

(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
2017年8月24日(24.08.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/141539 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 27/06 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087867
- (22) 国際出願日: 2016年12月20日(20.12.2016)
- (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 2016-028514 2016年2月18日(18.02.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐野 壮太(SANO Sota); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 寺島 寛(TERASHIMA Satoru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 福岡 弘淳(FUKUOKA Hiroatsu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 佐竹 彰(SATAKE Akira); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

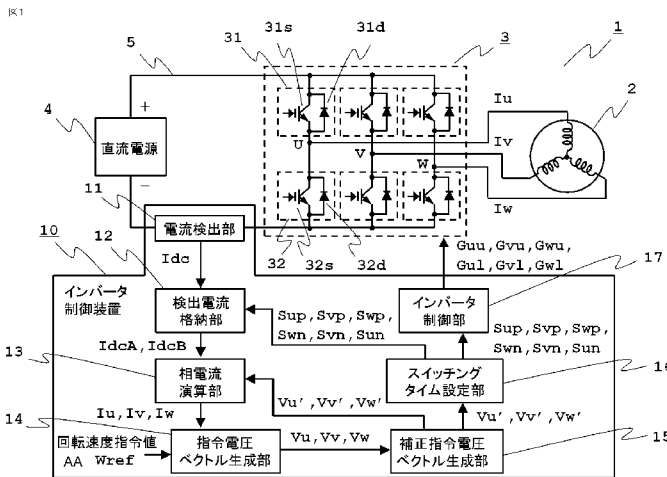
株式会社内 Tokyo (JP). 古谷 真一(FURUTANI Shinichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 大岩 増雄, 外(OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目3番5号 Hyogo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: INVERTER CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: インバータ制御装置



- 4 DC power supply
- 10 Inverter control device
- 11 Current detection unit
- 12 Detected current storage unit
- 13 Phase current calculation unit
- 14 Command voltage vector generation unit
- 15 Corrected command voltage vector generation unit
- 16 Switching time setting unit
- 17 Inverter control unit
- AA Rotating speed command value

(57) Abstract: An inverter control device (10) comprises: a current detection unit (11) for detecting a current value flowing through a DC bus line (5) of an inverter (3); a detected current storage unit (12) for obtaining the current value at a current value detection timing; a phase current calculation unit (13) for restoring an AC current value; a command voltage vector generation unit (14) for generating a command voltage vector on the basis of the AC current value and a rotating speed command value; a corrected command voltage vector generation unit (15) for generating a corrected command voltage vector; and a switching time setting unit (16) for setting a switching time and outputting the switching time to the detected current storage unit (12) and an inverter control unit (17). A half of a switching cycle is defined as a unit cycle, and a plurality of voltage vectors, the sum of which results in zero vector in n cycles (n is a natural number of 2 or more), are applied, thereby generating the corrected command voltage vector. This suppresses the occurrence of current ripples, enabling the occurrence of a beat sound to be reduced.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/141539 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

インバータ制御装置 (10) は、インバータ (3) の直流母線 (5) の電流値を検出する電流検出部 (11) と、電流値検出タイミングにて、電流値を取得する検出電流格納部 (12) と、交流電流値を復元する相電流演算部 (13) と、交流電流値と回転速度指令値に基づいて指令電圧ベクトルを生成する指令電圧ベクトル生成部 (14) と、補正された指令電圧ベクトルを生成する補正指令電圧ベクトル生成部 (15) と、スイッチングタイムを設定し検出電流格納部 (12) とインバータ制御部 (17) へ出力するスイッチングタイム設定部 (16) と、で構成され、スイッチング周期の $1/2$ を単位周期として、 n 周期 (n は、2 以上の自然数) において、そのベクトルの合計が零ベクトルとなる複数の電圧ベクトルを印加して、補正された指令電圧ベクトルを生成する。これにより、電流リップルの発生を抑えることで、うなり音の発生の低減が可能となる。

明 細 書

発明の名称： インバータ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、回転機、特に、電動機に用いられる直流電力を交流電力に変換するインバータを制御するインバータ制御装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、直流電力を交流電力に変換して相電流を用いたフィードバック制御により電動機を駆動する電力変換装置では、相電流の検出手段が必要であるが、コスト低減のために電力変換器と電動機の間には電流センサを設けるのではなく、電力変換器（インバータ）の直流母線から検出した電流値により、電動機電流（相電流）を復元する方法が提案されている。

[0003] 例えば、特許文献1のインバータ制御装置においては、インバータの三相電圧が追従すべき電圧のベクトルであって、三相の各相電圧の合成電圧のベクトルからなる電圧指令ベクトルを作成する電圧指令ベクトル作成手段と、作成された前記電圧指令ベクトルを補正する電圧指令ベクトル補正手段とを備え、補正後の前記電圧指令ベクトルに従って前記インバータを制御すると共に、前記電圧指令ベクトル補正手段は、当該電圧指令ベクトル補正手段によって補正された後の前記電圧指令ベクトルが、前記電流検出区間において前記三相電流が検出不可能な領域外のベクトルとなるように補正し、キャリア周期内の電流非検出区間においては、前記電流検出区間における補正を打ち消す逆補正を行うことが開示されている。これにより、キャリア周期内において電流検出を行う必要のない電流非検出区間において、電流検出区間で電流検出のために行った電圧指令ベクトルの補正を打ち消す逆補正を行い、補正に伴う相電流の歪みを軽減することが可能となる。

[0004] また、特許文献2の3相電圧型PWMインバータ装置においては、指令電圧ベクトルを作成可能な60度位相が異なる2つの基本電圧ベクトル成分 V_4 、 V_5 を、1PWM周期をなす第1の期間内に出力すると共に、前記基本

電圧ベクトル成分に対しそれぞれ180度位相が異なる2つの基本電圧ベクトル成分 V_1 、 V_2 を、第1の期間に連続する1PWM周期をなす第2の期間内に出力する。よって、変調度が小さい場合や出力電圧ベクトルの位相が単一の基本電圧ベクトルに近い位相となる状態においても十分な長さのパルス幅となり、高精度に電流検出を行うことができる。これにより、変調度が小さい場合や単一の基本電圧ベクトルの位相に近い場合等においても高精度に電流検出が可能となる。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2012-178927号公報
特許文献2：特開2005-12934号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献1及び特許文献2のインバータ制御方法では、電流検出が可能な変調率領域が増える一方で、低速駆動時など指令電圧の変調率が小さい領域では、常に指令電圧ベクトル成分が小さくなり、電流検出を行う区間が確保できなくなるため、電流検出を行うための電圧ベクトルを印加する必要がある。

また、各スイッチング周期の印加電圧を指令電圧と同じにするために補償電圧ベクトルを必要とする。そのため、電流リップルが増大し、騒音発生の要因となる。更に、これら二つの特許文献では、印加する電圧が指令電圧に依存して決定されるため、各制御周期で検出される相は、電圧指令によって決定され、選択することは出来ず、指令電圧の大小関係が切り替わる箇所においては、検出精度が低下するという課題があった。また、三相の指令電圧の電圧最大相と電圧最小相の電流リップルが大きく、電圧中間相の電流リップルが小さくなる。すなわち、三相電圧指令に依存して周期的な電流リップルの変化が発生し、電動機を駆動する周波数の6倍周期のうなり音が騒音として発生

するという課題があった。

[0007] さらに、特許文献2のインバータ装置では、スイッチング周期の2周期に一度しか三相交流電流を復元することが出来ず、キャリア周波数が小さくスイッチング周期が長いときに電流検出精度の低下を招くという課題もあった。

[0008] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、三相電圧指令に依存することなく直流母線から検出された二相分の電流値に基づいて三相交流電流値の復元を可能にすることで、各制御周期で検出を行う相を設定することが可能となり、常に同じ相を検出する等の処理を行うことで、検出精度の向上を図ることが可能となり、また、騒音となるうなり音を低減することが可能なインバータ制御装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明のインバータ制御装置は、直流電力を交流電力に変換するインバータのスイッチング素子を所定のスイッチングタイムにより制御するインバータ制御部と、前記インバータに直流電力を供給する直流電源の電流値を検出する電流検出部と、前記スイッチングタイムに基づいて、電流値検出タイムを設定すると共に、前記電流検出部から前記電流値を取得、格納保持する検出電流格納部と、前記検出電流格納部から復元に必要な相数分の前記電流値から前記インバータで生成された交流電流値を演算し復元する相電流演算部と、復元された前記交流電流値と回転速度指令値に基づいて指令電圧ベクトルを生成する指令電圧ベクトル生成部と、前記指令電圧ベクトルに基づいて補正された指令電圧ベクトルを生成する補正指令電圧ベクトル生成部と、前記補正された指令電圧ベクトルに基づいて、前記スイッチングタイムを設定し、前記インバータ制御部及び前記検出電流格納部に出力するスイッチングタイム設定部と、を備え、前記補正指令電圧ベクトル生成部は、前記インバータのスイッチング周期の $1/2$ を単位周期として、前記単位周期の n 周期（ n は、2以上の自然数）において、 n が3以上の時は、そのベクトルの合計が零ベクトルとなる複数の電圧ベクトルを印

加し、 n が2の時は、前記単位周期の4周期において、そのベクトルの合計が零ベクトルとなる複数の電圧ベクトルを印加して、前記補正された指令電圧ベクトルを生成することを特徴とするものである。

発明の効果

[0010] 本発明のインバータ制御装置によれば、スイッチング周期の $1/2$ を単位周期とし、 n を3以上の自然数とした n 周期において、少なくとも2周期で検出用の電圧ベクトルの合計が零ベクトルとなるように印加し、それ以外の周期においては、指令電圧ベクトルに基づいた電圧ベクトルを印加する電流値検出区間の設定を行っているため、指令電圧ベクトルに依存することなく、各制御周期で検出を行う相を設定することが可能となり、これにより、 k を n 以下の自然数とし、 n 周期中の k 番目に印加する電圧ベクトルを常に同じとすることにより、電流脈動の大きさが周期的に変化することによって由来する騒音となるうなり音を低減することができるという効果がある。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態1に係るインバータ制御装置を含むモータ制御システムの概略構成図である。

