互に独立して同時に動作させ、各昇圧チョッパ回路により昇圧電圧で直流エネルギーを負荷3に供給する動作をさせることができる。

【0061】

次に、本発明に係る昇圧チョッパ装置の第2実施形態について説明する。

【0062】

第2実施形態は、第1実施形態に対して第1, 第2の駆動パルス $S1$ ,  $S2$ が異なるのみで、等価的な電気回路の構成は図1に示すものと同じである。従って、以下では、第1, 第2の駆動パルス $S1$ ,  $S2$ による昇圧チョッパ装置の電源供給動作について、図9の波形図を用いて説明する。なお、図9は、第2実施形態の昇圧チョッパ装置2の電源供給

10

20

30

40

50

動作を示す波形図で、第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  ,  $S_2$  のデューティ比を 25 % としたときのものである。

【 0 0 6 3 】

第 2 実施形態では、制御回路 22 は、固定の周波数で所定のデューティ比の第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  ,  $S_2$  を相互にオン期間が重複しないように第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  と第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  の各ゲート端子に供給する。具体的には、制御回路 22 は、同一駆動パルスを位相を 180 ° ずつずらせて第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  と第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  にそれぞれ供給する。

【 0 0 6 4 】

第 1 実施形態では、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  と第 2 の直流リアクトル  $L_2$  が同時に直流エネルギーの蓄積とその蓄積エネルギーの放出とを繰り返すように、第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  と第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  のオン・オフ動作を制御したので、上記 ( 3 ) に示されるように、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  と第 2 の直流リアクトル  $L_2$  との間の相互インダクタンス  $M$  はそれぞれ自己インダクタンス  $L_{L1}$  ,  $L_{L2}$  (  $= L$  ) を増加させるように作用した。

【 0 0 6 5 】

第 2 実施形態では、デューティ比  $D$  [ % ] が 50 % より小さい場合、例えば、図 9 に示すように、第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  と第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  は、(  $SW_1$  ,  $SW_2$  ) : ( オフ , オフ ) ( オン , オフ ) ( オフ , オフ ) ( オフ , オン ) ( オフ , オフ ) を繰り返し、一方のスイッチ素子がオフのときに他方のスイッチ素子がオンになる。このため、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  のオン期間に、上記 ( 3 ) 式を適用することはできない。

【 0 0 6 6 】

第 2 実施形態では、一方のスイッチ素子がオン・オフ動作をするとき、他方のスイッチ素子は必ずオフ状態になっている。昇圧チョッパ回路は、スイッチ素子のオン期間に直流リアクトルに直流エネルギーを蓄積するように単調増加する電流  $I_L$  が流れ、スイッチ素子のオフ期間に直流リアクトルに蓄積された直流エネルギーをコンデンサ及び負荷に放出するように単調減少する電流  $I_L$  が流れる。従って、第 2 実施形態では、第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  がオンになるときは、第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  はオフになっているから、第 2 の直流リアクトル  $L_2$  に蓄積された直流エネルギーをコンデンサ  $C$  及び負荷 3 に放出するように単調減少する電流  $I_{L2}$  が流れているときに、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  に直流エネルギーを蓄積するように単調増加する電流  $I_{L1}$  が流れることになる。逆の場合も同様である。

【 0 0 6 7 】

例えば、第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  がオフの状態では、第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の負荷側の P 4 端子の電圧  $V_e$  は、(  $V_{in} + V_{L2}$  ) になる。第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  がオフ状態で第 1 の直流リアクトル  $L_1$  に電流  $I_{L1}$  が流れていなければ、第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の第 2 のリアクトル電圧  $V_{L2}$  は、上記 ( 2 ) 式で  $d I_{L1} / d t = 0$  とした  $L_{L2} \cdot d I_{L2} / d t$  で表され、しかも  $d I_{L2} / d t < 0$  であるので、第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の負荷側の P 4 端子が + 極性となっている ( 例えば、図 9 の電圧  $V_e$  の ( a ) の直前のタイミングのレベル参照 ) 。

【 0 0 6 8 】

この状態で、第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  がオンになると ( 例えば、図 9 の ( a ) のタイミング参照 ) 、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  に直流電源 1 の電源電圧  $V_{in}$  が加わり  $d I_{L1} / d t$  (  $> 0$  ) の電流  $I_{L1}$  が流れるので、これにより第 2 の直流リアクトル  $L_2$  に電源側の P 3 端子が + 極性となるような電圧を誘起しようとして第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の電流  $I_{L2}$  をゼロまで急激に低下させる。そして、電流  $I_{L2}$  がゼロになると ( 図 9 の ( b ) のタイミング参照 ) 、第 1 の直流リアクトル  $L_1$  の電流  $I_{L1}$  により  $M \cdot d I_{L1} / d t$  の電圧が第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の両端に誘起される。

【 0 0 6 9 】

$M \cdot d I_{L1} / dt$ の電圧の極性は $L_{L2} \cdot d I_{L2} / dt$ の電圧とは逆極性であるから、第2の直流リアクトル $L_2$ には、電源側のP3端子が+極性となるように $M \cdot d I_{L1} / dt$ の電圧が誘起される。従って、第2の直流リアクトル $L_2$ の負荷側のP4端子の電圧 $V_e$ は、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオンのときには、ほぼゼロ( $V_{in} - V_{L2} = 0$ )になる(図9の電圧 $V_e$ の(b)の直後のタイミングのレベル参照)。

【0070】

すなわち、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオフになり、そのオフ期間に第2の直流リアクトル $L_2$ に蓄積された直流エネルギーがコンデンサC及び負荷3に放出されている状態で第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオンになると、直ちに蓄積エネルギーのコンデンサC及び負荷3への放出が停止され、その後は、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンになるまで第2の直流リアクトル $L_2$ には直流エネルギーは蓄積されず、コンデンサC及び負荷3にも放出されない。

【0071】

この結果、第2実施形態では、第1のスイッチ素子 $SW_1$ のオン動作が、第2の昇圧チョッパ回路によるエネルギー供給動作を第1の昇圧チョッパ回路によるエネルギー供給動作に切り替える機能を果たすことになる。第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオフ状態で、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンになる場合(例えば、図9の(d)のタイミング参照)も同様である。

【0072】

すなわち、図9の波形図において、例えば、(a)のタイミングで第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオンになると、第1の直流リアクトル $L_1$ の電流 $I_{L1}$ により第2の直流リアクトル $L_2$ に誘起される $M \cdot d I_{L1} / dt$ の電圧で第2の直流リアクトル $L_2$ からコンデンサC及び負荷3に放出されていた電流 $I_{L2}$ が直ちに停止され、(b)のタイミングから第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンになる(d)のタイミングまで第1の昇圧チョッパ回路によるエネルギー供給動作に切り替えられる。

【0073】

(b)から(d)の間では、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオフになる(c)のタイミングまで第1の直流リアクトル $L_1$ に直流エネルギーが蓄積され、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオフになると、その蓄積エネルギーがコンデンサC及び負荷3に放出されるようになる。この蓄積エネルギーのコンデンサC及び負荷3への放出は、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンにならなければ、第1のスイッチ素子 $SW_1$ が次にオンになる(f)のタイミングまで継続されるが、(d)のタイミングで第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンになるので、第1の直流リアクトル $L_1$ からコンデンサC及び負荷3に放出されていた電流 $I_{L1}$ は直ちに停止され、(e)のタイミングから第1のスイッチ素子 $SW_1$ が次にオンになる(f)のタイミングまで第2の昇圧チョッパ回路によるエネルギー供給動作に切り替えられる。

