

(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
2010 年 5 月 14 日(14.05.2010)

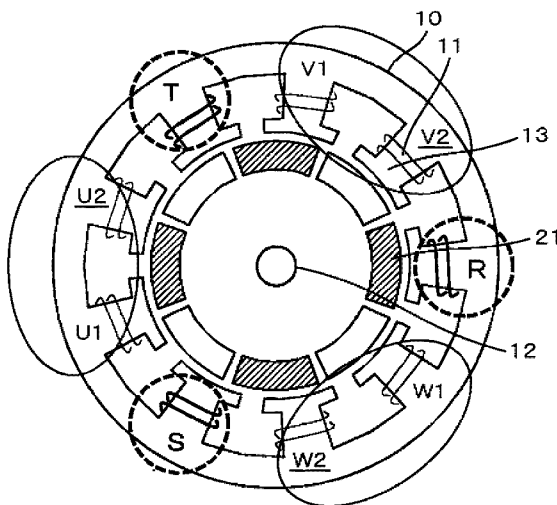
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/052930 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 21/14 (2006.01) H02K 41/03 (2006.01)
H02K 3/28 (2006.01) H02P 27/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/005944
- (22) 国際出願日: 2009 年 11 月 9 日(09.11.2009)
- (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 2008-287267 2008 年 11 月 10 日(10.11.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 金弘中 (KIM, HOUNG JOONG) [KR/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人 (Polaire I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目 7 番 1 号 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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))

(54) Title: MOTOR AND MOTOR CONTROL DEVICE
(54) 発明の名称: モータ、およびモータ制御装置

[図1]



(57) Abstract: Provided are a synchronous motor of the permanent magnet field type and a control system equipped with the motor and an inverter. That is, provided are a synchronous motor and a motor control device which can execute a highly effective operation. The motor includes: a plurality of salient poles having an armature winding; and a plurality of field poles. Each of the salient poles has a first armature winding and a second armature winding arranged around the pole. The ratio of the number of the salient poles of the first armature windings with respect to the number of the salient poles of the second armature windings is set to 2 : 1. The slot combination of the number of the salient poles and the number of the field poles realizes reduction of the cogging torque.

(57) 要約: 永久磁石界磁形の同期タイプのモータ及びこのモータとインバータを備えた制御システムに関し、高効率運転が可能な同期モータおよびモータ制御装置を提供する。電機子巻線を有する複数の突極磁極と、複数の界磁磁極を備えたモータにおいて、各々の突極磁極には、第1の電機子巻線又は、第2の電機子巻線が巻かれて、前記第1の電機子巻

線の巻線群の突極磁極数と、前記第2の電機子巻線の巻線群の突極磁極数の組み合わせ比を2 : 1にした。この突極磁極数と界磁磁極数とのスロットコンビネーションにより、コギングトルクの低減を実現した。

明 細 書

発明の名称： モータ、およびモータ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は永久磁石界磁形の同期タイプのモータと、及びこのモータとインバータを備えた制御システムに関する。

背景技術

[0002] 永久磁石モータは通常インバータとコントローラなどと組み合わせたモータ制御装置で駆動する。このモータ制御装置は、PWM制御などモータを駆動制御するためのインバータ回路を備え、このインバータ回路の半導体スイッチ素子のON・OFF動作（PWM制御等）により駆動電流を制御している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特公平8－8764号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 永久磁石モータにおいて、永久磁石は言葉通り永久に磁石の特性が変わらない素晴らしい特徴を持つが、回転数に比例して増加する誘起電圧がシステム構成において制約になる。その誘起電圧対策として、インバータによる弱め界磁制御が実施されているが、この弱め界磁制御にはモータトルクに寄与しない無効電流を多量に流すことになり、効率の低下、発熱、インバータ電流容量の増加など、問題も多い。