[図2]実施の形態1における電流検出部により直流母線から電流値を取得する電流検出タイムを設定する手順を説明するための図である。

[図3]実施の形態1における補正指令電圧ベクトル生成部において印加する電圧ベクトルの例を説明する図である。

[図4]実施の形態1における各周期で印加する電圧ベクトルの例を説明する図である。

[図5]実施の形態1における印加する電圧ベクトルの切替えの一例を示す図である。

[図6]実施の形態1における指令電圧ベクトル及び印加する電圧ベクトルとスイッチングタイムとの関係を説明する図である。

[図7]実施の形態1におけるインバータの出力電流波形を示す図である。

[図8]従来技術のインバータの出力電流波形を示す図である。

[図9]実施の形態1に係るインバータ制御装置のハードウェア構成を示す図である。

[図10]実施の形態2に係るインバータ制御装置を含むモータ制御システムの概略構成図である。

[図11]実施の形態2における指令電圧ベクトル及び印加する電圧ベクトルとスイッチングタイムとの関係を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係るインバータ制御装置を含むモータ制御システムの概略構成図である。図2は、電流検出部により直流母線から電流値を取得する電流値検出タイムを設定する手順を説明するための図である。図3は、補正指令電圧ベクトル生成部において印加する電圧ベクトルの例を説明する図である。図4は、各周期で印加する電圧ベクトルの例を説明する図である。図5は、印加する電圧ベクトルの切替えの一例を示す図である。図6は、指令電圧ベクトル及び印加する電圧ベクトルとスイッチングタイムとの関係を説明する図である。図7は、インバータの出力電流波形を示す図である。

[0013] 図1に示すように、実施の形態1におけるモータ制御システム1は、回転機である電動機2と、電動機2に三相の交流電流値を供給するインバータ3と、インバータ3に直流電力を供給する直流電源4と、直流電源4とインバータ3とを通電接続する直流母線5と、インバータ3を制御するインバータ制御装置10と、で構成されている。

[0014] ここで、インバータ3は、上アーム31（正極側）のスイッチング素子31sと下アーム32（負極側）のスイッチング素子32sを対とする3組（三相分）と、これら各相のスイッチング素子31s、32sのそれぞれに逆並列に接続されたダイオード31d、32dと、から構成されており、インバータ制御装置10により、各相のスイッチング素子31s、32sを導通／遮断（オン／オフ）制御することで、直流電源4から供給された直流電力

が三相交流電力へ変換される。この三相交流電力により負荷である電動機2を駆動する。なお、スイッチング素子としては、MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) などの半導体スイッチング素子が一般的に使用される。

[0015] また、図1に示すように、インバータ制御装置10は、直流母線5に流れる電流値を検出する電流検出部11と、設定された電流値検出タイムで電流検出部11から電流値 I_{dc} を取得、格納保持する検出電流格納部12と、検出電流格納部12に格納された二相分の電流値 I_{dcA} 、 I_{dcB} から電動機2に流れている三相の交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w を演算し復元する相電流演算部13と、復元された三相の交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と外部から指示される回転速度指令値 W_{ref} に基づいて目標とする三相の指令電圧ベクトル V_u 、 V_v 、 V_w を生成する指令電圧ベクトル生成部14と、指令電圧ベクトル生成部14で生成された三相の指令電圧ベクトル V_u 、 V_v 、 V_w を現在の三相の指令電圧ベクトル V_u 、 V_v 、 V_w と比較して補正された三相の指令電圧ベクトル V_u' 、 V_v' 、 V_w' を生成する補正指令電圧ベクトル生成部15と、補正指令電圧ベクトル生成部15で補正された三相の指令電圧ベクトル V_u' 、 V_v' 、 V_w' に基づいてスイッチング素子31s、32sを駆動するスイッチングタイムを設定するスイッチングタイム設定部16と、スイッチングタイム設定部16で設定されたスイッチングタイム S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} 、 S_{wn} 、 S_{vn} 、 S_{un} により三相のスイッチング素子31s、32sのゲートにオン/オフの制御信号 G_{uu} 、 G_{vu} 、 G_{wu} を、三相のスイッチング素子32sのゲートにオン/オフの制御信号 G_{ul} 、 G_{vl} 、 G_{wl} をそれぞれ出力するインバータ制御部17と、で構成されている。

[0016] 次に、図1に示すインバータ制御装置10を構成する各部のそれぞれの機能について説明する。

電流検出部11は、直流母線5の経路に設置された電流値を検出するため

の電流検出素子を備えたものである。電流検出素子としては、例えば、ホールセンサ、抵抗またはカレントトランス等で、電流検出素子の両端電圧あるいは出力電圧を必要に応じて増幅器及びバッファ等を介して検出する。なお、図1では、直流電源4の低電圧（負極）側に電流検出素子が設けられている例を示したが、高電圧（正極）側に電流検出素子が設けられている場合でもよく、本実施の形態の動作に影響を与えるものではない。

[0017] 検出電流格納部12は、後で説明するスイッチングタイム設定部16で設定される電流値検出タイム T_a 、 T_b で、電流検出部11から電流値 I_{dc} を取得して格納保持するものであり、後で説明する検出された二相分の電流値 I_{dcA} 、 I_{dcB} を保持している。

[0018] 相電流演算部13は、検出電流格納部12に格納されている直流母線5から検出された二相分の電流値 I_{dcA} 、 I_{dcB} を使用して、電動機2に流れている三相の交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w を演算し、復元する。なお、ここでは、後で説明する補正指令電圧ベクトル生成部15から出力される補正された三相の指令電圧ベクトル V_u' 、 V_v' 、 V_w' を用いて、三相の交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w の演算を行う。

[0019] 指令電圧ベクトル生成部14は、外部からの指示による回転速度指令値 W_{ref} と相電流演算部13で復元された三相の交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w とに基づいて、設定されたスイッチング周期毎にインバータ3の駆動目標となる新たな三相の指令電圧ベクトル V_u 、 V_v 、 V_w を生成し、更新する。

[0020] 補正指令電圧ベクトル生成部15は、指令電圧ベクトル生成部14で生成された三相の指令電圧ベクトル V_u 、 V_v 、 V_w に対して、電流値検出が可能となる大きさを有する二相分の電流値検出用の電圧ベクトル V_a 及びこの電圧ベクトル V_a を打ち消すための電圧ベクトル V_b を印加して、補正された三相の指令電圧ベクトル V_u' 、 V_v' 、 V_w' を生成し、スイッチングタイム設定部16に出力する。また、この新たに補正された三相の指令電圧ベクトル V_u' 、 V_v' 、 V_w' は、相電流演算部13にも出力、使用される。

[0021] スイッチングタイム設定部16は、補正指令電圧ベクトル生成部15で生成された補正された三相の指令電圧ベクトル Vu' 、 Vv' 、 Vw' に基づいて、インバータ3を構成するスイッチング素子31s、32sを駆動するスイッチングタイム S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} 、 S_{wn} 、 S_{vn} 、 S_{un} を設定し、この設定されたスイッチングタイム S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} 、 S_{wn} 、 S_{vn} 、 S_{un} で、スイッチング素子31s、32sのゲートにオン/オフの制御信号を出力することで、インバータ3を駆動する。

[0022] 検出電流格納部12は、スイッチングタイム設定部16で設定されたスイッチングタイム S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} 、 S_{wn} 、 S_{vn} 、 S_{un} を用いて電流値検出タイム T_a 、 T_b を設定し、この設定された電流値検出タイム T_a 、 T_b において、電流検出部11で検出された直流母線5の電流値 I_{dcA} 、 I_{dcB} を取得し、格納保持する。

[0023] また、インバータ制御部17は、スイッチングタイム設定部16で設定されたスイッチングタイム S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} 、 S_{wn} 、 S_{vn} 、 S_{un} で、上側のアームのスイッチング素子31sのゲートには、オン/オフの制御信号 G_{uu} 、 G_{vu} 、 G_{wu} を出力する。同時に、下側のアームのスイッチング素子32sのゲートには、上側のアームのスイッチング素子31sとは逆のオン/オフの制御信号 G_{ul} 、 G_{vl} 、 G_{wl} を出力する。

[0024] 次に、インバータ制御装置10の動作について、図1から図6を参照して説明する。

図2は、上側のアームを構成するスイッチング素子31sのスイッチングタイム S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} から電流値検出タイム T_a 、 T_b を設定する手順を説明するための図である。ここで、図2(a)、図2(b)、図2(c)は、各相の上側のアームを構成するスイッチング素子31sのスイッチ状態を示し、それぞれ、電圧最大相(U相)のスイッチ状態、電圧中間相(V相)のスイッチ状態、電圧最小相(W相)のスイッチ状態を示す。また、図2(d)は、直流母線5の電流値を、図2(e)は、電流値検出タイム T_a 、 T_b を、図2(f)は、スイッチング素子31s、32sのスイッチ

グタイム S_{up} , S_{vp} , S_{wp} , S_{un} , S_{vn} , S_{wn} を示す。

[0025] スイッチングタイム設定部16は、スイッチング素子31sのスイッチングタイム S_{up} , S_{vp} , S_{wp} を用いて、電流値検出タイム T_a , T_b を設定する。直流母線5から二相分の電流値 I_{dcA} , I_{dcB} を検出するためには、三相の上アームのスイッチング素子31sのスイッチ状態が全てオン、もしくは全てオフではない区間、すなわち、非零ベクトルのスイッチ状態の区間である電流値検出区間から二種類選択し、その区間で検出を行う必要がある。従って、電流値 I_{dcA} , I_{dcB} を検出する電流値検出タイム T_a , T_b は、電圧中間相（V相）のスイッチング素子31sのスイッチングタイムに依存して設定される。補正指令電圧ベクトル生成部15で生成される補正された三相の指令電圧ベクトル $V_{u'}$, $V_{v'}$, $V_{w'}$ の内、大きいものから順に電圧最大相、電圧中間相、電圧最小相と定義する。例えば、図2では、 $V_{u'}$ が電圧最大相（U相）、 $V_{v'}$ が電圧中間相（V相）、 $V_{w'}$ が電圧最小相（W相）である場合を示す。

[0026] なお、図2（a）、図2（b）、図2（c）では、各相の上側のアームを構成するスイッチング素子31sのスイッチ状態を示したが、下側のアームを構成するスイッチング素子32sのスイッチ状態は、上側のスイッチ状態とは逆の状態となる。すなわち、電圧最大相（U相）の上アームのスイッチング素子31sがオン（導通）のときは、電圧最大相（U相）の下アームのスイッチング素子32sは、オフ（遮断）の状態となる。