【0074】

以上のような動作をすることにより、電圧 $V_e$ は、以下のような波形の変化を繰り返す。すなわち、電圧 $V_e$ は、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオンになると、ほぼゼロ( $V_{in} - V_{L2} = 0$ )になり、オン期間中、ほぼゼロ( $V_{in} - V_{L2} = 0$ )に保持されるが、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオフになると、ほぼ $-x V_{in}$ ( $V_{in} + V_{L2} - x V_{in}$ )に反転し、その後、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンになり、昇圧チョッパ動作が第2のチョッパ回路に切り換えられると、一旦、接地レベルに低下する。そして、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオフになると、電圧 $V_e$ は、 $x V_{in}$ のレベルに復帰し、その後、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオンになると、ほぼゼロ( $V_{in} - V_{L2} = 0$ )に低下する。

【0075】

電圧 $V_d$ も同様の波形の変化を繰り返す。すなわち、電圧 $V_d$ は、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンになると、ほぼゼロ( $V_{in} - V_{L1} = 0$ )になり、オン期間中、ほぼゼロ( $V_{in} - V_{L1} = 0$ )に保持されるが、第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオフになると、ほぼ $-x V_{in}$ ( $V_{in} + V_{L1} - x V_{in}$ )に反転し、その後、第1のスイッチ素子 $SW_1$ がオンになり、昇

10

20

30

40

50

圧チョッパ動作が第1のチョッパ回路に切り換えられると、一旦、接地レベルに低下する。そして、第1のスイッチ素子SW1がオフになると、電圧Vdは、 $\times V_{in}$ のレベルに復帰し、その後、第2のスイッチ素子SW2がオンになると、ほぼゼロ( $V_{in} - V_{L1} = 0$ )に低下する。

【0076】

なお、第2実施形態では、昇圧率は  $= 1 / (1 - N \times D)$  (Nは昇圧チョッパ回路の並列台数)となる。従って、図9では、昇圧率は  $= 1 / (1 - 2 \times 0.25) = 2.0$  となっている。

【0077】

一方、第1の直流リアクトルL1の電流 $I_{L1}$ は、第1のスイッチ素子SW1がオンになると、第2の直流リアクトルL2の電流 $I_{L2}$ を急激にゼロにするように急上昇し、当該電流 $I_{L2}$ がゼロになったタイミングから  $V_{in} = L1 \times dI_{L1} / dt$  を満たすように単調増加して第1の直流リアクトルL1に直流エネルギーを蓄積する。その後、第1のスイッチ素子SW1がオフになると、電流 $I_{L1}$ は単調減少に転じ、蓄積した直流エネルギーをコンデンサC及び負荷3に放出する(図9の電流 $I_{L1}$ の(a)~(d)の期間の波形参照)。そして、第2のスイッチ素子SW2がオンになると、第2の直流リアクトルL2に電流 $I_{L2}$ が流れ、これにより電流 $I_{L1}$ は急激にゼロになる。

【0078】

第1の直流リアクトルL1の電流 $I_{L1}$ は、第2のスイッチ素子SW2がオンして電流 $I_{L1}$ がゼロになってから第1のスイッチ素子SW1がオンするまでは流れず、第1のスイッチ素子SW1がオンしてから第2のスイッチ素子SW2がオンするまで上記の変化を行い、以下、そのような変化を繰り返す。

【0079】

第2の直流リアクトルL2の電流 $I_{L2}$ も第1の直流リアクトルL1の電流 $I_{L1}$ と同様の变化を行うが、第1のスイッチ素子SW1がオンして電流 $I_{L2}$ がゼロになってから第2のスイッチ素子SW2がオンするまでは流れず、第2のスイッチ素子SW2がオンしてから第1のスイッチ素子SW1がオンするまで上記の変化を行う点が第1の直流リアクトルL1の電流 $I_{L1}$ と異なる。

【0080】

第2実施形態では、各昇圧チョッパ回路が動作している期間では第1, 第2の直流リアクトルL1, L2に流れる電流 $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ の波形は三角の山形をしているので、電流 $I_{L1}$ と電流 $I_{L2}$ を加算した入力電流 $I_{in}$ の三角波状の波形の周期は、第1実施形態の入力電流 $I_{in}$ の三角波状の波形の周期に対して1/2となる。従って、第2実施形態では、第1実施形態よりも入力電流 $I_{in}$ の変動幅を小さくすることができる。その一方、第2実施形態は、各昇圧チョッパ回路が第1, 第2の駆動パルスS1, S2の1/2周期毎に交互に間欠動作をするので、各昇圧チョッパ回路の駆動効率は第1実施形態よりも低下する。

【0081】

なお、デューティ比D[%]を50%にした場合は、第1のスイッチ素子SW1と第2のスイッチ素子SW2は、(SW1, SW2):(オン, オフ) (オフ, オン)を繰り返し、両スイッチ素子が同時に(オフ, オフ)となる期間はなくなる。

【0082】

図9の示す波形図において、デューティ比D[%]を25%から徐々に50%に増加させると、第1, 第2のスイッチ素子SW1, SW2が同時にオフになる期間(例えば、図9の(c)から(d)期間)が短くなるから、各昇圧チョッパ回路が昇圧チョッパ動作している期間のうち、直流リアクトルに蓄積した直流エネルギーをコンデンサC及び負荷3に放出する期間が減少することになる。デューティ比D[%]を50%にした場合は、コンデンサCへの直流エネルギーの放出期間がなくなった場合と考えられる。

【0083】

図10は、第2実施形態において、デューティ比D[%]を50%にした場合の波形図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 4 】

同図に示すように、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW1$  ,  $SW2$  がオンになる毎に、第 1 , 第 2 の直流リアクトル  $L1$  ,  $L2$  に流れる電流  $I_{L1}$  ,  $I_{L2}$  が交互に切り換えられ、いずれか一方の電流が流れる。このことは、デューティ比を 50 % より小さくした場合も同じであるが、デューティ比を 50 % にした場合は、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW1$  ,  $SW2$  のオン期間ではそれぞれ第 1 の直流リアクトル  $L1$  または第 2 の直流リアクトル  $L2$  への直流エネルギーの蓄積動作しか行われず、理論上はコンデンサ  $C$  及び負荷 3 への直流エネルギーの放出は行われない。しかし、実際は、電流は瞬時に切り替わることはできないので、電流が切り替わるわずかな期間にコンデンサ  $C$  及び負荷 3 へ直流エネルギーが一気に供給されることになり、そのときの昇圧比は非常に大きなものとなる。デューティ比を 50 % より大きくした場合も第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW1$  ,  $SW2$  が同時にオフになる期間が生じないから、上記の動作は、デューティ比 50 % 以上で同様に行われると類推することができる。従って、第 2 実施形態では、デューティ比  $D [\%]$  を 50 % よりも小さい範囲で昇圧チョッパ動作を行う場合に適する。

10

## 【 0 0 8 5 】

上記のように、第 2 実施形態は、第 1 実施形態とは異なり、第 1 の昇圧チョッパ回路と第 2 の昇圧チョッパ回路が第 1 の駆動パルス  $S1$  又は第 2 の駆動パルス  $S2$  の  $1/2$  周期で交互に動作する構成となっている。

