

- (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, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

a zero-phase current, the pulse width and amplitude of a zero-phase voltage consisting of the sum of output voltages.

(57) 要約 : 本発明の目的は、零相電流を減少させる際のスイッチング回数を低減することである。各相が独立して結線された電動機を制御する電動機の制御装置であって、入力されたトルク指令に基づき電動機へ印加する電圧を制御するためのPWM制御信号を出力する制御手段を有し、前記制御手段は前記電動機の交流電流から求められる零相電流を低減するための零相電圧指令に基づき、出力電圧の総和からなる零相電圧のパルス幅及び振幅を制御する。

明 細 書

発明の名称：電動機の制御装置及びそれを備えた電動車両

技術分野

[0001] 本発明は電動機の制御装置に関し、特に車載用の電動機の制御装置に関する。

背景技術

[0002] ハイブリッド自動車や電気自動車は、車両走行中の故障発生防止の観点から信頼性の向上と、車両軽量化の観点から出力トルクの向上が要求される。これらの要求に対して三相6線式の駆動装置が考えられているが、中性点が接続されていない電動機を用いるため、電動機を駆動する駆動電流に零相電流が重畳し、銅損などの損失が増加するという課題があった。

[0003] 本技術分野の背景技術として、特開昭63-224693号公報（特許文献1）がある。この公報には、「複数通電モードの中から零相電流の現在値を減少させるような第1および第2の電圧形インバータの通電モードを選択する」と記載されている。これにより零相電流を減少させるようにインバータが動作するため、零相電流による損失を低減することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭63-224693号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の方法では、零相電流を減少させるためにスイッチング回数が増加する恐れがある。

[0006] 本発明の目的は、零相電流を減少させる際のスイッチング回数を低減することである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するため、本発明に係る電動機の制御装置は、各相の巻

線が独立して結線された電動機を制御するとともに、入力されたトルク指令に基づき電動機へ印加する電圧を制御するためのPWM制御信号を出力する電動機の制御装置において、前記電動機の交流電流から求められる零相電流を低減するための零相電圧指令に基づき、出力電圧の総和からなる零相電圧のパルス幅及び振幅を制御する。

発明の効果

[0008] 本発明に係るインバータ制御装置によれば、零相電流を減少させる際のスイッチング回数を低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本実施形態に係るモータ駆動装置の構成を示す図である。
[図2]本実施形態に係るモータ駆動装置の出力電圧波形例を示す図である。
[図3]本実施形態に係るモータ駆動装置の出力電圧ベクトル図である。
[図4]第1の実施例を説明する制御ブロック図である。
[図5]スイッチング信号生成部30のフローチャートを示す図である。
[図6]図5のフローチャートにおけるステップ2の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。
[図7]図5のフローチャートにおけるステップ4の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。
[図8]図5のフローチャートにおけるステップ6およびステップ8の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。
[図9]図5のフローチャートにおけるステップ9の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。
[図10]図5のフローチャートにおけるステップ11の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。
[図11]図5のフローチャートにおけるステップ13およびステップ15の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。ただし、本発明は下記の実施形態に限定解釈されるものではなく、公知の他の構成要素を組み合わせることで本発明の技術思想を実現してもよい。なお、各図において同一要素については同一の符号を記し、重複する説明は省略する。

[0011] 図1は、本発明の実施形態に係るモータ駆動装置の構成を示す図である。

[0012] モータ駆動装置は、モータ200と、位置センサ210と、電流センサ220と、インバータ100と、インバータ制御装置1と、を有する。モータ駆動装置は、モータを駆動するモータ駆動システムとして機能する。

モータ200は、中性点が接続されていない埋込磁石同期電動機などにより構成される。

[0013] モータ200の固定子に巻かれたU相巻線201は、U相フルブリッジインバータ110の出力端子に接続される。

[0014] モータ200の固定子に巻かれたV相巻線202は、V相フルブリッジインバータ111の出力端子に接続される。

[0015] モータ200の固定子に巻かれたW相巻線203は、W相フルブリッジインバータ112の出力端子に接続される。

[0016] モータ200は中性点が接続されていないことにより、U相巻線201と、V相巻線202と、W相巻線203に流れる電流をそれぞれ独立に制御することができる。ただし、モータ200は中性点が接続されていないため、特許文献1に記載されている通り、U相巻線201と、V相巻線202と、W相巻線203に流れる駆動電流には、零相電流が含まれる。

[0017] 位置センサ210は、モータ200の回転子の位置を検出し、検出した回転子位置 θ を出力する。

[0018] 電流センサ220は、モータ200の固定子に巻かれた、U相巻線201と、V相巻線202と、W相巻線203に流れる電流を検出し、検出した三相電流 i_u 、 i_v 、 i_w を出力する。

[0019] インバータ100は、U相フルブリッジインバータ110と、V相フルブ

リッジインバータ111と、W相フルブリッジインバータ112と、により構成される。U相フルブリッジインバータ110と、V相フルブリッジインバータ111と、W相フルブリッジインバータ112と、は、図略の直流電源に並列接続される。

[0020] U相フルブリッジインバータ110は、スイッチング素子110a~110dにより構成される。スイッチング素子110aはU相左レグ上アームに配置される。スイッチング素子110bはU相左レグ下アームに配置される。スイッチング素子110cはU相右レグ上アームに配置される。

[0021] スwitching素子110dはU相右レグ下アームに配置される。

[0022] V相フルブリッジインバータ111は、スイッチング素子111a~111dにより構成される。スイッチング素子111aはV相左レグ上アームに配置される。スイッチング素子111bはV相左レグ下アームに配置される。スイッチング素子111cはV相右レグ上アームに配置される。スイッチング素子111dはV相右レグ下アームに配置される。

[0023] W相フルブリッジインバータ112は、スイッチング素子112a~112dにより構成される。スイッチング素子112aはW相左レグ上アームに配置される。スイッチング素子112bはW相左レグ下アームに配置される。スイッチング素子112cはW相右レグ上アームに配置される。スイッチング素子112dはW相右レグ下アームに配置される。

[0024] スwitching素子110a~110dと、スイッチング素子111a~111dと、スイッチング素子112a~112dをインバータ制御装置1で生成されたスイッチング信号に基づいてオンもしくはオフすることで、インバータ100は、図略の直流電源から印加された直流電圧を交流電圧に変換する。変換された交流電圧は、モータ200の固定子に巻かれたU相巻線201とV相巻線202とW相巻線203に印加され、3相交流電流を発生させる。この3相交流電流がモータ200に回転磁界を発生させ、回転子が回転する。

[0025] スwitching素子110a~110dと、スイッチング素子111a~1

11dと、スイッチング素子112a~112dは、金属酸化膜型電界効果トランジスタ(MOSFET)や絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)などと、ダイオードを組み合わせて構成される。本実施形態では、MOSFETとダイオードを用いる構成で説明する。

[0026] インバータ制御装置1は、外部からのトルク指令値 T^* 、電流センサ220で検出された三相電流 i_u 、 i_v 、 i_w 、位置センサ210で検出された回転子位置 θ に基づいてインバータ100をPWM制御する。

