

(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
2020年1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

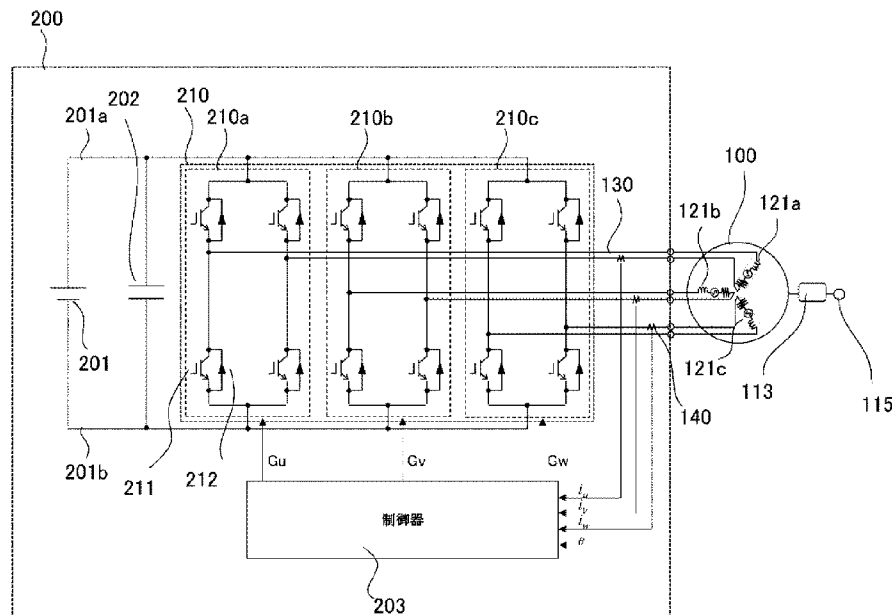
WO 2020/003807 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 27/06 (2006.01) *H02P 23/04* (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01) *H02P 25/024* (2016.01)
H02P 6/15 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/019851
- (22) 国際出願日: 2019年5月20日(20.05.2019)
- (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 2018-121809 2018年6月27日(27.06.2018) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 星野 勝洋 (HOSHINO Katsuhiko); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二 (TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (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,

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータ制御装置

【図1】



203 Controller

(57) Abstract: In a multiphase motor, no matter which phase there is phase interruption for, the phase of the current is adjusted appropriately. A controller 203 controls the driving of a motor 100. The motor 100 has a plurality of armature windings 121a, 121b, 121c corresponding respectively to a U phase, V phase, and a W phase, and each armature winding is connected independently from each other. When there is phase interruption to any phase of the U phase, the V phase, and the W phase, with any of the normal phases excluding the phase for which there was phase interruption as a reference

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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)）

phase, the controller 203 adjusts the phase of the current flowing in the normal phase other than the reference phase so as to not extend to the phase for which phase interruption occurred.

(57) 要約：多相モータにおいていずれの相が欠相した場合であっても、電流の位相を適切に調整する。制御器203は、モータ100の駆動を制御する。モータ100は、U相、V相およびW相のそれぞれに対応する複数の電気子巻線121a、121b、121cを有し、各電気子巻線が互いに独立して接続されている。制御器203は、U相、V相およびW相のうちいずれかの相が欠相した場合に、欠相した相を除いた正常相のいずれかを基準相として、基準相以外の正常相に流れる電流の位相を、欠相した相を跨がないように調整する。

明 細 書

発明の名称 : モータ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、モータ制御装置に関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、下記特許文献 1 が知られている。特許文献 1 には、各相の電気子巻線が互いに独立して設けられた多相モータの駆動を制御するモータ駆動装置であって、直流母線を介して供給される直流電力を多相の交流電力に変換して前記各相の電気子巻線にそれぞれ出力するインバータ回路と、前記インバータ回路を制御するための制御器と、を備え、前記制御器は、前記交流電力においていずれかの相が欠相した場合に、前記欠相した相を除いた他の正常相の各交流電力が互いに相殺されるように、前記正常相の電気子巻線に流れる各電流の位相差を調整するモータ駆動装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第 6 1 9 4 1 1 3 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載のモータ駆動装置を三相モータに適用した場合、U相またはW相が欠相した場合には特に問題ないが、V相が欠相した場合には、電流の位相を調整することでモータの回転方向がそれまでとは反対方向になるという問題が生じる。このように、特許文献 1 の技術では、欠相した相によっては電流の位相を適切に調整できないという問題がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明によるモータ制御装置は、複数の相のそれぞれに対応する複数の巻線を有し、各巻線が互いに独立して接続されたモータの駆動を制御するもの

であって、前記複数の相のうちいずれかの相が欠相した場合に、前記欠相した相を除いた正常相のいずれかを基準相として、前記基準相以外の前記正常相に流れる電流の位相を、前記欠相した相を跨がないように調整する。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、多相モータにおいていずれの相が欠相した場合であっても、電流の位相を適切に調整できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一実施形態に係るモータ制御装置を含むモータ駆動システムの構成を示す図

[図2]モータの構造の一例を示す図

[図3]通常時のモータにおける各相の電流波形の一例を示す図

[図4]通常時のモータにおける起磁力ベクトルを示す図

[図5]通常時のモータにおける各相の誘起電圧、電流および電力の波形例を示す図

[図6]W相が欠相したときに電流の位相調整を行った場合のモータにおける各相の誘起電圧、電流および電力の波形例を示す図

[図7]W相が欠相したときのモータにおける位相調整前と位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図

[図8]W相が欠相したときのモータにおける位相調整後の起磁力ベクトルを示す図

[図9]U相が欠相したときのモータにおける位相調整前と位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図

[図10]U相が欠相したときのモータにおける位相調整後の起磁力ベクトルを示す図

[図11]V相が欠相したときのモータにおける位相調整前と従来の方法による位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図

[図12]V相が欠相したときのモータにおける従来の方法による位相調整後の起磁力ベクトルを示す図

[図13] V相が欠相したときのモータにおける位相調整前と本発明の方法による位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図

[図14] V相が欠相したときのモータにおける本発明の方法による起磁力ベクトルを示す図

[図15] 本発明の方法による位相調整方法を説明する図

[図16] 欠相時の位相調整後におけるモータのベクトル制御を説明する図

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[0009] 図1は、本発明の一実施形態に係るモータ制御装置を含むモータ駆動システムの構成を示す図である。図1に示すモータ駆動システム200は、ハイブリッド自動車（HEV）や電気自動車（EV）などに利用されるモータ100と接続されており、モータ100の駆動を制御する。モータ駆動システム200は、直流電源201、平滑コンデンサ202、制御器203およびインバータ回路210を有する。

[0010] モータ100は、U相、V相、W相にそれぞれ対応する三相の電気子巻線121a、121b、121cを有する独立巻線型の六線三相式交流モータである。これらの電気子巻線121a～121cは、互いに独立してモータ駆動システム200に接続されている。モータ駆動システム200は、U相、V相、W相にそれぞれ対応する電気子巻線121a～121cに流れる電流をそれぞれ独立に制御することで、モータ100を駆動させることができる。なお、以下の説明では、U相に対応する電気子巻線121aを「U相コイル121a」、V相に対応する電気子巻線121bを「V相コイル121b」、W相に対応する電気子巻線121cを「W相コイル121c」と言うこともある。

[0011] モータ100の出力軸115には、モータ100の磁極位置 θ を検出する磁極位置検出器113が取り付けられている。磁極位置検出器113は、例えばレゾルバ等を用いて構成される。磁極位置検出器113による磁極位置 θ の検出結果は、制御器203に出力される。

- [0012] 直流電源201は、直流母線201a、201bを介してインバータ回路210に直流電力を供給する。直流電源201には、たとえばリチウムイオン電池等の二次電池などを利用することができる。
- [0013] 平滑コンデンサ202は、インバータ回路210の動作に伴って生じる直流電圧の変動を抑制するためのものであり、直流母線201aと直流母線201bの間に、インバータ回路210と並列に接続されている。
- [0014] 制御器203は、インバータ回路210が有する各相のブリッジ回路210a、210b、210cに対して、ドライブ信号 G_u 、 G_v 、 G_w をそれぞれ出力する。このドライブ信号 G_u 、 G_v 、 G_w に応じてブリッジ回路210a、210b、210cをそれぞれ動作させることで、制御器203はインバータ回路210を制御することができる。なお、制御器203は、本発明の一実施形態に係るモータ制御装置に相当する。
- [0015] インバータ回路210は、U相、V相、W相にそれぞれ対応するフルブリッジ型のブリッジ回路210a、210bおよび210cを有している。各ブリッジ回路210a、210b、210cは、上下各アームのスイッチング素子として機能する4つのIGBT211と、各IGBT211と並列に設けられた4つのダイオード212とを有している。ブリッジ回路210a、210b、210cにおいて、各IGBT211は、制御器203からのドライブ信号 G_u 、 G_v 、 G_w に応じてスイッチング動作を行う。これにより、直流電源201から供給された直流電力が三相交流電力に変換され、ブリッジ回路210a、210b、210cから各相の交流パワーケーブル130を介して、モータ100の各相の電気子巻線121a、121b、121cにそれぞれ出力される。
- [0016] 各相の交流パワーケーブル130には、モータ100の電気子巻線121a、121b、121cに流れる各電流を検出するための電流センサ140がそれぞれ設けられている。電流センサ140により検出された各相の電流値 i_u 、 i_v 、 i_w は、制御器203に出力される。制御器203は、電流センサ140から入力される各相の電流値 i_u 、 i_v 、 i_w と、磁極位置検出器11

3から入力される磁極位置 θ とに基づいて、所定の電流制御演算を行い、その演算結果に基づいて、各相のドライブ信号 G_u 、 G_v 、 G_w を出力する。

[0017] 図2は、モータ100の構造の一例を示す図である。図2に示すように、たとえばモータ100は、電気子巻線121a～121cが互いに電氣的に 120° の位相差となるように取り付けられたステータ120と、出力軸115に固定され、複数の永久磁石112が内部に埋め込まれたロータ111とによって構成される埋め込み磁石型モータである。ステータ120とロータ111の間には、エアギャップ101が設けられている。

[0018] 図3は、通常時のモータ100における各相の電流波形の一例を示す図である。図3では、図2に示す内部構造のモータ100を、図1のようにモータ駆動システム200と接続した場合に、モータ駆動システム200から供給される交流電力によってモータ100の電気子巻線121a～121cにそれぞれ流れる各相の電流値 i_u 、 i_v 、 i_w の例を示している。本図に示す三相交流電流を通电した場合、図2のロータ111は反時計回りに回転する。

[0019] 図4は、通常時のモータ100における起磁力ベクトルを示す図である。図4では、図3に示したA～Eの各電気角に対応するモータ100内の起磁力ベクトルを示している。図4において、起磁力ベクトル F_u は、U相コイル121aに流れるU相電流 i_u が作る起磁力を表し、起磁力ベクトル F_v は、V相コイル121bに流れるV相電流 i_v が作る起磁力を表し、起磁力ベクトル F_w は、W相コイル121cに流れるW相電流 i_w が作る起磁力を表している。これらの起磁力ベクトルは、電流の時間変化に伴って振幅の大きさと正負が変化する交番磁界である。また、合成起磁力ベクトル F_{uvw} は、三相の起磁力ベクトル F_u 、 F_v 、 F_w を合計した起磁力を表しており、これは時間変化と共に一定の大きさのまま回転する回転磁界となる。

[0020] 図2に示す内部構造のモータ100に図3の三相交流電流を流した場合、これらによって生じる合成起磁力ベクトル F_{uvw} は、図4に示すように反時計回りに回転する。ロータ111は、この合成起磁力ベクトル F_{uvw} が表す磁界に同期して回転する。なお、図4では、図3に示したA～Eの各電気角での

起磁力ベクトル F_u 、 F_v 、 F_w および合成起磁力ベクトル F_{uvw} を示しており、残りの $F \sim M$ の各電気角での起磁力ベクトル F_u 、 F_v 、 F_w および合成起磁力ベクトル F_{uvw} を省略している。 $F \sim M$ の各電気角では、 $A \sim E$ の各電気角と同様に、これらの起磁力が反時計回りの回転を継続する。