## 【 0 0 8 6 】

第 1 実施形態では、第 1 の昇圧チョッパ回路と第 2 の昇圧チョッパ回路が同時に昇圧チョッパ動作をするので、コンデンサ  $C$  は、第 1 の昇圧チョッパ回路及び第 2 の昇圧チョッパ回路で共用できる大容量の素子を選択する必要があるが、第 2 実施形態では、コンデンサ  $C$  が時分割で第 1 の昇圧チョッパ回路または第 2 の昇圧チョッパ回路に共用されるので、第 1 実施形態ほどの大容量の素子は要しない。

20

## 【 0 0 8 7 】

なお、第 2 実施形態では、2 個の昇圧チョッパ回路を並列接続した構成について説明したが、上記のことは、3 個以上の昇圧チョッパ回路を並列接続した場合にも適用できる。

## 【 0 0 8 8 】

例えば、図 11 は、3 個の昇圧チョッパ回路を並列接続し、デューティ比 20 % の駆動パルスで 3 個のスイッチ素子  $SW1$  ,  $SW2$  ,  $SW3$  を同時にオンしないようにオン・オフ動作させた場合の電源供給動作を示す波形図である。なお、この場合の 3 個の直流リアクトル  $L1$  ,  $L2$  ,  $L3$  の構成は、図 8 に示したものと同一である。また、図 11 では、昇圧率  $= 1 / (1 - 3 \times 0.20) = 2.5$  となっている。

30

## 【 0 0 8 9 】

図 11 に示すように、3 個の昇圧チョッパ回路を並列接続した構成でも実質的に第 1 ~ 第 3 の昇圧チョッパ回路をそれぞれ  $1/3$  周期ずつ時分割で動作させ、各昇圧チョッパ回路により昇圧電圧で直流エネルギーを負荷 3 に供給する動作をさせることができることがわかる。

## 【 0 0 9 0 】

なお、一般に、昇圧チョッパ回路の並列接続数を  $N$  個とすると、各昇圧チョッパ回路を等間隔で切り換え運転させるため、各昇圧チョッパ回路のスイッチ素子がオンになる期間は相互に  $360^\circ / N$  ずつずらせるようにするとよい。このようにすれば、入力電流  $I_{in}$  の変動幅を効果的に抑制することができる。

40

## 【 0 0 9 1 】

次に、本発明に係る昇圧チョッパ装置の第 3 実施形態について説明する。

## 【 0 0 9 2 】

第 3 実施形態は、第 1 実施形態に対して直流リアクトル 21 の構造と第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S1$  ,  $S2$  が異なる。直流リアクトル 21 の構造の相違点は、第 1 の直流リアクトル  $L1$  の巻き線 212 と第 2 の直流リアクトル  $L2$  の巻き線 213 が、図 12 に示すように、互いに同方向に巻回されている点である。すなわち、第 3 実施形態の第 1 の直流リア

50

クトル  $L_1$  及び第 2 の直流リアクトル  $L_2$  は、加極性の変圧器と同様の構造となっている。

【0093】

従って、図示はしないが、第 3 実施形態の等価的な電気回路の構成は、図 1 において、直流リアクトル 21 内の第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の黒丸の位置を P 4 端子側に変更するか、直流リアクトル 21 内の第 1 の直流リアクトル  $L_1$  の黒丸の位置を P 2 端子側に変更したものとなる。

【0094】

また、第 3 実施形態では、制御回路 22 は、固定の周波数でデューティ比 50% の第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  ,  $S_2$  を相互にオン期間が重複しないように第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  と第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  の各ゲート端子に供給する。なお、デューティ比 50% の場合は、第 1 の駆動パルス  $S_1$  がオンのときは第 2 の駆動パルス  $S_2$  がオフになり、第 1 の駆動パルス  $S_1$  がオフのときは第 2 の駆動パルス  $S_2$  がオンになるから、同一の駆動パルスを位相を  $180^\circ$  ずつずらせて第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  と第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  にそれぞれ供給する、若しくは、第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  に供給するデューティ比 50% の駆動パルスのレベルを反転させて第 2 のスイッチ素子  $SW_2$  に供給する構成であると言ってもよい。或いは、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  に第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  ,  $S_2$  を互いオン・オフが逆になるように供給する構成であると言ってもよい。

【0095】

第 1 実施形態の直流リアクトル 21 は、減極性の変圧器と同様の構造となっているのに対し、第 3 実施形態の直流リアクトル 21 は、加極性の変圧器と同様の構造となっているので、第 1 実施形態と同様に第 1 の駆動パルス  $S_1$  と第 2 の駆動パルス  $S_2$  を同位相にする（オン期間が重複するようにする）と、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  が同時にオンになるときは、 $dI_{L1}/dt = dI_{L2}/dt = dI_L/dt > 0$  であるが、相互誘導により第 1 の直流リアクトル  $L_1$  の両端に誘起される電圧  $M \cdot dI_{L2}/dt$  の極性は、第 1 実施形態の場合と逆になる。相互誘導により第 2 の直流リアクトル  $L_2$  の両端に誘起される電圧  $M \cdot dI_{L1}/dt$  の極性も同様である。

【0096】

従って、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  に第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  ,  $S_2$  を同位相で供給すると、上記 (3) 式に相当する式は、下記 (4) 式となる。下記 (4) 式によれば、自己誘導により生じる電圧 ( $L \times dI_L/dt$ ) が相互誘導により生じる電圧 ( $M \times dI_L/dt$ ) により相殺されることになるから、実質的に第 1 の直流リアクトル  $L_1$  の自己インダクタンスが  $L$  から ( $L - M$ ) に減少したのと等価である。第 2 の直流リアクトル  $L_2$  についても同様である。

【0097】

【数 3】

$$V_{in} = (L - M) \times dI_L/dt \quad \cdots (4)$$

【0098】

第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  に第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  ,  $S_2$  を同位相で供給した場合、例えば、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  のオン期間では、上記 (4) 式を満たすように、非常に大きな変化率で第 1 , 第 2 の直流リアクトル  $L_1$  ,  $L_2$  にそれぞれ電流  $I_L$  を流すことになる。従って、この場合は、この電流に耐え得る直流リアクトル 21 及び第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  及びダイオード  $D_1$  ,  $D_2$  を設ける必要がある。

【0099】

一方、第 1 , 第 2 のスイッチ素子  $SW_1$  ,  $SW_2$  に第 1 , 第 2 の駆動パルス  $S_1$  ,  $S_2$  を互いにオン・オフが逆になるように供給すると、第 1 のスイッチ素子  $SW_1$  がオンしている（第 1 の直流リアクトル  $L_1$  に直流エネルギーを蓄積している）ときには、第 2 のス

イチ素子  $SW2$  はオフしているので、第2の直流リアクトル  $L2$  に蓄積された直流エネルギーがコンデンサ  $C$  及び負荷3放出され、第2のスイッチ素子  $SW2$  がオンしている（第2の直流リアクトル  $L2$  に直流エネルギーを蓄積している）ときには、第1のスイッチ素子  $SW1$  はオフしているので、第1の直流リアクトル  $L1$  に蓄積された直流エネルギーをコンデンサ  $C$  及び負荷3に放出される。

