

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年8月6日(06.08.2015)



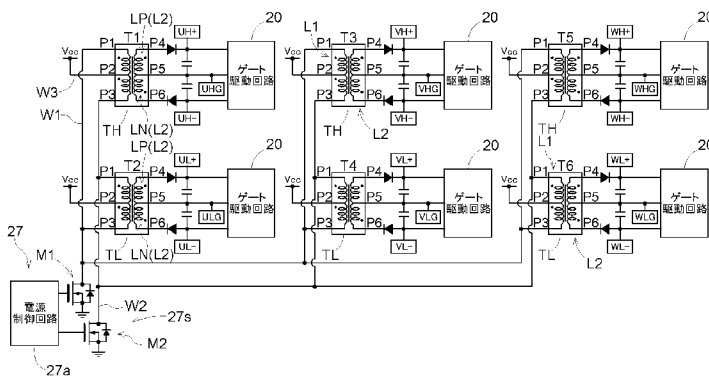
(10) 国際公開番号

WO 2015/115226 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 1/08 (2006.01) H02M 7/5387 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051204
- (22) 国際出願日: 2015年1月19日(19.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-013512 2014年1月28日(28.01.2014) JP
- (71) 出願人: アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 (AISIN AW CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 中村恭士(NAKAMURA Yasushi); 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). ▲高▼倉裕司(TAKAKURA Yujii); 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 R & C (R&C IP LAW FIRM); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目3番3号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



20 Gate drive circuit
27a Power supply control circuit

(57) Abstract: Provided is a transformer-type power conversion device constructed so that the power consumption of a circuit connected to a primary side coil is balanced. A first transformer (TH) and a second transformer (TL) each have a secondary side coil (L2) having a positive output coil (LP) and a negative output coil (LN) which are different in output power. Which one of the two connection ends (P1, P3) of a primary side coil (L1) is connected to each of first and second power wires (W1, W2), which are two wires for connecting an AC power source (27) and the primary side coil (L1), is made to differ between the first transformer (TH) and the second transformer (TL). Alternatively, the polarities of the positive and negative output coils (LP, LN) are made to differ between the first transformer (TH) and the second transformer (TL).

(57) 要約: 一次側コイルに接続される回路の消費電力が均衡するように構成されたトランス型の電力変換装置を提供する。第1トランスTHと第2トランスTLとのそれぞれの二次側コイルL2は、出力電力が異なる正出力コイルLPと負出力コイルLNとを有するものであり、交流電力源27と一次側コイルL1とを接続する2本の配線である第1電力配線

W1と第2電力配線W2とのそれぞれの接続先が、一次側コイルL1の2つの接続端P1, P3のいずれであるかが、第1トランスTHと第2トランスTLとで互いに異なるように構成されている、又は、正出力コイルLPと負出力コイルLNとの極性が、第1トランスTHと第2トランスTLとで互いに異なるように構成されている。

WO 2015/115226 A1

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、一次側コイルと二次側コイルとの間で電力変換するトランスを有した電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、電気自動車やハイブリッド自動車などの動力に用いられる大出力の交流モータは高い電圧で駆動される。また、このような自動車に搭載される高電圧の電源は、直流のバッテリーであるから、スイッチング素子を用いたインバータ回路によって3相交流に変換される。インバータ回路を駆動する信号、例えばスイッチング素子の制御信号は、モータに駆動電力を供給する高電圧回路とは絶縁され、この高電圧回路よりも遥かに低電圧で動作する制御回路によって生成される。従って、例えば特開2009-130967号公報（特許文献1）の図1に例示されたように、モータを駆動する制御装置には、制御回路によって生成された制御信号をインバータ回路に中継するための駆動回路が備えられる。特許文献1の図3に例示されているように、この駆動回路の電源には、インバータ回路と制御回路との絶縁を確保するために、しばしばトランスが利用される。

[0003] ところで、駆動回路には、所望の出力を得るために負電源が必要なものがある。この際、基準電圧（例えばグラウンド）に対して正側の電圧を出力する正出力コイルと、負側の電圧を出力する負出力コイルが必要となるが、正出力コイルと負出力コイルとの出力電力に差が生じる場合がある。この差が2倍以上となるなど、電力差が比較的大きいと、トランスの一次側の電源回路内において消費電力（消費電流）の不均衡が生じる。例えば、特許文献1の図3において一次側の電源回路を構成するスイッチング素子（M1，M2）の消費電力に不均衡が生じる。一次側回路を構成する回路素子（例えばスイッチング素子）は、電気的特性が同一仕様の部品を用いることが好ましい

が、消費電力が大きくなる側に合わせて部品を選定すると、消費電力が相対的に少ない側ではオーバースペックとなる。

このため、部品コストや実装基板の面積増大による基板コストが増大する可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-130967号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記背景に鑑みて、二次側コイルが、二次側の基準電圧に対して出力電圧が正となる正出力コイルと出力電圧が負となる負出力コイルとを有し、正出力コイルと負出力コイルとの出力電力がそれぞれ異なる場合においても、一次側コイルに接続される回路の消費電力が均衡するように構成されたトランス型の電力変換装置の提供が望まれる。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題に鑑みた本発明に係る電力変換装置の特徴構成は、

一次側コイルと二次側コイルとの間で電力変換するトランスを、第1トランスと第2トランスとの少なくとも2つ有した電力変換装置であって、

前記第1トランスと前記第2トランスとのそれぞれの前記二次側コイルは、二次側の基準電圧に対して出力電圧が正となる正出力コイルと出力電圧が負となる負出力コイルとを有すると共に、前記正出力コイルと前記負出力コイルとの出力電力がそれぞれ異なるものであり、

交流電力源と前記一次側コイルとを接続する2本の配線である第1電力配線と第2電力配線とのそれぞれの接続先が、前記一次側コイルの2つの接続端のいずれであるかが、前記第1トランスと前記第2トランスとで互いに異なるように構成されている、又は、

前記正出力コイルと前記負出力コイルとの極性が、前記第1トランスと前

記第2トランスとで互いに異なるように構成されている点にある。

[0007] 第1電力配線と第2電力配線とのそれぞれの接続先が、一次側コイルの2つの接続端のいずれであるかが、第1トランスと第2トランスとで互いに異なるように構成されていると、第1トランスと第2トランスとが同一のハードウェア構成であっても、二次側コイルへの作用を異ならせることができる。また、正出力コイルと負出力コイルとの極性が、第1トランスと第2トランスとで互いに異なるように構成されていると、第1トランスと第2トランスとに対する電力配線の接続形態が同一であっても、二次側コイルへの作用を異ならせることができる。例えば、第1電力配線を流れる電流は、第1トランスの正出力コイルに作用する際には第2トランスの負出力コイルに作用し、第1トランスの負出力コイルに作用する際には第2トランスの正出力コイルに作用する。一方、第2電力配線を流れる電流は、第1トランスの負出力コイルに作用する際には第2トランスの正出力コイルに作用し、第1トランスの正出力コイルに作用する際には第2トランスの負出力コイルに作用する。即ち、第1電力配線及び第2電力配線を流れる電流は、それぞれ第1トランス及び第2トランスの正負の出力に均等に作用するから、電流は、第1電力配線及び第2電力配線をバランスよく流れることになる。従って、正出力コイルと負出力コイルとの出力電力がそれぞれ異なる場合においても、一次側コイルに接続される回路の消費電力が均衡するように構成されたトランス型の電力変換装置を実現することができる。

[0008] 本発明のさらなる特徴と利点は、図面を参照して説明する本発明の実施形態についての以下の記載から明確となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]モータ制御装置の構成例を模式的に示すブロック図

[図2]電力変換装置の第1の構成例を模式的に示すブロック図

[図3]第1の構成例に対応する従来例の構成例を模式的に示すブロック図

[図4]第1の構成例における一次側の電流波形

[図5]第1の構成例に対応する従来例における一次側の電流波形

[図6]電力変換装置の第2の構成例を模式的に示すブロック図

[図7]第2の構成例に対応する従来の構成例を模式的に示すブロック図

[図8]第2の構成例における一次側の電流波形

[図9]第2の構成例に対応する従来の構成例における一次側の電流波形

[図10]電力変換装置の第3の構成例を模式的に示すブロック図

発明を実施するための形態

[0010] 以下、電気自動車やハイブリッド自動車の動力用モータ（回転電機）を制御するモータ制御装置に用いられる電力変換装置を例として、本発明の実施形態を説明する。はじめに、図1を参照して、モータ制御装置の構成について説明する。モータ90は、3相交流モータであり、発電機としても機能する。

[0011] モータ制御装置には、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）やFET（Field Effect Transistor）などのスイッチング素子を用い、直流を3相交流に変換するインバータ回路1が構成されている。当然ながら、バイポーラ型など種々の構造のパワートランジスタを用いてインバータ回路を構成することも可能である。インバータ回路1は、図1に示すように、6つのスイッチング素子10を備えて構成される。各スイッチング素子10は、フリーホイールダイオードを備えて構成されている。

[0012] スwitchング素子10には、高圧電源としての高圧バッテリー55から直流電圧が印加され、U相、V相、W相の3相交流に変換される。モータ90が自動車の動力用モータである場合、スイッチング素子10には数百ボルトの直流電圧が入力され、スイッチング素子10からは、3相のモータ駆動電流が出力される。これらのモータ駆動電流は、モータ90のU相、V相、W相のステータコイルと接続される。

[0013] モータ制御装置には、インバータ回路1の電源電圧よりも遥かに低電圧で動作するモータ制御回路30が備えられている。モータ制御回路30へは、低圧電源としての低圧バッテリー75から、例えば12ボルト程度の直流電圧が供給される。尚、低圧電源は、低圧バッテリー75に限らず、高圧バッテリー

55の電圧を降圧するDC-DCコンバータなどによって構成されてもよい。モータ制御回路30は、マイクロコンピュータやDSP (digital signal processor) などを中核部品として構成される。マイクロコンピュータやDSPなどの動作電圧は、一般的に3.3ボルトや5ボルトであるから、モータ制御回路30には、低圧バッテリー75から供給される12ボルトの電源電圧から動作電圧を生成するレギュレータ回路も構成されている。