[0027] 図2は、本実施形態に係るモータ駆動装置の出力電圧波形例を示す図である。

[0028] U相出力電圧 V_u は、U相フルブリッジインバータ110の出力電圧である。V相出力電圧 V_v は、V相フルブリッジインバータ111の出力電圧である。W相出力電圧 V_w は、W相フルブリッジインバータ112の出力電圧である。零相出力電圧 V_0 は、U相出力電圧 V_u と、V相出力電圧 V_v と、W相出力電圧 V_w から(1)式で求められる。

[0029] [数1]

$$V_0 = \frac{V_u}{\sqrt{3}} + \frac{V_v}{\sqrt{3}} + \frac{V_w}{\sqrt{3}} \quad \dots (数1)$$

[0030] U相フルブリッジインバータ110と、V相フルブリッジインバータ111と、W相フルブリッジインバータ112は、正極性の電源電圧 V_{dc} か、負極性の電源電圧 $-V_{dc}$ か、0のいずれかの電圧を出力する。

[0031] そのため、零相出力電圧 V_0 の振幅は、その組み合わせによって、以下のいずれかとなる。

[0032]

[数2]

$$\begin{aligned} &\sqrt{3}V_{dc} \cdots P3 \text{モード} \\ &2V_{dc}/\sqrt{3} \cdots P2 \text{モード} \\ &V_{dc}/\sqrt{3} \cdots P1 \text{モード} \\ &0 \cdots Z \text{モード} \qquad \qquad \qquad \cdots \text{(数2)} \\ &-V_{dc}/\sqrt{3} \cdots N1 \text{モード} \\ &-2V_{dc}/\sqrt{3} \cdots N2 \text{モード} \\ &-\sqrt{3}V_{dc} \cdots N3 \text{モード} \end{aligned}$$

[0033] 図3は、本実施形態に係るモータ駆動装置の出力電圧ベクトル図である。

[0034] 本ベクトル図において、出力電圧ベクトルの成分は、U相、V相、W相の順に示され、その大きさは、出力電圧が正極性の電源電圧Vdcのときは+、負極性の電源電圧-Vdcのときは-、0のときは0と表現されている。零相電圧Vzはz軸成分として扱い、点の形状によりその大きさを表現した。以降、太線で示した六角形の内接円を出力電圧の最大値とした場合を扱う。

[0035] 図4は、第1の実施例を説明する制御ブロック図である。

[0036] 電流指令演算部10は、入力されたトルク指令値T*と、角速度ωに基づ

き、d軸電流指令値 i_d^* 及びq軸電流指令値 i_q^* を計算する。d軸電流指令値 i_d^* 及びq軸電流指令値 i_q^* の計算方法としては、最大トルク電流制御や弱め界磁制御などがあるが、周知のため説明を省略する。なお、d軸電流指令値 i_d^* 及びq軸電流指令値 i_q^* の計算には、予め設定したテーブルを使用してもよい。

[0037] dq軸電流制御部20には、d軸電流指令値 i_d^* 及びq軸電流指令値 i_q^* と、d軸電流検出値 i_d 、q軸電流検出値 i_q が入力され、比例制御や積分制御などを用いてd軸電圧指令値 V_d^* 及びq軸電圧指令値 V_q^* を出力する。

[0038] スwitching信号生成部30には、d軸電圧指令値 V_d^* 、q軸電圧指令値 V_q^* と、零相電圧指令値 V_0^* が入力され、switching素子110a～110dと、switching素子111a～111dと、switching素子112a～112dと、をオンもしくはオフするswitching信号を生成する。

[0039] インバータ100には、switching信号が入力され、前記動作によりモータを運転する。

[0040] dq変換部40には、電流センサ220で検出された三相電流 i_u 、 i_v 、 i_w と、位置センサ210で検出された回転子位置 θ が入力され、d軸電流検出値 i_d 、q軸電流検出値 i_q を出力する。

[0041] 零相電流算出部50には、電流センサ220で検出された三相電流 i_u 、 i_v 、 i_w と、位置センサ210で検出された回転子位置 θ が入力され、零相電流 i_0 が出力される。

前記零相電流 i_0 の計算式を(3)式に示す。

[0042] [数3]

$$i_0 = \frac{i_u}{\sqrt{3}} + \frac{i_v}{\sqrt{3}} + \frac{i_w}{\sqrt{3}} \quad \dots \text{(数3)}$$

- [0043] なお、零相電流 i_0 はモータ 200 の回転速度により変化するため、角速度 ω から推定した零相電流値を考慮して算出してもよい。
- [0044] 零相電流制御部 60 には、零相電流 i_0 が入力され、比例制御や積分制御などを用いて零相電圧指令値 V_0^* が出力する。
- [0045] 速度変換部 70 には、位置センサ 210 で検出された回転子位置 θ が入力され、角速度 ω が出力する。
- [0046] 図 5 はスイッチング信号生成部 30 のフローチャートを示す図である。
- [0047] ステップ 1 において、スイッチング信号生成部 30 は、零相電圧制御部 60 から出力される零相電圧指令値 V_0^* の極性を判別し、零相電圧指令値 V_0^* が正の場合はステップ 2、零相電圧指令値 V_0^* が負の場合はステップ 9 の処理を行う。
- [0048] ステップ 2 において、零相電圧指令値 V_0^* が正の場合、スイッチング信号生成部 30 は、P1 モードのパルス幅を算出する。
- [0049] その後、ステップ 3 において、ステップ 2 で算出された P1 モードのパルス幅がキャリア周期内かを判別し、P1 モードのパルス幅がキャリア周期内の場合は処理を完了し、P1 モードのパルス幅がキャリア周期を超える場合はステップ 4 の処理を行う。
- [0050] ステップ 4 において、P1 モードのパルス幅がキャリア周期を超えた場合、スイッチング信号生成部 30 は、P2 モードのパルス幅を算出する。
- [0051] その後、ステップ 5 において、ステップ 4 で算出された P2 モードのパルス幅がキャリア周期内かを判別し、P2 モードのパルス幅がキャリア周期内の場合は処理を完了し、P2 モードのパルス幅がキャリア周期を超える場合はステップ 6 の処理を行う。
- [0052] ステップ 6 において、P2 モードのパルス幅がキャリア周期を超えた場合、スイッチング信号生成部 30 は、P3 モードのパルス幅を算出する。
- [0053] その後、ステップ 7 において、ステップ 6 で算出された P3 モードのパルス幅がキャリア周期内かを判別し、P3 モードのパルス幅がキャリア周期内の場合は処理を完了し、P3 モードのパルス幅がキャリア周期を超える場合

はステップ8の処理を行う。

[0054] ステップ8において、P3モードのパルス幅がキャリア周期を超えた場合、スイッチング信号生成部30は、P4モードのパルス幅を算出する。

[0055] ステップ9において、零相電圧指令値 V_0^* が負の場合、スイッチング信号生成部30は、N1モードのパルス幅を算出する。その後、ステップ10において、ステップ9で算出されたN1モードのパルス幅がキャリア周期内かを判別し、N1モードのパルス幅がキャリア周期内の場合は処理を完了し、N1モードのパルス幅がキャリア周期を超える場合はステップ11の処理を行う。

[0056] ステップ11において、N1モードのパルス幅がキャリア周期を超えた場合、スイッチング信号生成部30は、N2モードのパルス幅を算出する。

[0057] その後、ステップ12において、ステップ11で算出されたN2モードのパルス幅がキャリア周期内かを判別し、N2モードのパルス幅がキャリア周期内の場合は処理を完了し、N2モードのパルス幅がキャリア周期を超える場合はステップ13の処理を行う。