[0027] 二相分の検出された電流値 I_{dcA} , I_{dcB} の内、最初に現れる非零電圧ベクトル期間中に検出される直流母線5の電流値を I_{dcA} 、二番目に現れる非零電圧ベクトル期間中に検出される直流母線5の電流値を I_{dcB} とする。電流値 I_{dcA} の電流値検出タイムである図2中の T_a は、電圧中間相（V相）のスイッチング素子31sのスイッチングタイム S_{vp} から所定時間 T_1 前に設定される。ここで、 T_1 は、電流値検出に必要な時間よりも長い時間に設定される。続いて、電流値 I_{dcB} の電流値検出タイムである図2中の T_b は、 T_a から所定時間 T_2 後に設定される。ここで、 T_2 は、

インバータ3において直列接続されたスイッチング素子 $31s$, $32s$ 対が、同時に導通されることを避けるために設けられるデッドタイム区間を考慮し、また、直流母線5の電流値 Idc は、スイッチング素子 $31s$, $32s$ のオン、オフ動作に伴う電圧急変により電流が振動する場合があります、その電流の振動も考慮して設定する必要がある。

[0028] 図2は、この一例を示したものであり、スイッチング素子 $31s$ のスイッチングタイム S_{up} , S_{vp} , S_{wp} の非零電圧ベクトル区間におけるスイッチング素子 $31s$ のオン、オフ動作に伴う電圧急変により電流が振動して電流値検出が不可能となる区間（以下、電流値検出不可区間 T_i と称す。）と電流値検出可能区間 T_p が記載されている。従って、 T_2 は、 T_b が電流値検出不可区間 T_i にかからないように設定される。このとき、 $IdcA$ は、電圧最大相（U相）の電流値、 $IdcB$ は、電圧最小相（W相）の電流値を示す。この二相分の電流値から相電流演算部13で電圧中間相（V相）の電流値を算出するが、 $IdcA$ と $IdcB$ の電流値検出タイムの差を可能な限り短く設定する。これは、非零電圧ベクトルにより、電動機2に電流が流れ、直流母線5の電流値も変化するため、 T_a と T_b が離れていると、電圧中間相（V相）の電流値検出精度が低下するためである。

[0029] また、図2では、スイッチング周期 T 内に四つある非零電圧ベクトル期間の内の前半の二つの非零電圧ベクトル期間で電流値検出を行う例を示したが、後半の二つ非零電圧ベクトル期間で電流値検出を行う場合であってもよく、同様の処理を行う。この場合における $IdcA$ は、三番目の非零電圧ベクトル期間中に検出される直流母線5の電流値を示し、 $IdcB$ は、四番目の非零電圧ベクトル期間中に検出される直流母線5の電流値を示すことになる。このとき、 $IdcA$ は電圧最小相（W相）の電流値、 $IdcB$ は電圧最大相（U相）の電流値を示すこととなる。

[0030] 相電流演算部13は、検出電流格納部12に格納されている二相分の検出された電流値 $IdcA$ と $IdcB$ から三相の交流電流値 I_u , I_v , I_w を復元する役割を持つ。指令電圧ベクトル生成部14で生成された三相の指令

電圧ベクトル V_u , V_v , V_w に基づいて、二相の電流値の符号を判定する。残りの一相の電流値は、三相の電流値の総和がゼロであることを利用すれば、既に符号が判定された二相の電流値 I_{dcA} , I_{dcB} から容易に求めることが出来る。以上の演算により、求められている電動機2に流れる三相の交流電流値 I_u , I_v , I_w を復元することが可能となる。この演算された三相の交流電流値 I_u , I_v , I_w は、例えば、指令電圧ベクトル生成部14における三相の指令電圧ベクトルの更新（生成）処理に利用したり、電動機2の出力監視に用いたりするなど、各部の制御処理などに利用される。

[0031] 指令電圧ベクトル生成部14は、インバータ3が出力する目標となる三相の指令電圧ベクトル V_u , V_v , V_w を生成する役割を持つ。電動機2の制御方法により様々な指令電圧ベクトル生成法が知られているが、本発明の本質ではないので、ここでは、説明を省略する。

[0032] 補正指令電圧ベクトル生成部15は、指令電圧ベクトル生成部14で生成された指令電圧ベクトル V (V_u , V_v , V_w) に電圧ベクトルを印加する役割を持つ。ここで、印加される電圧ベクトルは、二相分の電流値検出区間の確保を可能とする電圧ベクトルであり、この電圧ベクトルは、例えば、それぞれ異なる電圧ベクトル V_a , V_b であるが、スイッチング周期の $1/2$ を単位周期とし、単位周期 n 周期で印加する電圧ベクトル V_a と V_b の合計が、零ベクトルとなる条件を満たす必要がある。更に、スイッチング周期の各周期で印加する電圧ベクトル V_a , V_b は、スイッチングにおけるロスを減らすため、連続する基本電圧ベクトル V_1 (100) から V_6 (101) の合成ベクトルであることが望ましい。

[0033] なお、ここで、基本電圧ベクトルの括弧内の3つの数字は、上アームのスイッチング素子31sの場合では、左からU相、V相、W相の各スイッチング素子31sのスイッチ状態を表わし、“1”はオンを、“0”はオフをそれぞれ表す。例えば、 V_1 (100) は、U相のスイッチング素子31sがオンで、他の相のスイッチング素子31sがオフであることを表わしている。下アームのスイッチング素子32sの場合でも同様である。

[0034] ここで、図3を参照して印加する電圧ベクトルの一例について説明する。図3では、説明を簡単にする為に単位周期 n を3として考える。図3(a)に示す単位周期の1周期目では、指令電圧ベクトル V に基づいて非零電圧ベクトルである $V_1(100)$ 、 $V_2(110)$ を出力し、図3(b)に示す単位周期の2周期目では、電流値検出区間を確保するための電圧ベクトル V_a として、 $V_2(110)$ 、 $V_3(010)$ を出力する。また、図3(c)に示す単位周期の3周期目では、電流値検出区間を確保するための電圧ベクトル V_b として、単位周期の2周期目の電圧ベクトル V_a を打ち消すように、 $V_5(001)$ 、 $V_6(101)$ を出力する。従って、この単位周期の3周期で指令電圧ベクトル V 以外に印加する電圧ベクトル V_a と V_b との合計は、零ベクトルであるため、電流検出区間を確保するための電圧ベクトル V_a 、 V_b を印加した後の指令電圧ベクトル V は、単位周期の3周期合計で見ると電圧ベクトル V_a 、 V_b を印加する前の指令電圧ベクトル V と一致することになる。

[0035] 図4に、各単位周期での指令電圧ベクトル V と出力電圧ベクトル V_o の関係について一例を示す。図4(a)は、単位周期を n とした場合の1周期目から n 周期目までの指令電圧ベクトル V と出力電圧ベクトル V_o の関係を、図4(b)は、 $n+1$ 周期目から $n+n$ 周期目までの指令電圧ベクトル V と出力電圧ベクトル V_o の関係を示す。1周期目から n 周期目までの単位周期において、 k 周期目に V_6 と V_1 を合成した電圧ベクトルを印加し、 m 周期目に V_4 と V_5 を合成した電圧ベクトルを印加し、 n 周期目に V_2 と V_3 を合成した電圧ベクトルを印加する。上記で述べた通り、1周期目から n 周期目までの単位周期の間に印加する電圧ベクトルの合計は、零ベクトルとなるので、1周期目の出力電圧ベクトル V_o は、指令電圧ベクトル V と同じとなる。また、同様に、 $n+1$ 周期目から $n+n$ 周期目までの単位周期において、 k 周期目に V_6 と V_1 を合成した電圧ベクトルを印加し、 m 周期目に V_4 と V_5 を合成した電圧ベクトルを印加し、 n 周期目に V_2 と V_3 を合成した電圧ベクトルを印加する。 $n+1$ 周期目から n 周期目までの単位周期の間に

印加する電圧ベクトルの合計は、零ベクトルとなるので、 $n + 1$ 周期目の出力電圧ベクトル V_o は、指令電圧ベクトル V と同じとなる。但し、1 周期目の出力電圧ベクトル V_o と $n + 1$ 周期目の出力電圧ベクトル V_o の値は異なる。すなわち、単位周期の間に印加する電圧ベクトルの合計は、零ベクトルであり、また、 n 周期毎に k 番目の周期と $n + k$ 番目の周期では、常に同じ電圧ベクトルを印加する。すなわち、指令電圧ベクトル V に依存しない電圧ベクトルを印加することとなる。

[0036] 図5に、印加する電圧ベクトルの切替えの一例を示す。図4で示したように n 周期中の k 周期目に印加する電圧ベクトル (V_6 と V_1 を合成した電圧ベクトル) は、常に同じ電圧ベクトルを印加するが、駆動周期よりも大きい周期、例えば、インバータ3が動作を停止し、次に再開するようなタイミングで動作停止前とは、異なる電圧ベクトル (V_4 と V_5 を合成した電圧ベクトル) を印加する。切替えられた電圧ベクトルは、また、図4で示したように n 周期毎に常に同じ電圧ベクトルを印加する。

[0037] このように、補正指令電圧ベクトル生成部15は、指令電圧ベクトル生成部14で生成された三相の指令電圧ベクトル V に対して、電流値検出が可能となる大きさを有する二相分の電流値検出用の電圧ベクトル V_a 及びこの電圧ベクトル V_a を打ち消すための電圧ベクトル V_b を印加して、補正された三相の指令電圧ベクトル $V_{u'}$, $V_{v'}$, $V_{w'}$ を生成する。

[0038] スイッチングタイム設定部16は、補正指令電圧ベクトル生成部15で生成された補正された三相の指令電圧ベクトル $V_{u'}$, $V_{v'}$, $V_{w'}$ に基づいて、スイッチングタイム S_{up} , S_{vp} , S_{wp} , S_{un} , S_{vn} , S_{wn} を設定する役割を持つ。図6は、指令電圧ベクトル及び印加する電圧ベクトルとスイッチングタイムとの関係を説明する図である。図6では、図3で生成された1周期目の指令電圧ベクトル V に基づいて、スイッチングタイム $S_{up} \sim S_{wn}$ を設定する場合の一例を示す。図6において、図6(a)は、出力電圧ベクトル V_o を、図6(b)は、印加する電圧ベクトル V_a を、図6(c)は、指令電圧ベクトル V を、図6(d)は、出力電圧ベクトル V