[0014] モータ制御回路30は、車両の運行を制御する不図示のECU (Electronic Control Unit) などからCAN (Controller Area Network) などの通信によって取得する指令に従って、モータ90を制御する。また、モータ制御回路30は、モータ90の挙動を検出する電流センサ91や回転センサ92からの検出信号を受け取り、モータ90の動作状態に応じたフィードバック制御を実行する。モータ制御回路30は、モータ90を制御するためにインバータ回路のスイッチング素子10を駆動する駆動信号を生成する。スイッチング素子10がIGBTやFETである場合、これらの制御端子はゲート端子であるので、本実施形態では制御端子に入力される駆動信号をゲート駆動信号と称する。

[0015] モータ制御装置には、モータ制御回路30において生成されたゲート駆動信号に基づいてインバータ回路1のスイッチング素子10を駆動するゲート駆動回路20が備えられている。また、モータ制御装置には、ゲート駆動回路20に電力を供給する電力供給回路2 (電力変換) が備えられている。電力供給回路2は、絶縁部品1Sとしてのトランス (T1~T6, T10~T50) により構成される (図2、図6等参照)。トランスは、一次側コイルと二次側コイルとの間を電磁結合して信号やエネルギーを伝送する公知の絶縁部品である。従って、低電圧回路と高電圧回路との絶縁を保って、ゲート駆動回路20などへ電源電圧を供給することができる。尚、電力供給回路2は、電源回路27により制御される。絶縁部品1Sには、モータ制御回路30が生成したゲート駆動信号をゲート駆動回路20に伝送するフォトカプラ (不図示) も含む。フォトカプラは、入力側に発光ダイオード、出力側にフ

フォトダイオード又はフォトトランジスタを備え、入力側から出力側へ光によってワイヤレス伝送する公知の絶縁部品である。従って、低電圧回路と高電圧回路との絶縁を保って、ゲート駆動回路20へゲート駆動信号を伝達することができる。

[0016] 上述したように、インバータ回路1は高電圧で動作する高電圧回路であり、モータ制御回路30は低電圧で動作する低電圧回路である。高電圧回路と低電圧回路とは、所定の絶縁距離だけ離間して配置される。高電圧回路と低電圧回路とは、上述したような絶縁部品15によってワイヤレスで結合される。例えば、低電圧回路に属するモータ制御回路30において生成されたゲート駆動信号は、絶縁部品15であるフォトカプラの入力端子に接続される。フォトカプラの出力端子は、高電圧回路に属するゲート駆動回路20のドライバICに接続される。フォトカプラによって、低電圧回路と高電圧回路との絶縁が保たれた状態で、モータ制御回路30からゲート駆動回路20へゲート駆動信号が伝送される。そして、ゲート駆動回路20のドライバICにより、高電圧回路に属するインバータ回路1のスイッチング素子10が駆動制御される。

[0017] 上述したように、モータ制御装置には、ゲート駆動回路20に電力を供給する電力供給回路2が備えられている。電力供給回路2は、図2等に応示するように、絶縁部品15としてのトランス(T1～T6)により構成される。トランス(T1～T6)への一次電圧(Vcc)は、低電圧回路であるモータ制御回路30の定電圧回路において一定の電圧に安定化されて供給される。上述したようにモータ制御回路30には、例えば低圧バッテリー75から12ボルトの電源電圧が供給されるが、バッテリーの電圧は負荷によって変動する。そこで、レギュレータICなどにより構成された定電圧回路により安定化された定電圧の一次電圧(Vcc)がトランス(T1～T6)へ供給される。

[0018] トランス(T1～T6)は、本実施形態においては、インバータ回路の6つのスイッチング素子10のそれぞれに対応して、6つ備えられている。各

トランス（ $T1 \sim T6$ ）からは、それぞれ二次電圧が出力される。各トランス（ $T1 \sim T6$ ）は同じ構成であり、ほぼ同電圧の二次電圧が出力される。図2において各トランス（ $T1 \sim T6$ ）の二次側に配置されたダイオードは整流用ダイオードであり、コンデンサは平滑用コンデンサであり、これらにより整流回路が構成されている。

[0019] 電源回路27（交流電力源）は、電力供給回路2としてのトランス（ $T1 \sim T6$ ）を制御する。電源回路27は、一次側コイル $L1$ に印加される電圧を制御する2つのスイッチング素子（ $M1, M2$ ）を有するスイッチング制御回路27sと、これらのスイッチング素子（ $M1, M2$ ）を制御する電源制御回路27aとを有して構成されている。ここでは、電源回路27として、プッシュプル型の構成を例示している。電源回路27からは交流が出力され、電源回路27は、交流電力源として作用する。上述したように、トランス（ $T1 \sim T6$ ）への一次電圧（ V_{cc} ）は、安定化されているので、二次側の出力電圧を一次側にフィードバックすることなく、トランス（ $T1 \sim T6$ ）の変圧比によって二次側の出力電圧が決定される。

[0020] 上述したように、電力供給回路2は、インバータ回路1のスイッチング素子10を駆動するゲート駆動回路20に電力を供給する。ここで、スイッチング素子10が、IGBTの場合には、オン・オフが切り替わるしきい値電圧が、概ね6～7[V]程度である。この場合、ノイズ等によって二次電圧が変動したとしても、二次電圧の基準電圧（例えば二次側のグラウンド： $**G$ （ $UHG, VHG, WHG, ULG, VLG, WLG$ ））に対して、十分にマージンを有しており、ノイズ耐性は確保されやすい。一方、スイッチング素子10が炭化ケイ素（SiC）を用いたMOSFETでは、しきい値電圧がIGBTよりも低く、概ね2.5[V]程度となる場合がある。従って、スイッチング素子10がIGBTの場合に比べて、ノイズ耐性が弱くなる。尚、基準電圧“ $**G$ ”の“ U, V, W ”は、それぞれインバータ回路1のU相、V相、W相に対応するスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ供給される電源の基準電圧であることを示している。また、基準電圧“

“**G”の“H, L”は、それぞれインバータ回路1の各相の上段(H)側及び下段(L)側に対応するスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ供給される電源の基準電圧であることを示している。

[0021] SiC-MSFETは、IGBTに比べてスイッチング速度が速く、耐熱性も高い。このため、生産性やコストが満足できれば、将来的に採用率が大きく伸びる可能性がある。一方で、SiC-MSFETは上述したようにノイズ耐性に課題がある。このため、例えば、ゲート駆動信号の振幅を十分に確保するために、二次電圧の基準電圧(**G)よりも低い負電圧を与え、ゲート駆動回路20の飽和特性を改善し、正電圧と基準電圧(**G)との電圧差を確保すると好適である。

[0022] 図2における二次電圧“**+ (UH+, VH+, WH+, UL+, VL+, WL+)”は、基準電圧(**G)に対する正電圧を示しており、例えば“+15~+20[V]”である。同様に、図2における二次電圧“**- (UH-, VH-, WH-, UL-, VL-, WL-)”は、基準電圧(**G)に対する負電圧を示しており、例えば“-5~-10[V]”である。正電圧“**+”及び負電圧“**-”の“U, V, W”は、それぞれインバータ回路1のU相、V相、W相に対応するスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ供給される電源の電圧であることを示している。また、正電圧“**+”及び負電圧“**-”の“H, L”は、それぞれインバータ回路1の各相の上段(H)側及び下段(L)側に対応するスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ供給される電源の電圧であることを示している。

[0023] このように、二次側に正電圧“**+”及び負電圧“**-”を出力可能なように、各トランス(T1~T6)は、二次側の基準電圧(**G)に対して出力電圧が正(**+)となる正出力コイルLPと出力電圧が負(**-)となる負出力コイルLNとを有する。正出力コイルLPと負出力コイルLNとは、電氣的に接続されており、この接続点(P5)は基準電圧(**G)である。尚、トランス(T1~T6)の内、インバータ回路1の各相の

上段（H）側のスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ電力を供給するものを上段側トランスTH、各相の下段（L）側のスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ電力を供給するものを下段側トランスTLと称する。図2に示す態様においては、上段側トランスTHが第1トランスに、下段側トランスTLが第2トランスに対応し、電力供給回路2（電力変換装置）は、一次側コイルL1と二次側コイルL2との間で電力変換するトランスを、第1トランス（TH）と第2トランス（TL）との少なくとも2つ有して構成されている。

[0024] ところで、上述したように、正電圧が“+15～+20[V]”であり、負電圧が“-5～-10[V]”となるように、正負の電圧が異なる電圧であり、正出力コイルLPの出力電流と負出力コイルLNの出力電流との比率が電圧の比率の逆比に比べて小さいような場合には、正出力コイルLPと負出力コイルLNとの出力電力がそれぞれ異なるものとなる。この際、電源回路27を構成するスイッチング素子（M1，M2）の消費電力に不均衡が生じる可能性がある（図5等参照、詳細は後述する）。このため、電力供給回路2（電力変換装置）は、図2に示すように、電源回路27（交流電力源）と一次側コイルL1とを接続する2本の配線である第1電力配線W1と第2電力配線W2とのそれぞれの接続先が、一次側コイルL1の2つの接続端（P1，P3）のいずれであるかが、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とで互いに異なるように構成されている。

[0025] 図2に示すように、一次側コイルL1（1-2-3巻線）は、中点“P2”が第3電力配線W3を介して一次電圧（Vcc）に接続され、両端“P1，P3”が、それぞれ電源制御回路27aによって相補的にスイッチングされるスイッチング素子（M1，M2）を介して一次側のグラウンドに接続されている。具体的には、上段側トランスTH（第1トランス）の第1端子“P1”は第1電力配線W1及び第1スイッチング素子M1を介して一次側のグラウンドに接続され、第2端子“P3”は第2電力配線W2及び第2ス

ッチング素子M 2を介して一次側のグラウンドに接続されている。一方、下段側トランスT L（第2トランス）は、上段側トランスT H（第1トランス）とは反対に、第1端子“P 1”が第2電力配線W 2及び第2スイッチング素子M 2を介して、第2端子“P 3”が第1電力配線W 1及び第1スイッチング素子M 1を介して、一次側のグラウンドに接続されている。