[0021] 図2に示したような永久磁石を用いたモータ100の電圧方程式は、以下の式(1)で表される。

[0022] [数1]

$$\begin{bmatrix} v_u \\ v_v \\ v_w \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix} + p \begin{bmatrix} L_u & M_{uv} & M_{wu} \\ M_{vu} & L_v & M_{vw} \\ M_{wv} & M_{vw} & L_w \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_u \\ e_v \\ e_w \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[0023] 上記の式(1)において、 v_u 、 v_v 、 v_w および i_u 、 i_v 、 i_w は、U相、V相、W相の電圧と電流をそれぞれ表しており、 R は一相分の巻線抵抗を、 P は微分演算子をそれぞれ表している。また、式(1)において、各相の誘起電圧 e_u 、 e_v 、 e_w 、各相の自己インダクタンス L_u 、 L_v 、 L_w 、各相間の相互インダクタンス M_{uv} 、 M_{vw} 、 M_{wu} は、以下の式(2)、(3)、(4)でそれぞれ表される。

[0024] [数2]

$$\begin{bmatrix} e_u \\ e_v \\ e_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\omega_e \psi_m \sin(\theta) \\ -\omega_e \psi_m \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) \\ -\omega_e \psi_m \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

[0025] [数3]

$$\left. \begin{aligned} L_u &= l_a + L_a + L_{as} \cos(2\theta) \\ L_v &= l_a + L_a + L_{as} \cos\left(2\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \\ L_w &= l_a + L_a + L_{as} \cos\left(2\theta - \frac{2\pi}{3}\right) \end{aligned} \right\} \quad \dots (3)$$

[0026]

[数4]

$$\left. \begin{aligned} M_{uv} &= -\frac{1}{2}L_a - L_{as} \cos\left(2\theta - \frac{2\pi}{3}\right) \\ M_{vw} &= -\frac{1}{2}L_a - L_{as} \cos(2\theta) \\ M_{wu} &= -\frac{1}{2}L_a - L_{as} \cos\left(2\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

[0027] 式(2)において、 ω_e はモータ100の電気角回転速度を表し、 ϕ_m は永久磁石112の巻線鎖交磁束を表している。また、式(3)において、 l_a は一相分の漏れインダクタンスを表し、式(3)、(4)において、 L_a 、 L_{as} は一相分の有効インダクタンスの平均値成分と振幅成分をそれぞれ表している。

[0028] なお、図2に示した埋め込み磁石型モータの場合、式(3)、(4)において $L_{as} \neq 0$ となる。

[0029] モータ100が出力軸115に対して出力する軸トルク T は、以下の式(5)で表さる。式(5)において、 P_{OUT} はモータ100が出力軸115に出力する機械エネルギー(軸出力)を表し、 ω_m は出力軸115の回転角速度(軸回転速度)を表している。すなわち軸トルク T は、軸出力 P_{OUT} を軸回転速度 ω_m で割った値である。そのため、軸回転速度 ω_m とモータ軸出力 P_{OUT} が一定値であれば、軸トルク T も一定になる。なお、式(5)では計算の簡略化のために、モータ100の極対数を1とし、 $\omega_e = \omega_m$ として計算しているが、実際にはモータ100の極対数を P_p とすると、 $\omega_m = \omega_e / P_p$ の関係が成り立つ。

[0030] [数5]

$$T = \frac{P_{OUT}}{\omega_m} = \frac{P_{OUT}}{\omega_e} = \frac{P_{OUT}}{2\pi f_e} \dots (5)$$

[0031] 上記の式(5)におけるモータ100の軸出力 P_{OUT} は、以下の式(6)で表される。

[0032] [数6]

$$P_{OUT} = P_u + P_v + P_w = e_u \cdot i_u + e_v \cdot i_v + e_w \cdot i_w \quad \dots (6)$$

[0033] なお、式(6)で表される軸出力 P_{OUT} は、モータ100の入力電力 P_{IN} から銅損や鉄損などの各損失を差し引いた値に等しい。モータ100の入力電力 P_{IN} は、以下の式(7)に示すように、各相の瞬時電圧 v_u 、 v_v 、 v_w と瞬時電流 i_u 、 i_v 、 i_w の積をそれぞれ足し合わせた値として求められる。

[0034] [数7]

$$P_{IN} = v_u \cdot i_u + v_v \cdot i_v + v_w \cdot i_w \quad \dots (7)$$

[0035] 表面磁石型モータや突極比の比較的小さな埋め込み磁石型モータでは、式(6)に示すように、入力電力 P_{IN} のうち、各相の誘起電圧 e_u 、 e_v 、 e_w と瞬時電流 i_u 、 i_v 、 i_w の積で決まる電力 P_u 、 P_v 、 P_w が主に軸出力 P_{OUT} に変換される。

[0036] 式(5)から判るように、モータ100が一定の軸回転速度 ω_m で回転しているときに軸出力 P_{OUT} が一定値であれば、軸トルク T が一定になる。式(6)から判るように、モータ100の軸出力 P_{OUT} を一定にするためには、先に述べたように、入力電力 P_{IN} のうち各相の誘起電圧 e_u 、 e_v 、 e_w と瞬時電流 i_u 、 i_v 、 i_w の積で決まる電力 P_u 、 P_v 、 P_w の和が一定である必要がある。

[0037] 図5は、通常時のモータ100における各相の誘起電圧、電流および電力の波形例を示す図である。前述のように、U相コイル121a、V相コイル121b、W相コイル121cにそれぞれ生じる各相の誘起電圧 e_u 、 e_v 、 e_w の位相差は、いずれも 120° である。通常時には、制御器203は図5に示すように、U相コイル121a、V相コイル121b、W相コイル121cにそれぞれ流れる各相の電流 i_u 、 i_v 、 i_w が互いに 120° の位相差となるように、各ブリッジ回路210a、210b、210cにおけるIGBT211の動作タイミングを決定する。その結果、誘起電圧と電流の積で求められる各相の電力 P_u 、 P_v 、 P_w は、図5に示すように、誘起電圧および電流の2倍の周波数で脈動し、互いの位相差は 60° となる。一方、三相の電

力 P_u 、 P_v 、 P_w を合計した入力電力 P_{IN} は、図 5 に示すように一定となる。したがって、誘起電圧と電流が正弦波であれば、原理的にトルク脈動が発生しないことが分かる。

[0038] なお、上記の説明では、誘起電圧波形や電流波形が理想的な正弦波と仮定しているが、実際には、誘起電圧波形や電流波形には多少の高調波が含まれており、理想的な正弦波とはならない。しかしこの場合でも、制御器 203 は、誘起電圧波形や電流波形を正弦波として扱ってモータ 100 を制御することで、モータ 100 を概ね問題無く動作させることが可能である。

[0039] 以上説明したように、U 相コイル 121 a、V 相コイル 121 b、W 相コイル 121 c に流れる電流をそれぞれ独立に制御可能な独立巻線型のモータ 100 においても、三相の電流が平衡している状態を作ることによって、一定のトルクを発生させながらモータ 100 を回すことが可能である。この原理は、三相以外の独立巻線型の多相モータについても成り立つ。すなわち、モータの相数を n とすると、各相の電流の位相を $360/n^\circ$ ずつずらすことで、各相の電流を平衡させ、一定のトルクでモータを回転させることができる。

[0040] 通常時にモータ駆動システム 200 は、モータ 100 の全ての相を通電することで、モータ 100 のトルクを制御してモータ 100 を回転駆動させることができる。しかし、たとえばブリッジ回路 210 a、210 b、210 c のいずれかにおいて IGBT 211 の動作に異常が生じたり、いずれかの相で交流パワーケーブル 130 やモータ 100 内の配線に断線等の異常が生じたりすることで、いずれかの相が欠相して通電不可能となった場合は、通常時と同じ制御方法ではモータ 100 のトルクを適切に制御することができない。すなわち、インバータ回路 210 からモータ 100 の U 相コイル 121 a、V 相コイル 121 b、W 相コイル 121 c にそれぞれ出力される交流電力においていずれかの相が欠相した場合に、通常時と同様に各相の電流 i_u 、 i_v 、 i_w の位相を 120° ずつずらして電流制御を行うと、モータ 100 において大きなトルク脈動が発生してしまう。そのため、従来のモータ駆動システムでは、モータに出力する交流電力においていずれかの相が欠相した

場合には、モータの回転を停止させる必要があった。

[0041] 一方、本発明に係るモータ駆動システム200では、モータ100に出力する交流電力においていずれかの相が欠相した場合には、制御器203により、欠相した相を除いた他の正常相の各交流電力が互いに相殺されるように、正常相の電気子巻線に流れる電流の位相差を調整する。これにより、モータ100における出力トルクの脈動を低減させ、モータ100の回転を継続できるようにする。

[0042] 図6は、W相が欠相したときに電流の位相調整を行った場合のモータ100における各相の誘起電圧、電流および電力の波形例を示す図である。W相が欠相した場合、モータ駆動システム200において制御器203は図6に示すように、V相の電流 i_v の位相を通常時から 60° 進む方向（図の左側方向）にずらすことで、これとU相の電流 i_u との位相差が 60° となるように調整する。具体的には、制御器203が行う電流制御演算において、出力しようとするV相電流 i_v の位相を調整し、この調整後の位相に合わせて、制御器203からV相のブリッジ回路210bに対してドライブ信号 G_v を出力する。これにより、図6に示すように、U相電力 P_u の山部分とV相電力 P_v の谷部分、およびU相電力 P_u の谷部分とV相電力 P_v の山部分がそれぞれ重なるようにして、これらが互いに相殺されるようにする。その結果、W相の欠相時においても、三相の電力 P_u 、 P_v 、 P_w を合計した入力電力 P_{IN} を図6に示すように一定とすることができる。そのため、トルク脈動を抑えつつ、モータ100の回転を継続させることができる。

[0043] 図7は、W相が欠相したときのモータ100における位相調整前と位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図である。図7において、(a)は位相調整前のU相電流 i_u とV相電流 i_v の波形を示しており、図5で説明したように、これらは 120° の位相差となっている。(b)、(c)はいずれも位相調整後のU相電流 i_u とV相電流 i_v の波形を示しており、図6で説明したように、これらは 60° の位相差となっている。なお、図7(b)では図6で説明したのと同様に、V相電流 i_v の位相を通常時から 60° 進む方向（

図の左側方向)にずらした場合を示している。一方、図7(c)では図6で説明したのとは異なり、U相電流 i_u の位相を通常時から 60° 遅れる方向(図の右側方向)にずらした場合を示している。

[0044] 図8は、W相が欠相したときのモータ100における位相調整後の起磁力ベクトルを示す図である。図8では、図7(b)に示したA~Eの各電気角に対応するモータ100内の起磁力ベクトルを示している。図8において、起磁力ベクトル F_u は、U相コイル121aに流れるU相電流 i_u が作る起磁力を表し、起磁力ベクトル F_v は、V相コイル121bに流れるV相電流 i_v が作る起磁力を表している。これらの起磁力ベクトルは、電流の時間変化に伴って振幅の大きさと正負が変化する交番磁界である。また、合成起磁力ベクトル F_{uv} は、起磁力ベクトル F_u 、 F_v を合計した起磁力を表しており、これは時間変化と共に一定の大きさのまま回転する回転磁界となる。なお、図8ではW相が欠相しているため、W相電流 i_w による起磁力ベクトル F_w は存在しない。

[0045] 図8では、合成起磁力ベクトル F_{uv} が反時計回りに回転しており、ロータ111は、この合成起磁力ベクトル F_{uv} が表す磁界に同期して回転する。すなわち、W相が欠相したときの位相調整後のロータ111の回転方向は、図4で説明した通常時のロータ111の回転方向と一致している。そのため、W相が欠相した場合には、上記のようにU相電流 i_u またはV相電流 i_v の位相調整を行うことで、トルク脈動を抑えつつ、ロータ111を正転方向に回転できることが分かる。

[0046] 以上説明したように、W相が欠相した場合に制御器203は、図7(b)、(c)いずれかの方法により、U相電流 i_u とV相電流 i_v の位相差が 60° となるように調整する。これにより、モータ100の回転状態を維持しつつ、三相の電力 P_u 、 P_v 、 P_w を合計した入力電力 P_{IN} を一定としてトルク脈動を抑えることが可能となる。

[0047] 図9は、U相が欠相したときのモータ100における位相調整前と位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図である。図9において、(a)は位相

調整前のV相電流 i_v とW相電流 i_w の波形を示しており、図5で説明したように、これらは 120° の位相差となっている。(b)、(c)はいずれも位相調整後のV相電流 i_v とW相電流 i_w の波形を示しており、これらは 60° の位相差となっている。なお、図9(b)ではW相電流 i_w の位相を通常時から 60° 進む方向(図の左側方向)にずらした場合を示している。一方、図9(c)ではV相電流 i_v の位相を通常時から 60° 遅れる方向(図の右側方向)にずらした場合を示している。