○を示す。また、図2と同様に、図6(e)、図6(f)、図6(g)は、各相の上側のアームのスイッチング素子31sのゲートのスイッチの状態を示し、それぞれ、電圧最大相(U相)のスイッチ状態、電圧中間相(V相)のスイッチ状態、電圧最小相(W相)のスイッチ状態を示す。下側のアームのスイッチング素子32sのゲートのスイッチの状態は、上側のアームのスイッチング素子31sのゲートのスイッチ状態とは逆の状態となる。図6(h)は、スイッチング素子31s、32sのスイッチングタイム S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} 、 S_{vn} 、 S_{un} を示す。

[0039] ここで、図6(d)に示すように、単位周期のn周期内において、指令電圧ベクトルV(図6(c))と印加する電圧ベクトル V_a (図6(b))は、別々に出力される。図6(d)において、出力電圧ベクトル V_o 欄の括弧内の数字は、基本電圧ベクトルを示す。なお、“0”は $V_0(000)$ を表わし、三相のスイッチング素子31sが全てオフの状態を、“7”は $V_7(111)$ を表わし、三相のスイッチング素子31sが全てオンの状態であることをそれぞれ示している。図6の例では、まず、三相のスイッチング素子31sが全てオフの状態から、印加する電圧ベクトル V_a に基づいてV相のスイッチング素子31sがオンの状態に、U相のスイッチング素子31sがオンの状態に、続いて、三相のスイッチング素子31sが全てオンの状態に、さらに、指令電圧ベクトルVに基づいて、W相のスイッチング素子31sがオフの状態に、V相及びW相のスイッチング素子31sがオフの状態に、最後に、三相のスイッチング素子31sが全てオフの状態になる。

[0040] したがって、図6(d)に示すように、三相に印加する電圧ベクトル V_a に基づいて、出力されたスイッチング用のパルス状電圧の区間が、直流母線5の電流値検出区間となる。また、スイッチング周期内で指令電圧ベクトルVと印加する電圧ベクトル V_a は、別々に出力されるため、各スイッチング周期における印加する電圧ベクトル V_a の出力区間で、電流値検出が可能となり、各スイッチング周期で三相の交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w の復元が可能となる。

- [0041] インバータ制御部17は、スイッチングタイム設定部16で設定されたスイッチングタイム S_{up} , S_{vp} , S_{wp} , S_{un} , S_{vn} , S_{wn} により、上側のアームの三相のスイッチング素子31sのゲートには、オン/オフの制御信号 G_{uu} , G_{vu} , G_{wu} を、また、下側のアームの三相のスイッチング素子32sのゲートには、上側のアームの三相のスイッチング素子31sとは、反転されたオン/オフの制御信号 G_{ul} , G_{vl} , G_{wl} をそれぞれ出力し、インバータ3により出力される相電流を制御する。
- [0042] 本実施の形態のインバータ制御装置による相電流の出力波形の例を図7に示す。また、特許文献1に示された従来のインバータ制御方法による相電流の出力波形を図8に示す。ここでは、特許文献1に示された技術と本実施の形態による技術の効果を比較するため、スイッチング周波数2kHz、周波数指令0.5Hzで駆動した場合における相電流の波形を示している。図7から明らかのように、従来技術で発生していた周期的な電流リップルの変化（図8の丸で囲まれた部分）が、本実施の形態では低減されていることが分かる。
- [0043] したがって、直流母線の電流値検出区間を確保するのに必要な最低限の電圧ベクトルのみを印加することで、指令電圧ベクトルの大小関係に依存した補償電圧を必要とせず、また、上記印加する電圧ベクトルも指令電圧ベクトルに依存せずに設定されるため、各制御周期で検出を行う相を設定することが可能となる。これにより、例えば、常に同じ相の電流値を検出し、検出精度の向上を図ることが可能となる。また、n周期毎のk番目に印加する電圧ベクトルを一定とすることで、指令電圧ベクトルの大小関係に関わらず、電流リップルの形状が一定となり、周期的な変化が発生しない。周期的な電流リップルの変化を無くすことで、電動機2を駆動する周波数の6倍の周波数のような音を無くすことが可能となる。また、駆動周期よりも大きい周期でk番目に印加する電圧ベクトルを切り替えることで、同じスイッチングを繰り返すことによる各スイッチング素子の消耗を防ぐことも可能となる。
- [0044] このように、実施の形態1に係るインバータ制御装置では、スイッチング

周期の $1/2$ を単位周期とし、 n を 3 以上の自然数とした n 周期において、少なくとも 2 周期で電流値検出用に印加する電圧ベクトルの合計が零ベクトルとなるように設定し、それ以外の周期においては、指令電圧ベクトルに基づいた電圧ベクトルを印加することにより電流値検出区間の設定を行っているため、指令電圧ベクトルに依存することなく、各制御周期で検出を行う相を設定することが可能となり、これにより、 k を n 以下の自然数とし、 n 周期中の k 番目に印加する電圧ベクトルを常に同じとすることにより、電流脈動の大きさが周期的に変化することに由来する騒音となるうなり音を低減することができるという効果がある。

[0045] なお、図 9 は、実施の形態 1 に係るインバータ制御装置のハードウェア構成を示すもので、インバータ制御装置 10 は、プロセッサ 50、記憶装置 51 及び電流センサ 52 で構成され、上述した各部の機能はこれらにより実現される。例えば、記憶装置 51 には、制御用のプログラムの他、演算により得られたデータ、検出電流値、三相の指令電圧ベクトル等の各種データが保存格納されている。プロセッサ 50 は、記憶装置 51 に格納されている本実施の形態の動作を実行する上で必要なそれぞれのプログラム及びデータを用いて演算を行う。電流検出素子である電流センサ 52 は、直流母線 5 から電流値を取得する。記憶装置 51 は、ランダムアクセスメモリ等の揮発性記憶装置と、フラッシュメモリ等の不揮発性の補助記憶装置とを具備している。また、不揮発性の補助記憶装置として、フラッシュメモリの代わりにハードディスク等の補助記憶装置を具備していてもよい。

[0046] 実施の形態 2.

図 10 は、実施の形態 2 に係るインバータ制御装置を含むモータ制御システムの概略構成図である。図 11 は、指令電圧ベクトル及び印加する電圧ベクトルとスイッチングタイミムとの関係を説明する図である。実施の形態 2 に係るインバータ制御装置と実施の形態 1 に係るインバータ制御装置との相違点は、図 10 に示すように実施の形態 2 のモータ制御システム 9 におけるインバータ制御装置 20 では、検出電流格納部 12 が検出電流格納部 22 に

、相電流演算部 1 3 が相電流演算部 2 3 にそれぞれ変更されている点である。他の構成要素は、実施の形態 1 の図 1 と同様であるので説明を省略する。

[0047] 上記実施の形態 1 では、図 6 に示すように n を 3 以上とし、スイッチング周期の $1/2$ である単位周期 n 周期で印加する電圧ベクトルの出力区間で電流値検出を行う場合について説明したが、実施の形態 2 では、 n が 2 の時の電流値検出を行う場合について説明する。 n を 2 とした場合、印加する電圧ベクトルの出力区間が一つしかないため、図 11 に示すようにスイッチング周期を前半と後半の二つに分割して、スイッチング周期毎に前半と後半交互に電流値検出用の電圧ベクトルを印加するものである。

[0048] 次に、本実施の形態 2 に係るインバータ制御装置 20 の動作について、図 10 及び図 11 を参照して説明する。

実施の形態 1 では、図 6 で示したように、スイッチング周期の $1/2$ の単位周期の 1 周期毎に指令電圧ベクトル V と電流値検出区間を確保するために印加する電圧ベクトル V_a を別々に出力しているが、単位周期 n 周期で出力電圧ベクトル V_o を指令電圧ベクトル V と同じにする必要がある。そのため、印加する電圧ベクトル V_a 、 V_b を印加するために単位周期が少なくとも 2 周期必要となり、指令電圧ベクトル V を出力するための最低 1 単位周期と合わせると単位周期が 3 周期必要となる。実施の形態 2 では、図 11 で示すように、スイッチングタイム設定部 16 で単位周期 2 周期のうち、一方を指令電圧ベクトル V 、他方を電流値検出区間を確保するために印加する電圧ベクトル V_a を出力する。また、上記指令電圧ベクトル V と印加する電圧ベクトル V_a 、 V_b の別々の出力を、スイッチング周期の 1 周期毎に出力する順番を入れ替える。それに伴い、電流値検出の位置も 1 周期毎に入れ替わる。このようにすることで、1 周期目に印加した電流値検出用に印加する電圧ベクトル V_a を 2 周期目で印加した電流値検出用に印加する電圧ベクトル V_b で打ち消すことが可能となり、実施の形態 1 のように打ち消し用に印加する電圧ベクトル V_b が n 周期内で不要となり、単位周期 2 周期での指令電圧ベクトル V と電流値検出区間を確保するために印加する電圧ベクトル V_a 、 V

bの出力が可能となる。

[0049] 検出電流格納部22では、直近のスイッチング周期の2周期分の検出された電流値 I_{dcA} 、 I_{dcB} 、 I_{dcC} 、 I_{dcD} を取得、格納する機能を持ち、相電流演算部23では、上記四つの検出された電流値からスイッチング周期の2周期分の三相の交流電流値 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} 、 I_{u2} 、 I_{v2} 、 I_{w2} を算出し、平均化された三相の交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w を出力する機能を持つ。このように、直近のスイッチング周期の2周期の電流値検出位置を変え、その平均値を出力することで電流リップルの影響の小さい高精度な電流検出が可能となる。

[0050] このように、実施の形態2に係るインバータ制御装置では、単位周期2周期のうち、一方を指令電圧ベクトル、他方を電流値検出区間を確保するために印加する電圧ベクトルを出力することにより、電流値検出区間の設定を行っているため、指令電圧ベクトルに依存することなく、各制御周期で検出を行う相を設定することが可能となり、これにより、2周期中の1番目に印加する電圧ベクトルを常に同じとすることにより、電流脈動の大きさが周期的に変化することに由来する騒音となるうなり音をさらに低減することができるという効果がある。