[0026] 図3は、図2に対する比較例を示している。この比較例では、電源回路27（交流電力源）と一次側コイルL 1とを接続する2本の配線である第1電力配線W 1と第2電力配線W 2とのそれぞれの接続先が、一次側コイルL 1の2つの接続端（P 1，P 3）のいずれであるかが、上段側トランスT H（第1トランス）と下段側トランスT L（第2トランス）とで同一である。図4及び図5は、一次側の電流波形のシミュレーション結果を例示している。図4は、図2の構成例における電流波形を示しており、図5は、図3の構成例（図2に対する比較例）における電流波形を示している。図4の電流波形では、スイッチング素子（M 1，M 2）の消費電力に不均衡が生じておらず、図5の電流波形では、スイッチング素子（M 1，M 2）の消費電力に不均衡が生じていることが分かる。

[0027] 図2に示す回路において、第2スイッチング素子M 2がオンした場合には、上段側トランスT H（第1トランス）の一次側コイルL 1の2－3巻線に“P 2→P 3”の電流が流れ、二次側コイルL 2の4－5巻線（正出力コイルL P）には巻線比に応じた電圧が発生する。そして、ダイオード及びコンデンサを介して“P 4→P 5”の電流が流れ、正出力コイルL Pからゲート駆動回路20に電力が出力される。二次側コイルL 2の5－6巻線（負出力コイルL N）にも巻線比に応じた電圧が発生するが、端子“P 6”の方が端子“P 5”に対して高い電圧となるので、逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、負出力コイルL Nからゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0028] この時、下段側トランスT L（第2トランス）では、一次側コイルL 1の1－2巻線に“P 2→P 1”の電流が流れ、二次側コイルL 2の5－6巻線

(負出力コイル L_N)に巻線比に応じた電圧が発生する。この際、端子“P 5”の方が端子“P 6”に対して高い電圧となり、ダイオード及びコンデンサを介して“P 5 $\rightarrow$ P 6”の電流が流れる。その結果、負出力コイル L_N からゲート駆動回路20に電力が出力される。二次側コイル L_2 の4-5巻線(正出力コイル L_P)にも巻線比に応じた電圧が発生するが、端子“P 5”の方が端子“P 4”に対して高い電圧となるので、逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、正出力コイル L_P からゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0029] 一方、図2に示す回路において、第1スイッチング素子M1がオンした場合には、上段側トランスTH(第1トランス)の一次側コイル L_1 の1-2巻線に“P 2 $\rightarrow$ P 1”の電流が流れ、二次側コイル L_2 の5-6巻線(負出力コイル L_N)に巻線比に応じた電圧が発生する。この際、端子“P 5”の方が端子“P 6”に対して高い電圧となるので、ダイオード及びコンデンサを介して“P 5 $\rightarrow$ P 6”の電流が流れる。その結果、負出力コイル L_N からゲート駆動回路20に電力が出力される。二次側コイル L_2 の4-5巻線(正出力コイル L_P)にも巻線比に応じた電圧が発生するが、端子“P 5”の方が端子“P 4”に対して高い電圧となるので、逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、正出力コイル L_P からゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0030] この時、下段側トランスTL(第2トランス)では、一次側コイル L_1 の2-3巻線に“P 2 $\rightarrow$ P 3”の電流が流れ、二次側コイル L_2 の4-5巻線(正出力コイル L_P)には巻線比に応じた電圧が発生する。そして、ダイオード及びコンデンサを介して“P 4 $\rightarrow$ P 5”の電流が流れ、正出力コイル L_P からゲート駆動回路20に電力が出力される。二次側コイル L_2 の5-6巻線(負出力コイル L_N)にも巻線比に応じた電圧が発生するが、端子“P 6”の方が端子“P 5”に対して高い電圧となるので、逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、負出力コイル L_N からゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0031] このように、相補的にオン・オフ制御される第1スイッチング素子M1及び第2スイッチング素子M2に応じて、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とは、相補的に正出力コイルLP及び負出力コイルLNから電力を出力する。従って、正出力コイルLPと負出力コイルLNとの出力電力に差が生じる場合であっても、インバータ回路1の各相（U相、V相、W相）のアームを構成する上段及び下段のスイッチング素子10に対応するゲート駆動回路20へ電力を供給する一対のトランス（それぞれT1とT2の対、T3とT4の対、T5とT6の対）の一次側において、電流は第1電力配線W1及び第2電力配線W2をバランスよく流れることになる（図4参照）。

[0032] 以下、図3に示す比較例の回路における動作について説明する。上段側トランスTH（第1トランス）と第1電力配線W1及び第2電力配線W2の接続形態は、図2に示す第1の構成例の回路と同様であるから、第2スイッチング素子M2がオンした場合、第1の構成例の回路と同様に、正出力コイルLPからゲート駆動回路20に電力が出力される。負出力コイルLNからゲート駆動回路20には電力が出力されない。一方、下段側トランスTL（第2トランス）と第1電力配線W1及び第2電力配線W2の接続形態は、図2に示す第1の構成例の回路と、図3に示す比較例の回路とで異なっている。比較例においては、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とで同一の接続形態となっている。

[0033] このため、下段側トランスTL（第2トランス）でも、正出力コイルLPからゲート駆動回路20に電力が出力される。即ち、一次側コイルL1の2－3巻線に“P2→P3”の電流が流れ、二次側コイルL2の4－5巻線（正出力コイルLP）に巻線比に応じた電圧が発生する。そして、ダイオード及びコンデンサを介して“P4→P5”の電流が流れ、正出力コイルLPから電力が出力される。二次側コイルL2の5－6巻線（負出力コイルLN）にも巻線比に応じた電圧が発生するが、端子“P6”の方が端子“P5”に対して高い電圧となるので、逆方向接続されているダイオードにより電流が

流れない。従って、負出力コイルL Nからゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0034] 第1スイッチング素子M1がオンした場合、上段側トランスTH（第1トランス）には、第1の構成例の回路と同様に、負出力コイルL Nからゲート駆動回路20に電力が出力される。正出力コイルL Pからゲート駆動回路20には電力が出力されない。図3に示す比較例の回路では、第1スイッチング素子M1がオンした場合、下段側トランスTL（第2トランス）でも、負出力コイルL Nからゲート駆動回路20に電力が出力される。即ち、下段側トランスTL（第2トランス）の一次側コイルL1の1-2巻線に“P2→P1”の電流が流れ、二次側コイルL2の5-6巻線（負出力コイルL N）には巻線比に応じた電圧が発生する。端子“P5”の方が端子“P6”に対して高い電圧となるので、ダイオード及びコンデンサを介して“P5→P6”の電流が流れ、負出力コイルL Nから電力が出力される。二次側コイルL2の4-5巻線（正出力コイルL P）にも巻線比に応じた電圧が発生するが、端子“P5”の方が端子“P4”に対して高い電圧となるので、逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、正出力コイルL Pからゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0035] 即ち、図3の回路構成では、相補的にオン・オフ制御される第1スイッチング素子M1及び第2スイッチング素子M2に応じて、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とは、同一極性のコイルから電力を出力する。従って、正出力コイルL Pと負出力コイルL Nとの出力電力に差がある場合には、インバータ回路1の各相（U相、V相、W相）のアームを構成する上段及び下段のスイッチング素子10に対応するゲート駆動回路20へ電力を供給する一対のトランス（それぞれT1とT2の対、T3とT4の対、T5とT6の対）の一次側において、第1電力配線W1及び第2電力配線W2を流れる電流が図5に示すように不均衡となる。上述したように、第1スイッチング素子M1がオンしている際には、相対的に出力電力の小さい負出力コイルL Nから電力が出力される。従って、図5

に示すように、第1スイッチング素子M1がオンしている間に比べて、第2スイッチング素子M2がオンしている間の方が多くの電流が流れ、一次側において消費電力の不均衡が生じる。

[0036] 以上、図2を参照して説明したが、電力供給回路2（電力変換装置）の構成は、図2に例示した構成（第1の構成例）に限定されるものではない。第1の構成例では、それぞれが正負両出力に対応した2つのトランス（それぞれT1とT2、T3とT4、T5とT6）を対として、対となる2つのトランスが互いに一次側の電力配線が異なるように配線されていた。図6に例示する第2の構成例では、それぞれが正負両出力に対応した2つの二次側コイルL2を対として、対となる2つの二次側コイルL2同士で互いに正出力コイルLPの極性、及び負出力コイルLNの極性が異なるように構成されている。

[0037] 図6に示すように、第2の構成例では、インバータ回路1の各相（U相、V相、W相）のアームに対応して1つずつのトランス（T10、T30、T50）が備えられている。各トランス（T10、T30、T50）は、インバータ回路1の各相の上段（H）側のスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ電力を供給する上段側トランスTH（第1トランス）、各相の下段（L）側のスイッチング素子10のゲート駆動回路20へ電力を供給する下段側トランスTL（第2トランス）を備えて構成されている。より詳しくは、各トランス（T10、T30、T50）は、共通の一次側コイルL1（1-2-3巻線）に対して異なる二次側コイルL2（4-5-6巻線、及び7-8-9巻線）を備えた複合トランスとして構成されている。換言すれば、1-2-3巻線と4-5-6巻線とにより上段側トランスTH（第1トランス）が構成され、1-2-3巻線と7-8-9巻線とにより下段側トランスTL（第2トランス）が構成されている。

[0038] 第2の構成例において一次側コイルL1（1-2-3巻線）は、第1の構成例と同様に、中点“P2”が第3電力配線W3を介して一次電圧（Vcc）に接続され、両端“P1、P3”が、それぞれ電源制御回路27aによっ

て相補的にスイッチングされるスイッチング素子 (M 1, M 2) を介して一次側のグラウンド (基準電圧 “* * G”) に接続されている。第 2 の構成例では、一次側コイル L 1 が共通であるから、上段側トランス T H (第 1 トランス) 及び下段側トランス T L (第 2 トランス) の双方において、一次側コイル L 1 の第 1 端子 “P 1” が第 1 電力配線 W 1 及び第 1 スwitching 素子 M 1 を介して一次側のグラウンドに接続され、第 2 端子 “P 3” が第 2 電力配線 W 2 及び第 2 スwitching 素子 M 2 を介して一次側のグラウンドに接続されている。