[0048] 図10は、U相が欠相したときのモータ100における位相調整後の起磁力ベクトルを示す図である。図10では、図9(b)に示したA~Eの各電気角に対応するモータ100内の起磁力ベクトルを示している。図10において、起磁力ベクトル F_v は、V相コイル121bに流れるV相電流 i_v が作る起磁力を表し、起磁力ベクトル F_w は、W相コイル121cに流れるW相電流 i_w が作る起磁力を表している。これらの起磁力ベクトルは、電流の時間変化に伴って振幅の大きさと正負が変化する交番磁界である。また、合成起磁力ベクトル F_{vw} は、起磁力ベクトル F_v 、 F_w を合計した起磁力を表しており、これは時間変化と共に一定の大きさのまま回転する回転磁界となる。なお、図10ではU相が欠相しているため、U相電流 i_u による起磁力ベクトル F_u は存在しない。

[0049] 図10では、合成起磁力ベクトル F_{vw} が反時計回りに回転しており、ロータ111は、この合成起磁力ベクトル F_{vw} が表す磁界に同期して回転する。すなわち、U相が欠相したときの位相調整後のロータ111の回転方向についても、前述のW相が欠相した場合と同様に、図4で説明した通常時のロータ111の回転方向と一致している。そのため、U相が欠相した場合には、上記のようにV相電流 i_v またはW相電流 i_w の位相調整を行うことで、トルク脈動を抑えつつ、ロータ111を正転方向に回転できることが分かる。

[0050] 以上説明したように、U相が欠相した場合に制御器203は、図9(b)、(c)いずれかの方法により、V相電流 i_v とW相電流 i_w の位相差が 60° となるように調整する。これにより、モータ100の回転状態を維持しつ

つ、三相の電力 P_u 、 P_v 、 P_w を合計した入力電力 P_{IN} を一定とし、トルク脈動を抑えることが可能となる。

[0051] 図11は、V相が欠相したときのモータ100における位相調整前と従来の方法による位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図である。図11において、(a)は位相調整前のU相電流 i_u とW相電流 i_w の波形を示しており、これらは 120° の位相差となっている。(b)、(c)はいずれも従来の方法での位相調整後のU相電流 i_u とW相電流 i_w の波形を示しており、これらは 60° の位相差となっている。なお、図11(b)ではW相電流 i_w の位相を通常時から進み方向(図の左側方向)にずらしてW相電流 i_w をU相電流 i_u に近づけ、U相電流 i_u に対してW相電流 i_w の位相が 60° 遅れるようにした場合を示している。一方、図11(c)ではU相電流 i_u の位相を通常時から遅れ方向(図の右側方向)にずらしてU相電流 i_u をW相電流 i_w に近づけ、U相電流 i_u に対してW相電流 i_w の位相が 60° 遅れるようにした場合を示している。

[0052] 図12は、V相が欠相したときのモータ100における従来の方法による位相調整後の起磁力ベクトルを示す図である。図12では、図11(b)に示したA~Eの各電気角に対応するモータ100内の起磁力ベクトルを示している。図12において、起磁力ベクトル F_u は、U相コイル121aに流れるU相電流 i_u が作る起磁力を表し、起磁力ベクトル F_w は、W相コイル121cに流れるW相電流 i_w が作る起磁力を表している。これらの起磁力ベクトルは、電流の時間変化に伴って振幅の大きさと正負が変化する交番磁界である。また、合成起磁力ベクトル F_{uw} は、起磁力ベクトル F_u 、 F_w を合計した起磁力を表しており、これは時間変化と共に一定の大きさのまま回転する回転磁界となる。なお、図12ではV相が欠相しているため、V相電流 i_v による起磁力ベクトル F_v は存在しない。

[0053] 図12では、合成起磁力ベクトル F_{uw} が時計回りに回転しており、ロータ111は、この合成起磁力ベクトル F_{uw} が表す磁界に同期して回転する。すなわち、従来の方法では、V相が欠相したときの位相調整後のロータ111

の回転方向は、前述のU相やW相が欠相した場合とは異なり、図4で説明した通常時のロータ111の回転方向とは反対になっている。そのため、V相が欠相した場合には、上記のようにして従来の方法でU相電流 i_u またはW相電流 i_w の位相調整を行うと、ロータ111が正転方向に対して逆回転してしまうことになる。

[0054] そこで本発明では、V相が欠相したときには従来とは異なる方法で位相調整を行うことにより、ロータ111の逆回転を防止する。その具体的な方法を以下に説明する。

[0055] 図13は、V相が欠相したときのモータ100における位相調整前と本発明の方法による位相調整後の各相の電流波形の一例を示す図である。図13において、(a)は位相調整前のU相電流 i_u とW相電流 i_w の波形を示しており、図11と同様に、これらは 120° の位相差となっている。(b)、(c)はいずれも本発明の方法での位相調整後のU相電流 i_u とW相電流 i_w の波形を示しており、これらは 60° の位相差となっている。なお、図13(b)では図11(b)の場合とは反対に、W相電流 i_w の位相を通常時から遅れ方向(図の右側方向)にずらしてW相電流 i_w をU相電流 i_u に近づけ、W相電流 i_w に対してU相電流 i_u の位相が 60° 遅れるようにした場合を示している。一方、図13(c)では図11(c)の場合とは反対に、U相電流 i_u の位相を通常時から進み方向(図の左側方向)にずらしてU相電流 i_u をW相電流 i_w に近づけ、W相電流 i_w に対してU相電流 i_u の位相が 60° 遅れるようにした場合を示している。すなわち、図13(b)、(c)では、図11(b)、(c)の場合とそれぞれ比較して、U相電流 i_u とW相電流 i_w の相順が入れ替わっている。

[0056] 図14は、V相が欠相したときのモータ100における本発明の方法による位相調整後の起磁力ベクトルを示す図である。図14では、図13(b)に示したA～Eの各電気角に対応するモータ100内の起磁力ベクトルを示している。図14において、起磁力ベクトル F_u は、U相コイル121aに流れるU相電流 i_u が作る起磁力を表し、起磁力ベクトル F_w は、W相コイル1

21cに流れるW相電流 i_w が作る起磁力を表している。これらの起磁力ベクトルは、電流の時間変化に伴って振幅の大きさと正負が変化する交番磁界である。また、合成起磁力ベクトル F_{uw} は、起磁力ベクトル F_u 、 F_w を合計した起磁力を表しており、これは時間変化と共に一定の大きさのまま回転する回転磁界となる。なお、図14ではV相が欠相しているため、V相電流 i_v による起磁力ベクトル F_v は存在しない。

[0057] 図14では、合成起磁力ベクトル F_{uw} が反時計回りに回転しており、ロータ111は、この合成起磁力ベクトル F_{uw} が表す磁界に同期して回転する。すなわち、本発明の方法によれば、V相が欠相したときの位相調整後のロータ111の回転方向についても、U相やW相が欠相した場合と同様に、通常時のロータ111の回転方向と一致させることができる。そのため、V相が欠相した場合には、上記のようにして本発明の方法でU相電流 i_u またはW相電流 i_w の位相調整を行うことで、トルク脈動を抑えつつ、ロータ111を正転方向に回転できることが分かる。

[0058] 以上説明したように、V相が欠相した場合に制御器203は、図13(b)、(c)いずれかの方法により、U相電流 i_u とW相電流 i_w の位相差が 60° となるように調整する。これにより、モータ100の回転状態を維持しつつ、三相の電力 P_u 、 P_v 、 P_w を合計した入力電力 P_{IN} を一定としてトルク脈動を抑えることが可能となる。

[0059] 次に、本発明の方法による位相調整方法について、さらに図15を参照して説明する。図15は、本発明の方法による位相調整方法を説明する図である。

[0060] 図15(a)は、モータ100において三相が欠相しておらずに健全である場合の各相の電流 i_u 、 i_v 、 i_w の位相関係を示している。三相が健全である場合、図15(a)に示すように、各相の電流 i_u 、 i_v 、 i_w は互いの位相差が 120° となっている。

[0061] 図15(b)は、モータ100において三相のうちU相が欠相した場合の位相調整後のV相電流 i_v とW相電流 i_w の位相関係を表している。この場合

に制御器 203 は、例えば前述の図 9 (b) で説明したように、W 相電流 i_w の位相を通常時から 60° 進む方向にシフトさせる。すなわち、U 相が欠相した場合に制御器 203 は、図 15 (b) に示すように、三相のうち欠相している U 相を除いた正常相の一方である V 相を基準相として、残りの W 相に流れる W 相電流 i_w の位相を、進み方向（時計回り方向）に 60° のシフト量でシフトさせる。このとき W 相電流 i_w の位相は、欠相した U 相を跨がずに調整される。これにより、U 相が欠相した場合でもトルク脈動を抑えつつ、モータ 100 の回転を正転方向に維持することができる。

[0062] なお、図 15 (b) では、図 9 (b) で説明した位相調整方法、すなわち V 相を基準相として W 相電流 i_w の位相を進み方向（時計回り方向）に 60° だけシフトさせる場合を示したが、図 9 (c) で説明した位相調整方法を用いてもよい。具体的には、U 相が欠相した場合に制御器 203 は、三相のうち欠相している U 相を除いた正常相の他方である W 相を基準相として、残りの V 相に流れる V 相電流 i_v の位相を、遅れ方向（反時計回り方向）に 60° のシフト量でシフトさせてもよい。このとき V 相電流 i_v の位相は、欠相した U 相を跨がずに調整される。

[0063] 図 15 (c) は、モータ 100 において三相のうち W 相が欠相した場合の位相調整後の U 相電流 i_u と V 相電流 i_v の位相関係を表している。この場合に制御器 203 は、例えば前述の図 7 (b) で説明したように、V 相電流 i_v の位相を通常時から 60° 進む方向にシフトさせる。すなわち、W 相が欠相した場合に制御器 203 は、図 15 (c) に示すように、三相のうち欠相している W 相を除いた正常相の一方である U 相を基準相として、残りの V 相に流れる V 相電流 i_v の位相を、進み方向（時計回り方向）に 60° のシフト量でシフトさせる。このとき V 相電流 i_v の位相は、欠相した W 相を跨がずに調整される。これにより、W 相が欠相した場合でもトルク脈動を抑えつつ、モータ 100 の回転を正転方向に維持することができる。

[0064] なお、図 15 (c) では、図 7 (b) で説明した位相調整方法、すなわち U 相を基準相として V 相電流 i_v の位相を進み方向（時計回り方向）に 60°

だけシフトさせる場合を示したが、図 7 (c) で説明した位相調整方法を用いてもよい。具体的には、W相が欠相した場合に制御器 203 は、三相のうち欠相しているW相を除いた正常相の他方であるV相を基準相として、残りのU相に流れるU相電流 i_u の位相を、遅れ方向（反時計回り方向）に 60° のシフト量でシフトさせてもよい。このときU相電流 i_u の位相は、欠相したW相を跨がずに調整される。

[0065] 図 15 (d) は、モータ 100 において三相のうちV相が欠相した場合の位相調整後のU相電流 i_u とW相電流 i_w の位相関係を表している。この場合に制御器 203 は、例えば前述の図 13 (b) で説明したように、W相電流 i_w の位相を通常時から 60° 遅れる方向にシフトさせる。すなわち、V相が欠相した場合に制御器 203 は、図 15 (d) に示すように、三相のうち欠相しているV相を除いた正常相の一方であるU相を基準相として、残りのW相に流れるW相電流 i_w の位相を、図 15 (b) に示したU相欠相時とは逆方向の遅れ方向（反時計回り方向）に 60° のシフト量でシフトさせる。このときW相電流 i_w の位相は、欠相したV相を跨がずに調整される。これにより、V相が欠相した場合でもトルク脈動を抑えつつ、モータ 100 の回転を正転方向に維持することができる。

[0066] ここで、V相欠相時にW相電流 i_w の位相を、図 15 (b) に示したU相欠相時と同じ方向である進み方向（時計回り方向）にシフトさせた場合を考える。この場合には図 15 (e) に示すように、W相電流 i_w の位相は、欠相したV相を跨いで 180° のシフト量で調整される。その結果、図 12 で説明したように、ロータ 111 において時計回りに回転する合成起磁力ベクトル F_{uw} が生じるため、モータ 100 の回転方向が通常時に対して逆転してしまうことになる。

[0067] なお、図 15 (d) では、図 13 (b) で説明した位相調整方法、すなわちU相を基準相としてW相電流 i_w の位相を遅れ方向（反時計回り方向）に 60° だけシフトさせる場合を示したが、図 13 (c) で説明した位相調整方法を用いてもよい。具体的には、V相が欠相した場合に制御器 203 は、三