[0058] ステップ13において、N2モードのパルス幅がキャリア周期を超えた場合、スイッチング信号生成部30は、N3モードのパルス幅を算出する。

[0059] その後、ステップ14において、ステップ13で算出されたN3モードのパルス幅がキャリア周期内かを判別し、N3モードのパルス幅がキャリア周期内の場合は処理を完了し、N3モードのパルス幅がキャリア周期を超える場合はステップ15の処理を行う。

[0060] ステップ15において、N3モードのパルス幅がキャリア周期を超えた場合、スイッチング信号生成部30は、N4モードのパルス幅を算出する。

[0061] 図6は、図5のフローチャートにおけるステップ2の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。

[0062] 以下、本領域においてP1モードのパルス幅を算出する方法を述べる。なお、他の領域においては図6のベクトル図を 60° 回転させ、極性を反転させることによって算出することができる。

[0063] 図6において、V1を出力する期間をt1、V2を出力する期間をt2、V3を出力する期間をt3、とすると、t1とt2とt3は、dq軸電圧指令値Vd*、Vq*と、零相電圧指令値V0*から(4)式で求められる。

[0064] [数4]

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3}(v_a - \sqrt{2}v_z) + \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_2 = \frac{1}{3}(v_a - \sqrt{2}v_z) - \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_3 = \sqrt{2}v_0^* \end{cases} \quad \dots (数4)$$

[0065] なお、VaとVbは、dq軸電圧指令値Vd*、Vq*を図6の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0066] 図7は、図5のフローチャートにおけるステップ4の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。

[0067] 以下、本領域においてP2モードのパルス幅を算出する方法を述べる。なお、他の領域においては図7のベクトル図を60°回転させ、極性を反転させることによって算出することができる。

[0068] 図7において、V1を出力する期間をt1、V2を出力する期間をt2、V4を出力する期間をt4、とすると、t1とt2とt4は、dq軸電圧指令値Vd*、Vq*と、零相電圧指令値V0*から(5)式で求められる。

[0069]

[数5]

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1 = \frac{1}{3} \left(v_a - \frac{1}{2\sqrt{2}} v_z \right) + \frac{1}{\sqrt{3}} v_b \\ t_2 = \frac{1}{3} \left(v_a - \frac{1}{2\sqrt{2}} v_z \right) - \frac{1}{\sqrt{3}} v_b \\ t_4 = \frac{1}{\sqrt{2}} v_0^* \end{array} \right. \quad \dots \text{(数5)}$$

[0070] なお、 V_a と V_b は、 d q 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を図7の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0071] 図8は、図5のフローチャートにおけるステップ6およびステップ8の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。

[0072] 以下、本領域においてP3モードとP4モードのパルス幅を算出する方法を述べる。なお、他の領域においては図8のベクトル図を 60° 回転させ、極性を反転させることによって算出することができる。

[0073] 図8において、 V_1 を出力する期間を t_1 、 V_2 を出力する期間を t_2 、 V_5 を出力する期間を t_5 、とすると、ステップ6において t_1 と t_2 と t_5 は、 d q 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と、零相電圧指令値 V_0^* から(6)式で求められる。

[0074]

[数6]

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3}v_a + \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_2 = \frac{1}{3}v_a - \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_5 = \frac{\sqrt{2}}{3}v_z^* \end{cases} \dots (\text{数6})$$

[0075] なお、 V_a と V_b は、 d q 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を図8の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0076] また、ステップ8において t_1 と t_2 と t_5 は、 d q 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と、零相電圧指令値 V_0^* から(7)式で求められる。

[0077] [数7]

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3}v_a + \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_2 = \frac{1}{3}v_a - \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_5 = 1 - \frac{2}{\sqrt{3}}v_a \end{cases} \dots (\text{数7})$$

[0078] なお、 V_a と V_b は、 d q 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を図8の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0079] 図9は、図5のフローチャートにおけるステップ9の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。

[0080] 以下、本領域においてN1モードのパルス幅を算出する方法を述べる。な

お、他の領域においては図9のベクトル図を 60° 回転させ、極性を反転させることによって算出することができる。

[0081] 図9において、V1を出力する期間を t_1 、V2を出力する期間を t_2 、V6を出力する期間を t_6 、とすると、 t_1 と t_2 と t_6 は、 dq 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と、零相電圧指令値 V_0^* から(8)式で求められる。

[0082] [数8]

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3}(v_a - 2\sqrt{2}v_z) + \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_2 = \frac{1}{3}(v_a - 2\sqrt{2}v_z) - \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_6 = \sqrt{2}v_z^* \end{cases} \dots (\text{数8})$$

[0083] なお、 V_a と V_b は、 dq 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を図9の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0084] 図10は、図5のフローチャートにおけるステップ11の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。

[0085] 以下、本領域においてN2モードのパルス幅を算出する方法を述べる。なお、他の領域においては図10のベクトル図を 60° 回転させ、極性を反転させることによって算出することができる。

[0086] 図10において、V1を出力する期間を t_1 、V2を出力する期間を t_2 、V7を出力する期間を t_7 、とすると、 t_1 と t_2 と t_7 は、 dq 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と、零相電圧指令値 V_0^* から(9)式で求められる。

[0087]

[数9]

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3} \left(v_a - \frac{1}{\sqrt{2}} v_z \right) + \frac{1}{\sqrt{3}} v_b \\ t_2 = \frac{1}{3} \left(v_a - \frac{1}{\sqrt{2}} v_z \right) - \frac{1}{\sqrt{3}} v_b \\ t_7 = \frac{1}{\sqrt{2}} v_z^* \end{cases} \quad \dots (数9)$$

[0088] なお、 V_a と V_b は、 d q 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を図10の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0089] 図11は、図5のフローチャートにおけるステップ13およびステップ15の処理を示す図であり、図3のベクトル図において太点線で示した六角形部分を示している。

[0090] 以下、本領域においてN3モードとN4モードのパルス幅を算出する方法を述べる。なお、他の領域においては図11のベクトル図を 60° 回転させ、極性を反転させることによって算出することができる。

[0091] 図11において、 V_1 を出力する期間を t_1 、 V_2 を出力する期間を t_2 、 V_8 を出力する期間を t_8 、とすると、ステップ13において t_1 と t_2 と t_8 は、 d q 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と、零相電圧指令値 V_0^* から(10)式で求められる。

[0092]

[数10]

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3}v_a + \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_2 = \frac{1}{3}v_a - \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_8 = \frac{\sqrt{2}}{3}v_z^* \end{cases} \dots (数10)$$

[0093] なお、 V_a と V_b は、 dq 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を図11の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0094] また、ステップ15において t_1 と t_2 と t_8 は、 dq 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と、零相電圧指令値 V_0^* から(11)式で求められる。

[0095] [数11]

$$\begin{cases} t_1 = \frac{1}{3}v_a + \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_2 = \frac{1}{3}v_a - \frac{1}{\sqrt{3}}v_b \\ t_8 = 1 - \frac{2}{\sqrt{3}}v_a \end{cases} \dots (数11)$$