#### 【0100】

第1のスイッチ素子  $SW1$  のオン期間では、第1の直流リアクトル  $L1$  に  $dI_{L1}/dt > 0$  の電流  $I_{L1}$  が流れ、第2の直流リアクトル  $L2$  に  $dI_{L2}/dt < 0$  の電流  $I_{L2}$  が流れるが、相互誘導により第1の直流リアクトル  $L1$  に誘起される電圧（ $M \cdot dI_{L2}/dt$ ）は自己誘導により第1の直流リアクトル  $L1$  に誘起される電圧（ $L_{L1} \cdot dI_{L1}/dt$ ）と同じ極性である。同様に、第2のスイッチ素子  $SW2$  のオン期間でも、第2の直流リアクトル  $L2$  に  $dI_{L2}/dt > 0$  の電流  $I_{L2}$  が流れ、第1の直流リアクトル  $L1$  に  $dI_{L1}/dt < 0$  の電流  $I_{L1}$  が流れるが、相互誘導により第2の直流リアクトル  $L2$  に誘起される電圧（ $M \cdot dI_{L1}/dt$ ）は自己誘導により第2の直流リアクトル  $L2$  に誘起される電圧（ $L_{L2} \cdot dI_{L2}/dt$ ）と同じ極性である。

#### 【0101】

従って、第1、第2のスイッチ素子  $SW1$ 、 $SW2$  に第1、第2の駆動パルス  $S1$ 、 $S2$  を互いにオン・オフが逆になるように供給した場合、第1、第2のスイッチ素子  $SW1$ 、 $SW2$  のオン期間では、上記（3）式を満たすように、第1、第2の直流リアクトル  $L1$ 、 $L2$  にそれぞれ電流  $I_L$  が流れるから、正常な昇圧チョッパ動作が可能となる。しかも、この場合は、直流リアクトル21及び第1、第2のスイッチ素子  $SW1$ 、 $SW2$  に対して、第1、第2のスイッチ素子  $SW1$ 、 $SW2$  に第1、第2の駆動パルス  $S1$ 、 $S2$  を同位相で供給する場合のような電流  $I_L$  の急激な変化を考慮する必要はない。

#### 【0102】

このため、第3実施形態では、第1、第2のスイッチ素子  $SW1$ 、 $SW2$  に第1、第2の駆動パルス  $S1$ 、 $S2$  を互いにオン・オフが逆になるように供給している。そして、上記のように、第3実施形態でも上記（3）式を満たすように、第1、第2の直流リアクトル  $L1$ 、 $L2$  にそれぞれ電流  $I_L$  が流れるから、第3実施形態も第1実施形態と同様に、実質的に自己インダクタンス（ $L + M$ ）の第1の直流リアクトル  $L1$  を有する第1の昇圧チョッパ回路と自己インダクタンス（ $L + M$ ）の第2の直流リアクトル  $L2$  を有する第2の昇圧チョッパ回路とを互いに独立して動作させる構成となっている。

#### 【0103】

尤も、第3実施形態では、第1のスイッチ素子  $SW1$  がオンのときには第2のスイッチ素子  $SW2$  はオフで、第1のスイッチ素子  $SW1$  がオフのときは第2のスイッチ素子  $SW2$  はオンであるから、第1の直流リアクトル  $L1$  に直流エネルギーが蓄積されているときは第2の直流リアクトル  $L2$  から蓄積した直流エネルギーがコンデンサ  $C$  及び負荷3に放出され、第1の直流リアクトル  $L1$  から蓄積された直流エネルギーがコンデンサ  $C$  及び負荷3に放出されているときには第2の直流リアクトル  $L2$  に直流エネルギーが蓄積される動作が繰り返される。

#### 【0104】

すなわち、第3実施形態は、第1実施形態と異なり、一方の昇圧チョッパ回路が直流エネルギーを蓄積しているときには他方の昇圧チョッパ回路が蓄積した直流エネルギーをコンデンサ  $C$  及び負荷3に放出しており、直流エネルギーの蓄積と放出を互いに補完し合う関係で動作する。

#### 【0105】

従って、第3実施形態の第1、第2の直流リアクトル  $L1$ 、 $L2$  の電流  $I_{L1}$ 、 $I_{L2}$  及び入力電流  $I_{in}$  の波形も第1実施形態と同様に三角波状の波形となるが、第3実施形態では、第1の直流リアクトル  $L1$  の電流  $I_{L1}$  が単調増加しているときには第2の直流リアクトル  $L2$  の電流  $I_{L2}$  が単調減少し、第1の直流リアクトル  $L1$  の電流  $I_{L1}$  が単調減少しているときには第2の直流リアクトル  $L2$  の電流  $I_{L2}$  が単調増加する関係となるから、電流  $I$

$L_1$ と電流  $I_{L2}$ を加算した入力電流  $I_{in}$ の変動幅は第1実施形態に比べて小さくなる。

【0106】

図13は、第3実施形態の昇圧チョッパ装置2の電源供給動作を示す波形図で、第1、第2の駆動パルス  $S_1$ 、 $S_2$ のデューティ比を50%としたときのものである。

【0107】

図13の波形図と図5の波形図を対比すれば、明らかなように、図13の波形図は、図5の波形図において、第2の駆動パルス  $S_2$ 、第2の直流リアクトル  $L_2$ の電流  $I_{L2}$ 及び接続点  $e$ の電圧  $V_e$ の波形の位相を180°遅らせたものとなっている。

【0108】

第1の直流リアクトル  $L_1$ の電流  $I_{L1}$ と第2の直流リアクトル  $L_2$ の電流  $I_{L2}$ の波形は同一の三角波状で、電流  $I_{L2}$ は電流  $I_{L1}$ に対して180°遅れているから、第3実施形態では、電流  $I_{L1}$ に電流  $I_{L2}$ を加算した入力電流  $I_{in}$ の変動幅をほぼゼロにすることができる。また、電圧  $V_d$ が接地レベルのときには電圧  $V_e$ は  $\times V_{in}$ となり、電圧  $V_e$ が接地レベルのときには電圧  $V_d$ は  $\times V_{in}$ となるから、電圧  $V_d$ の波形に電圧  $V_e$ の波形を重畳した出力電圧  $V_o$ の波形も変動が殆どなく、安定して昇圧レベル  $\times V_{in}$ に保持することができる。

【0109】

なお、第3実施形態では、第1のスイッチ素子  $SW_1$ 及び第2のスイッチ素子  $SW_2$ のオン・オフ動作が互い逆になるときに上記の動作を行うので、デューティ比を変化させて昇圧レベルを変化させる場合は、第1の駆動パルス  $S_1$ と第2の駆動パルス  $S_2$ は、第1のスイッチ素子  $SW_1$ 及び第2のスイッチ素子  $SW_2$ のオン・オフ動作が互いに逆になるようにそれぞれ第1のスイッチ素子  $SW_1$ と第2のスイッチ素子  $SW_2$ に供給するとよい。すなわち、第3実施形態では、所定のデューティ比の駆動パルスが一方のスイッチ素子に供給され、その駆動パルスのレベルを反転して他方のスイッチ素子に供給するとよい。

【0110】

第3実施形態では、一方の昇圧チョッパ回路のデューティ比を  $D_1$ (%)とすると、他方の昇圧チョッパ回路のデューティ比  $D_2$ は  $(100 - D_1)$ (%)となる。昇圧チョッパ装置2の出力電圧  $V_o$ は、デューティ比  $D_1$ 、 $D_2$ の大きい方で決まると考えられるので、第3実施形態では、デューティ比50%以上で動作する。従って、第3実施形態は、デューティ比を50%よりも大きい範囲で昇圧チョッパ動作を行う場合に適する。