[0005] 本発明は回転数に比例して増加する誘起電圧が問題になる永久磁石モータ制御装置において、電機子巻線を多相構造に備えて、要求運転状態に応じて多相インバータの運転モードを替えることで広い運転領域において高効率運転が出来る特徴とする同期モータ、およびモータ制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を達成するために、本発明は電機子巻線を有する複数の突極磁極と、複数の界磁磁極を備えたモータにおいて、各々の突極磁極には第一の電機子巻線又は、第二の電機子巻線が巻かれて、前記第一の電機子巻線の巻線群の突極磁極数と、前記第二の電機子巻線の巻線群の突極磁極数の組み合わせ比を2:1にしたことを特徴とするものである。

[0007] 更に、本発明のモータは、前記界磁磁極と突極磁極を組み合わせて、リニアモータに構成したことを特徴とするものである。

[0008] また、上記課題を達成するために、本発明は等間隔に配列されたP個の界磁磁極と、電機子巻線を有する突極磁極M個の電機子とを備えたモータにおいて、前記界磁極数Pと前記突極磁極Mの関係を以下の関係にし、

$$P:M=9n\pm n:9n \text{ (但し、} n \text{ は1以上の整数)}$$

前記突極磁極Mの基本ユニットは、1m, 2m, 3m, 4m, 5m, 6m, 7m, 8m, 9mの順の9個の突極磁極で構成され、該突極磁極は、1mと2m, 3m, 4mと5m, 6m, 7mと8m, 9mの組み合わせで6個の電機子相を作り、該突極磁極Mの基本ユニットを繰り返して増設されたことを特徴とするものである。

[0009] 更に、本発明のモータは、該突極磁極Mの基本ユニットは1mと2m, 4mと5m, 7mと8m、の組み合わせによる3相結線、3m, 6m, 9mによる他の3相結線として構成し、該突極磁極Mの基本ユニットを繰り返して増設することを特徴とするものである。

[0010] 更に、本発明のモータは、前記突極磁極Mの基本ユニットは1mと2m, 3m, 4mと5m, 6m, 7mと8m, 9mの組み合わせで6個の電機子相として構成し、該突極磁極Mの基本ユニットを繰り返して増設する6相モータとして構成することを特徴とするものである。

[0011] 更に、本発明のモータは前記界磁磁極と突極磁極を組み合わせて、リニアモータに構成したことを特徴とするものである。

[0012] 更に、本発明は複数の電機子巻線を有する突極磁極と、複数の界磁磁極を

備えたモータに対して、多重インバータにより駆動させるモータ制御装置において、要求運転状態に応じて前記多重インバータの運転モードを切り替えることを特徴とするものである。

[0013] また、本発明のモータ制御装置は、前記モータの突極磁極は1 mと2 m、4 mと5 m、7 mと8 m、の組み合わせによる3相結線のインバータと3 m、6 m、9 mによる他の3相結線のインバータとして多重インバータで構成し、要求運転状態に応じてインバータの運転モードを切り替えることを特徴とするものである。

[0014] また、本発明のモータ制御装置は、モータ、界磁磁極の位置検出装置、多重インバータ、コントローラを組み合わせたサーボ制御システムを構成することを特徴とするものである。

[0015] また、本発明のモータ制御装置は、前記界磁磁極は永久磁石を備えていることを特徴とするものである。

発明の効果

[0016] 本発明のモータによれば、開示した突極磁極数と界磁磁極数とのスロットコンビネーションにすることで、コギングトルクの低減を実現した永久磁石界磁形のモータを提供することができる。

[0017] さらに、本発明のモータ制御装置は、1つの回転子に多重の三相電機子巻線を設け、これらに三相電機子巻線に対応したそれぞれのインバータ回路を個別に接続し、これらの三相電機子巻線に通電する駆動電流を各インバータ回路で個々に制御するシステムを採用することで、モータ回転数が高速領域である弱め界磁領域で、高効率となる巻数の少ない電機子巻線のみを用いることができるため、高速領域でのモータの運転効率を向上させることができる。

[0018] 本発明のその他の目的と特徴は以下に述べる実施形態の中で明らかにする。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施例によるモータの基本構成を示す。