相のうち欠相しているV相を除いた正常相の他方であるW相を基準相として、残りのU相に流れるU相電流 i_u の位相を、W相欠相時とは逆方向の進み方向（時計回り方向）に 60° のシフト量でシフトさせてもよい。このときU相電流 i_u の位相は、欠相したV相を跨がずに調整される。

[0068] 図16は、欠相時の位相調整後におけるモータ100のベクトル制御を説明する図である。モータ100においてU相、V相、W相のいずれかが欠相した場合、制御器203は、欠相した相を除いた正常相に流れる各相の電流 i_u 、 i_v 、 i_w のいずれかに対して上記の位相調整を行った上で、正常相の合成起磁力ベクトル F_{uv} 、 F_{vw} 、 F_{uw} とロータ111の磁極位置との間の位相差が常にある一定の値となるように、正常相に流れる電流の振幅および位相を制御する。これにより、ロータ111の回転位置を例えば図16(a)から図16(b)のように変化させ、これと同様の制御を継続することで、モータ100を駆動させることができる。なお、このときの合成起磁力ベクトルと磁極位置との位相差は、例えばモータ100の運転状態（トルク、回転数）に応じて変更することができる。また、磁極位置は磁極位置検出器113によって検出することができる。

[0069] なお、以上説明したような欠相時の電流位相調整によるトルク脈動の低減は、三相以外の独立巻線型の多相モータについても適用可能である。すなわち、制御対象とするモータの相数を n とし、欠相した相数を m とすると、本発明に係るモータ制御装置は、いずれかの相が欠相した場合に、正常相の各交流電力の位相差 D_p ($^\circ$) が以下の式(8)を満たすように、正常相の各電流を調整する。このとき、正常相のいずれかを基準相として、基準相以外の正常相に流れる各電流の位相を、欠相した相を跨がないよう調整する。これにより、正常相の合成起磁力ベクトルの回転方向を通常時と同一方向に維持しつつ、正常相の各交流電力が互いに相殺されるようにすることができる。その結果、モータの出力トルクの脈動を抑えて、モータの回転を継続させることができる。

$$D_p = 360 / 2 (n - m) \quad \cdots (8)$$

ただし、 n 、 m は正の整数であり、 $n \geq m + 2$

[0070] 上記の式（８）を満たすためには、正常相の電気子巻線に流れる各電流の位相差 D_i （°）が以下の式（９）を満たすように調整すればよい。これにより、いずれかの相において欠相が生じたときに、正常相の各交流電力を互いに相殺し、モータの出力トルクの脈動を抑えることができる。

$$D_i = 360 / (n - m) - 360 / n \quad \cdots (9)$$

[0071] なお、上記の式（８）、（９）において $n = 3$ 、 $m = 1$ とすると、 $D_p = 90^\circ$ 、 $D_i = 60^\circ$ となり、図６に示したＵ相電力 P_u とＶ相電力 P_v の関係、およびＵ相電流 i_u とＶ相電流 i_v の関係にそれぞれ一致することが分かる。

[0072] 以上説明した本発明の一実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0073] （１）モータ制御装置である制御器２０３は、モータ１００の駆動を制御する。モータ１００は、複数の相のそれぞれに対応する複数の電気子巻線１２１ａ、１２１ｂ、１２１ｃを有し、各電気子巻線が互いに独立して接続されている。制御器２０３は、複数の相のうちいずれかの相が欠相した場合に、欠相した相を除いた正常相のいずれかを基準相として、基準相以外の正常相に流れる電流の位相を、欠相した相を跨がないように調整する。このようにしたので、多相モータにおいていずれの相が欠相した場合であっても、電流の位相を適切に調整できる。

[0074] （２）モータ１００の複数の相は、Ｕ相、Ｖ相およびＷ相にそれぞれ対応する。制御器２０３は、Ｕ相が欠相した場合、図９や図１５（ｂ）で説明したように、欠相していないＶ相またはＷ相の一方を基準相として、残りのＷ相またはＶ相に流れる電流 i_w 、 i_v の位相を、所定のシフト方向（進み方向または遅れ方向）に所定のシフト量（ 60° ）でシフトさせる。また、Ｗ相が欠相した場合、図７や図１５（ｃ）で説明したように、欠相していないＵ相またはＶ相の一方を基準相として、残りのＶ相またはＵ相に流れる電流 i_v 、 i_u の位相を、上記シフト方向（進み方向または遅れ方向）に上記シフト量（ 60° ）でシフトさせる。一方、Ｖ相が欠相した場合、図１３や図１５（ｄ

）で説明したように、欠相していないU相またはW相の一方を基準相として、残りのW相またはU相に流れる電流 i_w 、 i_u の位相を、上記シフト方向とは逆方向（遅れ方向または進み方向）に上記シフト量（ 60° ）でシフトさせる。このようにしたので、代表的な多相モータである三相モータにおいて、U相、V相、W相のいずれが欠相した場合であっても、電流の位相を適切に調整できる。

[0075] （３）欠相時に制御器 203 が電流 i_u 、 i_v 、 i_w の位相調整を行うときのシフト量は、位相角で 60° である。このようにしたので、欠相した相を跨がずに、正常相の各交流電力を互いに相殺して出力トルクの脈動を抑えることができる。

[0076] （４）モータ 100 には、モータ 100 が有するロータ 111 の磁極位置を検出する磁極位置検出器 113 が取り付けられている。制御器 203 は、この磁極位置検出器 113 で検出された磁極位置に基づいて、正常相に流れる電流の振幅および位相を制御することにより、モータ 100 を駆動させる。このようにしたので、欠相時であってもモータ 100 の駆動を適切に継続させることができる。

[0077] 以上説明した実施の形態や各種変形例はあくまで一例であり、発明の特徴が損なわれない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。また、上記では種々の実施形態や変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

- [0078] 100 : モータ
111 : ロータ
113 : 磁極位置検出器
120 : ステータ
121a : 電気子巻線（U相コイル）
121b : 電気子巻線（V相コイル）

- 1 2 1 c : 電気子巻線 (W相コイル)
- 1 3 0 : 交流パワーケーブル
- 1 4 0 : 電流センサ
- 2 0 0 : モータ駆動システム
- 2 0 1 : 直流電源
- 2 0 1 a、2 0 1 b : 直流母線
- 2 0 2 : 平滑コンデンサ
- 2 0 3 : 制御器
- 2 1 0 : インバータ回路
- 2 1 0 a、2 1 0 b、2 1 0 c : ブリッジ回路
- 2 1 1 : I G B T
- 2 1 2 : ダイオード

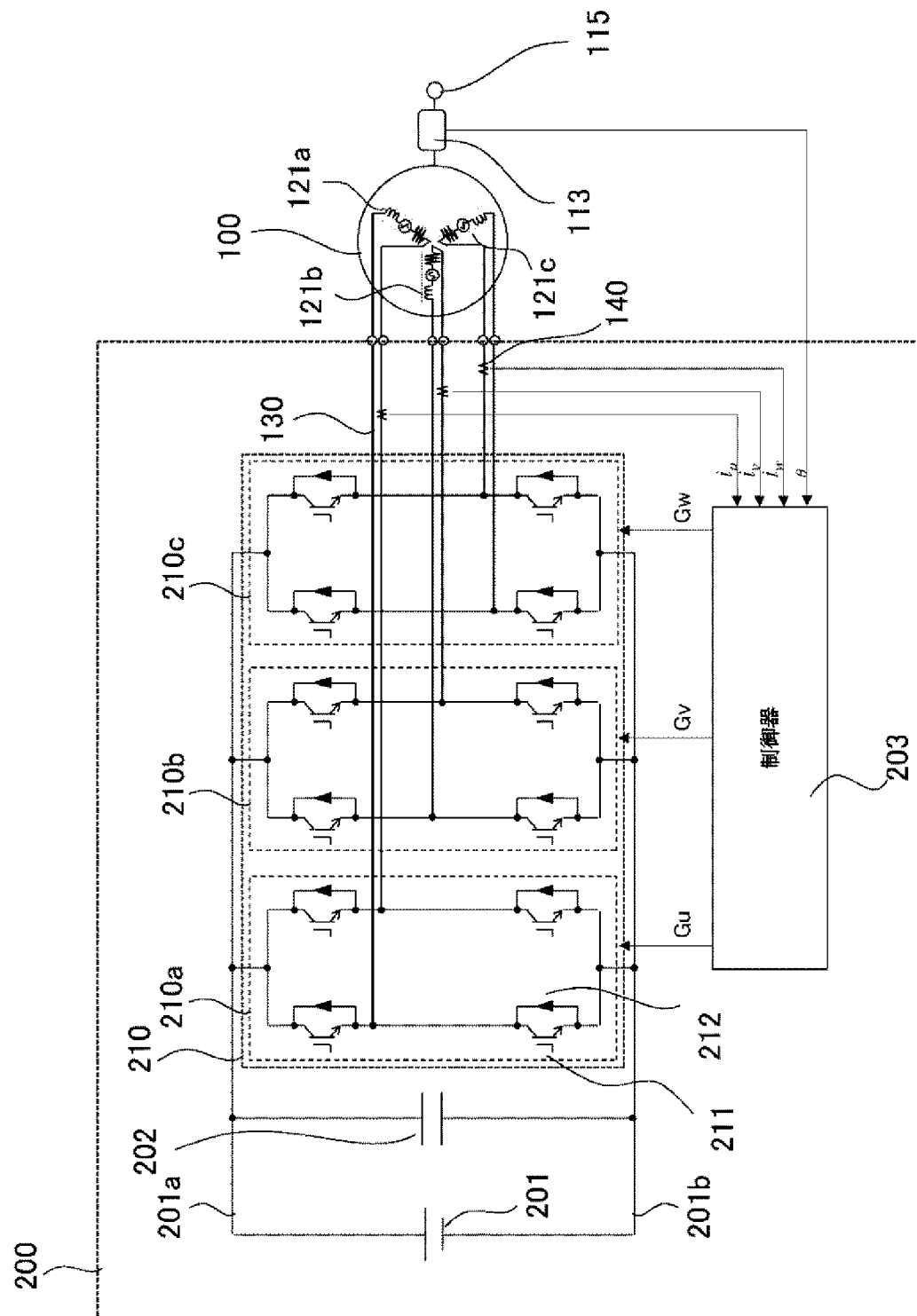
請求の範囲

- [請求項1] 複数の相のそれぞれに対応する複数の巻線を有し、各巻線が互いに独立して接続されたモータの駆動を制御するモータ制御装置であって、
- 前記複数の相のうちいずれかの相が欠相した場合に、前記欠相した相を除いた正常相のいずれかを基準相として、前記基準相以外の前記正常相に流れる電流の位相を、前記欠相した相を跨がないように調整するモータ制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のモータ制御装置において、
- 前記複数の相は、U相、V相およびW相にそれぞれ対応し、
- 前記U相が欠相した場合、欠相していない前記V相または前記W相の一方を前記基準相として、残りの前記W相または前記V相に流れる電流の位相を、所定のシフト方向に所定のシフト量でシフトさせ、
- 前記W相が欠相した場合、欠相していない前記U相または前記V相の一方を前記基準相として、残りの前記V相または前記U相に流れる電流の位相を、前記シフト方向に前記シフト量でシフトさせ、
- 前記V相が欠相した場合、欠相していない前記U相または前記W相の一方を前記基準相として、残りの前記W相または前記U相に流れる電流の位相を、前記シフト方向とは逆方向に前記シフト量でシフトさせるモータ制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のモータ制御装置において、
- 前記シフト量は、位相角で 60° であるモータ制御装置。
- [請求項4] 請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のモータ制御装置において、
- 前記モータには、前記モータが有するロータの磁極位置を検出する磁極位置検出器が取り付けられており、
- 前記磁極位置検出器で検出された前記磁極位置に基づいて、前記正常相に流れる電流の振幅および位相を制御することにより、前記モータ