[0039] 一方、第 1 の構成例では、上段側トランス T H (第 1 トランス) 及び下段側トランス T L (第 2 トランス) の双方において、二次側コイル L 2 の構成 (極性) が共通であったが、第 2 の構成例では、各相のアームに対応するトランス (T 1 0, T 3 0, T 5 0) のそれぞれにおいて、上段側トランス T H と下段側トランス T L とで互いに正出力コイル L P と負出力コイル L N との極性が異なるように構成されている。具体的には、上段側トランス T H では、二次側コイル L 2 としての 4 - 5 - 6 巻線の両端 (端子 “P 4” 及び端子 “P 6”) が正極であるが、下段側トランス T L では、二次側コイル L 2 としての 7 - 8 - 9 巻線の中間の端子 “P 8” が正極となり、両端 (端子 “P 7” 及び端子 “P 9”) が負極である。上段側トランス T H (第 1 トランス) の正出力コイル L P (4 - 5 巻線) は、端子 “P 4” が正極であるが、下段側トランス T L (第 2 トランス) の正出力コイル L P (7 - 8 巻線) は、端子 “P 8” が正極である。また、上段側トランス T H (第 1 トランス) の負出力コイル L N (5 - 6 巻線) は、端子 “P 6” が正極であるが、下段側トランス T L (第 2 トランス) の負出力コイル L N (8 - 9 巻線) は、端子 “P 8” が正極である。

[0040] 図 6 に示す回路において、第 2 スwitching 素子 M 2 がオンした場合には、上段側トランス T H (第 1 トランス) の一次側コイル L 1 の 2 - 3 巻線に “P 2 → P 3” の電流が流れ、二次側コイル L 2 の 4 - 5 巻線 (正出力コイル L P) には巻線比に応じた電圧が発生する。そして、ダイオード及びコン

デンサを介して“P 4→P 5”の電流が流れ、正出力コイルL Pからゲート駆動回路20に電力が出力される。二次側コイルL 2の5－6巻線（負出力コイルL N）にも巻線比に応じた電圧が発生するが、端子“P 6”の方が端子“P 5”に対して高い電圧となるので、逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、負出力コイルL Nからゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0041] この時、下段側トランスTL（第2トランス）では、一次側コイルL 1の2－3巻線に“P 2→P 3”の電流が流れることにより、二次側コイルL 2の8－9巻線（負出力コイルL N）及び7－8巻線（正出力コイルL P）に巻線比に応じた電圧が発生する。この際、端子“P 8”の方が端子“P 9”に対して高い電圧となるので、ダイオード及びコンデンサを介して“P 8→P 9”の電流が流れ、負出力コイルL Nからゲート駆動回路20に電力が出力される。一方で、端子“P 8”は、端子“P 7”に対しても高い電圧となるので、“P 7→P 8”へは逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、正出力コイルL Pからゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0042] 第1スイッチング素子M 1がオンした場合には、上段側トランスTH（第1トランス）の一次側コイルL 1の1－2巻線に“P 2→P 1”の電流が流れ、二次側コイルL 2の5－6巻線（負出力コイルL N）及び4－5巻線（正出力コイルL P）に巻線比に応じた電圧が発生する。この際、端子“P 5”の方が端子“P 6”に対して高い電圧となるので、ダイオード及びコンデンサを介して“P 5→P 6”の電流が流れ、負出力コイルL Nからゲート駆動回路20に電力が出力される。一方、端子“P 5”は、端子“P 4”に対しても高い電圧となるので、“P 4→P 5”へは逆方向接続されているダイオードにより電流が流れない。従って、正出力コイルL Pからゲート駆動回路20には電力が出力されない。

[0043] この時、下段側トランスTL（第2トランス）では、一次側コイルL 1の2－3巻線に“P 2→P 1”の電流が流れることにより、二次側コイルL 2

の 7 - 8 巻線（正出力コイル L P）及び 8 - 9 巻線（負出力コイル L N）に巻線比に応じた電圧が発生する。正出力コイル L P の側では、ダイオード及びコンデンサを介して“P 7 → P 8”の電流が流れ、ゲート駆動回路 20 に電力が出力される。一方、端子“P 9”の方が端子“P 8”に対して高い電圧となるので“P 8 → P 9”には逆方向接続されているダイオードにより電流が流れず、負出力コイル L N からゲート駆動回路 20 には電力が出力されない。

[0044] このように、相補的にオン・オフ制御される第 1 スwitchング素子 M 1 及び第 2 スwitchング素子 M 2 に応じて、上段側トランス T H（第 1 トランス）と下段側トランス T L（第 2 トランス）とは、相補的に正出力コイル L P 及び負出力コイル L N から電力を出力する。従って、正出力コイル L P と負出力コイル L N との出力電力に差が生じる場合であっても、インバータ回路 1 の各相（U 相、V 相、W 相）のアームを構成する上段及び下段のスイッチング素子 10 に対応するゲート駆動回路 20 へ電力を供給するトランス（T 10、T 30、T 50）の一次側において、電流は第 1 電力配線 W 1 及び第 2 電力配線 W 2 をバランスよく流れることになる（図 8 参照）。

[0045] 図 7 は、図 6 に示す第 2 の構成例に対する比較例（第 2 の比較例）を示している。この比較例では、第 2 の構成例と同様に共通の一次側コイル L 1 を有し、正負出力に対応した二次側コイル L 2 を対として有するものの、第 2 の構成例とは異なり、対となる二次側コイル L 2 の極性が同じである。図 7 に例示する第 2 の比較例の動作については、図 4 を参照して説明した第 1 の構成例の比較例（第 1 の比較例）と同様である。従って、上記の説明により、容易に類推可能であるから詳細な説明は省略する。

[0046] 図 9 は、第 2 の比較例における一次側の電流波形を示している。第 2 の構成例では、図 8 に示すように、一次側の電流は、第 1 電力配線 W 1（第 1 スwitchング素子 M 1）及び第 2 電力配線 W 2（第 2 スwitchング素子 M 2）をバランスよく流れている。これに対して、第 2 の構成例に対する比較例では、図 9 に示すように、第 1 電力配線 W 1 及び第 2 電力配線 W 2 を流れる電

流が不均衡となる。上述したように、第1スイッチング素子M1がオンしている際には、相対的に出力電力の小さい負出力コイルL_Nから電力が出力される。従って、図9に示すように、第1スイッチング素子M1がオンしている間に比べて、第2スイッチング素子M2がオンしている間の方が多くの電流が流れ、一次側において消費電力の不均衡が生じる。

[0047] ところで、図6には、各トランス（T10，T30，T50）が、共通の一次側コイルL1に対して複数組の二次側コイルL2（4－5－6巻線、及び7－8－9巻線）を備えた複合トランスとして構成されている例を示した。しかし、図2に例示した第1の構成例と同様に、独立した一次側コイルL1と正負出力に対応した1組の二次側コイルL2とによって構成された1つのトランスをそれぞれ上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）として、同様の回路を構成することを妨げるものではない。但し、この構成の場合には、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とは、ハードウェアとして異なる形態のトランスとなる。つまり、電力供給回路2（電力変換装置）として2種類のトランスが必要となる（第1の構成例では配線が異なるだけであるからトランスとしては1種類である。）。これに対して、第2の構成例のように複合トランスとすれば、1種類のトランス（複合トランス）を用いて電力供給回路2を構成することができる。これにより、部品の量産効果によるコスト低減や同一部品の採用による生産コストの低減の効果が得られる。

[0048] 汎用的に利用されている3相交流のインバータ回路1を駆動するゲート駆動回路20へ電力を供給する電力供給回路2では、電力供給回路2に使用されるトランスの総数に応じて、第1の構成例と第2の構成例とを使い分けると好適である。第1の構成例は、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とが独立している場合に好適であるから、トランスの総数が偶数である場合に好適な構成である。一方、第2の構成例は、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とが一次側コイルL1を共通とする複合トランスである場合に好適

であるから、トランス（複合トランス）の総数が奇数である場合に好適な構成である。

[0049] 換言すれば、トランス（例えばT 1～T 6）の総数が偶数であって、第1グループ（例えば上段側トランスT H）を構成するトランス（例えばT 1, T 3, T 5）の数と、第2グループ（例えば下段側トランスT L）を構成するトランス（例えばT 2, T 4, T 6）の数とが同じである場合には、第1の構成例（図2）が好適である。つまり、第1電力配線W 1と第2電力配線W 2とのそれぞれの接続先が、一次側コイルL 1（1－2－3巻線）の2つの接続端（例えば“P 1”と“P 3”）のいずれであるかが、第1グループを構成するトランスと第2グループを構成するトランスとで互いに異なるように構成されていると好適である。

[0050] また、複合トランス（例えばT 1 0, T 3 0, T 5 0）の総数が奇数である場合には、第2の構成例（図6）のように、複合トランスの上段側トランスT H（第1トランス）及び下段側トランスT L（第2トランス）のそれぞれにおいて、正出力コイルL Pと負出力コイルL Nとの極性が異なるように構成されていると好適である。ここで、複合トランスとは、1つのトランスからの出力数（二次側の数）が複数あるもの、換言すれば、入力数“1”（一次側）に対して出力数（二次側の数）が複数あるものをいう。例えば、図6に示すように、複合トランス（T 1 0, T 3 0, T 5 0）は、正出力コイルL Pと負出力コイルL Nとの対による二次側コイルL 2を、4－5－6巻線及び7－8－9巻線の2組（2対）備えると共に共通の一次側コイルL 1（1－2－3巻線）を備える。そして、当該一次側コイルL 1と一方の組（対）の二次側コイルL 2（例えば4－5－6巻線）との対とにより上段側トランスT H（第1トランス）が形成され、当該一次側コイルL 1と他方の組（対）の二次側コイルL 2（例えば7－8－9巻線）との対とにより下段側トランスT L（第2トランス）が形成されて、複合トランス（T 1 0, T 3 0, T 5 0）が構成される。

[0051] 図2に示した第1の構成例では、1つのトランスからの出力数が“1”の

トランスを6個用いていたが、1つのトランスからの出力数が“3”のトランス（複合トランス）を2つ用いて、第1の構成例の変形例を実現することもできる。即ち、当該トランスの一方をU、V、W相の上段側トランスTH（第1トランス）に対応させ、当該トランスの他方をU、V、W相の下段側トランスTL（第2トランス）に対応させることで、第1の構成例の変形例を実現することができる。上述した第1グループ及び第2グループを構成するトランス（複合トランス）は、それぞれ1つずつである。この際、トランスの総数は偶数の“2”であり、2つのトランス（複合トランス）同士で第1電力配線W1と第2電力配線W2との接続先を異ならせることで一次側の電流の不均衡を抑制することができる。