[0096] なお、 V_a と V_b は、 dq 軸電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を図11の固定座標に変換した電圧指令値である。

[0097] 以上の通り、本実施形態においては、零相電圧の振幅とパルス幅を制御することで、各相のインバータが出力する電圧のパルス幅がキャリア周期を超えない範囲で振幅の小さい零相電圧を出力し、スイッチング回数の低減により

スイッチング損失が低減される、という効果が得られる。

符号の説明

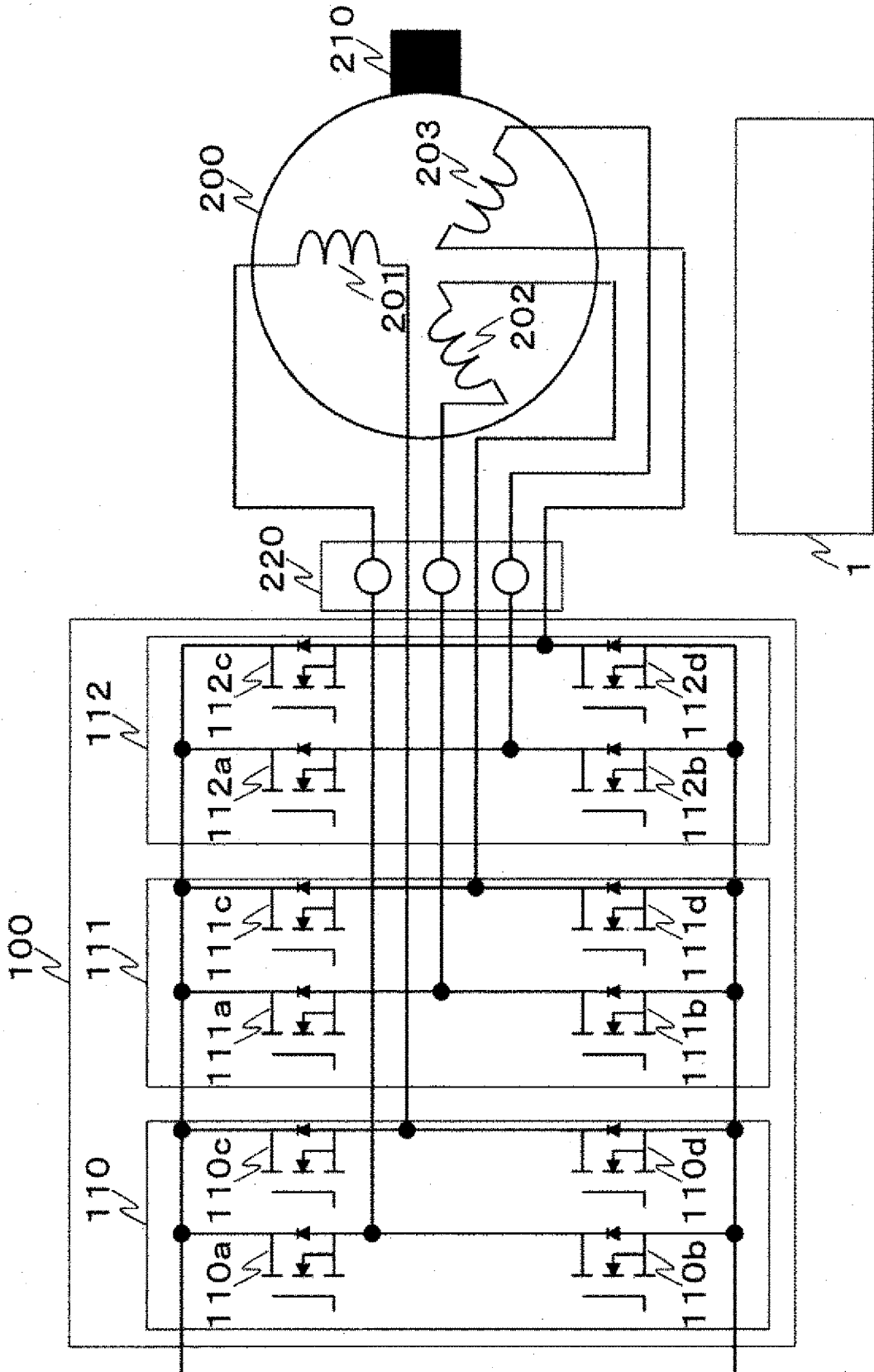
[0098] 1…インバータ制御装置、10…電流指令演算部、20…d q 軸電流制御部、30…三相変換部、40…スイッチング信号生成部、50…d q 変換部、60…零相電流算出部、70…零相電流制御部、80…速度変換部、100…インバータ、110…U相フルブリッジインバータ、110a…スイッチング素子、110b…スイッチング素子、110c…スイッチング素子、110d…スイッチング素子、111…V相フルブリッジインバータ、111a…スイッチング素子、111b…スイッチング素子、111c…スイッチング素子、111d…スイッチング素子、112…W相フルブリッジインバータ、112a…スイッチング素子、112b…スイッチング素子、112c…スイッチング素子、112d…スイッチング素子、200…モータ、201…U相巻線、202…V相巻線、203…W相巻線、210…位置センサ、220…電流センサ、 i_u …U相電流、 i_v …V相電流、 i_w …W相電流、 i_d^* …d 軸電流指令値、 i_q^* …q 軸電流指令値、 i_d …d 軸電流検出値、 i_q …q 軸電流検出値、 i_0 …零相電流、 T^* …トルク指令値、 V_{dc} …直流電源電圧、 V_u …U相出力電圧、 V_v …V相出力電圧、 V_w …W相出力電圧、 V_0 …零相出力電圧、 V_d^* …d 軸電圧指令値、 V_q^* …q 軸電圧指令値、 V_0^* …零相電圧指令値、 ω …角速度、 θ …回転子位置

請求の範囲

- [請求項1] 各相の巻線が独立して結線された電動機を制御するとともに、入力されたトルク指令に基づき電動機へ印加する電圧を制御するためのPWM制御信号を出力する電動機の制御装置において、
- 前記電動機の交流電流から求められる零相電流を低減するための零相電圧指令に基づき、
- 出力電圧の総和からなる零相電圧のパルス幅及び振幅を制御する電動機の制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電動機の制御装置であって、
- 零相電圧の振幅が小さくなるように零相電圧のパルス幅及び振幅を制御する制御装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の電動機の制御装置であって、
- 零相電圧出力時のスイッチング回数を低減する所定のパルス幅と振幅の零相電圧を出力する制御装置。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれかに記載の電動機の制御装置を備えた電動車両。