タを駆動させるモータ制御装置。

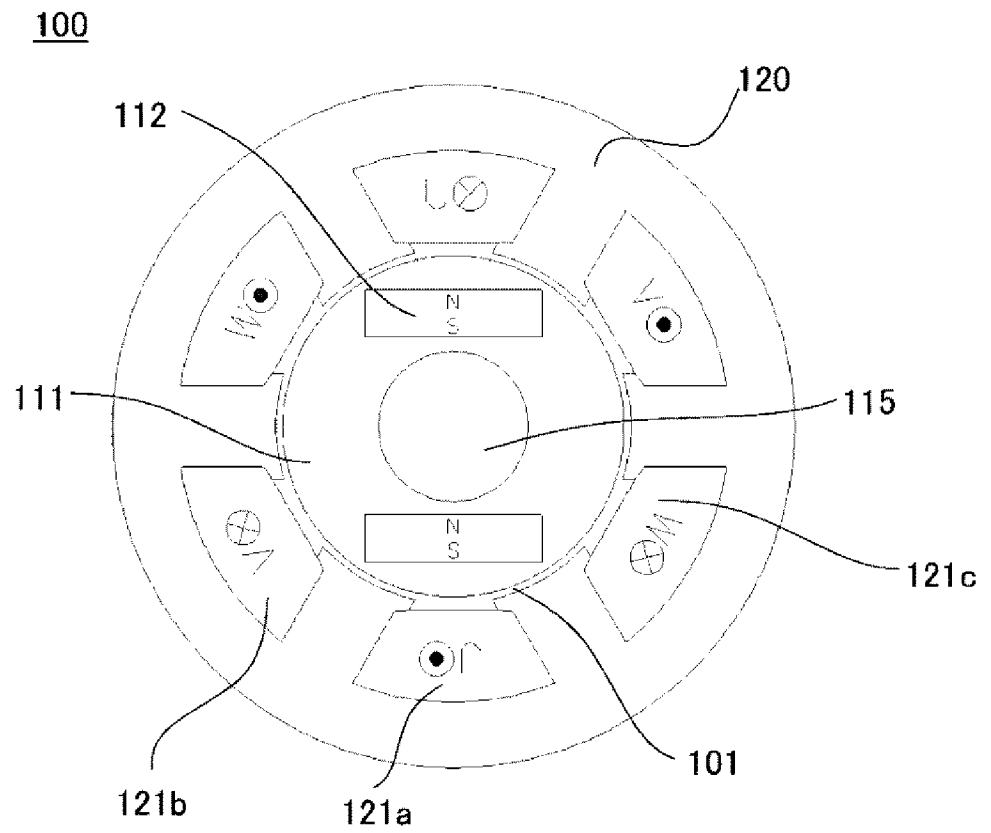
【図1】

【図1】



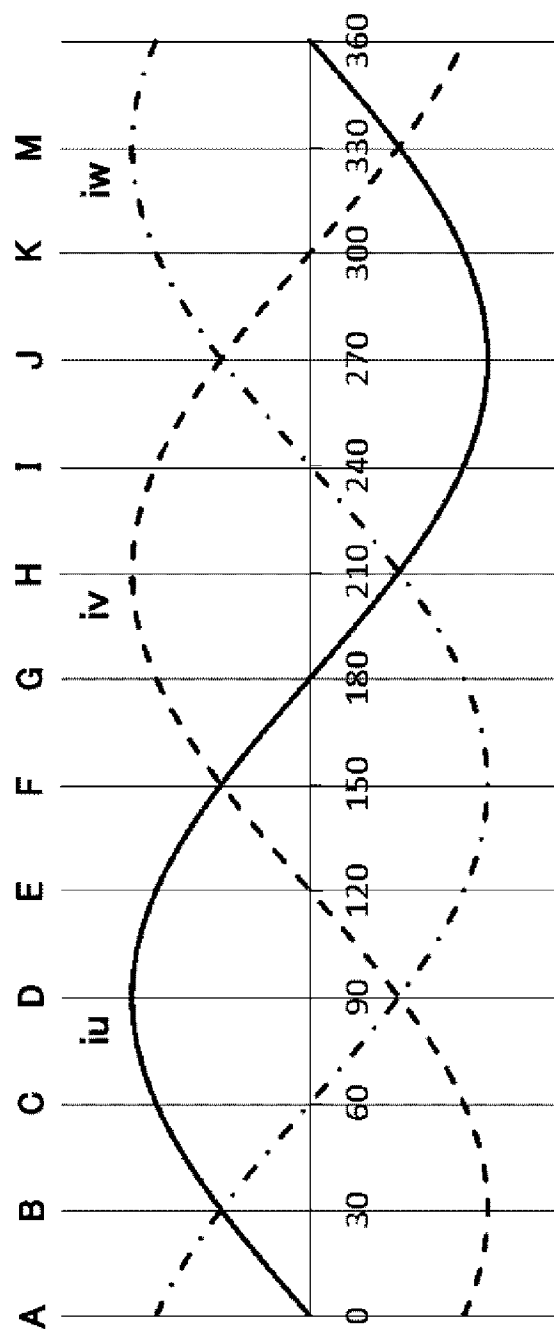
[図2]

【図2】



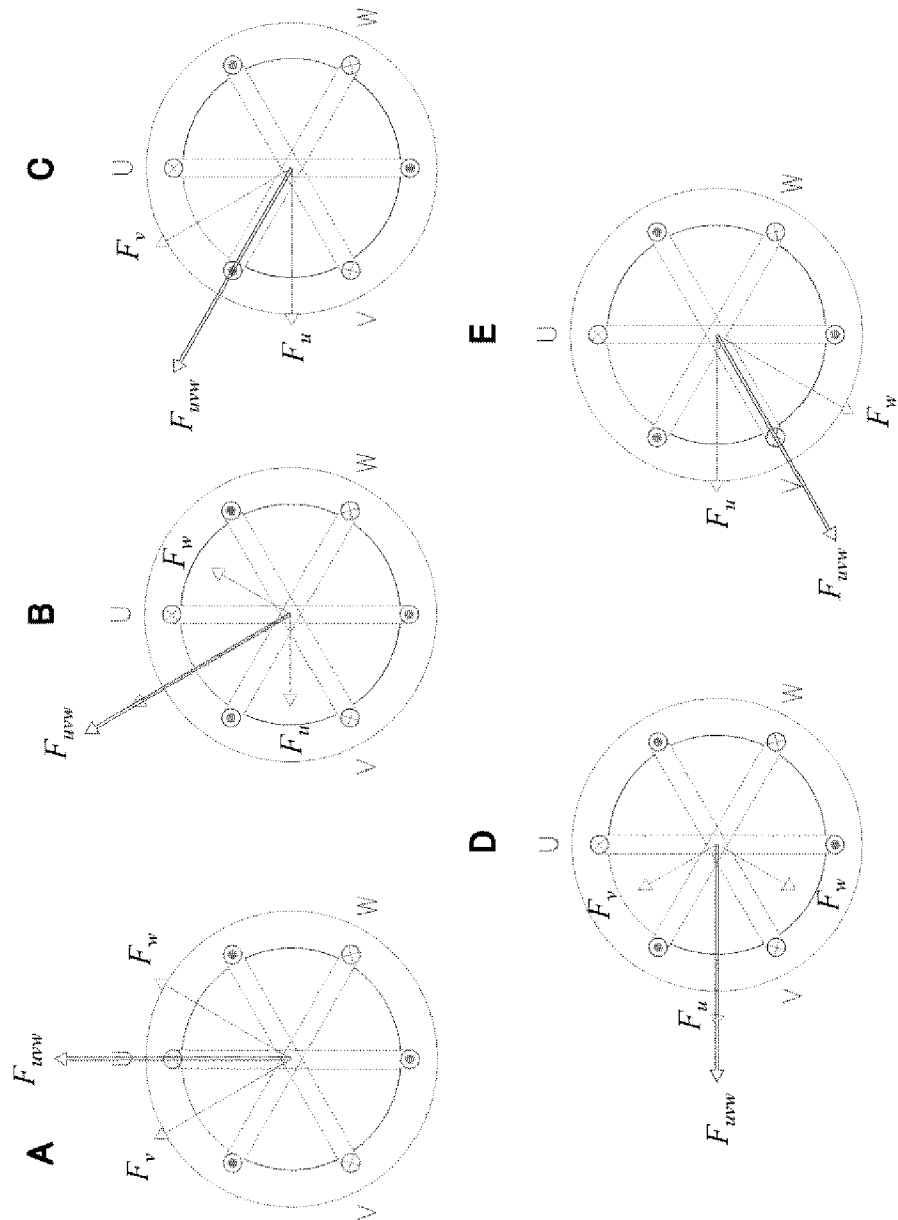
[図3]

【図3】



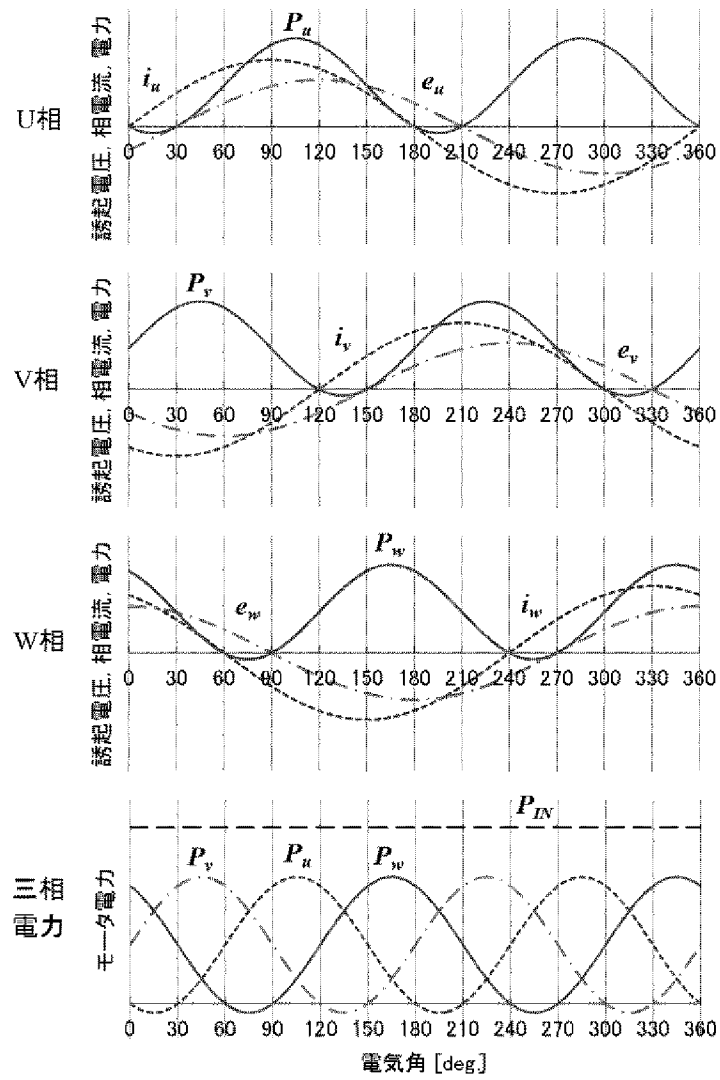
[図4]

【図4】



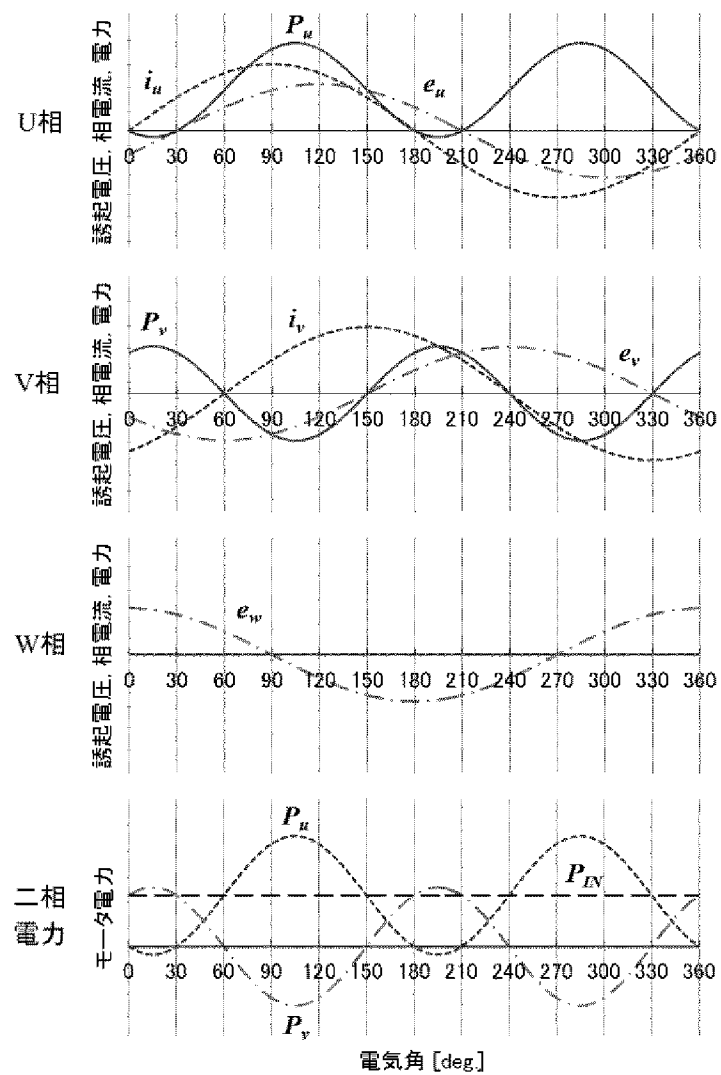
[図5]