[図2] 本発明の一実施例によるモータの電機子巻線結線図を示す。

[図3] 本発明の一実施例によるモータの基本概念を示す。

[図4] 本発明によるモータの電機子巻線結線の一例を示す。

[図5] 本発明によるモータの電機子巻線結線の一例を示す。

[図6] 本発明によるモータの電機子巻線結線の一例を示す。

[図7] 本発明の基本ユニットを複数個組み合わせた実施例を示す。

[図8] 本発明の基本ユニットを複数個組み合わせた電機子巻線結線の一例を示す。

[図9] 本発明によるモータの電機子巻線結線の一例を示す。

[図10] 本発明によるモータの他の実施例（外転型）を示す。

[図11] 本発明によるモータの他の実施例（リニアモータ）を示す。

[図12] 本発明によるモータの他の実施例（リニアモータ）を示す。

[図13] 本発明の制御回路システムの実施例を示す。

[図14] 本発明の制御回路システムの他の実施例を示す。

[図15] 本発明のモータ駆動パターンの一例を示す。

[図16] 本発明の制御回路システムの他の実施例を示す。

[図17] 本発明のモータの回転子断面構造の一例を示す。

[図18] 本発明のモータの回転子形状の自由度の一例を示す。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

実施例 1

[0021] 本発明の第1実施例を図1に基づいて説明する。本実施例のモータは、等間隔に配列されたP個の界磁磁極21と、電機子巻線11を有する突極磁極13をM個備えた電機子とを備え、前記界磁磁極の移動位置に応じて前記電機子巻線電流を制御して動くモータにおいて、前記界磁極数（P）と前記突極極数（M）の関係を、以下の式の関係にする。

[0022] $P : M = 9n \pm n : 9n$ （但し、nは1以上の整数）・・・式（1）

この関係式として、突極磁極Mの基本ユニットは1m, 2m, 3m, 4m

、 5 m、 6 m、 7 m、 8 m、 9 m順の 9 個突極磁極 1 3 で構成され、該突極磁極は 1 m と 2 m、 3 m、 4 m と 5 m、 6 m、 7 m と 8 m、 9 m の組み合わせで 6 個の電機子相を作り、該突極磁極 M の基本ユニットを備えたことを特徴とするモータである。ここで、突極磁極 1 m として、任意の突極磁極を設定し得る。

[0023] また、図 1 において、永久磁石からなる界磁磁極 2 1 は 8 個で構成されているが、式 (1) の関係から 10 個でも良い。永久磁石からなる界磁磁極 2 1 はシャフト 1 2 と一体になって突極磁極 1 3 の電機子巻線 1 1 に流す電流で作られる回転磁界に同期して動く構成になっている。

[0024] 従来技術によると、3 相モータの場合に突極磁極 1 3 の磁極数は 3 の倍数であることが必要であり、6 相モータの場合に突極磁極 1 3 の磁極数は 6 の倍数であることが必要である。本実施例は、9 個の突極磁極で 6 相モータとして駆動可能であることを示している。

[0025] 又、式 (1) に示すような突極磁極 1 3 と界磁磁極 2 1 の組み合わせによるスロットコンビネーションにより、コギングトルク脈動数が増大する。例えば、9 個の突極磁極と 8 個の永久磁石による界磁磁極のスロットコンビネーションではコギングトルク脈動数は 72 であり、9 個の突極磁極と 10 個の永久磁石による界磁磁極のスロットコンビネーションではコギングトルク脈動数は 90 である。一般的に、コギングトルク脈動数が多いほど、コギングトルクの低減効果が大きい。

[0026] 図 7 に本発明の基本ユニットを複数個組み合わせた実施例を示す。

[0027] 図 7 において、突極磁極 1 3 が 18 個の場合は、永久磁石からなる界磁磁極 2 1 は 16 個で構成されているが、式 (1) に示すように 20 個でも良い。同じく、突極磁極 1 3 が 27 個の場合は、永久磁石からなる界磁磁極 2 1 は 24 個、又は、30 個でも良い。この場合は、突極磁極 M の基本ユニットは、1 m、2 m、3 m、4 m、5 m、6 m、7 m、8 m、9 m の順の 9 個の突極磁極 1 3 で構成され、該突極磁極は、1 m と 2 m、3 m、4 m と 5 m、6 m、7 m と 8 m、9 m の組み合わせで 6 個の電機子相を作り、該突極磁極