【0111】

次に、本発明に係る昇圧チョッパ装置の第4実施形態について説明する。

【0112】

第4実施形態は、第3実施形態の変形例で、第3実施形態に対して第1、第2の駆動パルス  $S_1$ 、 $S_2$ が異なる。すなわち、第1、第2の駆動パルス  $S_1$ 、 $S_2$ を第2実施形態と同様にしたものである。第4実施形態の制御回路22は、固定の周波数で所定のデューティ比の同一駆動パルスを位相を180°ずつずらせて第1のスイッチ素子  $SW_1$ と第2のスイッチ素子  $SW_2$ にそれぞれ供給する。ゆえに、第4実施形態においては、デューティ比50%を越える領域では、第1のスイッチ素子  $SW_1$ と第2のスイッチ素子  $SW_2$ が両方ともオンの期間が存在し、デューティ比50%未満の領域では、第1のスイッチ素子  $SW_1$ と第2のスイッチ素子  $SW_2$ が両方ともオフとなる期間が存在することになる。

【0113】

第1、第2のスイッチ素子  $SW_1$ 、 $SW_2$ のオン・オフ動作が互いに逆の期間の動作は、第3実施形態の場合と同じ動作となるので、ここでは、第1のスイッチ素子  $SW_1$ と第2のスイッチ素子  $SW_2$ が両方ともオン及びオフとなる期間の動作について説明する。

【0114】

第1のスイッチ素子  $SW_1$ と第2のスイッチ素子  $SW_2$ が両方ともオン及びオフとなる期間は、第1、第2のスイッチ素子  $SW_1$ 、 $SW_2$ に第1、第2の駆動パルス  $S_1$ 、 $S_2$ を同位相で供給したときと同じことになり、上記(4)式が成り立つことになる。すなわち、実質的に第1の直流リアクトル  $L_1$ の自己インダクタンス及び第2の直流リアクトル



$L_2$ の自己インダクタンスが $L$ から $(L - M)$ に減少したのと等価となる。

【0115】

ゆえに、第1のスイッチ素子 $SW_1$ と第2のスイッチ素子 $SW_2$ が両方ともオン及びオフとなる期間では、上記(4)式を満たすように、非常に大きな変化率で第1, 第2の直流リアクトル $L_1, L_2$ にそれぞれ電流 $I_L$ を流すことになる。

【0116】

以上のようなことから、第4実施形態では、第3実施形態の動作に加えてデューティ比50%を越える領域では、第1のスイッチ素子 $SW_1$ と第2のスイッチ素子 $SW_2$ が両方ともオンの期間が存在し、その期間に自己インダクタンス $(L - M)$ の第1の直流リアクトル $L_1$ を有する第1の昇圧チョッパ回路と自己インダクタンス $(L - M)$ の第2の直流リアクトル $L_2$ を有する第2の昇圧チョッパ回路が同時に第1の直流リアクトル $L_1$ 及び第2の直流リアクトル $L_2$ に直流エネルギーが蓄積される動作が加わることになる。

10

【0117】

一方、デューティ比50%未満の領域では、第1のスイッチ素子 $SW_1$ と第2のスイッチ素子 $SW_2$ が両方ともオフとなる期間が存在し、その期間に自己インダクタンス $(L - M)$ の第1の直流リアクトル $L_1$ を有する第1の昇圧チョッパ回路と自己インダクタンス $(L - M)$ の第2の直流リアクトル $L_2$ を有する第2の昇圧チョッパ回路が同時にコンデンサ $C$ 及び負荷3に直流エネルギーが放出される動作が加わることになる。

【0118】

図14は、第4実施形態のデューティ比50%を越える領域における昇圧チョッパ装置2の電源供給動作を示す波形図で、第1, 第2の駆動パルス $S_1, S_2$ のデューティ比を75%としたときのものである。

20

【0119】

同図に示すように、第1, 第2のスイッチ素子 $SW_1, SW_2$ が両方ともオンになる期間が存在し、その期間に第1, 第2の直流リアクトル $L_1, L_2$ に流れる電流 $I_{L1}, I_{L2}$ が大きく跳ね上がるが、その後第1のスイッチ素子 $SW_1$ もしくは第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオフになった際に、第1, 第2の直流リアクトル $L_1, L_2$ に蓄積された直流エネルギーがコンデンサ $C$ 及び負荷3へ放出され、問題なく昇圧チョッパ動作が行われていることがわかる。

【0120】

30

図15は、第4実施形態のデューティ比50%未満の領域における昇圧チョッパ装置2の電源供給動作を示す波形図で、第1, 第2の駆動パルス $S_1, S_2$ のデューティ比を25%としたときのものである。

【0121】

同図に示すように、第1, 第2のスイッチ素子 $SW_1, SW_2$ が両方ともオフになる期間、すなわち第1, 第2の直流リアクトル $L_1, L_2$ に蓄積された直流エネルギーが一気にコンデンサ $C$ 及び負荷3へ放出される期間が存在するものの、その後第1のスイッチ素子 $SW_1$ もしくは第2のスイッチ素子 $SW_2$ がオンになった際に、第1の直流リアクトル $L_1$ もしくは第2の直流リアクトル $L_2$ への直流エネルギーの蓄積動作が行われ、問題なく昇圧チョッパ動作が行われていることがわかる。

40

【0122】

第4実施形態は、第3実施形態のようなデューティ比の制約はないが、第3実施形態よりも入力電流 $I_{in}$ の変動幅が大きくなるという特徴がある。

【0123】

上記実施形態では、直流リアクトル21を図2や図8のように構成したが、図16や図17に示すように、構成してもよい。図16は、図2の直流リアクトル21の変形例であって、コア211の2つの脚部211a, 211bの間に巻き線が巻回されない脚部215を設けたものである。一方、図17には、図8の直流リアクトル21'の変形例であって、コア211'の3つの脚部211a', 211b', 211c'の中央に巻き線の巻回されない脚部215'を設け、脚部211a', 211b', 211c'の両端をそれ

50

ぞれ脚部 2 1 5 ' の両端に接続したものである。

【 0 1 2 4 】

図 1 6 に示す直流リアクトル 2 1 " では、巻き線 2 1 2 , 2 1 3 に電流が流れることによってコア 2 1 1 内に生じる磁界が主として脚部 2 1 5 を通ることになるので、第 1 の直流リアクトル L 1 と第 2 の直流リアクトル L 2 との間の相互インダクタンス M を低減することができる。図 1 7 に示す直流リアクトル 2 1 " も同様で、巻き線 2 1 2 , 2 1 3 , 2 1 4 に電流が流れることによってコア 2 1 1 ' 内に生じる磁界が主として脚部 2 1 5 ' を通ることになるので、第 1 の直流リアクトル L 1 、第 2 の直流リアクトル L 2 及び第 3 の直流リアクトル L 3 との間の相互インダクタンス M を低減することができる。

【 0 1 2 5 】

なお、直流リアクトルの数が 4 個以上の場合は、図 1 7 において、脚部 2 1 5 ' の周囲に直流リアクトルの数だけ脚部を配置し、それらの脚部の両端を脚部 2 1 5 ' の両端に接続したコアを使用し、脚部 2 1 5 ' の周囲の各脚部に各直流リアクトルの巻き線を巻回して直流リアクトル 2 1 " を製作すればよい。