[0051] なお、本発明に係るインバータ制御装置として、様々な電動機などの回転機を駆動するシステムに広く対応するモータ制御システムに有用であり、特に、低い三角搬送波周波数かつ指令電圧変調率が低い領域で駆動を行うモータ制御システムに適している。

[0052] また、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

[0053] また、図において、同一符号は、同一または相当部分を示す。

符号の説明

[0054] 1, 9 モータ制御システム、2 電動機、3 インバータ、4 直流電源、5 直流母線、10 インバータ制御装置、11 電流検出部、31 s

, 32 s スイッチング素子、31 d, 32 d ダイオード、12, 22
検出電流格納部、13, 23 相電流演算部、14 指令電圧ベクトル生成
部、15 補正指令電圧ベクトル生成部、16 スイッチングタイム設定部
、17 インバータ制御部、50 プロセッサ、51 記憶装置、52 電
流センサ

請求の範囲

[請求項1]

直流電力を交流電力に変換するインバータのスイッチング素子を所定のスイッチングタイムにより制御するインバータ制御部と、

前記インバータに直流電力を供給する直流電源の電流値を検出する電流検出部と、

前記スイッチングタイムに基づいて、電流値検出タイムを設定すると共に、前記電流検出部から前記電流値を取得、格納保持する検出電流格納部と、

前記検出電流格納部から復元に必要な相数分の前記電流値から前記インバータで生成された交流電流値を演算し復元する相電流演算部と、

復元された前記交流電流値と回転速度指令値に基づいて指令電圧ベクトルを生成する指令電圧ベクトル生成部と、

前記指令電圧ベクトルに基づいて補正された指令電圧ベクトルを生成する補正指令電圧ベクトル生成部と、

前記補正された指令電圧ベクトルに基づいて、前記スイッチングタイムを設定し、前記インバータ制御部及び前記検出電流格納部に出力するスイッチングタイム設定部と、を備え、

前記補正指令電圧ベクトル生成部は、前記インバータのスイッチング周期の $1/2$ を単位周期として、前記単位周期の n 周期（ n は、2以上の自然数）において、 n が3以上の時は、そのベクトルの合計が零ベクトルとなる複数の電圧ベクトルを印加し、 n が2の時は、前記単位周期の4周期において、そのベクトルの合計が零ベクトルとなる複数の電圧ベクトルを印加して、前記補正された指令電圧ベクトルを生成することを特徴とするインバータ制御装置。

[請求項2]

前記 n 周期が3周期以上であり、少なくともその2周期において、それぞれ前記復元に必要な相数分の前記電流値の検出区間の確保が可能となる大きさを有する前記複数の電圧ベクトルを印加することを特

徴とする請求項 1 に記載のインバータ制御装置。

[請求項3] k を n 以下の自然数として、前記 n 周期の k 番目の周期に印加される前記電圧ベクトルが、 n 周期単位で同じ電圧ベクトルであることを特徴とする請求項 2 に記載のインバータ制御装置。

[請求項4] 前記 k 番目の周期に印加される前記電圧ベクトルは、前記 n 周期よりも大きい場合に、異なる電圧ベクトルに切替えることを特徴とする請求項 3 に記載のインバータ制御装置。

[請求項5] 前記 n 周期が 2 周期であり、前半周期及び後半周期の一方において、前記復元に必要な相数分の前記電流値の検出区間の確保が可能となる大きさを有する前記複数の電圧ベクトルを印加すると共に、異なる前記 n 周期毎において、前記前半周期と前記後半周期とで交互に前記複数の電圧ベクトルを印加することを特徴とする請求項 1 に記載のインバータ制御装置。

[請求項6] 前記前半周期に印加される前記電圧ベクトルが、 $2n$ 周期単位で同じ電圧ベクトルであり、前記後半周期に印加される前記電圧ベクトルが、 $2n$ 周期単位で同じ電圧ベクトルであることを特徴とする請求項 5 に記載のインバータ制御装置。

[請求項7] 前記前半周期及び前記後半周期の一方において、印加する前記複数の電圧ベクトルは、前記 n 周期よりも大きい場合に異なる値を持つ電圧ベクトルに切替えることを特徴とする請求項 6 に記載のインバータ制御装置。

[請求項8] 異なる前記 n 周期で検出された前記復元に必要な相数分の前記電流値のそれぞれの平均値を前記電流値とすることを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のインバータ制御装置。

図1

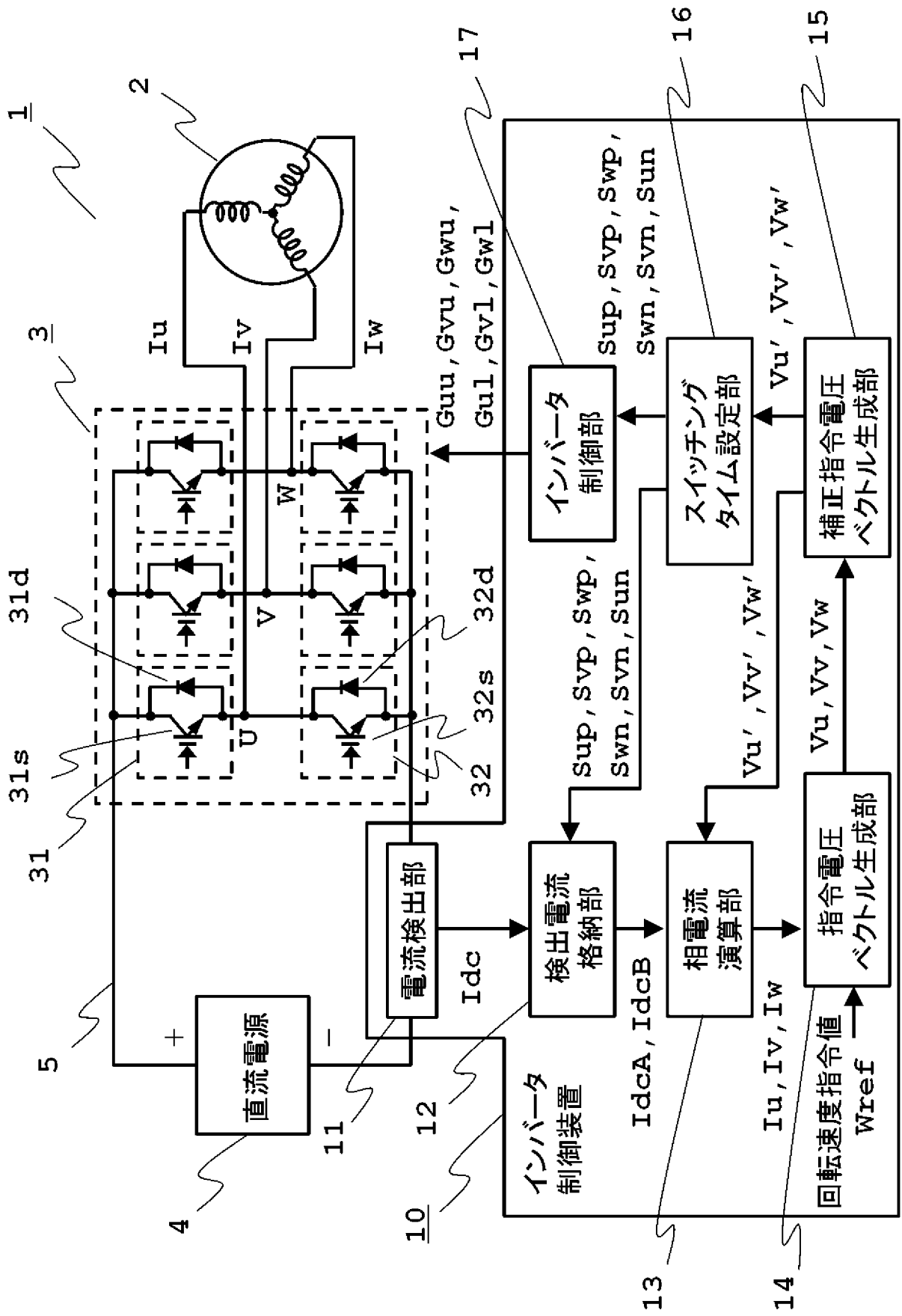


図1

[図2]