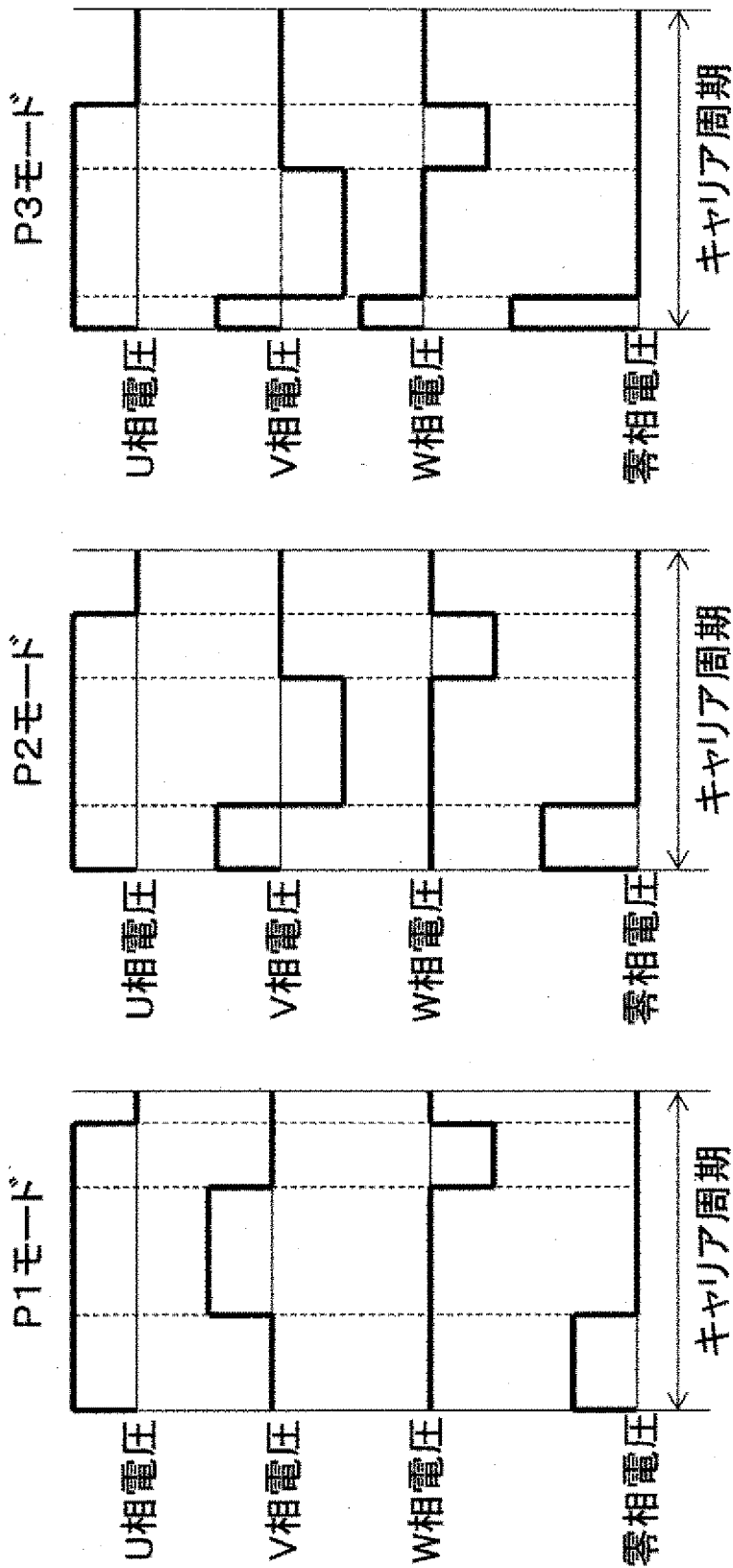
[図1]

【図1】



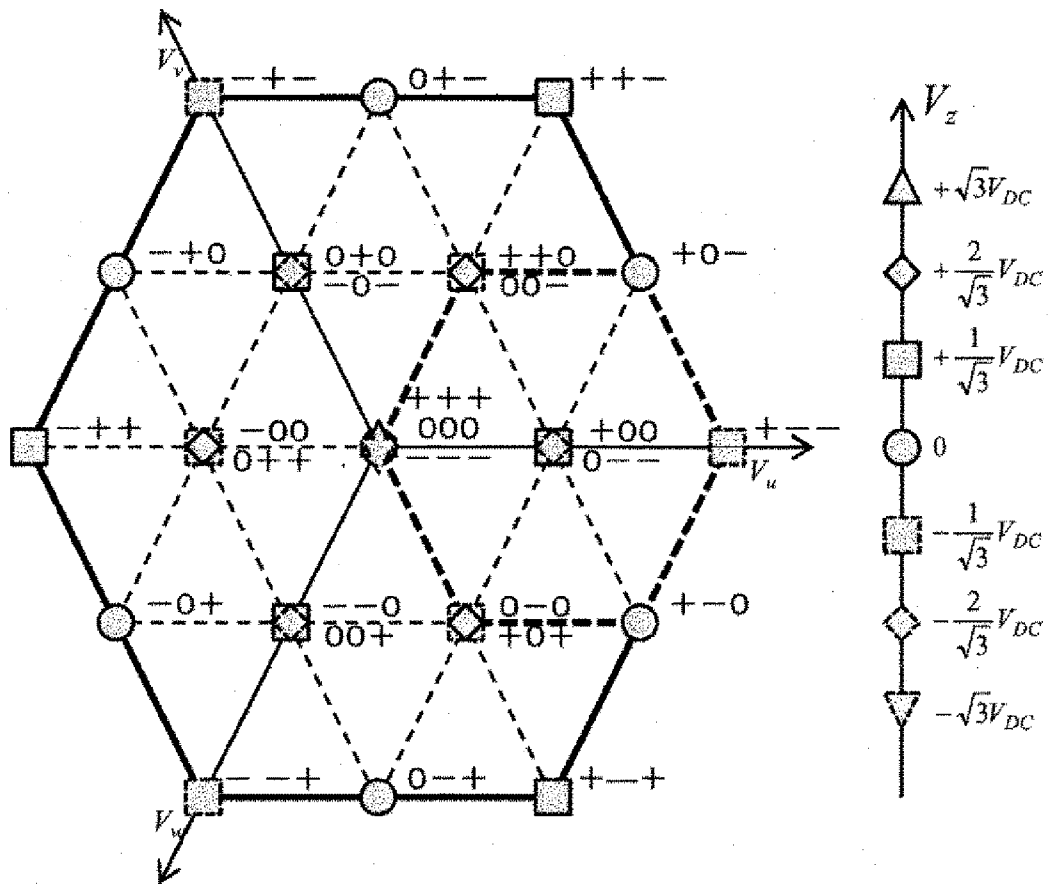
[図2]