[0052] また、図6に示した第2の構成例では、1つのトランス（複合トランス）からの出力数が“2”のトランス（複合トランス）を3つ用いていたが、1つのトランスからの出力数が“6”のトランス（複合トランス）を1つ用いて、第2の構成例の変形例を実現することもできる。この構成では、当該1つのトランス（1つの複合トランス）は、正出力コイルLPと負出力コイルLNとによる二次側コイルL2の対を6組備えると共に共通の一次側コイルL1を備えて構成される。一次側コイルL1と3つの二次側コイルL2それぞれとの対とにより3つの上段側トランスTH（第1トランス）が構成され、当該一次側コイルと、残り3つの二次側コイルL2それぞれとの対とにより3つの下段側トランスTL（第2トランス）が構成される。そして、上段側トランスTH（第1トランス）と下段側トランスTL（第2トランス）とで互いに、正出力コイルLPと負出力コイルLNとの極性が異なるように構成することで、第2の構成例の変形例を実現することができる。この際、トランスの総数は奇数の“1”であり、正出力コイルLPと負出力コイルLNとの極性を異ならせることで一次側の電流の不均衡を抑制することができる。

[0053] 上述したように、一次側における電流が均衡することによって、第1スイッチング素子M1及び第2スイッチング素子M2を流れる電流も、ほぼ均等

となる。図3、図5、図7、図9等に示したように、第1スイッチング素子M1を流れる電流と、第2スイッチング素子M2を流れる電流とが大きく異なる場合には、それぞれの消費電流に応じて、電気的特性の異なるスイッチング素子を用いる必要がある。このため、単品の使用数量が少なくなることによる部品調達コストの増大や、部品の種類の増加に伴う部品管理コストの増大を招く可能性がある。或いは、全てのスイッチング素子を電流容量の大きい方に合わせて統一化を図った場合には、過剰仕様により部品調達コストが増大する可能性がある。しかし、第1スイッチング素子M1を流れる電流と、第2スイッチング素子M2を流れる電流とがほぼ同一であると、電気的特性が同一の素子を用いて一次側の電源回路27（交流電力源）を構成することが可能となる。従って、上述したように一次側の電流の不均衡が解消された場合には、一次側の電源回路27（交流電力源）は、一次側コイルL1への電力供給をスイッチング制御するスイッチング制御回路27sを備え、このスイッチング制御回路27sは、同一の電気的特性を有する偶数個のスイッチング素子（M1，M2）を用いて構成されている。

[0054] 以上説明したように、本発明によれば、二次側コイルが、二次側の基準電圧に対して出力電圧が正となる正出力コイルと出力電圧が負となる負出力コイルとを有し、正出力コイルと負出力コイルとの出力電力がそれぞれ異なる場合においても、一次側コイルに接続される回路の消費電力が均衡するように構成されたトランス型の電力変換装置が実現できる。

[0055] 〔その他の実施形態〕

以下、本発明のその他の実施形態について説明する。尚、以下に説明する各実施形態の構成は、それぞれ単独で適用されるものに限られず、矛盾が生じない限り、他の実施形態の構成と組み合わせて適用することも可能である。

[0056] （1）上記においては、トランスの総数が偶数の場合には第1の構成例を適用したが、トランス（複合トランスを含む）の総数が奇数である場合において、第1の構成例（その変形例）を適用することを妨げるものではない。つ

まり、トランス（複合トランスを含む）の総数が奇数であっても、第1電力配線W1と第2電力配線W2とのそれぞれの接続先が、一次側コイルL1の2つの接続端のいずれであるかが、第1トランスと第2トランスとで互いに異なるように構成されていることを妨げるものでもない。

[0057] 例えば、トランスが図6に例示したような複合トランスではない場合、各トランスはそれぞれ第1トランス又は第2トランスとなる。そして、トランスの総数が奇数である場合には、第1トランスと第2トランスとの個数は一致していない可能性がある。この場合においても、第1電力配線W1と第2電力配線W2とのそれぞれの接続先が、一次側コイルL1の2つの接続端のいずれであるかが、第1トランスと第2トランスとで互いに異なるように構成されていることによって、一次側における電流の不均衡は低減される。当然ながら、トランスの総数が偶数であって、第1トランスと第2トランスとの個数が一致していない場合においても同様である。

[0058] また、図7に例示した第2の比較例のように、奇数個の複合トランスのそれぞれにおいて、正出力コイルLPと負出力コイルLNとの極性が、第1トランスと第2トランスとで互いに異っていないような場合に、電力配線（W1，W2）の接続形態を異ならせることも好適な態様である。例えば、U相及びW相のアームに対応する複合トランス（T10，T50）に対しては、第1電力配線W1と第2電力配線W2とのそれぞれの接続先が、一次側コイルL1の2つの接続端のいずれであるかを、第1トランスと第2トランスとで互いに異ならせる、V相のアームに対応する複合トランス（T30）に対しては、第1トランスと第2トランスとで同一とする。このような態様によっても、一次側における電流の不均衡は低減されるので、トランス（複合トランスを含む）の総数が奇数である場合において、第1の構成例（その変形例）を適用することを妨げるものではない。

[0059] （2）上記においては、電力供給回路2（電力変換装置）における一次側の電源回路27（交流電力源）としてプッシュプル型の回路構成（図2、図6参照）を例示した。しかし、一次側の電源回路27（交流電力源）の構成は

、プッシュプル型に限定されるものではなく、図10に示すように、例えばハーフブリッジ型の回路構成であってもよい。また、図示は省略するが、一次側の電源回路27（交流電力源）の構成は、フルブリッジ型の回路構成であってもよい。ハーフブリッジ型やフルブリッジ型の回路構成については公知であり、当業者であれば、プッシュプル型の回路構成についての上記説明より容易に類推可能であるから、詳細な説明は省略する。

[0060] [本発明の実施形態の概要]

以下、上記において説明した、本発明の実施形態における電力変換装置の概要について簡単に説明する。

[0061] 本発明の実施形態に係る電力変換装置の特徴的な構成は、

一次側コイル（L1）と二次側コイル（L2）との間で電力変換するトランスを、第1トランス（TH）と第2トランス（TL）との少なくとも2つ有した電力変換装置であって、

前記第1トランス（TH）と前記第2トランス（TL）とのそれぞれの前記二次側コイル（L2）は、二次側の基準電圧に対して出力電圧が正となる正出力コイル（LP）と出力電圧が負となる負出力コイル（LN）とを有すると共に、前記正出力コイル（LP）と前記負出力コイル（LN）との出力電力がそれぞれ異なるものであり、

交流電力源（27）と前記一次側コイル（L1）とを接続する2本の配線である第1電力配線（W1）と第2電力配線（W2）とのそれぞれの接続先が、前記一次側コイル（L1）の2つの接続端のいずれであるかが、前記第1トランス（TH）と前記第2トランス（TL）とで互いに異なるように構成されている、又は、

前記正出力コイル（LP）と前記負出力コイル（LN）との極性が、前記第1トランス（TH）と前記第2トランス（TL）とで互いに異なるように構成されている点にある。

[0062] 第1電力配線（W1）と第2電力配線（W2）とのそれぞれの接続先が、一次側コイル（L1）の2つの接続端のいずれであるかが、第1トランス（

TH)と第2トランス(TL)とで互いに異なるように構成されていると、第1トランス(TH)と第2トランス(TL)とが同一のハードウェア構成であっても、二次側コイル(L2)への作用を異ならせることができる。また、正出力コイル(LP)と負出力コイル(LN)との極性が、第1トランス(TH)と第2トランス(TL)とで互いに異なるように構成されていると、第1トランス(TH)と第2トランス(TL)とに対する電力配線の接続形態が同一であっても、二次側コイル(L2)への作用を異ならせることができる。例えば、第1電力配線(W1)を流れる電流は、第1トランス(TH)の正出力コイル(LP)に作用する際には第2トランス(TL)の負出力コイル(LN)に作用し、第1トランス(TH)の負出力コイル(LN)に作用する際には第2トランス(TL)の正出力コイル(LP)に作用する。一方、第2電力配線(W2)を流れる電流は、第1トランス(TH)の負出力コイル(LN)に作用する際には第2トランス(TL)の正出力コイル(LP)に作用し、第1トランス(TH)の正出力コイル(LP)に作用する際には第2トランス(TL)の負出力コイル(LN)に作用する。即ち、第1電力配線(W1)及び第2電力配線(W2)を流れる電流は、それぞれ第1トランス(TH)及び第2トランス(TL)の正負の出力に均等に作用するから、電流は、第1電力配線(W1)及び第2電力配線(W2)をバランスよく流れることになる。従って、正出力コイル(LP)と負出力コイル(LN)との出力電力がそれぞれ異なる場合においても、一次側コイル(L1)に接続される回路の消費電力が均衡するように構成されたトランス型の電力変換装置を実現することができる。

[0063] ここで、1つの態様として、電力変換装置は、前記トランス(T1～T6)の総数が偶数であって、第1グループを構成する前記トランスの数と、第2グループを構成する前記トランスの数とが同じであり、前記第1電力配線(W1)と前記第2電力配線(W2)とのそれぞれの接続先が、前記一次側コイル(L1)の2つの接続端のいずれであるかが、前記第1グループを構成する前記トランスと前記第2グループを構成する前記トランスとで互いに

異なるように構成されていると好適である。トランス（ $T1 \sim T6$ ）の総数が偶数である場合、第1グループを構成するトランスと、第2グループを構成するトランスとにトランスを均等に分割することができる。そして、第1電力配線（ $W1$ ）を流れる電流は、第1グループを構成するトランスの正出力コイル（ LP ）に作用する際には第2グループを構成するトランスの負出力コイル（ LN ）に作用し、第1グループを構成するトランスの負出力コイル（ LN ）に作用する際には第2グループを構成するトランスの正出力コイル（ LP ）に作用する。一方、第2電力配線（ $W2$ ）を流れる電流は、第1グループを構成するトランスの負出力コイル（ LN ）に作用する際には第2グループを構成するトランスの正出力コイル（ LP ）に作用し、第1グループを構成するトランスの正出力コイル（ LP ）に作用する際には第2グループを構成するトランスの負出力コイル（ LN ）に作用する。即ち、第1電力配線（ $W1$ ）及び第2電力配線（ $W2$ ）を流れる電流は、それぞれ第1グループを構成するトランス及び第2グループを構成するトランスの正負の出力に均等に作用するから、電流は、第1電力配線（ $W1$ ）及び第2電力配線（ $W2$ ）をバランスよく流れることになる。