【 0 1 2 6 】

図 1 6 や図 1 7 に示す直流リアクトル 2 1 " を用いた場合は、各昇圧チョッパ回路の昇圧チョッパ動作における相互インダクタンス M の影響を低減することができる。

【 0 1 2 7 】

上記のように、第 1 ~ 第 4 実施形態によれば、共通のコアに複数の巻き線を巻回して複数の直流リアクトルを一体的に構成し、その直流リアクトルの巻き線の極性に応じて複数のスイッチ素子のオン・オフ動作を適正に制御するようにしているので、各昇圧チョッパ回路の昇圧チョッパ動作に悪影響を与えることなく、昇圧チョッパ装置 2 の小型化、軽量化、低コスト化が可能になる。

【 0 1 2 8 】

なお、上記のように、第 1 ~ 第 4 実施形態には昇圧チョッパ動作の特性に各実施形態に特有の特徴があるので、昇圧チョッパ装置 2 を適用する負荷 3 に応じて各実施形態を使い分けるようにするとよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 9 】

【図 1】本発明に係る昇圧チョッパ回路の第 1 実施形態の等価的な電気回路の構成を示す図である。

【図 2】コアを共通にした 2 つの直流リアクトルの構造を示す斜視図である。

【図 3】2 つの直流リアクトルの巻き線の巻き方を説明するための図である。

【図 4】第 1 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 3 3 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 5】第 1 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 5 0 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 6】第 1 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 7 5 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 7】昇圧チョッパ装置を 3 個の昇圧チョッパ回路の並列接続とし、デューティ比 5 0 % の駆動パルスで駆動する第 1 実施形態の変形例の電源供給動作を示す波形図である。

【図 8】3 個の昇圧チョッパ回路を並列接続した構成とする場合の 3 個の直流リアクトルの構造を示す斜視図である。

【図 9】第 2 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 2 5 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 1 0】第 2 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 5 0 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 1 1】昇圧チョッパ装置を 3 個の昇圧チョッパ回路の並列接続とし、デューティ比 2 0 % の駆動パルスで駆動する第 2 実施形態の変形例の電源供給動作を示す波形図である。

【図 1 2】第 3 実施形態の 2 つの直流リアクトルの巻き線の巻き方を説明するための図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 1 3】第 3 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 5 0 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 1 4】第 4 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 7 5 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 1 5】第 4 実施形態の昇圧チョッパ装置をデューティ比 2 5 % の駆動パルスで駆動したときの電源供給動作を示す波形図である。

【図 1 6】コアを共通にした 2 つの直流リアクトルの構造の変形例を示す図である。

【図 1 7】コアを共通にした 3 つの直流リアクトルの構造の変形例を示す図である。

【図 1 8】従来の昇圧チョッパ装置の等価的な電気回路の構成を示す図である。

10

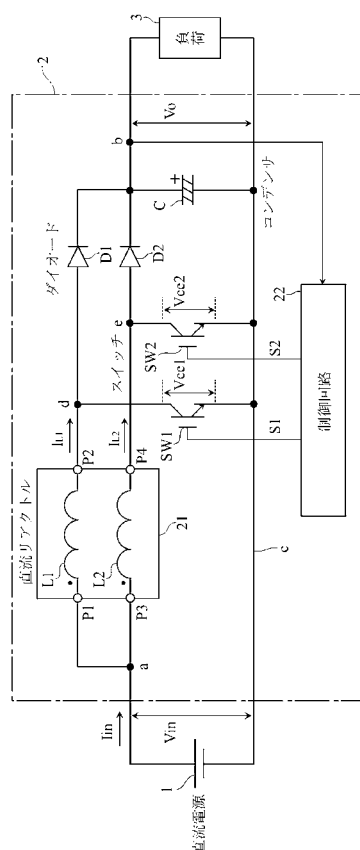
【符号の説明】

【 0 1 3 0 】

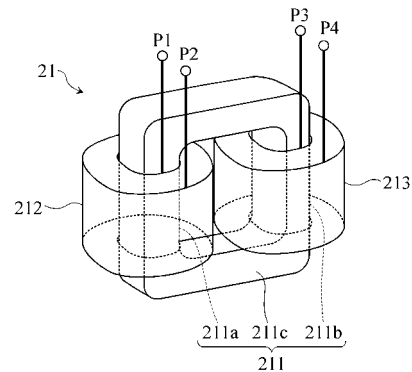
- 1 直流電源
- 2 昇圧チョッパ装置
- 2 1 , 2 1 ' , 2 1 " 直流リアクトル
- 2 1 1 , 2 1 1 ' コア
- 2 1 2 , 2 1 3 , 2 1 4 巻き線
- 2 2 制御回路
- L 1 第 1 の直流リアクトル
- L 2 第 2 の直流リアクトル
- D 1 、 D 2 ダイオード
- S W 1 第 1 のスイッチ素子
- S W 2 第 2 のスイッチ素子
- C コンデンサ
- 3 負荷