【図2】



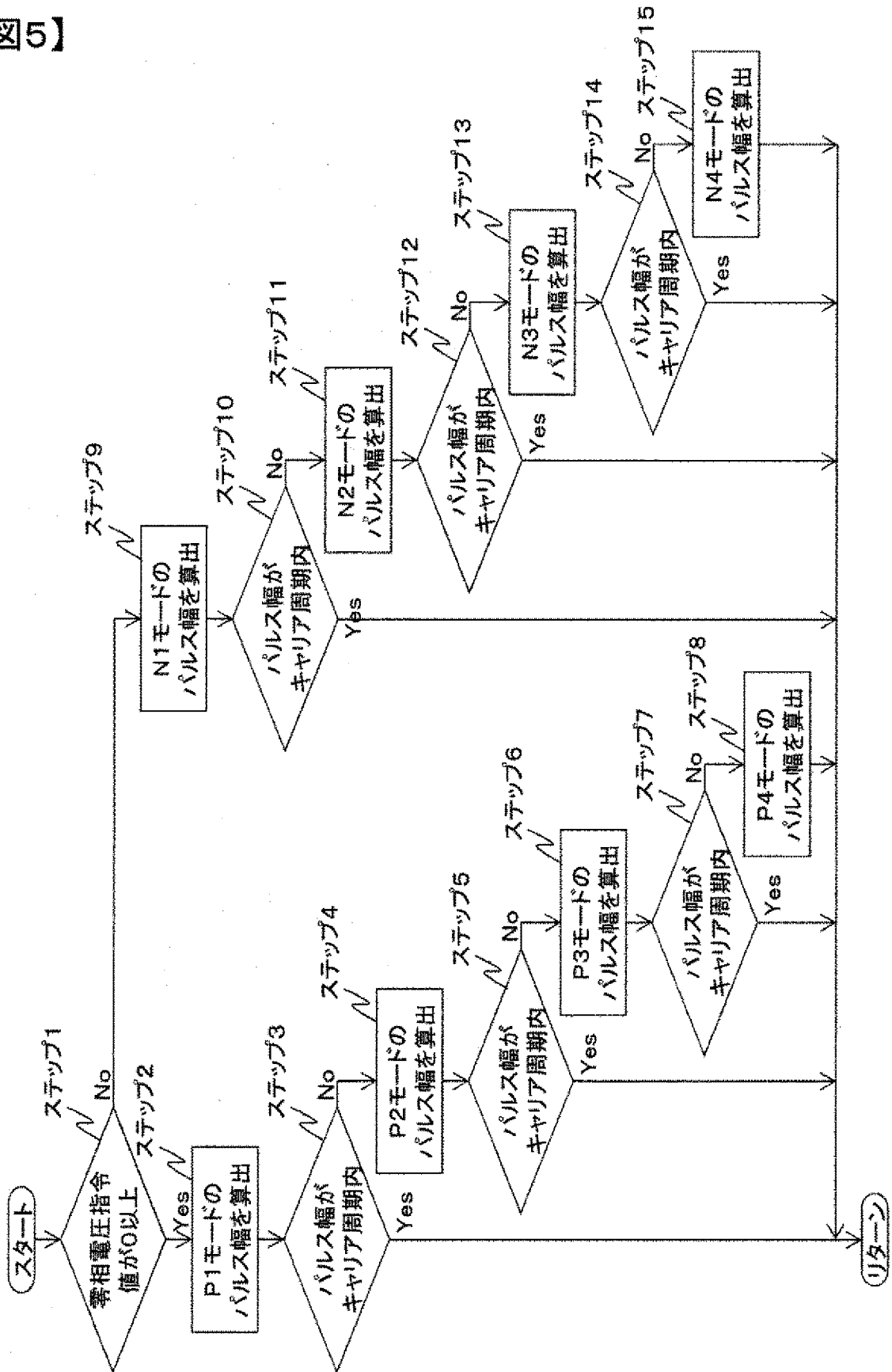
[図3]

【図3】



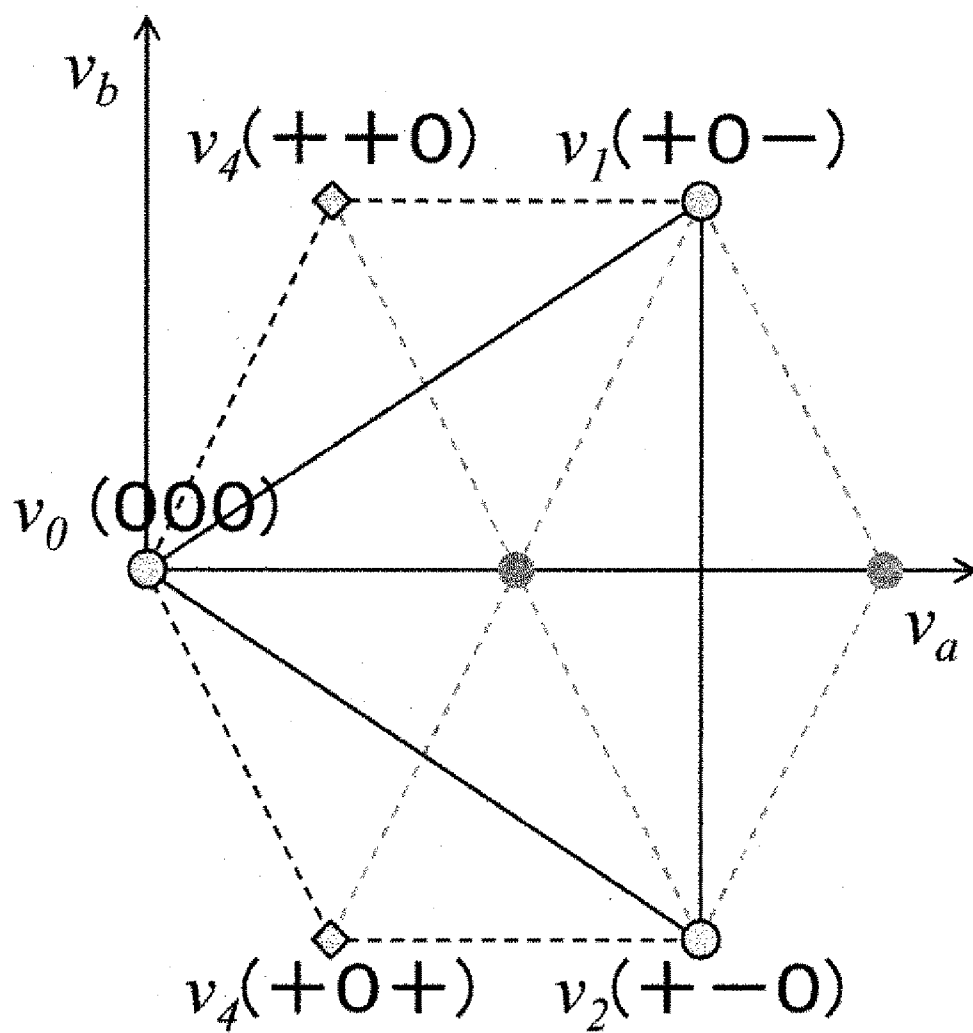
[図5]