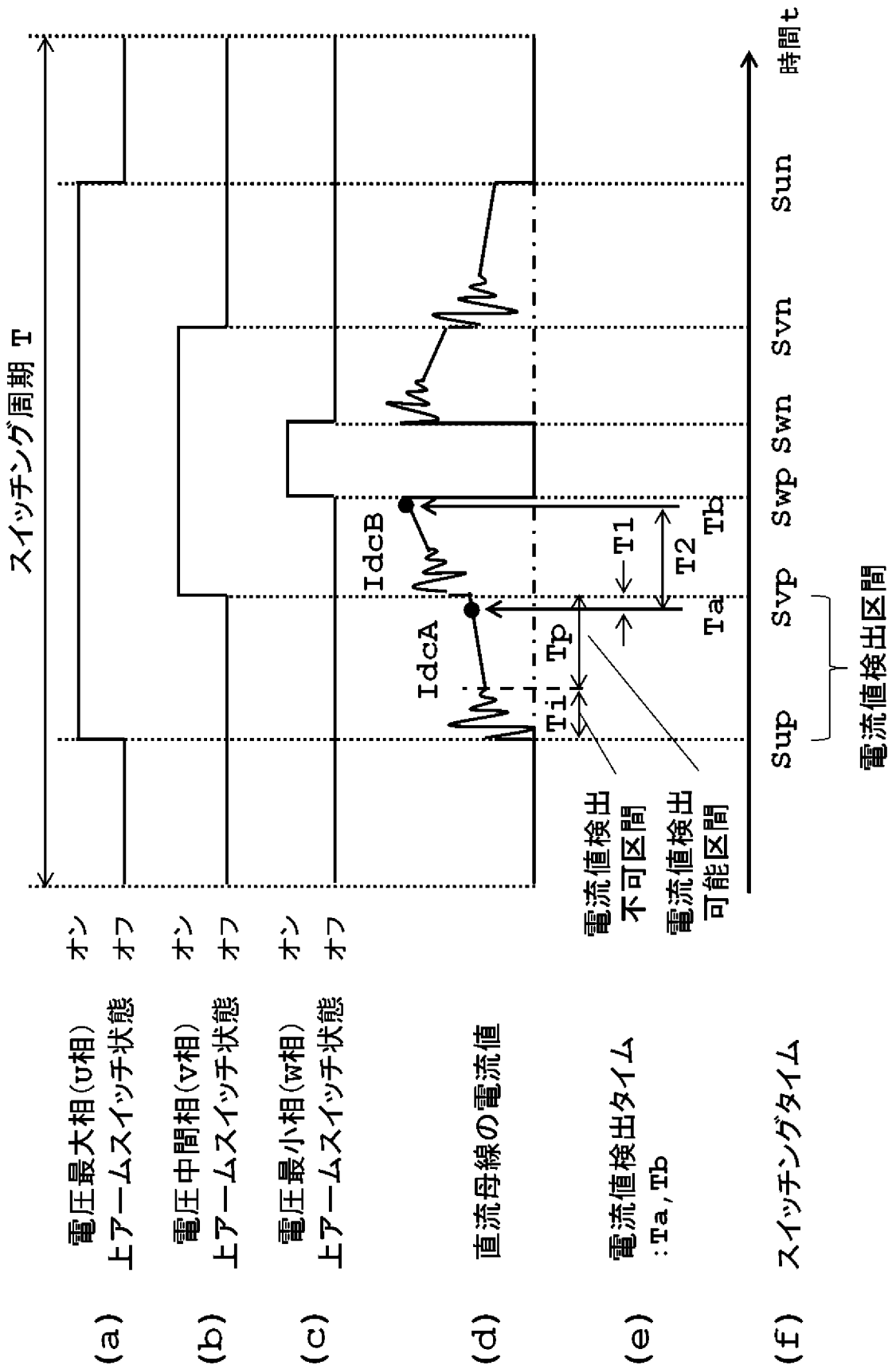
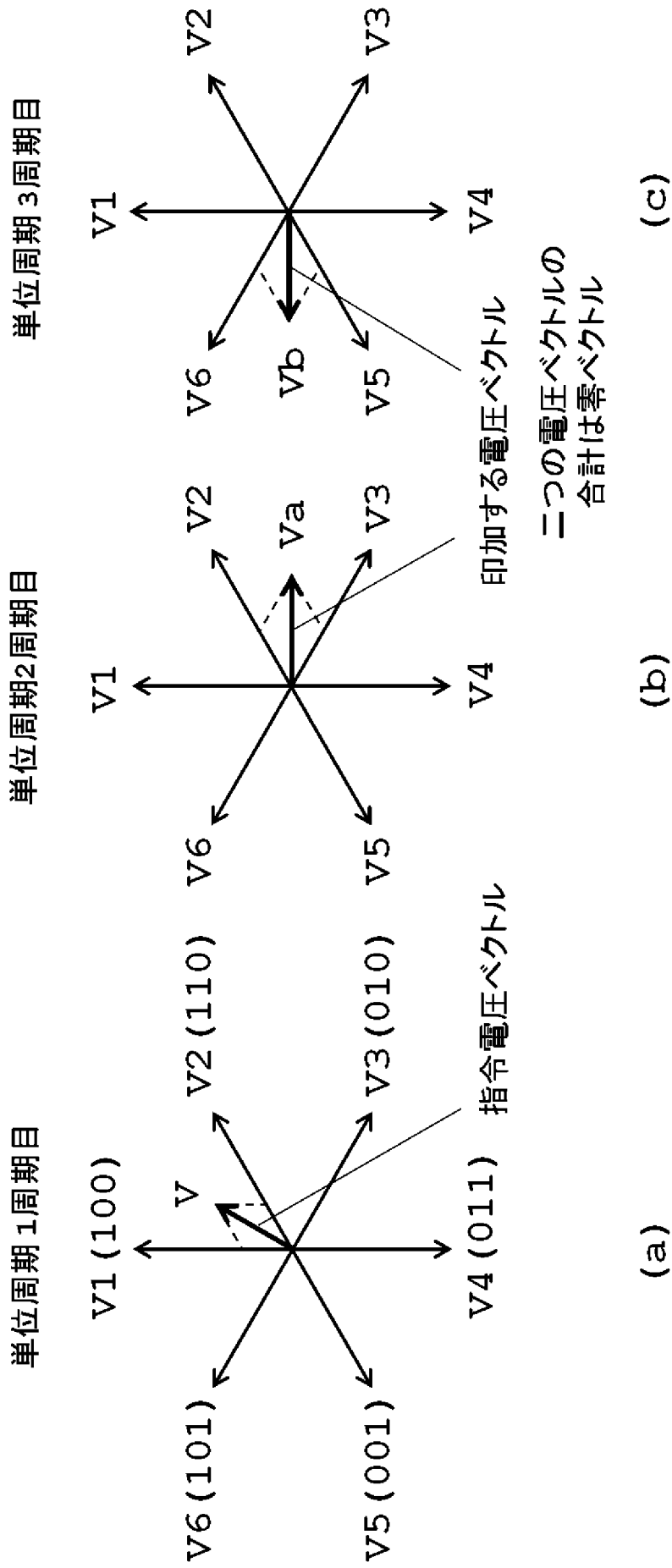


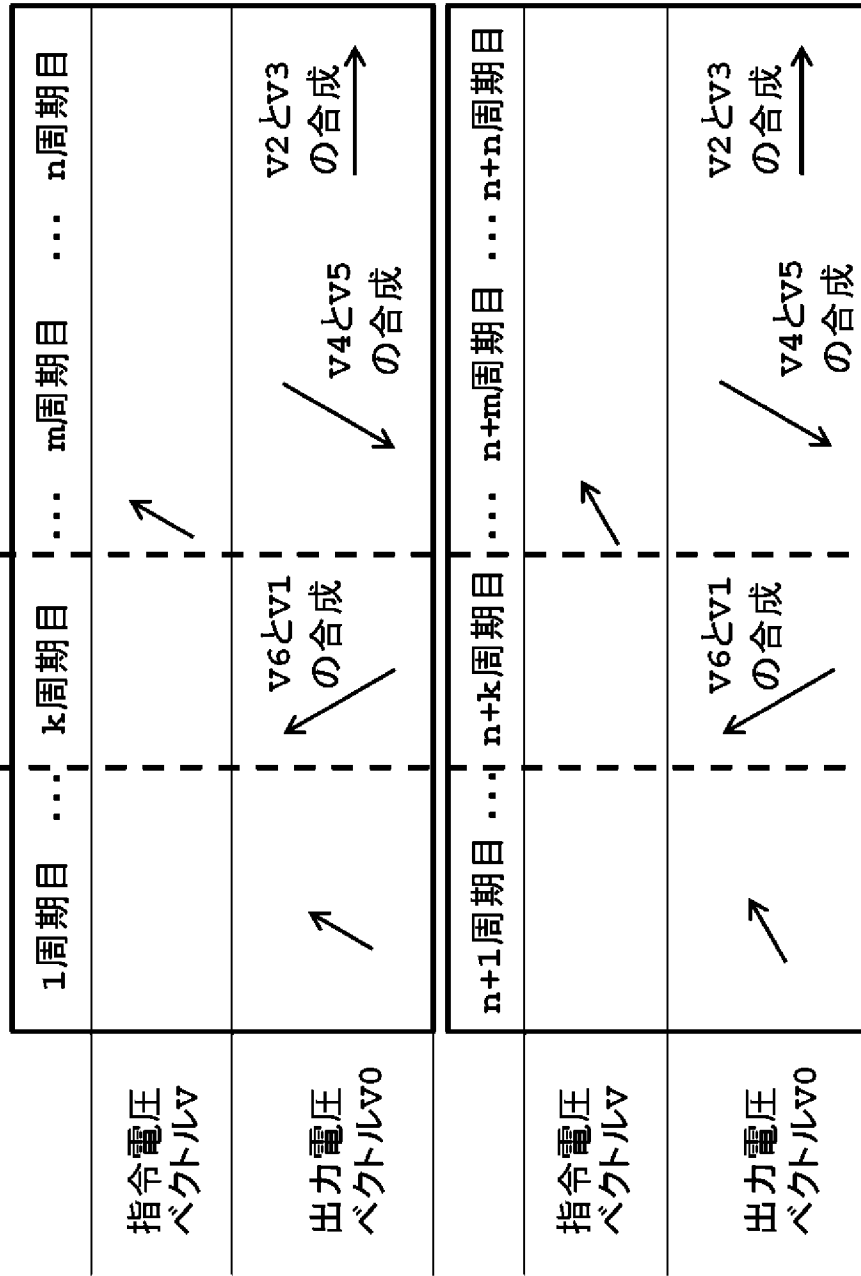
図2

[図3]



[図4]

n 周期内の k 周期目は指令電圧ベクトルに関わらず、常に同じ電圧ベクトルを印加



(a)

(b)

n 周期で印加される電圧ベクトルの合計は零ベクトル

図4

[図5]