Mの基本ユニットを繰り返して増設することになる。図7は、突極磁極が18個と界磁磁極が16極の場合を示しているが、本発明による突極磁極Mの基本ユニットを2回繰り返して配置している。

[0028] 図2に、本発明の一実施例によるモータの電機子巻線結線図を示す。

[0029] 図2のモータの構成では、永久磁石21を備えた回転子の一つであるが、突極磁極は1mと2mがU相、4mと5mがV相、7mと8mがW相、6mはR相、9mはS相、3mはT相の組み合わせで6個の電機子相を作ることとを特徴とするモータである。U相、V相、W相による1組UVW3相結線と、R相、S相、T相による他の1組のRST3相結線からなる2組の3相結線を合わせた基本ユニットの構成である。

[0030] 図3に、本発明の一実施例によるモータの基本概念を示す。

[0031] 図3において、本実施例のモータは、6スロット8極モータとしても駆動可能であり、3スロット8極モータとしても駆動可能であることを示している。それらの二つのモータを組み合わせ、8極の回転子20を一つに共通化することで6スロットからなる3相結線と他の3スロットからなる3相結線を合わせて2Y結線にした9スロット8極モータになる概略を示す。また、図3において、U相のU1の突極磁極の電機子巻線とU2の突極磁極の電機子巻線は直列接続による構成例を示している。V相とW相においても、同相の電機子巻線はU相と同じく直列接続であることを示している。

[0032] 図4に、本発明によるモータの他の電機子巻線結線図を示す。

[0033] 図4において、UVW相の同相の電機子巻線は並列接続で構成している。例えば各スロット毎の電機子巻線の巻数を同じにして、同相の電機子巻線を直列接続した場合に比べて、並列接続した場合には各相の誘起電圧が約半分になるので、電源回路を含めたシステム構成からこれらの条件に合わせて構成を選択することが可能である。又、9個からなる突極磁極の基本ユニットの各々の突極磁極の電機子巻線の巻数を同じにして、UVW相の同相の電機子巻線を並列接続することで、RST相の誘起電圧に近い値にすることができる。

- [0034] 図5に本発明によるモータの他の電機子巻線結線図を示す。
- [0035] 図5において、U V W相とR S T相は△結線をした例であり、U V W相の同相の電機子巻線を直列接続した組み合わせである。
- [0036] 図6に本発明によるモータの他の電機子巻線結線図を示す。
- [0037] 図6において、U V W相は△結線をR S T相はY結線をした例であり、U V W相の同相の電機子巻線を直列接続した組み合わせであるが、図4に示すように、U V W相の電機子巻線は並列接続でも良い。また、U V W相はY結線、R S T相を△結線にする組み合わせも可能である。
- [0038] 図8に本発明によるモータの他の電機子巻線結線図を示す。
- [0039] 図8において、突極磁極13が18個、永久磁石からなる界磁磁極21は16個の構成で、U V Wによる3相結線とR S Tによる他の3相結線にした場合に、各相の電機子巻線は直列接続の構成になっている。
- [0040] 図8において、界磁磁極21は永久磁石のイメージを示す概略であり、実際の界磁磁極の個数は式(1)に示すように個数に合わせる。他の図面においても同様である。
- [0041] 図9において、突極磁極13が18個、永久磁石からなる界磁磁極21は16個の構成で、U V Wによる3相結線とR S Tによる他の3相結線にした場合に、各相の電機子巻線は並列接続の構成になっている。
- [0042] 突極磁極の基本ユニットを複数回繰り返したモータ(図7の場合は突極磁極の基本ユニットを2回繰り返す)は、図4、図5、図6に示すように、Y結線、△結線、直列接続、並列接続の組み合わせをシステム構成の要求仕様に合わせて選択することが可能である。
- [0043] 図10に本発明によるモータの他の実施例を示す。
- [0044] 図10において、回転子20は外転型であり、電機子巻線11の組み合わせは図1に示す突極磁極の基本ユニットと原理的に同じである。電機子の外周に電機子巻線11を巻回した突極磁極13を備える。電機子10の外周には、等間隔にN、Sに着磁した永久磁石21と磁気回路の磁路として磁束を通すヨークを含めた回転子20が空隙を介して回転可能に支持されている。