【図5】



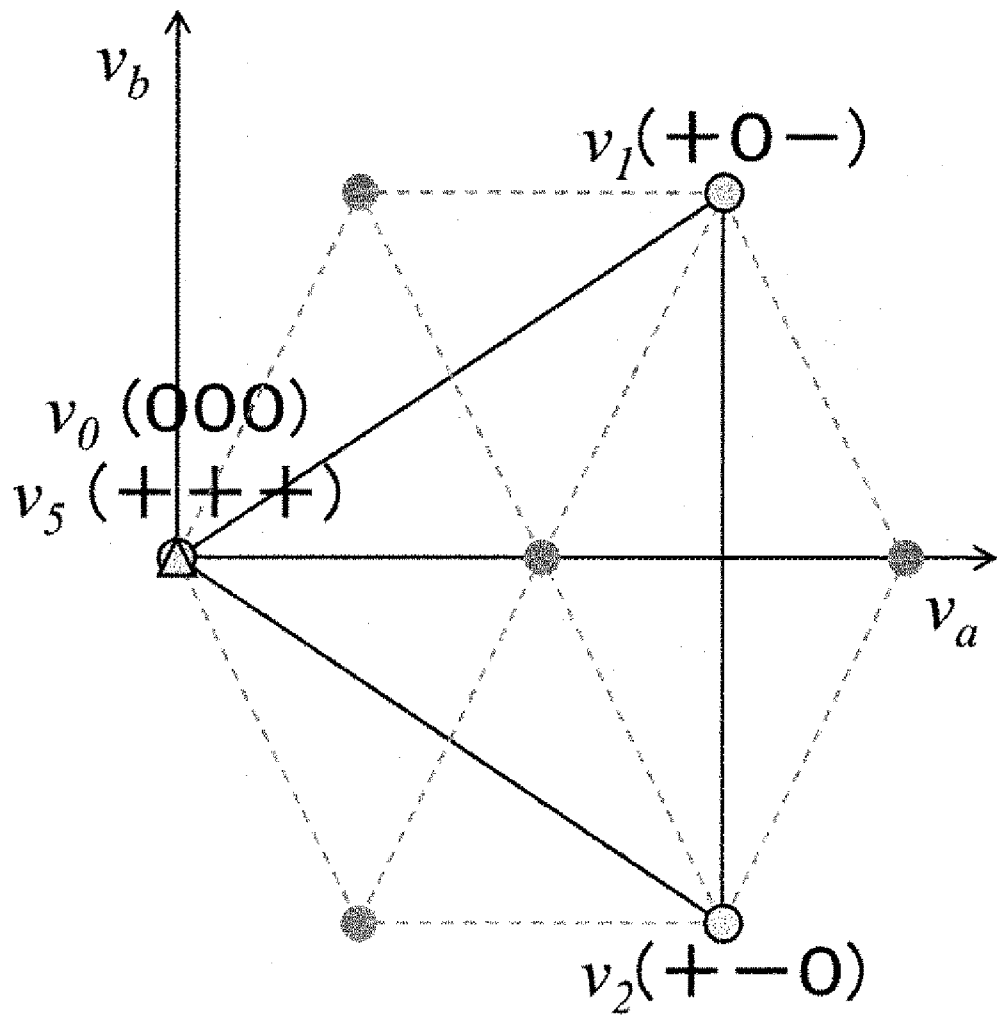
[図7]

【図7】



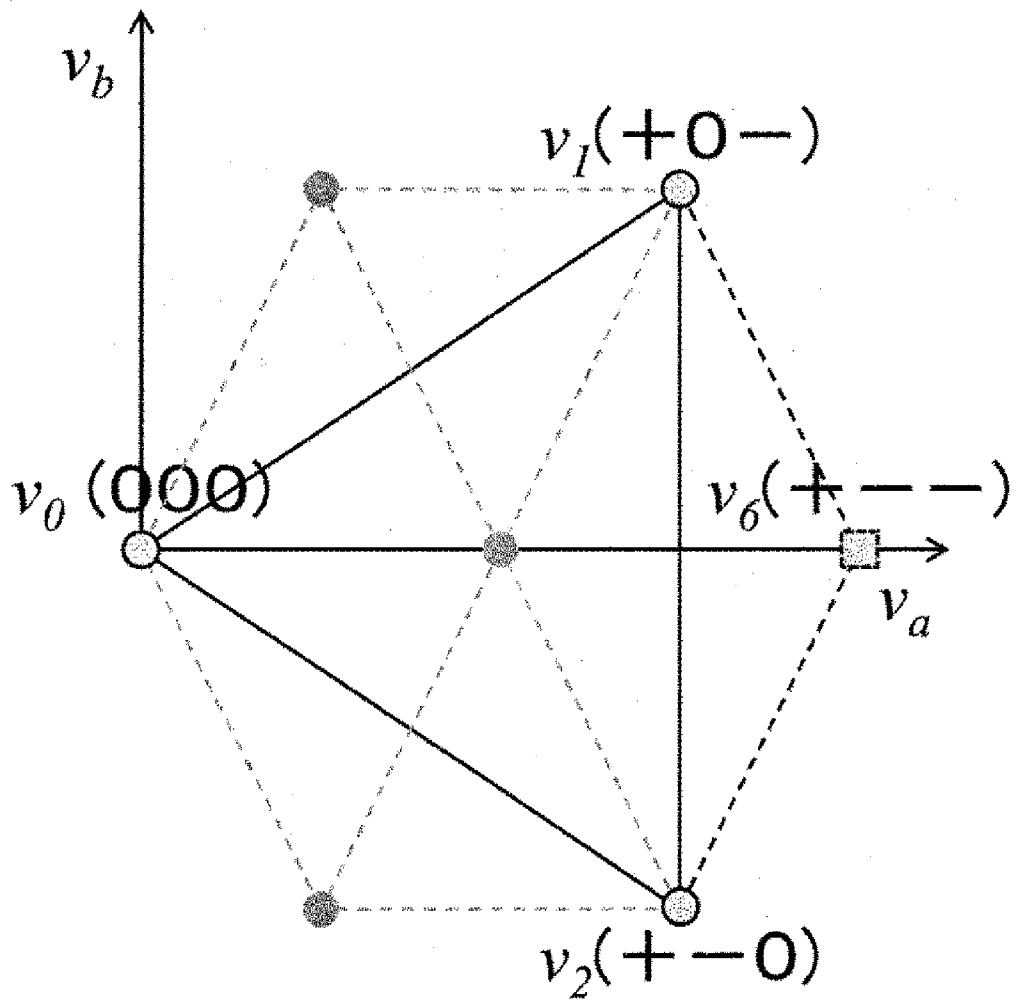
[図8]

【図8】



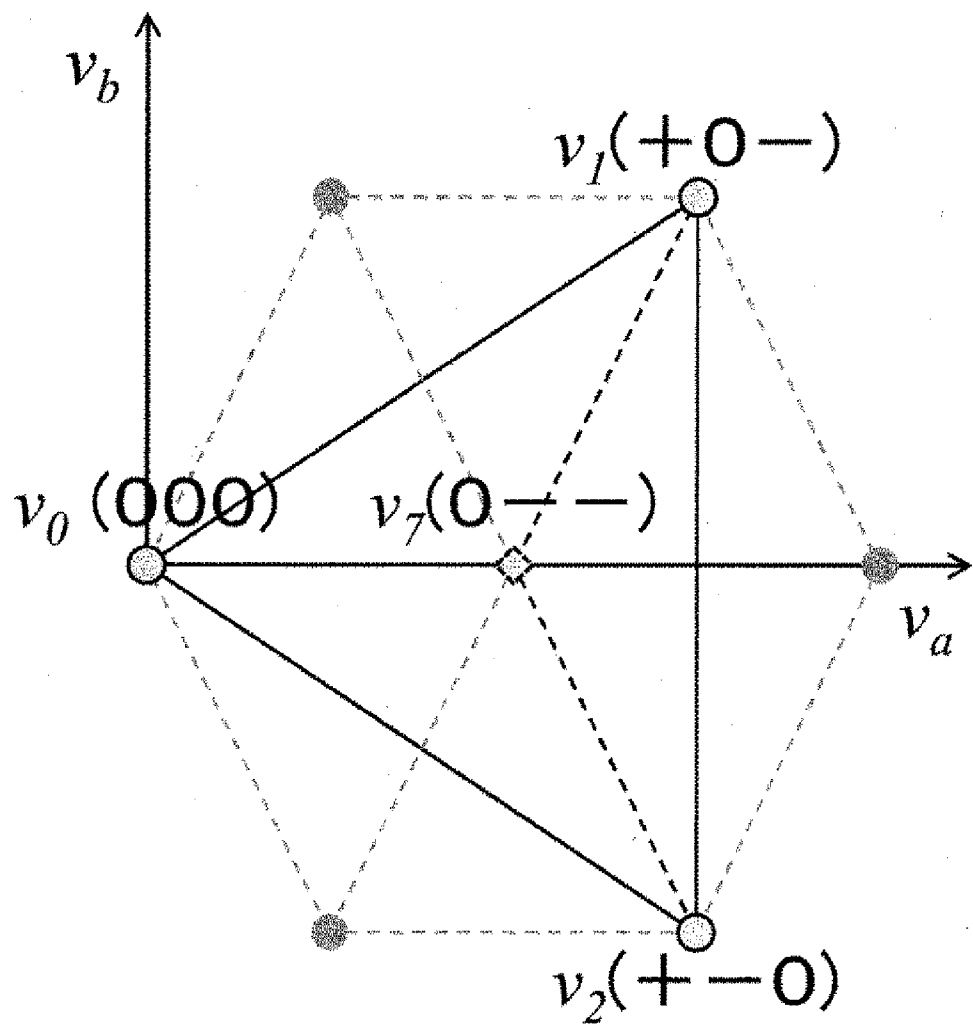
[図9]