[0064] ここで、1つの態様として、電力変換装置は、前記正出力コイル（ LP ）と前記負出力コイル（ LN ）との対による二次側コイル（ $L2$ ）を少なくとも2組備えると共に共通の前記一次側コイル（ $L1$ ）を備え、少なくとも1つの組の前記二次側コイル（ $L2$ ）と当該一次側コイル（ $L1$ ）との対とにより前記第1トランス（ TH ）が形成され、別の組の前記二次側コイル（ $L2$ ）と当該一次側コイル（ $L1$ ）との対とにより前記第2トランス（ TL ）が形成されて複合トランス（ $T10$, $T30$, $T50$ ）が形成され、前記複合トランス（ $T10$, $T30$, $T50$ ）の総数が奇数であって、前記複合トランス（ $T10$, $T30$, $T50$ ）のそれぞれにおいて、前記正出力コイル（ LP ）と前記負出力コイル（ LN ）との極性が、前記第1トランス（ TH ）と前記第2トランス（ TL ）とで互いに異なるように構成されていると好適である。各複合トランス（ $T10$, $T30$, $T50$ ）が第1トランス（ T

H)と第2トランス(TL)と有して構成されているので、当該複合トランス(T10, T30, T50)の総数が奇数であっても、第1トランス(TH)と第2トランス(TL)とを均等に設けることができる。また、複合トランス(T10, T30, T50)のそれぞれにおいて、正出力コイル(LP)と負出力コイル(LN)との極性が異なるように構成されている。例えば、第1電力配線(W1)を流れる電流は、第1トランス(TH)の正出力コイル(LP)に作用する際には第2トランス(TL)の負出力コイル(LN)に作用し、第1トランス(TH)の負出力コイル(LN)に作用する際には第2トランス(TL)の正出力コイル(LP)に作用する。また、第2電力配線(W2)を流れる電流は、第1トランス(TH)の負出力コイル(LN)に作用する際には第2トランス(TL)の正出力コイル(LP)に作用し、第1トランス(TH)の正出力コイル(LP)に作用する際には第2トランス(TL)の負出力コイル(LN)に作用する。即ち、第1電力配線(W1)及び第2電力配線(W2)を流れる電流は、それぞれ第1トランス(TH)及び第2トランス(TL)の正負の出力に均等に作用するから、電流は、第1電力配線(W1)及び第2電力配線(W2)をバランスよく流れることになる。

[0065] 一般的に、トランスを利用した電力変換装置の一次側には、プッシュプル方式や、ブリッジ方式の回路が構成され、これらの回路には複数のスイッチング素子(M1, M2)が用いられる。上述したように、一次側における電流が均衡することによって、各スイッチング素子(M1, M2)を流れる電流もほぼ均等となる。各スイッチング素子(M1, M2)を流れる電流が大きく異なる場合には、それぞれの消費電流に応じて、電気的特性の異なる素子を用いる必要がある。しかし、各スイッチング素子(M1, M2)を流れる電流がほぼ同一であると、電気的特性が同一の素子を用いて一次側の電源回路(交流電力源(27))を構成することが可能となる。従って、一次側の電流の不均衡が抑制された場合、電力変換装置の前記交流電力源(27)は、1つの態様として、前記一次側コイル(L1)への電力供給をスイッチ

ング制御するスイッチング制御回路（27s）を備え、前記スイッチング制御回路（27s）は、同一の電気的特性を有する偶数個のスイッチング素子（M1，M2）を用いて構成されていると好適である。尚、同一の電気的特性は、同一の仕様に基づいて製造されていることを意味し、製造誤差等の差異があっても同一の範囲に属する。

産業上の利用可能性

[0066] 本発明は、一次側コイルと二次側コイルとの間で電力変換するトランスを有した電力変換装置に利用することができる。

符号の説明

- [0067] 27 : 電源回路（交流電力源）
27s : スwitchング制御回路
L1 : 一次側コイル
L2 : 二次側コイル
LN : 負出力コイル
LP : 正出力コイル
M1 : 第1スイッチング素子（スイッチング素子）
M2 : 第2スイッチング素子（スイッチング素子）
TH : 上段側トランス（第1トランス）
TL : 下段側トランス（第2トランス）
W1 : 第1電力配線
W2 : 第2電力配線

請求の範囲

[請求項1] 一次側コイルと二次側コイルとの間で電力変換するトランスを、第1トランスと第2トランスとの少なくとも2つ有した電力変換装置であって、

前記第1トランスと前記第2トランスとのそれぞれの前記二次側コイルは、二次側の基準電圧に対して出力電圧が正となる正出力コイルと出力電圧が負となる負出力コイルとを有すると共に、前記正出力コイルと前記負出力コイルとの出力電力がそれぞれ異なるものであり、

交流電力源と前記一次側コイルとを接続する2本の配線である第1電力配線と第2電力配線とのそれぞれの接続先が、前記一次側コイルの2つの接続端のいずれであるかが、前記第1トランスと前記第2トランスとで互いに異なるように構成されている、又は、

前記正出力コイルと前記負出力コイルとの極性が、前記第1トランスと前記第2トランスとで互いに異なるように構成されている電力変換装置。

[請求項2] 前記トランスの総数が偶数であって、第1グループを構成する前記トランスの数と、第2グループを構成する前記トランスの数とが同じであり、前記第1電力配線と前記第2電力配線とのそれぞれの接続先が、前記一次側コイルの2つの接続端のいずれであるかが、前記第1グループを構成する前記トランスと前記第2グループを構成する前記トランスとで互いに異なるように構成されている請求項1に記載の電力変換装置。

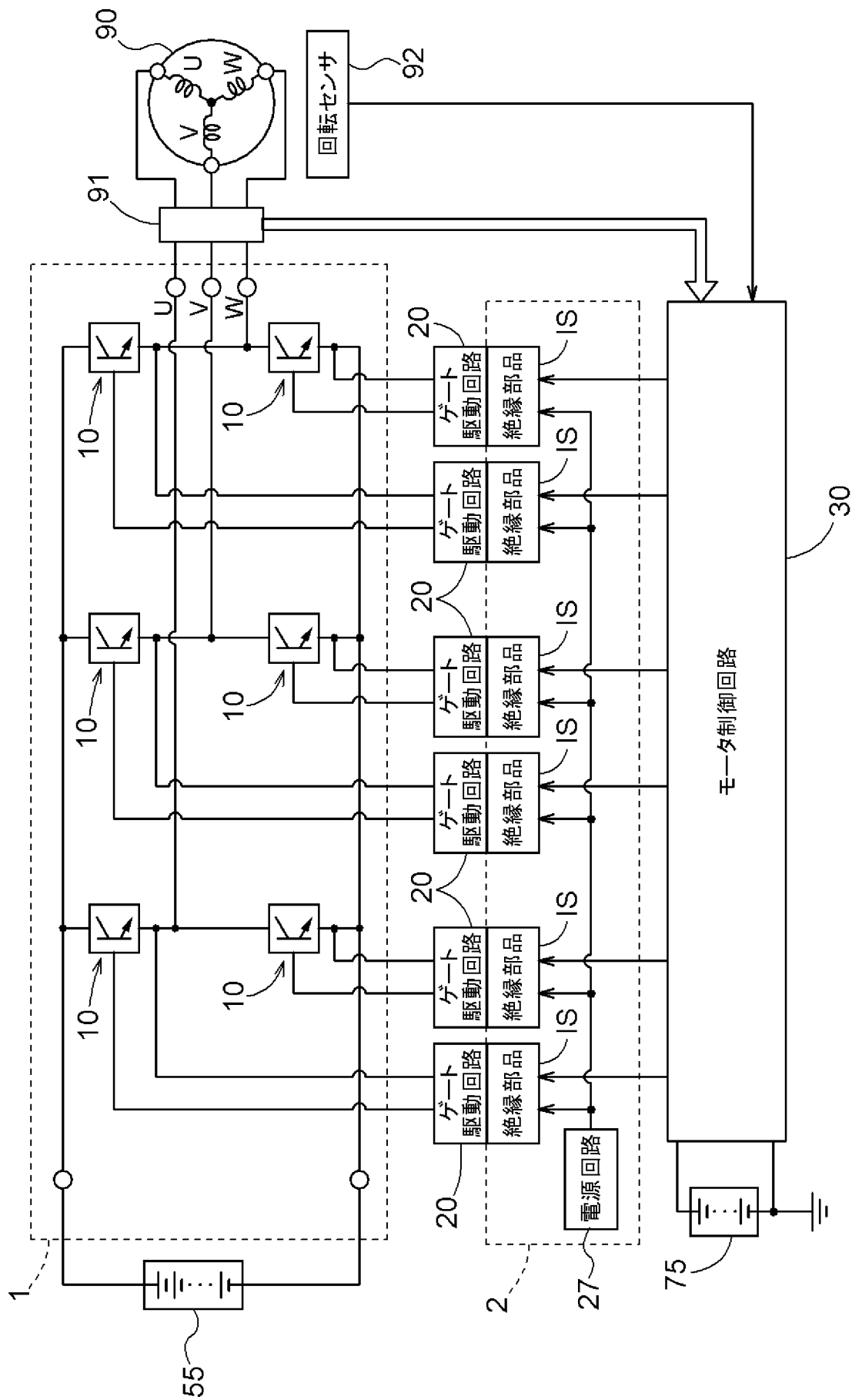
[請求項3] 前記正出力コイルと前記負出力コイルとの対による前記二次側コイルを少なくとも2組備えると共に共通の前記一次側コイルを備え、少なくとも1つの組の前記二次側コイルと当該一次側コイルとの対とにより前記第1トランスが形成され、別の組の前記二次側コイルと当該一次側コイルとの対とにより前記第2トランスが形成されて複合トランスが構成され、