【図5】



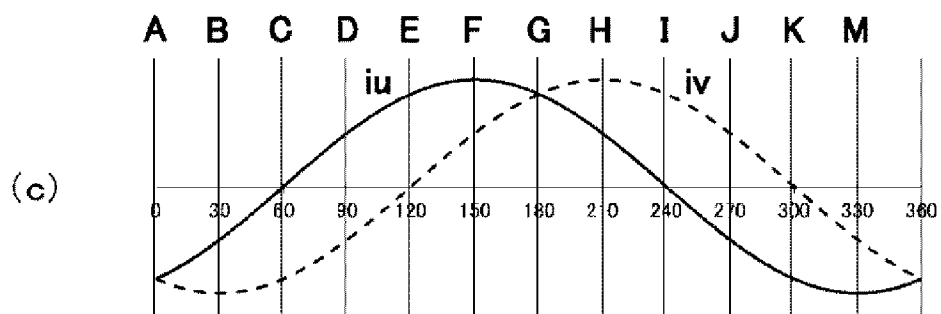
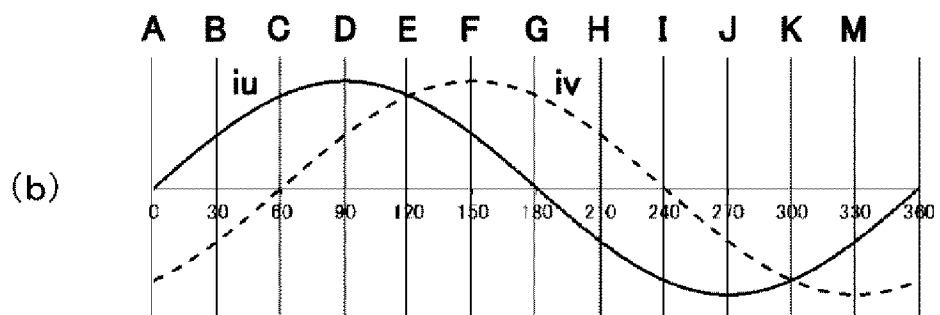
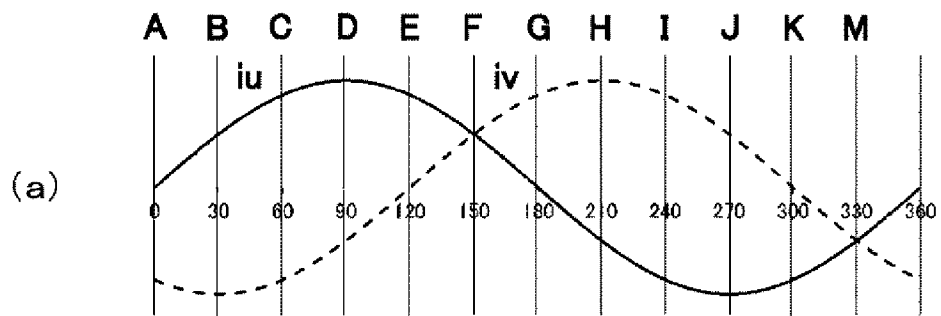
[図6]

【図6】



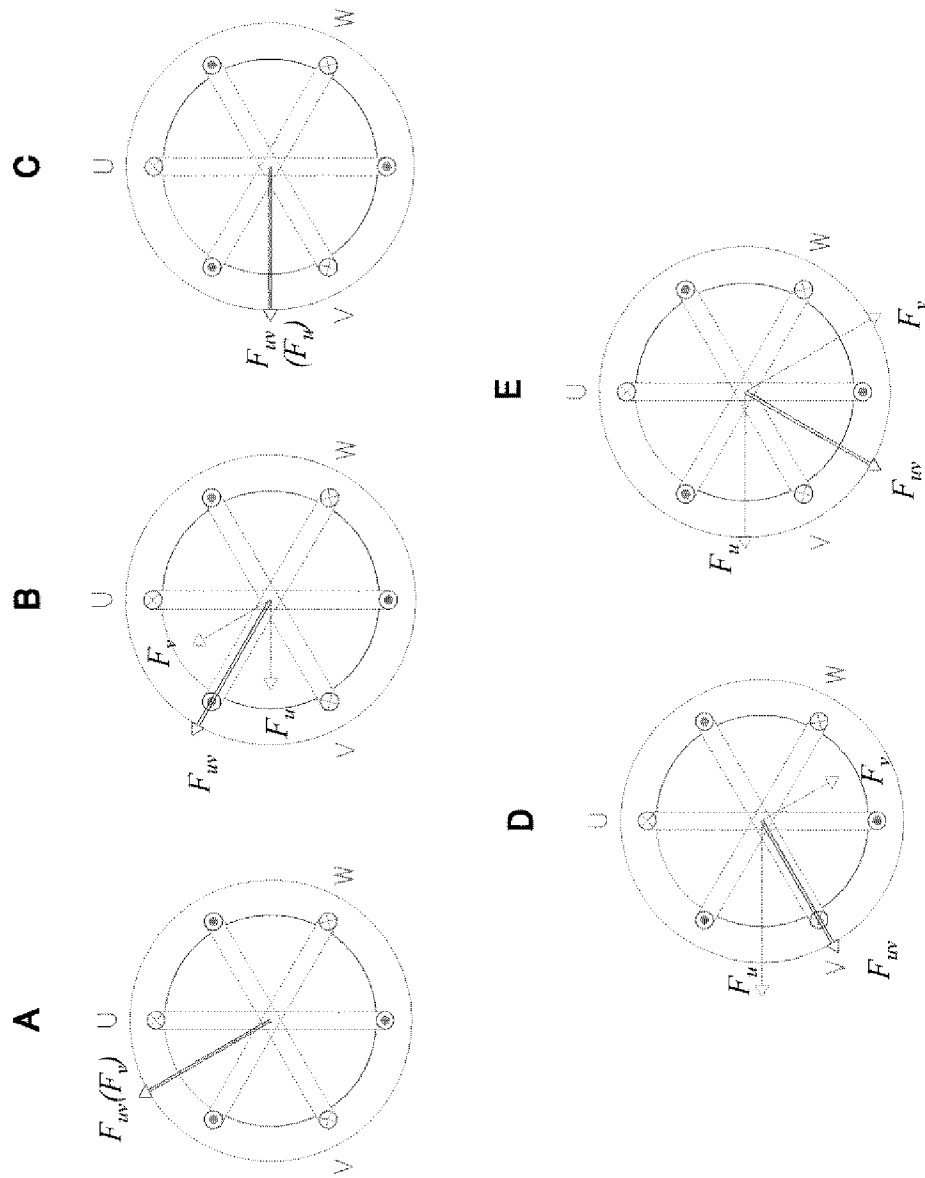
[図7]

【図7】



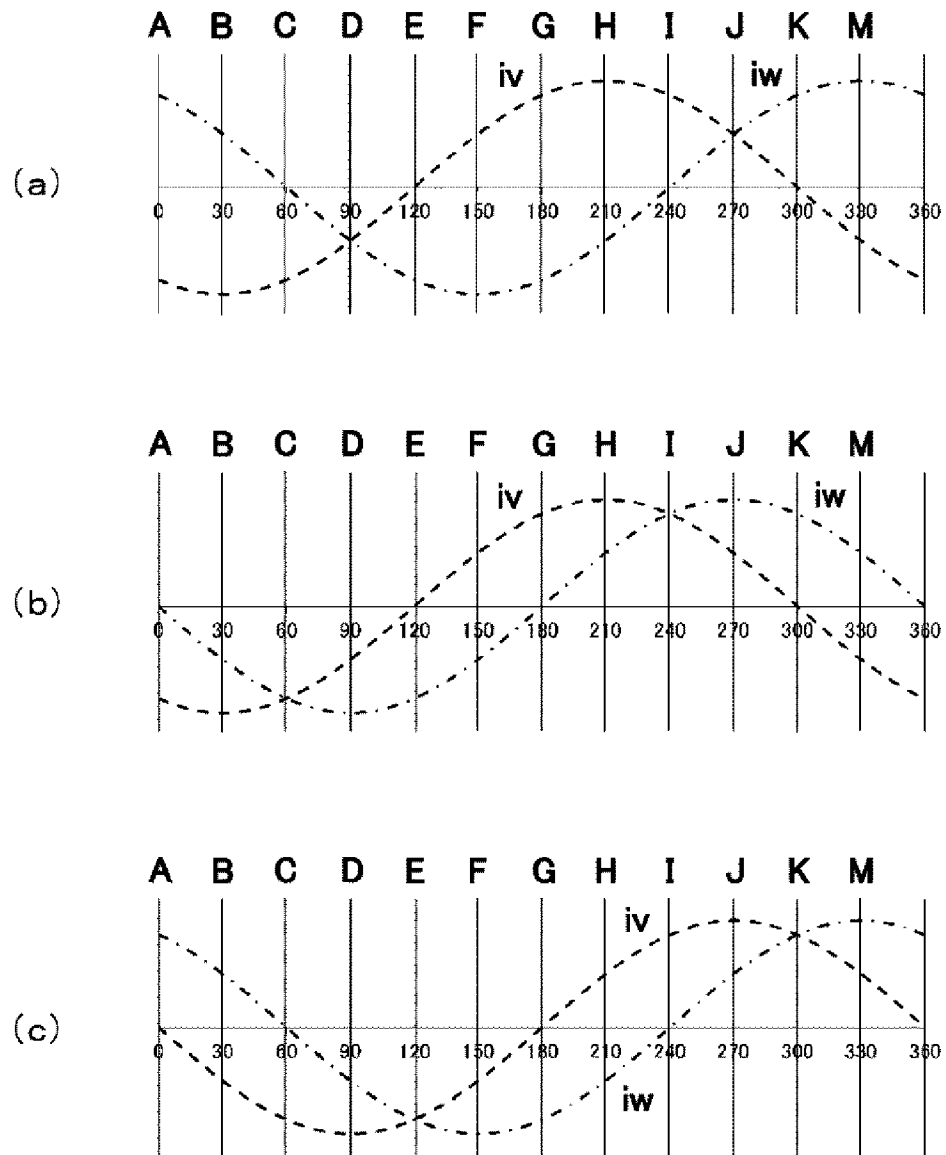
[図8]