20

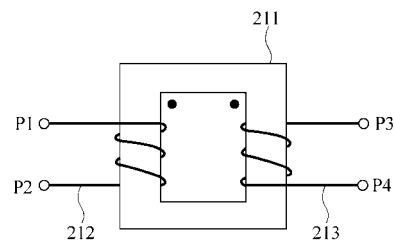
【図 1】



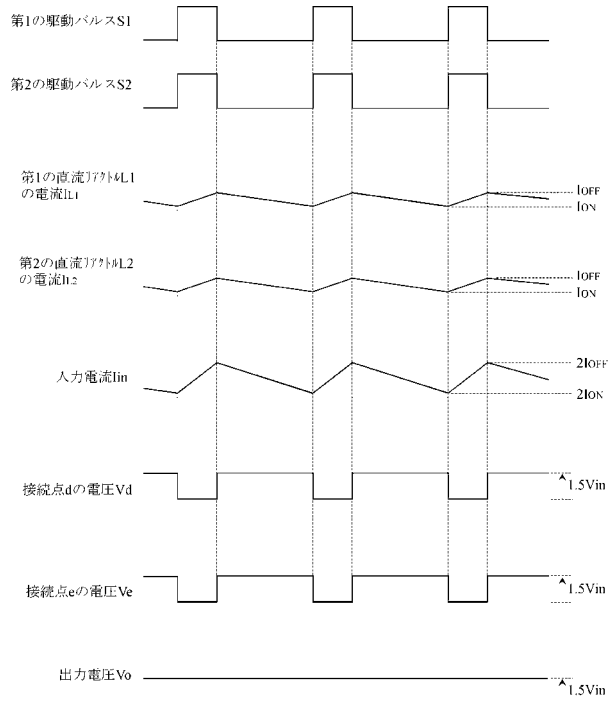
【図 2】



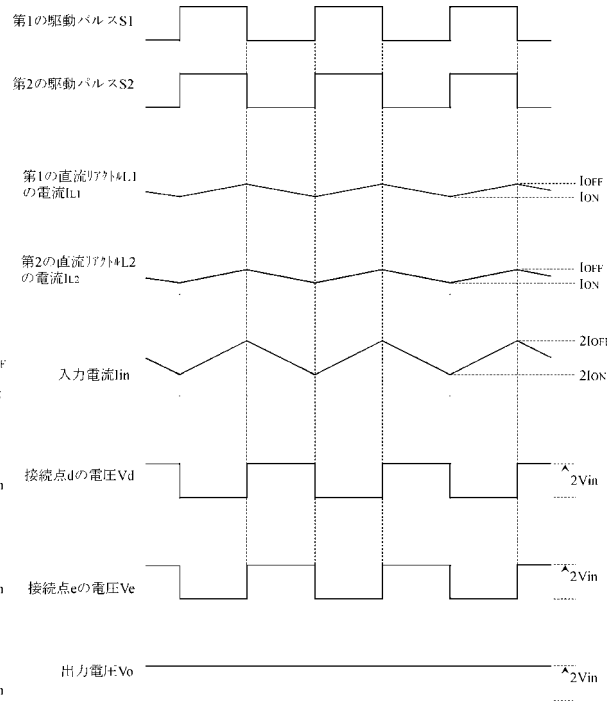
【図 3】



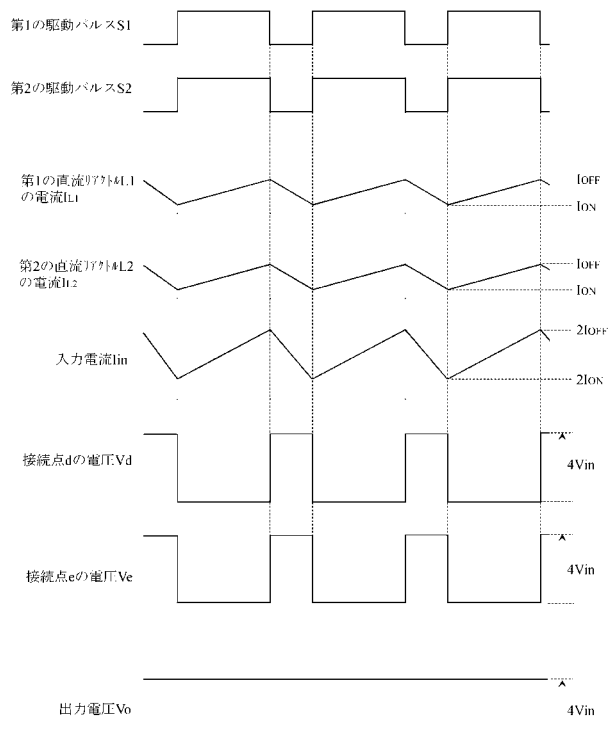
【図 4】



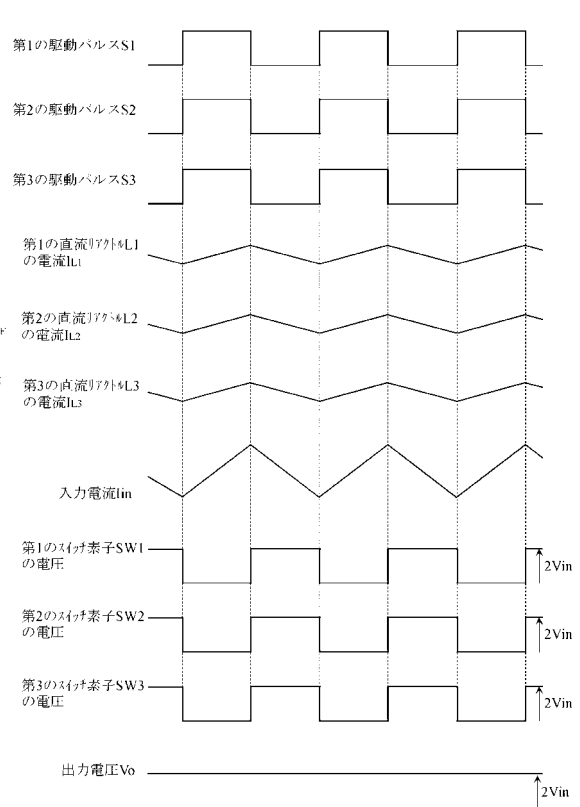
【図 5】



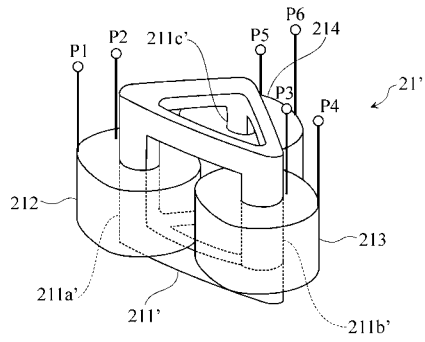
【図 6】



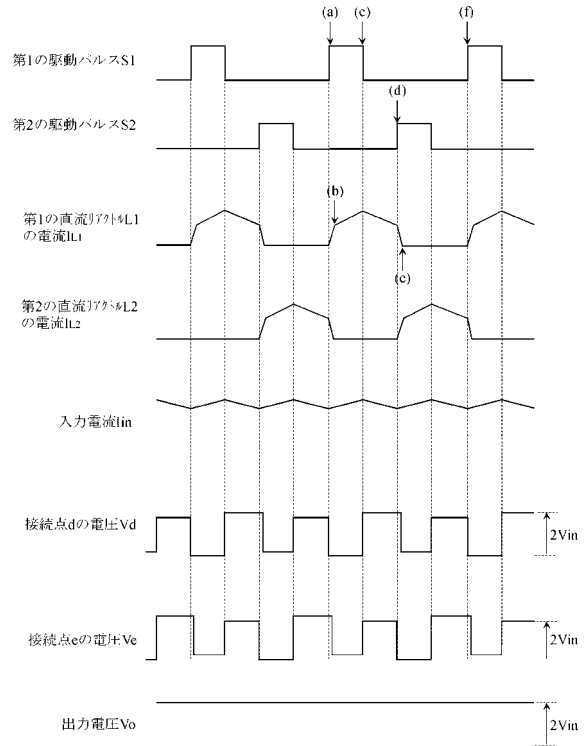
【図 7】



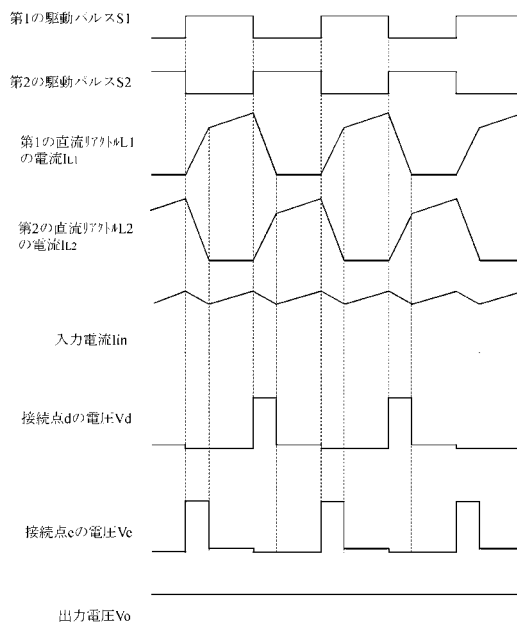
【図 8】



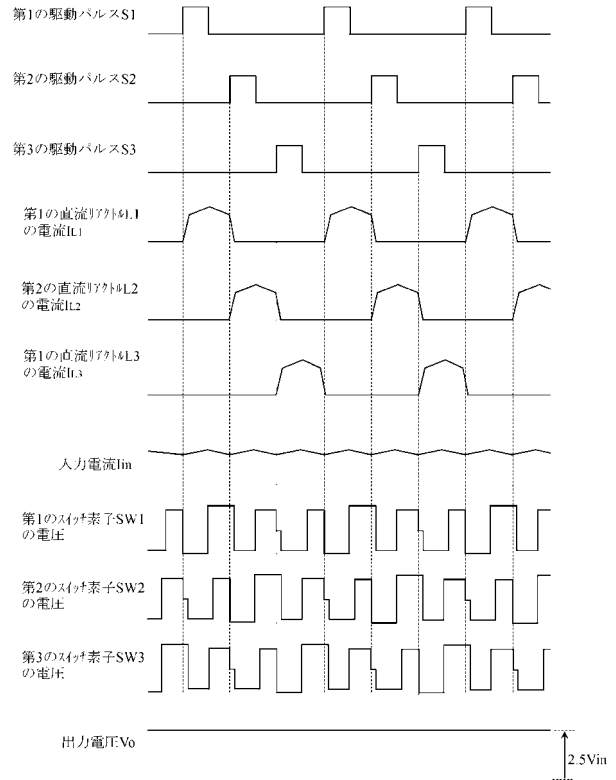
【図 9】



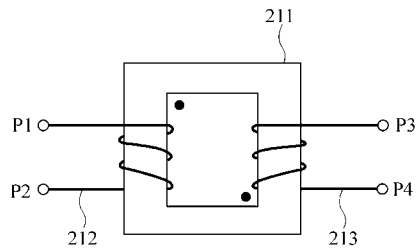
【図 10】



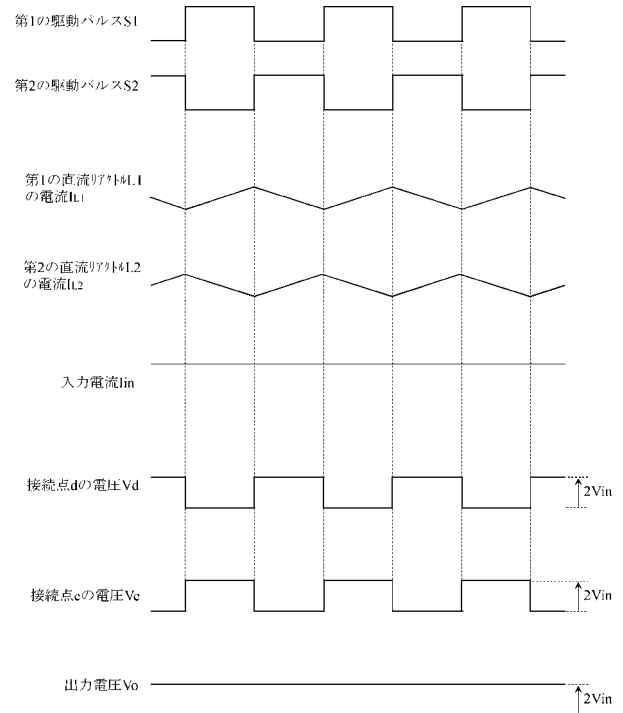