前記複合トランスの総数が奇数であって、前記複合トランスのそれぞれにおいて、前記正出力コイルと前記負出力コイルとの極性が、前記第1トランスと前記第2トランスとで互いに異なるように構成されている請求項1に記載の電力変換装置。

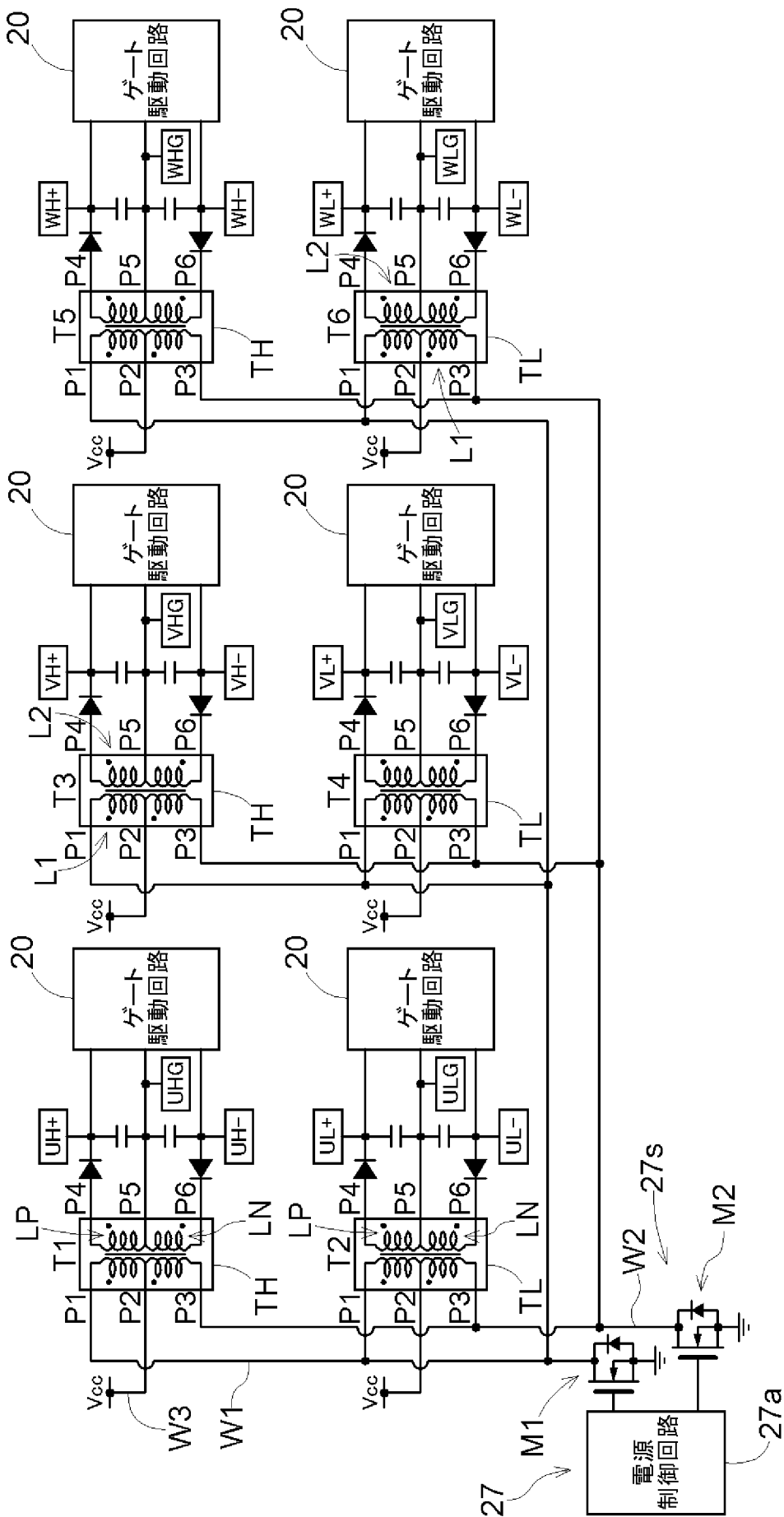
[請求項4] 前記交流電力源は、前記一次側コイルへの電力供給をスイッチング制御するスイッチング制御回路を備え、

前記スイッチング制御回路は、同一の電気的特性を有する偶数個のスイッチング素子を用いて構成されている請求項1から3のいずれか一項に記載の電力変換装置。

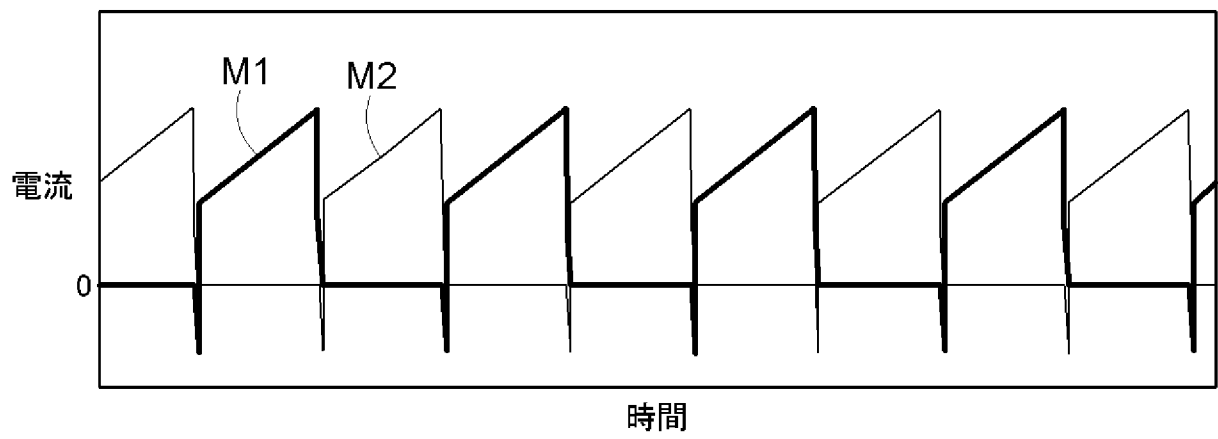
[図1]



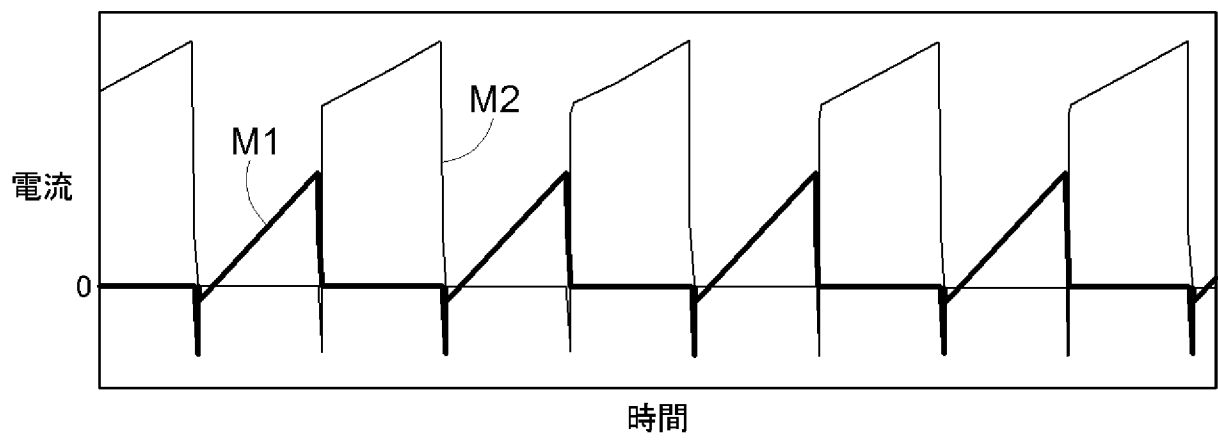
[図3]



[図4]