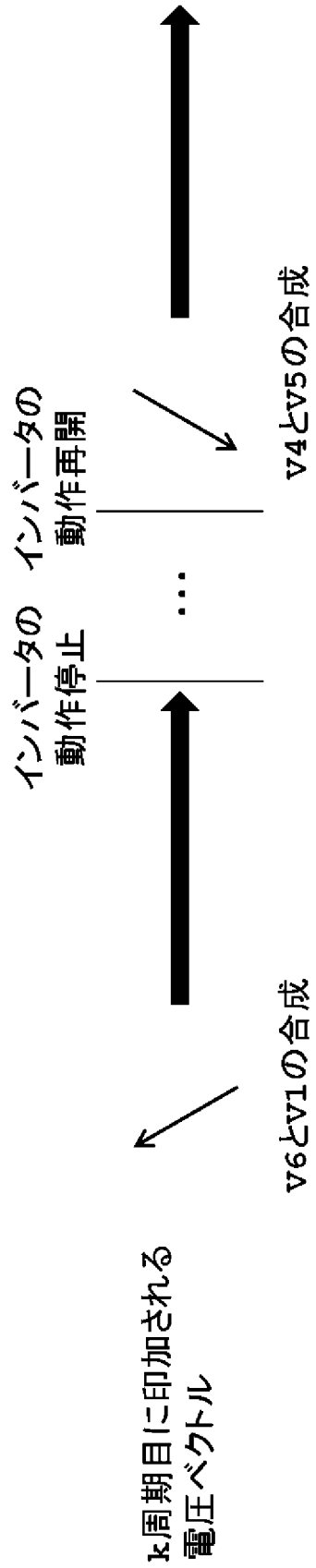
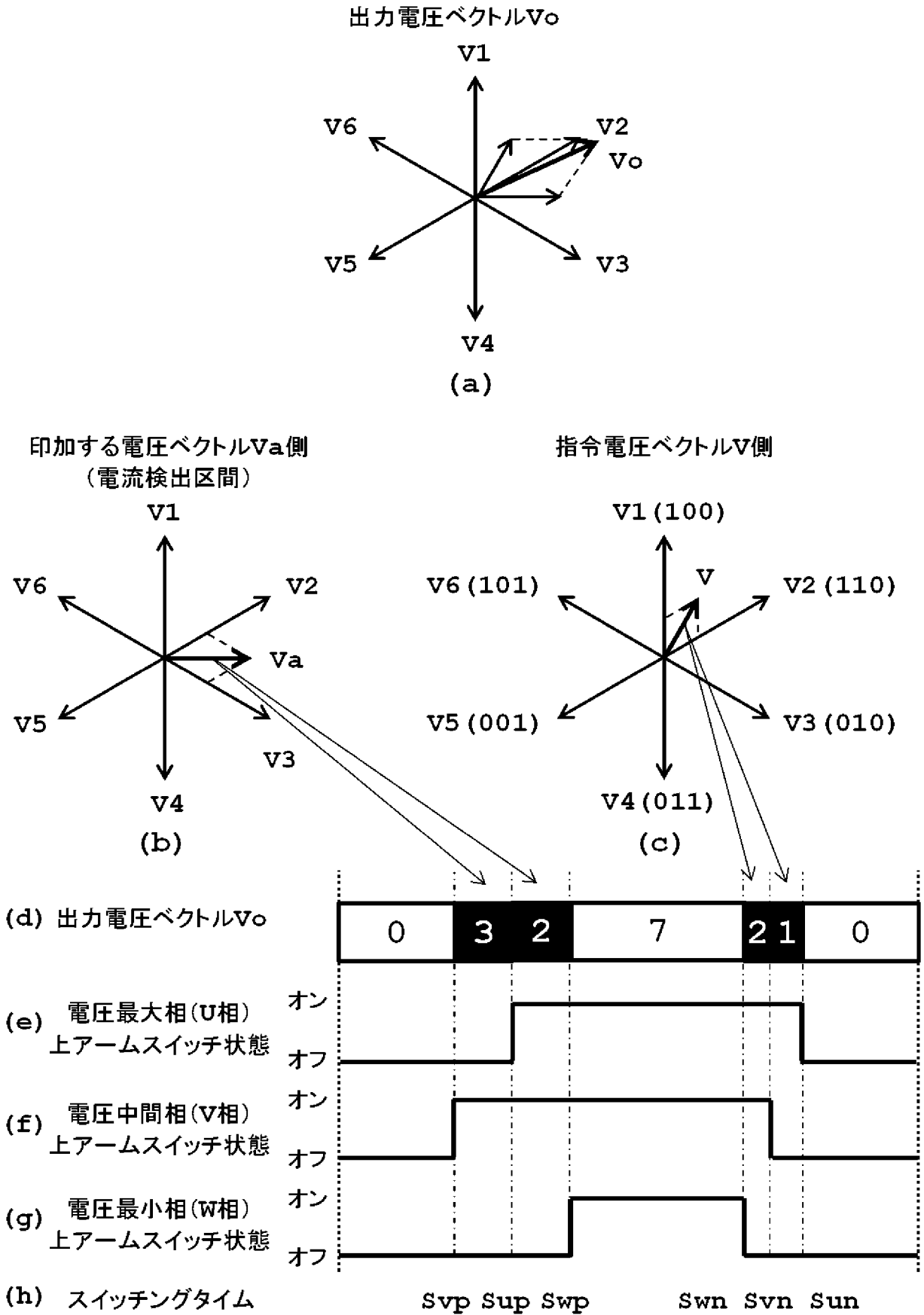


図5

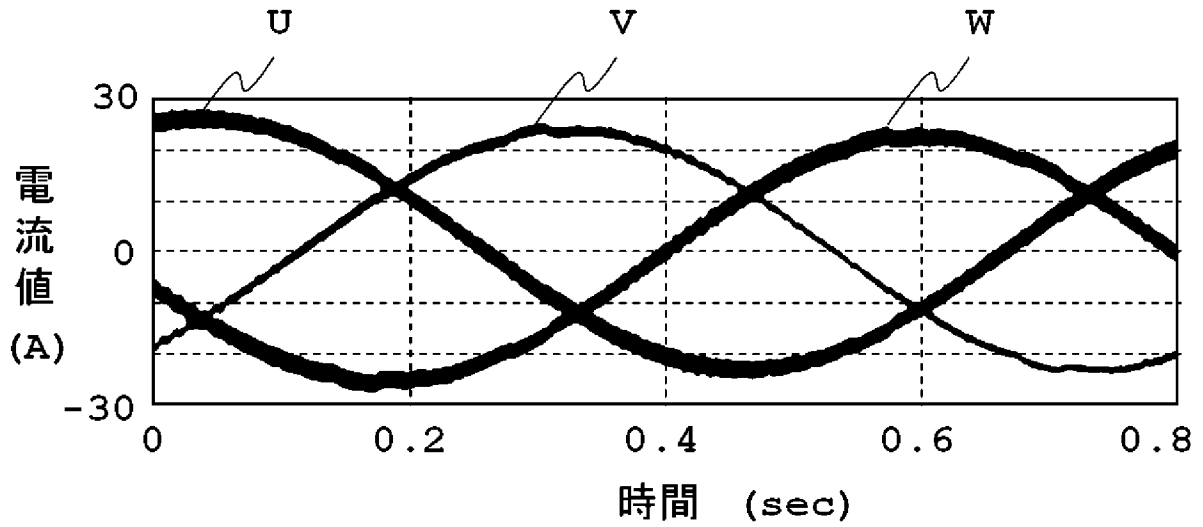
[図6]

図6



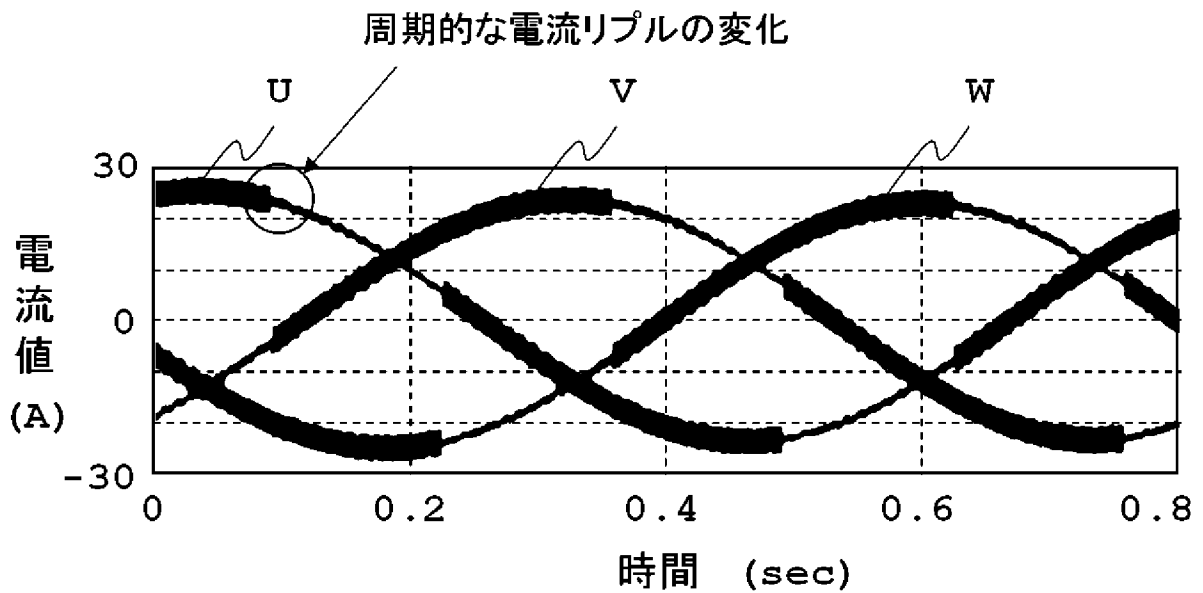
[図7]

図7



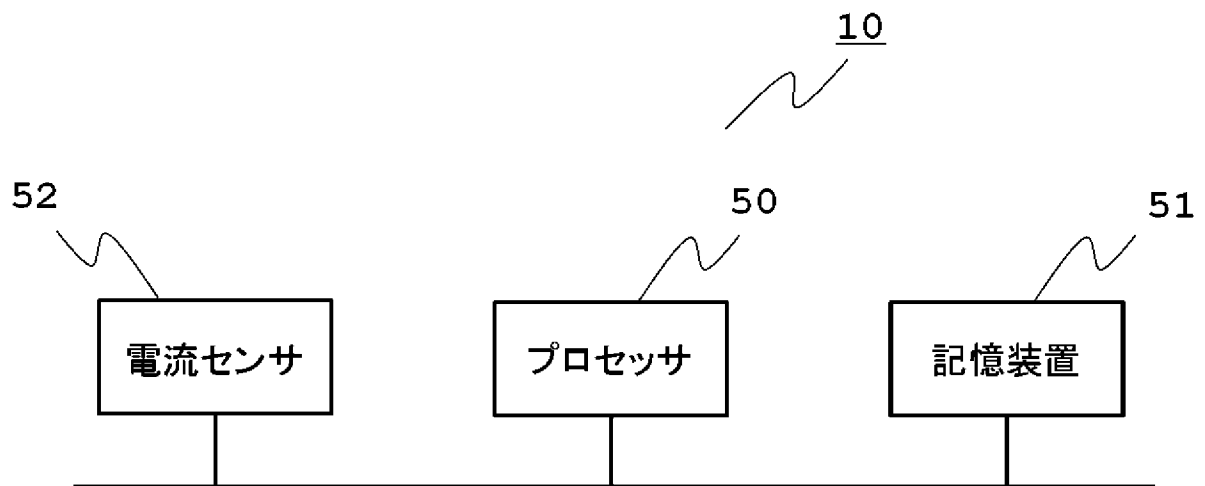
[図8]