【図8】



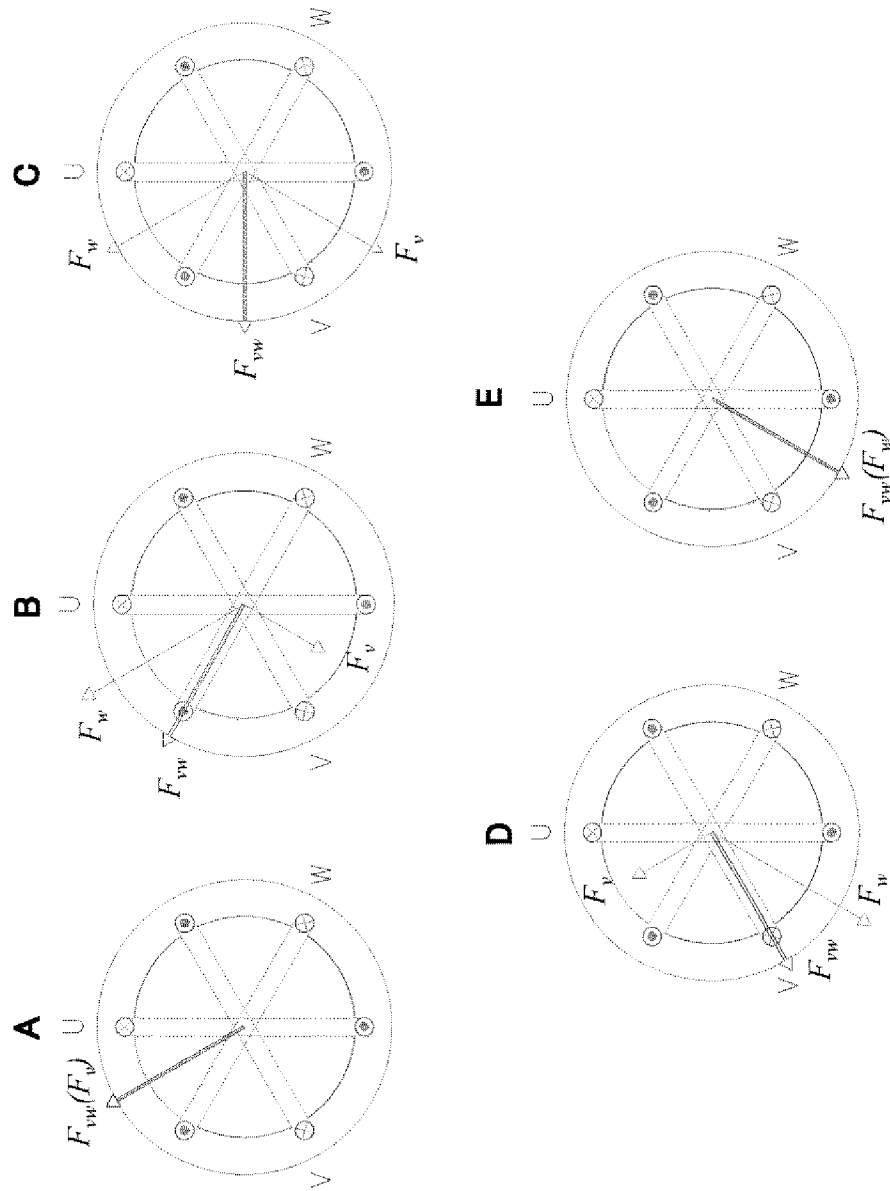
[図9]

【図9】



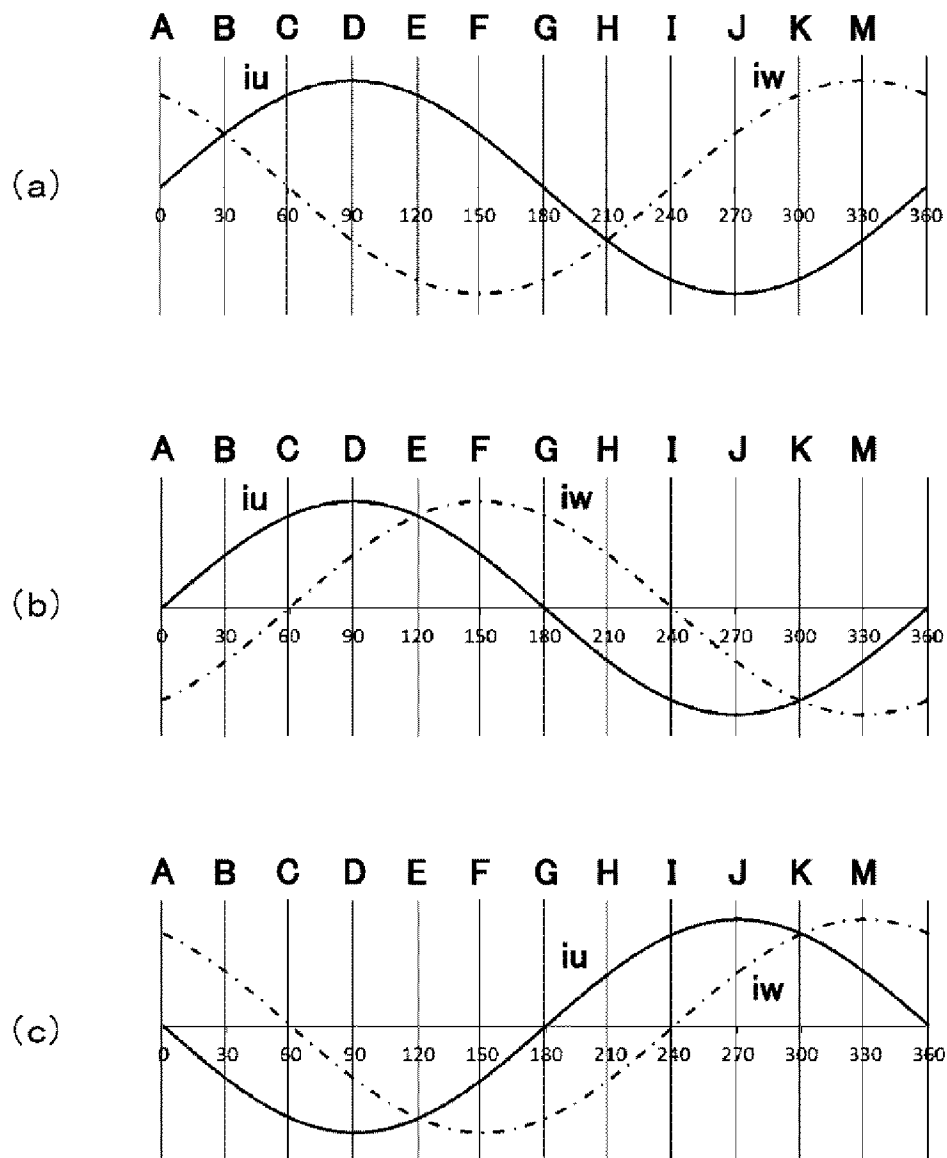
[図10]

【図10】



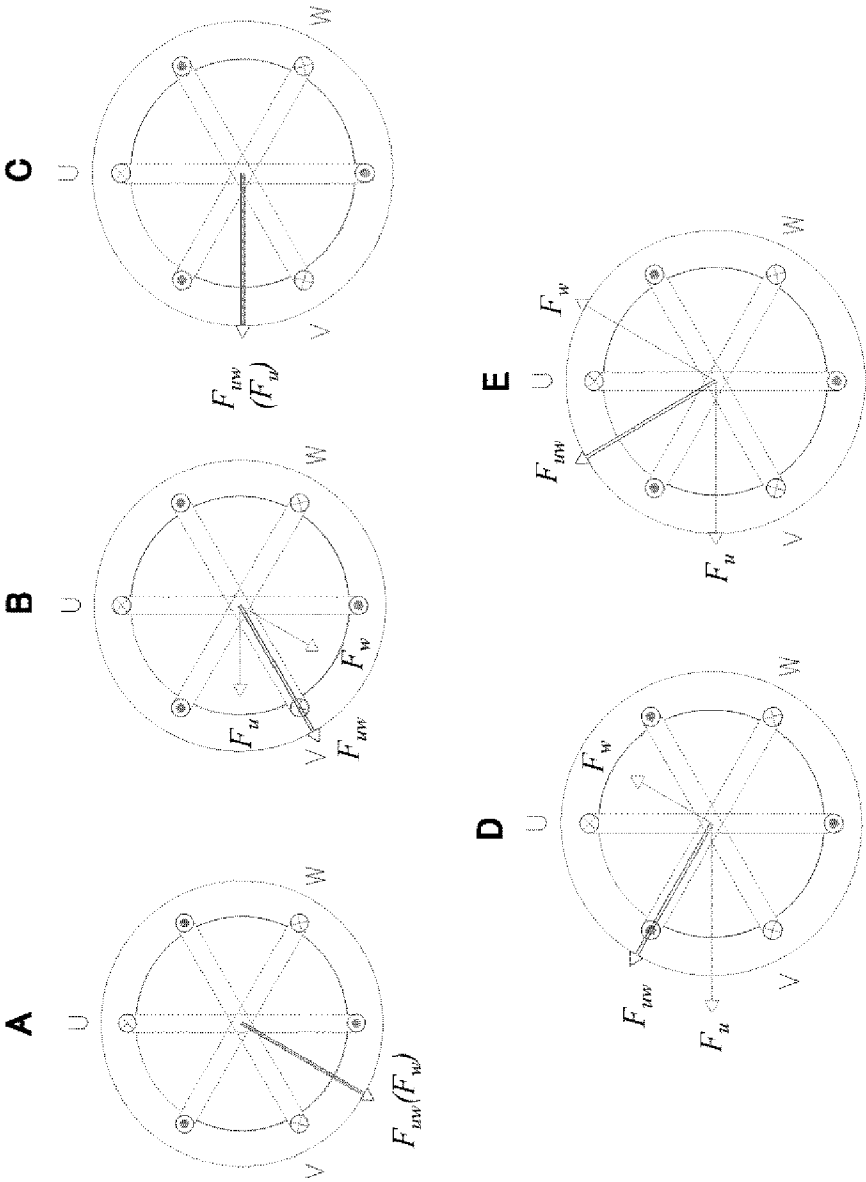
[図11]

【図11】



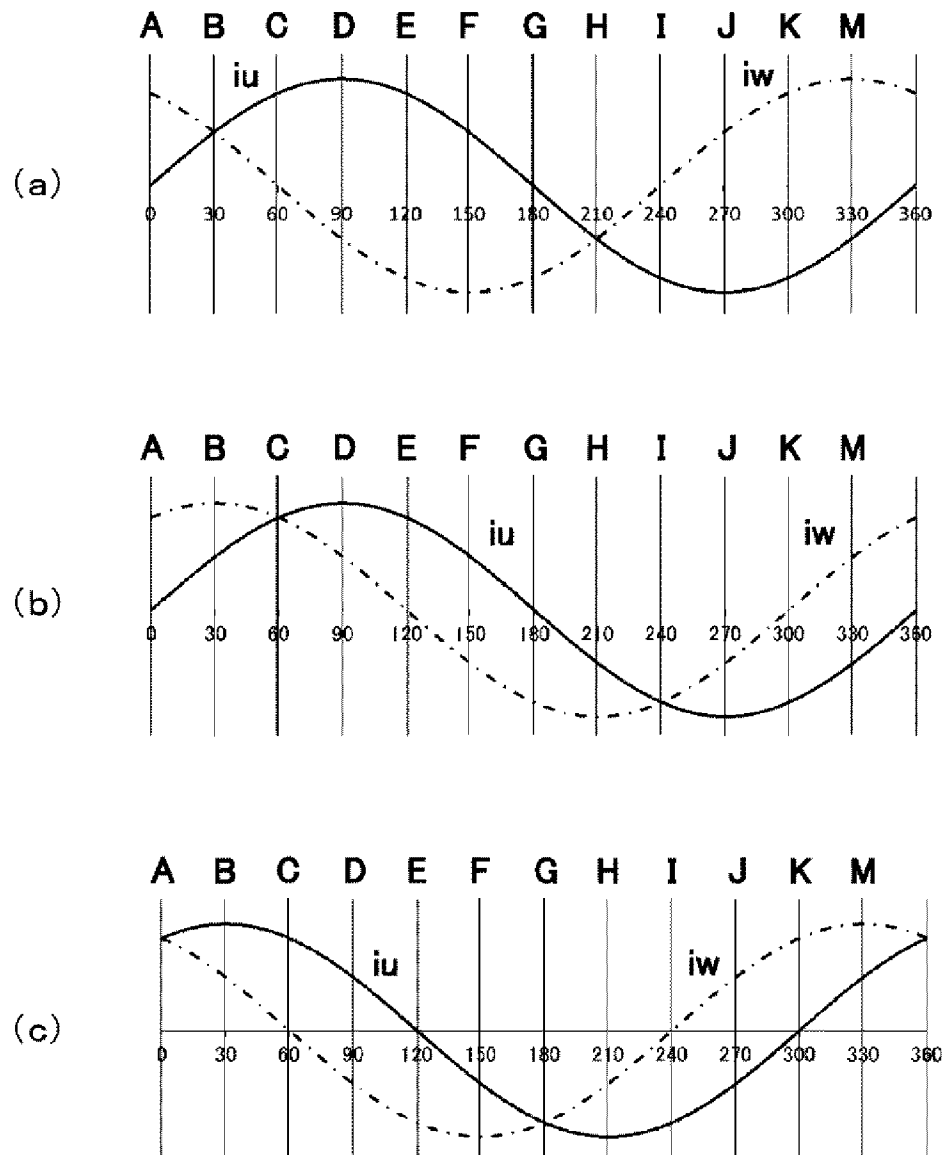
[図12]