【図9】



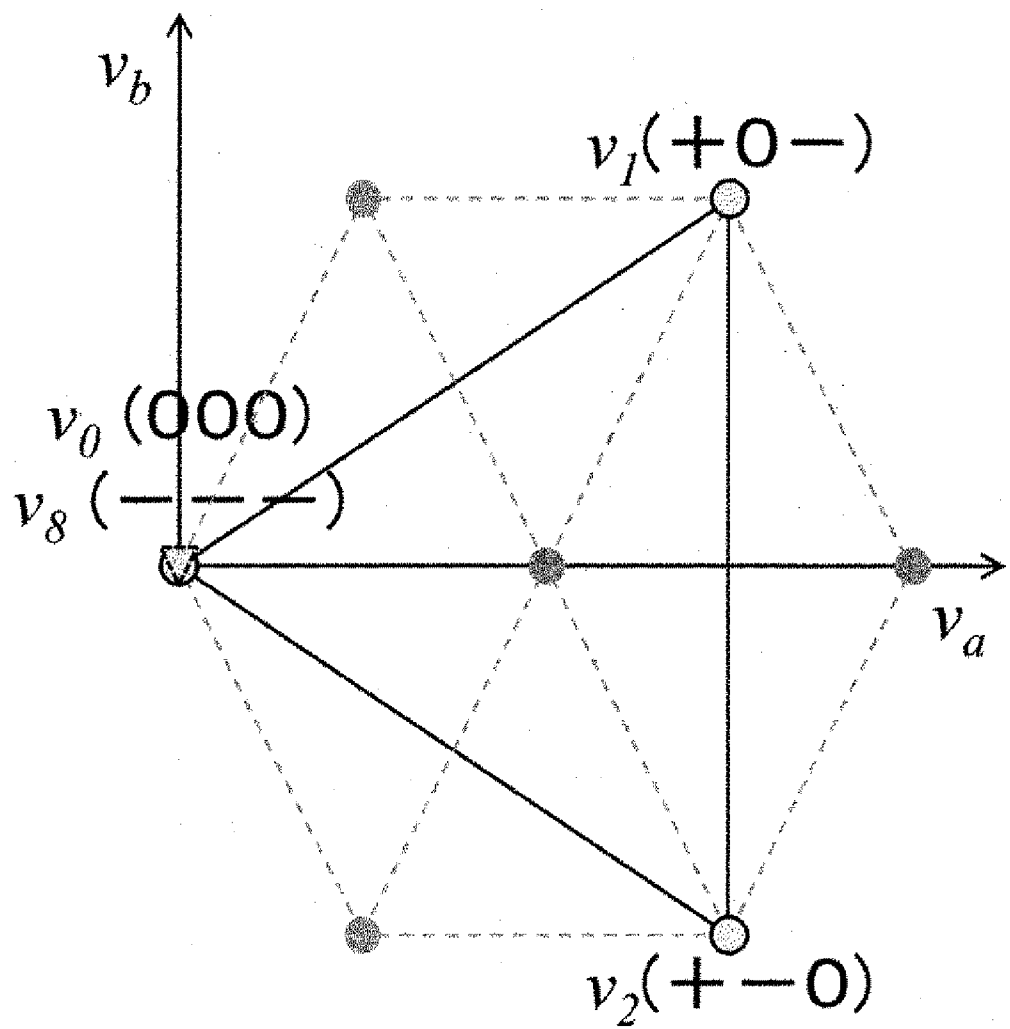
[図10]

【図10】



[図11]

【図11】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/014758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P21/22(2016.01)i, B60L9/18(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)
H02P21/22, B60L9/18, 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.
Y	WO 2015/199104 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 30 December 2015 (30.12.2015), paragraphs [0007], [0010] to [0074]; fig. 1 to 2 & US 2017/0133958 A1 paragraphs [0027] to [0087]; fig. 1 to 2 & EP 3163743 A1	1-4
Y	JP 2009-254122 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraphs [0017] to [0018], [0029] to [0033] (Family: none)	1-4

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 10 July 2017 (10.07.17)	Date of mailing of the international search report 18 July 2017 (18.07.17)
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/014758

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/0377930 A1 (LSIS CO., LTD.), 31 December 2015 (31.12.2015), entire text; all drawings & EP 2963670 A1 entire text; all drawings	1-4
A	CN 102064558 A (Zhangjiagang Shazhou Special Transformer Manufacturing Co., Ltd.), 18 May 2011 (18.05.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	CN 101902860 A (Inventronics Hangzhou Co., Ltd.), 01 December 2010 (01.12.2010), entire text; all drawings & US 2012/0274136 A1 entire text; all drawings & WO 2011/060700 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H02P21/22(2016.01)i, B60L9/18(2006.01)i, H02M7/48(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（IPC））
 Int.Cl. H02P21/22, B60L9/18, H02M7/48

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	1971-2017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

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
Y	WO 2015/199104 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2015.12.30, 段落[0007], [0010]-[0074], 図1-2 & US 2017/0133958 A1, 段落[0027]-[0087], 図1-2 & EP 3163743 A1	1-4
Y	JP 2009-254122 A（富士電機システムズ株式会社）2009.10.29, 段落[0017]-[0018], [0029]-[0033]（ファミリーなし）	1-4
A	US 2015/0377930 A1（LSIS CO., LTD.）2015.12.31, 全文, 全図 & EP 2963670 A1, 全文, 全図	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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 10.07.2017	国際調査報告の発送日 18.07.2017
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	特許庁審査官（権限のある職員） 池田 貴俊 電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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	CN 102064558 A (张家港市沙洲特种变压器制造有限公司) 2011.05.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	CN 101902860 A (英飞特电子(杭州)有限公司) 2010.12.01, 全文, 全図 & US 2012/0274136 A1, 全文, 全図 & WO 2011/060700 A1	1-4