図8



[図9]

図9



[図10]

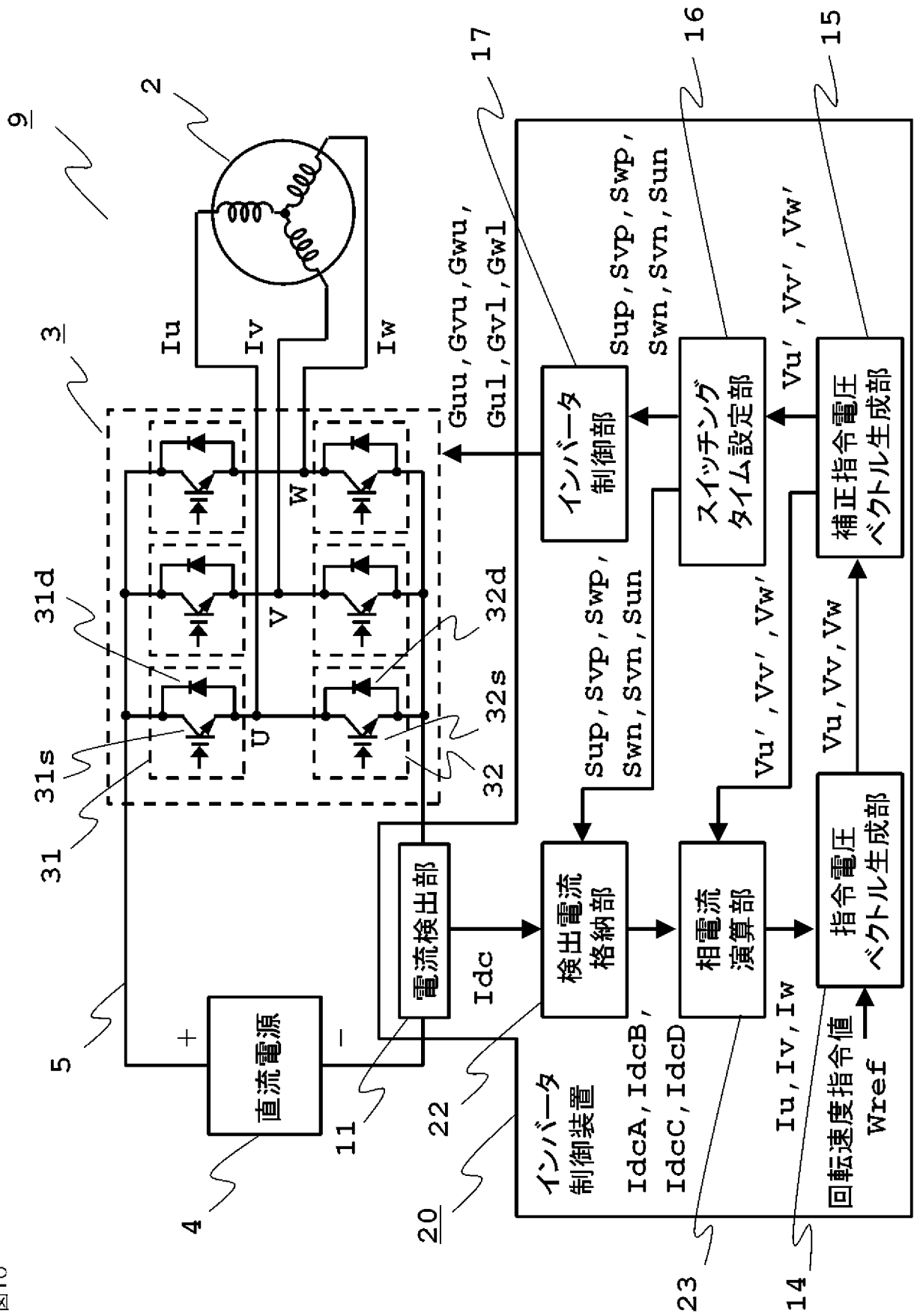


図10

[図11]

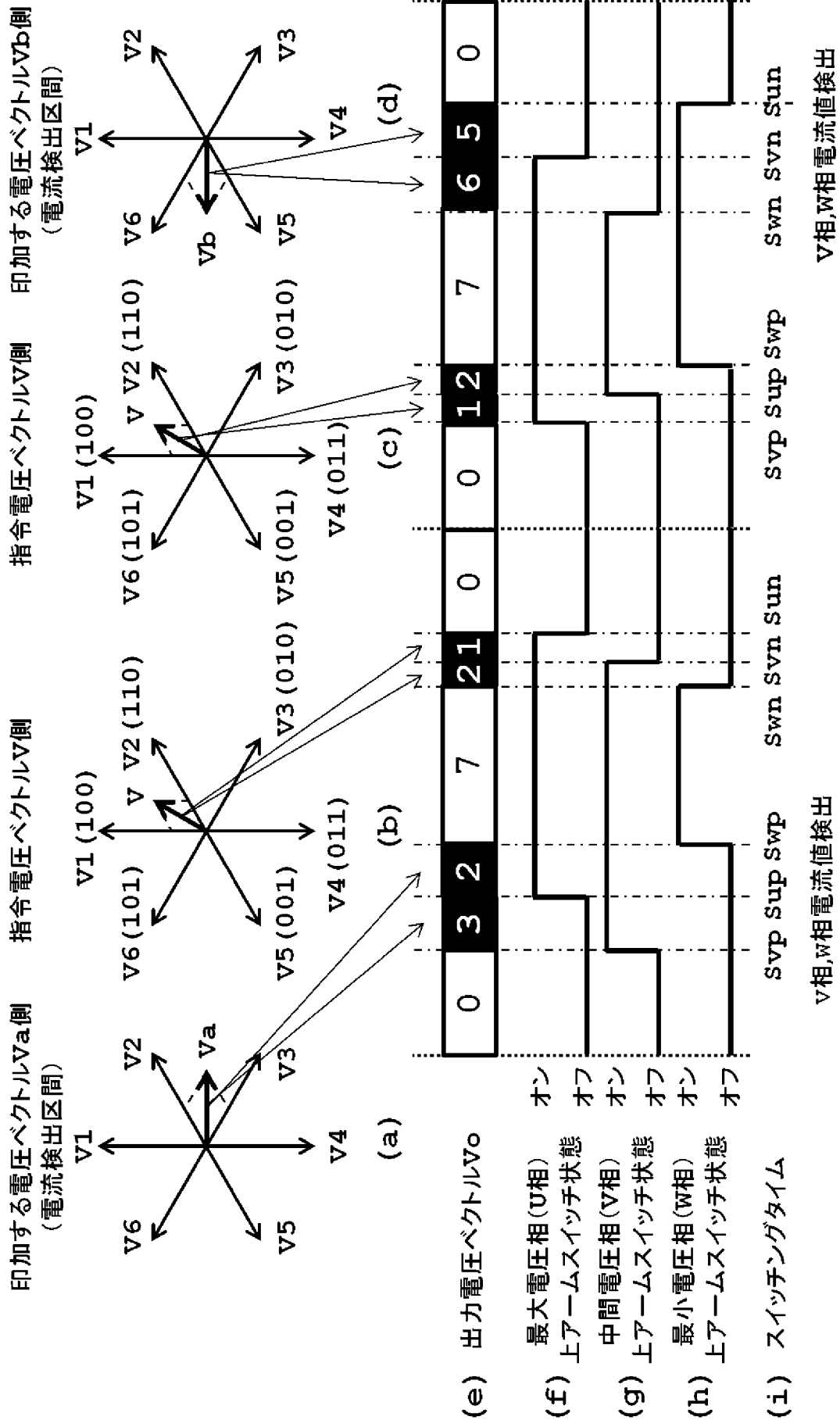


図11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/087867

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P27/06(2006.01)i, H02M7/48(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)
H02P27/06, H02M7/48

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2015-61381 A (Denso Corp.), 30 March 2015 (30.03.2015), paragraphs [0098] to [0108]; fig. 2, 17 & US 2015/0075898 A1 paragraphs [0170] to [0186]; fig. 2, 17 & DE 102014113171 A1 & CN 104467494 A	1-8
A	JP 2007-82355 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 March 2007 (29.03.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2012-178927 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 13 September 2012 (13.09.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

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

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

Date of the actual completion of the international search 20 February 2017 (20.02.17)	Date of mailing of the international search report 28 February 2017 (28.02.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02P27/06(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i</p>												
<p>B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02P27/06, H02M7/48</p>												
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年	
日本国実用新案公報	1922-1996年											
日本国公開実用新案公報	1971-2017年											
日本国実用新案登録公報	1996-2017年											
日本国登録実用新案公報	1994-2017年											
<p>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）</p>												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015-61381 A（株式会社デンソー）2015.03.30, 段落【0098】－【0108】、図2、図17 & US 2015/0075898 A1 段落【0170】－【0186】、図2、図 17 & DE 102014113171 A1 & CN 104467494 A</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2007-82355 A（三菱電機株式会社）2007.03.29, 全文、全図 （ファミリーなし）</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>				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	JP 2015-61381 A（株式会社デンソー）2015.03.30, 段落【0098】－【0108】、図2、図17 & US 2015/0075898 A1 段落【0170】－【0186】、図2、図 17 & DE 102014113171 A1 & CN 104467494 A	1-8	A	JP 2007-82355 A（三菱電機株式会社）2007.03.29, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-8
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	JP 2015-61381 A（株式会社デンソー）2015.03.30, 段落【0098】－【0108】、図2、図17 & US 2015/0075898 A1 段落【0170】－【0186】、図2、図 17 & DE 102014113171 A1 & CN 104467494 A	1-8										
A	JP 2007-82355 A（三菱電機株式会社）2007.03.29, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-8										
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p>		<p><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
<p>* 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</p>		<p>の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献</p>										
<p>国際調査を完了した日 20.02.2017</p>		<p>国際調査報告の発送日 28.02.2017</p>										
<p>国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>		<p>特許庁審査官（権限のある職員） 田村 恵里加 電話番号 03-3581-1101 内線 3357</p>										
		3V	4656									

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-178927 A (三洋電機株式会社) 2012.09.13, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8