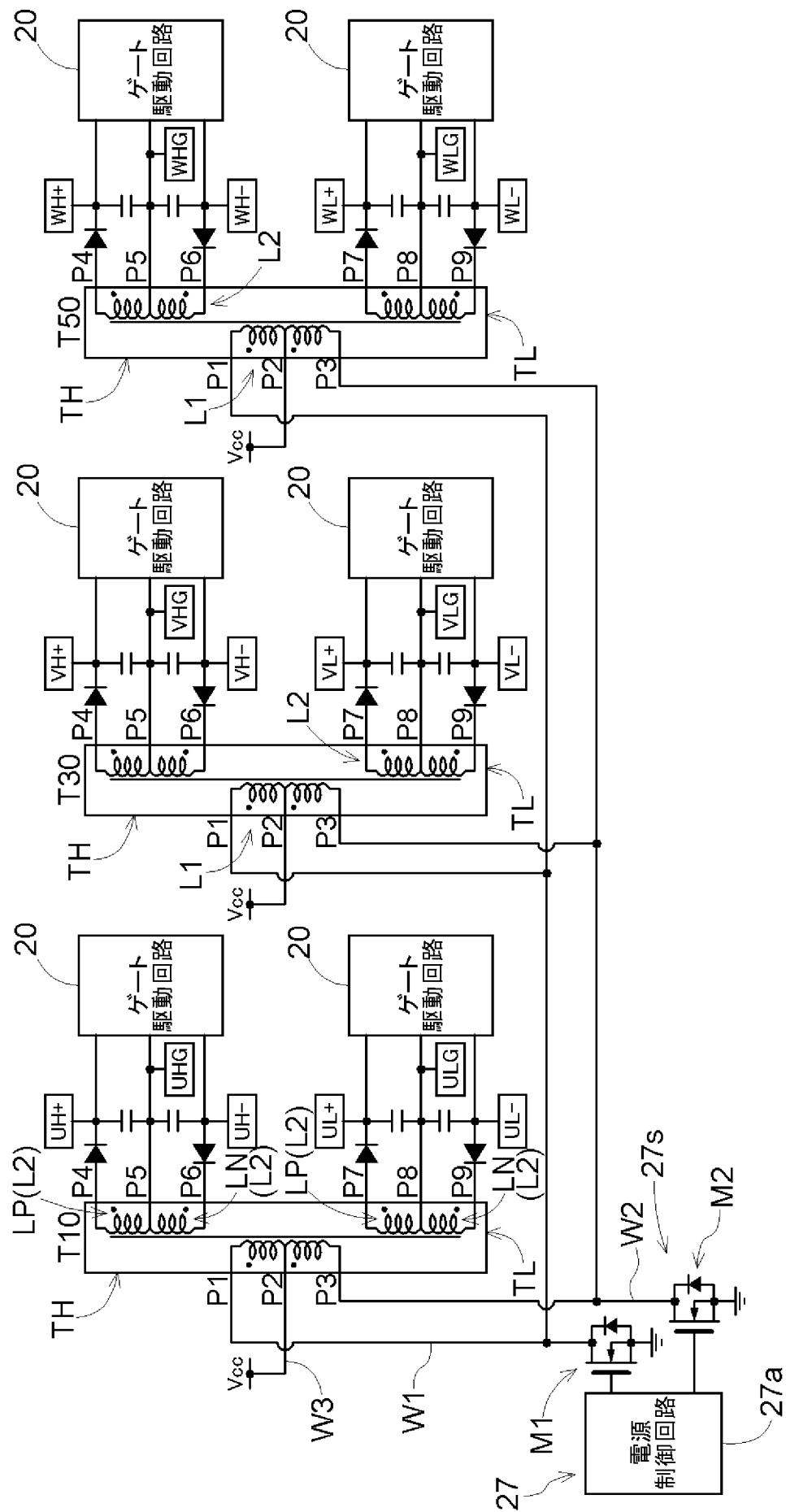


[図5]

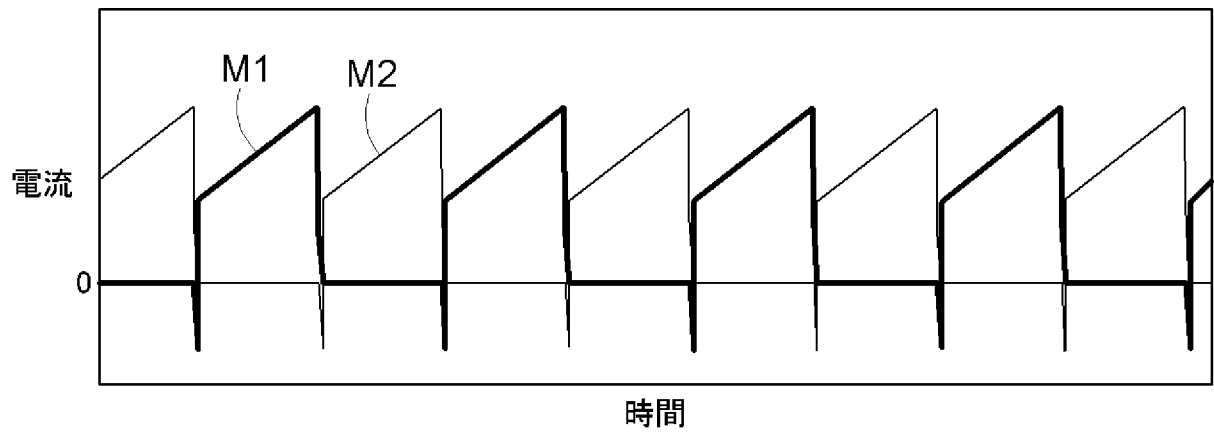


[illegible]

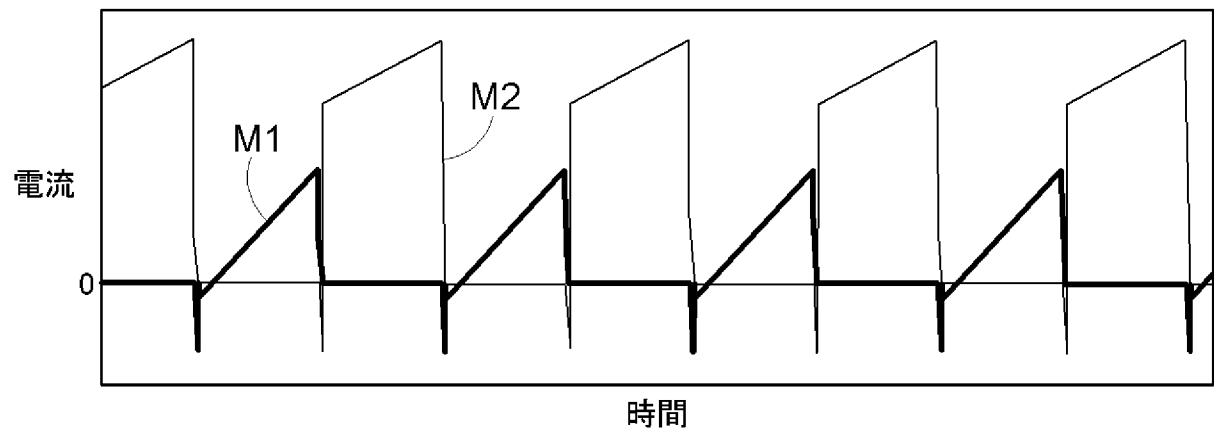
[図7]



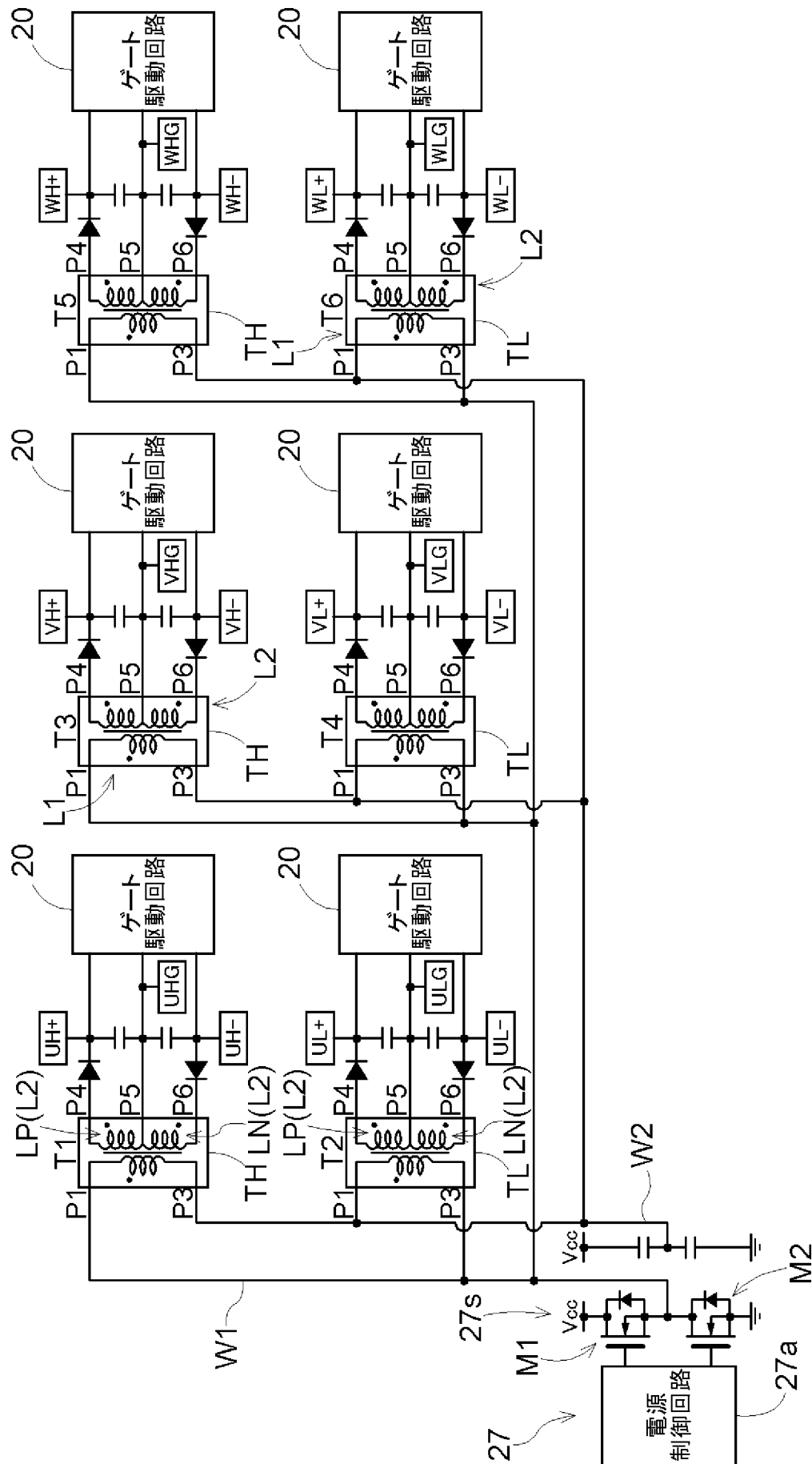
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M1/08(2006.01)i, H02M7/5387(2007.01)i

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)

H02M1/08, H02M7/5387

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	WO 2010/137414 A1 (Aisin AW Co., Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), claim 1; fig. 1 & JP 2010-279093 A & US 2010/0302820 A1	1-4
A	JP 2010-284029 A (Aisin AW Co., Ltd.), 16 December 2010 (16.12.2010), claim 1; fig. 2 (Family: none)	1-4
A	JP 2013-226050 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 31 October 2013 (31.10.2013), claim 1; fig. 2 (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 February 2015 (24.02.15)

Date of mailing of the international search report
10 March 2015 (10.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H02M1/08(2006.01)i, H02M7/5387(2007.01)i			
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（I P C）） Int.Cl. H02M1/08, H02M7/5387			
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 請求項の番号	
A	WO 2010/137414 A1 (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2010. 12. 02, 請求項 1、図 1 & JP 2010-279093 A & US 2010/0302820 A1	1-4	
A	JP 2010-284029 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2010. 12. 16, 請求項 1、図 2 (ファミリーなし)	1-4	
A	JP 2013-226050 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2013. 10. 31, 請求項 1、図 2 (ファミリーなし)	1-4	
☐ 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 24. 02. 2015		国際調査報告の発送日 10. 03. 2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (I S A / 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） 安食 泰秀 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V 3740