【図12】



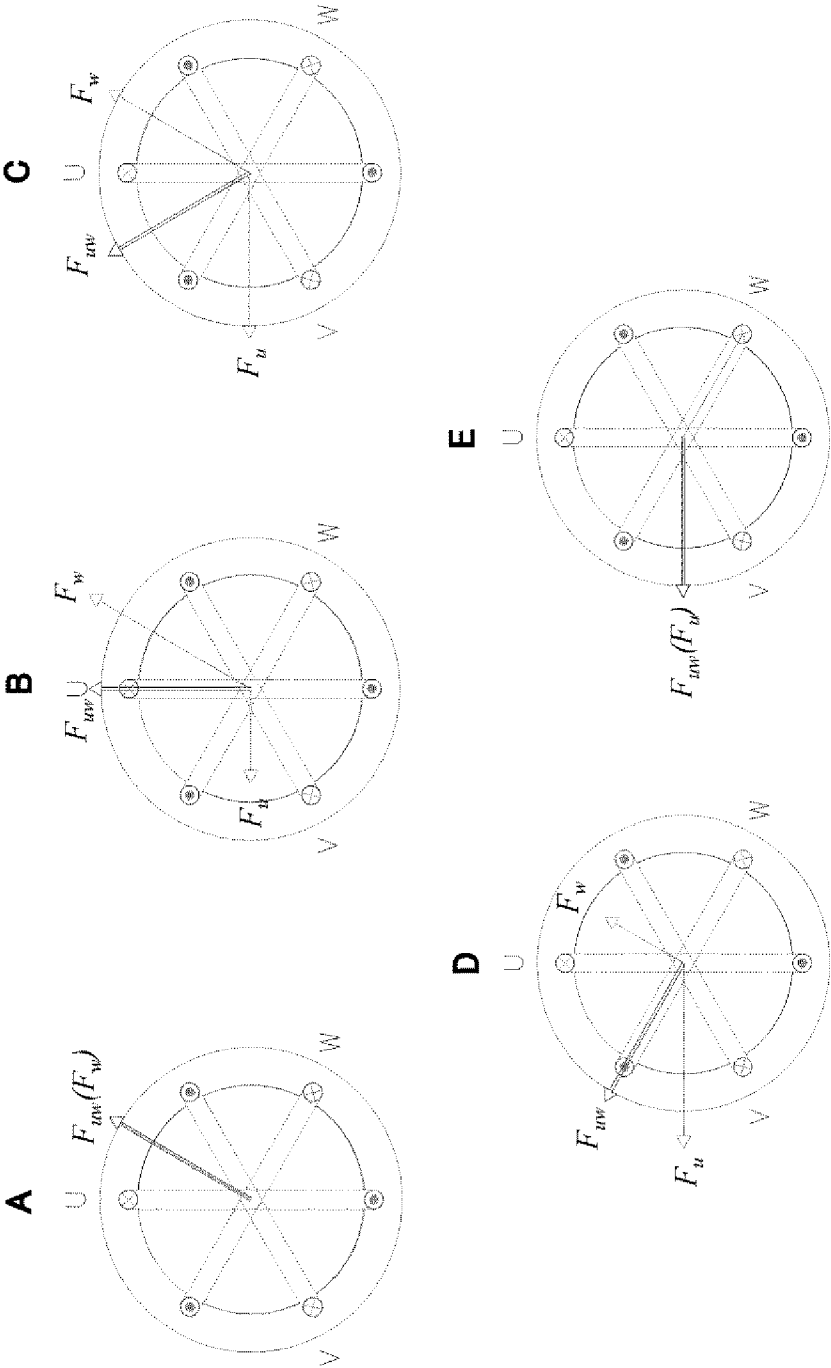
[図13]

【図13】



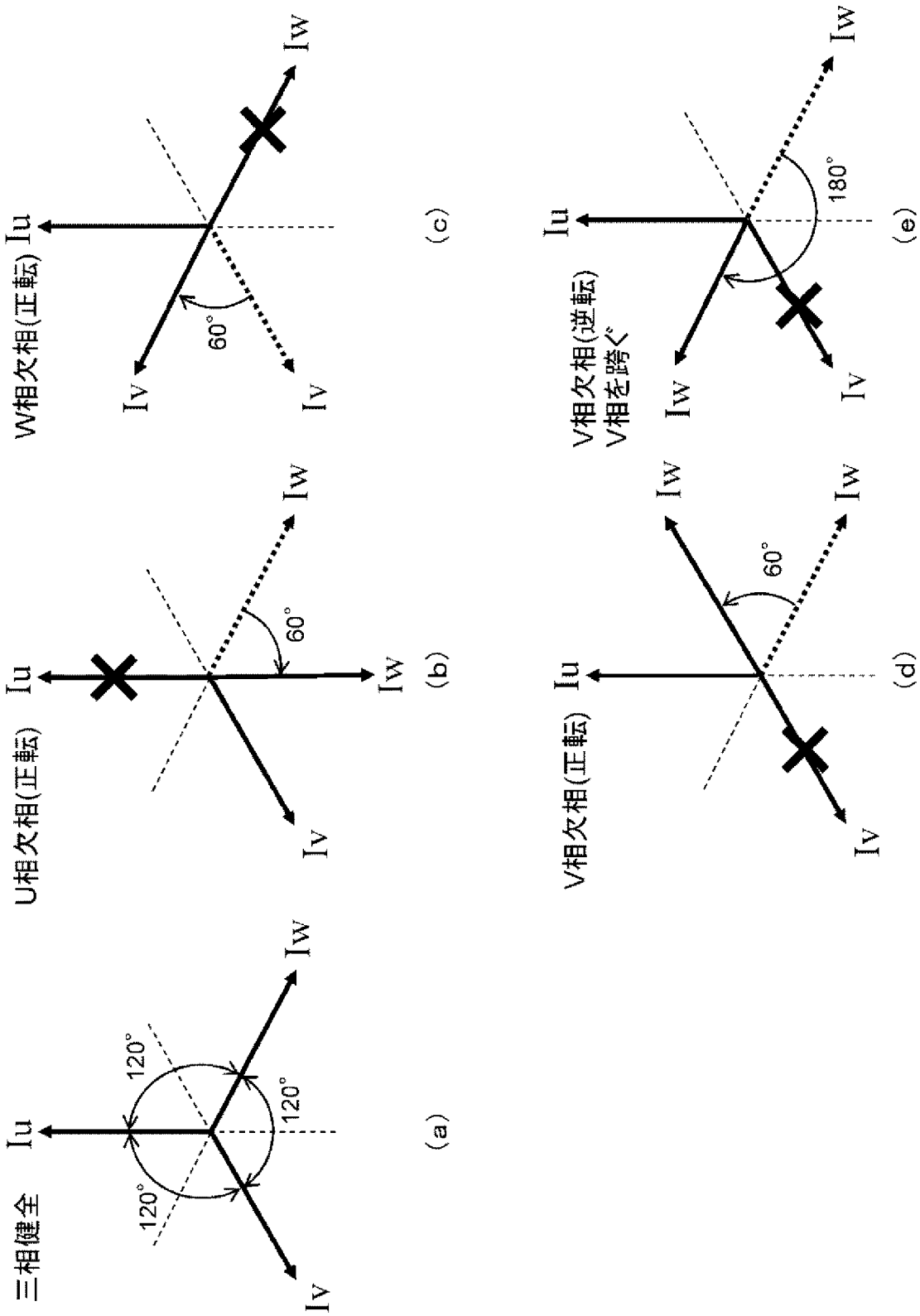
[図14]

【図14】



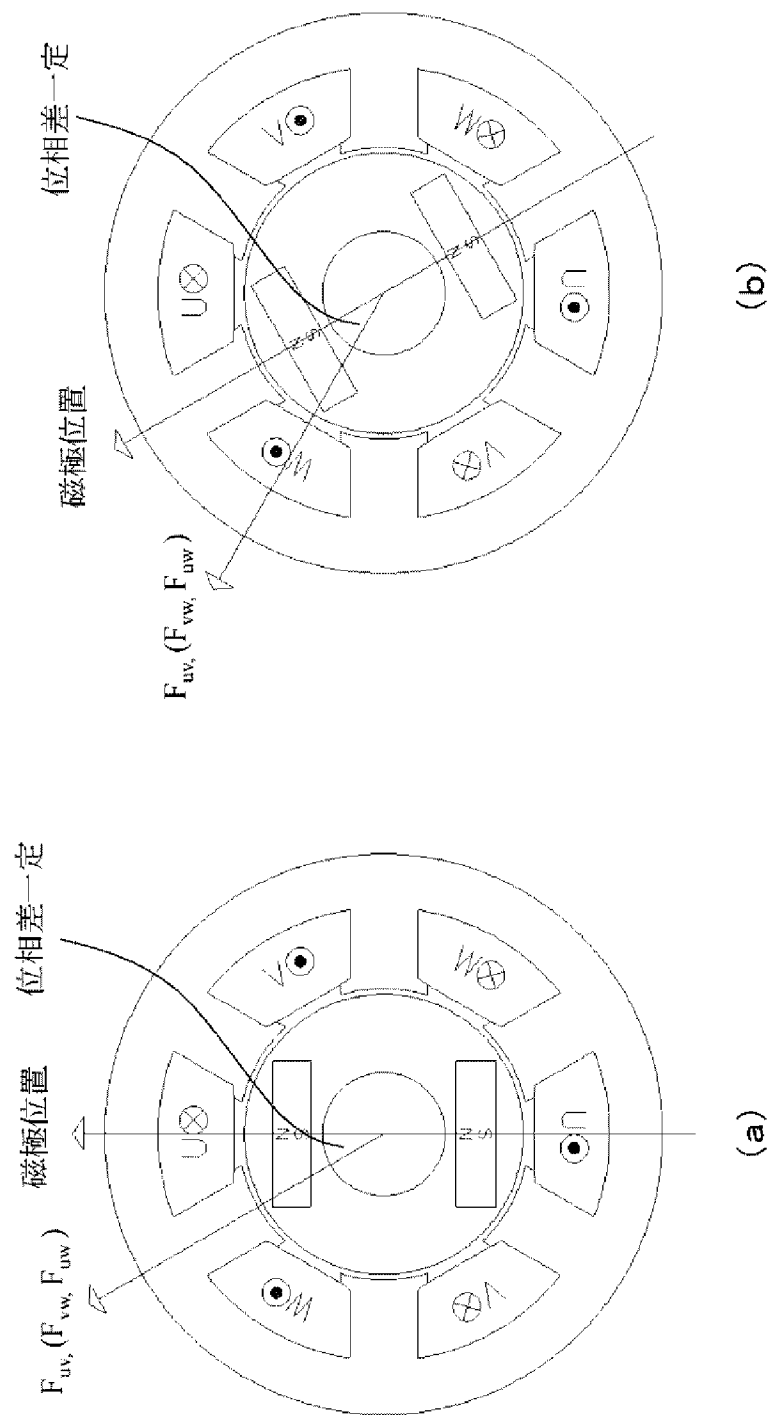
[図15]

【図15】



[図16]

【図16】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/019851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P27/06 (2006.01) i, H02M7/48 (2007.01) i, H02P6/15 (2016.01) i,
H02P23/04 (2006.01) i, H02P25/024 (2016.01) 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)

Int.Cl. H02P27/06, H02M7/48, H02P6/15, H02P23/04, H02P25/024

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 6194113 B2 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 06 September 2017, entire text, all drawings & US 2017/0133958 A1, entire text, all drawings & WO 2015/199104 A1 & EP 3163743 A1 & CN 106416051 A	1-4
A	JP 2006-42511 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 09 February 2006, entire text, all drawings & US 2006/0028161 A1, entire text, all drawings & CN 1728538 A	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

"I" 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
23 August 2019 (23.08.2019)

Date of mailing of the international search report
03 September 2019 (03.09.2019)

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/JP2019/019851

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-109777 A (SINFONIA TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 June 2015, entire text, all drawings & US 2015/0162857 A1, entire text, all drawings & EP 2882095 A1	1-4

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, H02P6/15(2016.01)i, H02P23/04(2006.01)i, H02P25/024(2016.01)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. H02P27/06, H02M7/48, H02P6/15, H02P23/04, H02P25/024

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 6194113 B2（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2017.09.06, 全文, 全図 & US 2017/0133958 A1, 全文, 全図 & WO 2015/199104 A1 & EP 3163743 A1 & CN 106416051 A	1-4
A	JP 2006-42511 A（松下電器産業株式会社） 2006.02.09, 全文, 全図 & US 2006/0028161 A1, 全文, 全図 & CN 1728538 A	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

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

国際調査を完了した日

23.08.2019

国際調査報告の発送日

03.09.2019

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）

大島 等志

3 V

1175

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	JP 2015-109777 A (シンフォニアテクノロジー株式会社) 2015.06.11, 全文, 全図 & US 2015/0162857 A1, 全文, 全図 & EP 2882095 A1	1-4