【図 11】



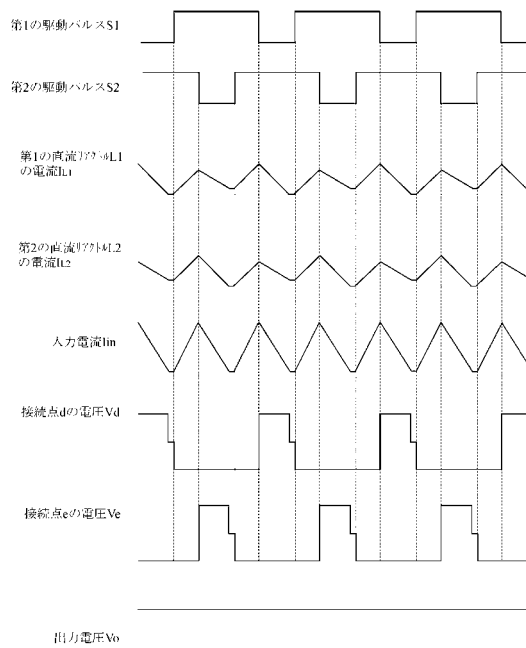
【図 12】



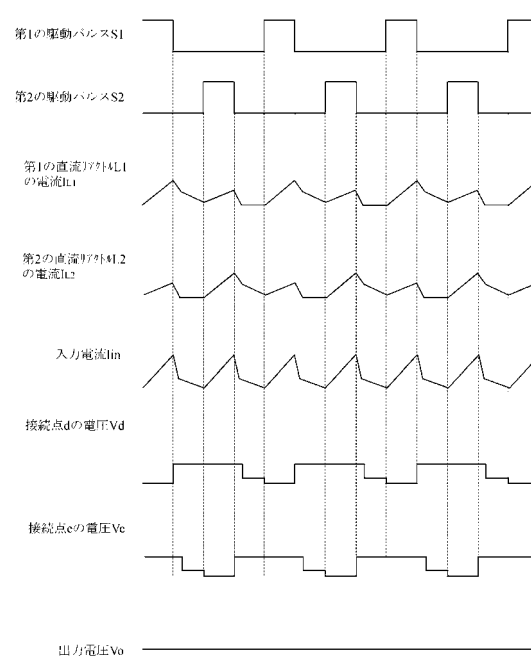
【図 13】



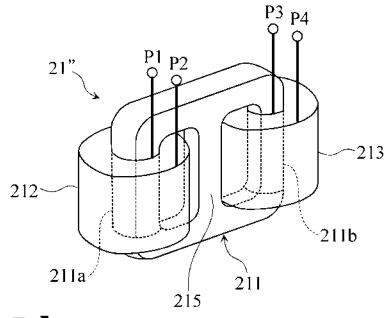
【図 14】



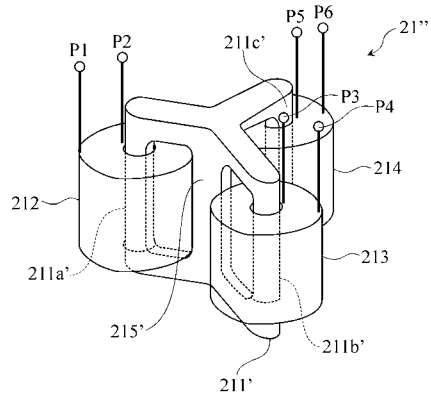
【図 15】



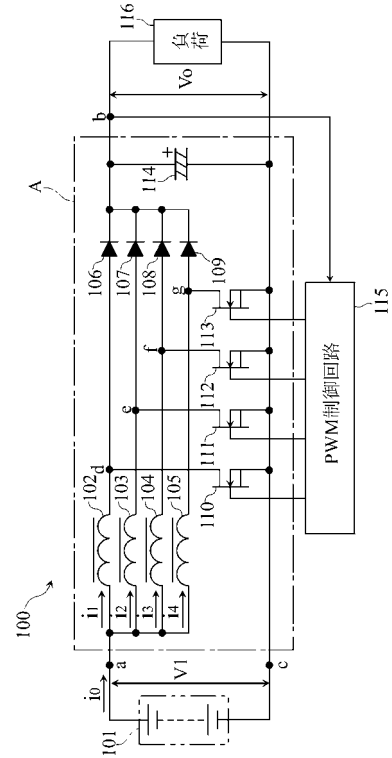
【図16】



【図17】



【図18】



---

フロントページの続き

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特開2005-224058(JP,A)  
特開2005-080442(JP,A)  
特開2003-143852(JP,A)  
特開2003-304681(JP,A)  
特開2009-005579(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02M 3/155