- [0045] また、電機子巻線の多重結線においては、Y結線、△結線、直列接続、並列接続の組み合わせをシステム構成の要求仕様に合わせて選択することが可能である。
- [0046] 図11に本発明によるモータの他の実施例を示す。
- [0047] 図11において、電機子10を一次側、永久磁石からなる部分を二次側として、一定のエアギャップを保つように支持機構（図示せず）で支持され、相対的に移動可能なリニアモータ構造を示す。また、推力むらを低減する目的で電機子の両短部には補助磁極14を備える。
- [0048] また、突極磁極13に巻かれている各電機子巻線11の組み合わせの例として、図11（a）と（b）を示す。図11（b）のように電機子巻線を結線することで、RST相の突極磁極13の磁気回路の左右のバランスが取れて、より安定した走行が可能である。
- [0049] ここで、式（1）で示す突極磁極13と界磁磁極21の相対的な間隔を保つようにして、走行ストロークに合わせて永久磁石の数を増やした構成にすればよい。
- [0050] 図12に本発明によるモータの他の実施例を示す。
- [0051] 図12において、図11に示したリニアモータの電機子基本ユニット二組を合わせた突極磁極13が18個の構成で、電機子の両短部には補助磁極14を備える。電機子基本ユニットを追加することで推力が増加する。また、円筒型リニアモータにも適用可能である。
- [0052] また、電機子巻線の多重結線においては、回転機と同じくY結線、△結線、直列接続、並列接続の組み合わせをシステム構成の要求仕様に合わせて自由に選択することが可能である。
- [0053] 次に、図13に本発明の制御回路システムの基本構成を示す。
- [0054] 図13において、電源回路3には第一インバータ1と第二インバータ2が接続され、各インバータにはそれぞれの電機子巻線に接続されている。エンコーダー7は永久磁石の位置（磁極検出）と回転子の回転情報を検出し、ドライブレギュレータ5とゲート回路コントローラ6にモータの磁極情報と回

転情報を与える。ドライブコントローラ 5 の指示に従って、ゲート回路コントローラ 6 より第一インバータ 1 と第二インバータ 2 内部のパワー素子をオンオフ制御して、電源回路 3 から電機子巻線に電流が出入りするようになっている。インバータと電機子巻線の間には電流センサー 9 を備えて、実負荷電流値をゲート回路コントローラ 6 にフィードバックして指令電流との差分を制御するようになっている。勿論、ここに述べた駆動回路システムは一例であり、電流センサーレス制御、磁極位置検出センサーレス制御などを適用すれば、電流センサー 9、エンコーダー 7 等は用途によっては省いた構成も採用することが可能である。

[0055] 図 1 4 に本発明の制御回路システムの基本構成の一例を示す。

[0056] 図 1 4 において、電源回路 3 には平滑コンデンサ 4 が接続されて、第一インバータ 1 と第二インバータ 2 が接続され、各インバータはそれぞれの電機子巻線に接続されている。図 1 4 の例では電圧形インバータの基本構成を示すが、電流形インバータによる制御回路システム構成でも良い。

[0057] 図 1 4 において、ブリッジインバータの出力電圧は、直流電圧を E とすれば、 $\pm E$ の 2 レベルを出力する基本的なインバータ方式であるが、マルチレベルインバータ方式を用いても良い。マルチレベルインバータ方式とは、直流電圧を複数に分割して、インバータの出力電圧は、その中の一つを選択することで、多レベル値を得ることができる仕組みであり、本発明モータのように多重結線の場合は、要求運転状態に応じて多重インバータの運転モードを切り替える場合に有効である。

[0058] エンコーダー 7 は永久磁石の位置（磁極検出）と回転子の回転情報を検出し、ドライブコントローラ 5 とゲート回路コントローラ 6 にモータの磁極情報と回転情報を与える。また、本発明のモータをリニアモータに適用した場合は、可動子の位置情報、速度情報の検出手段として、リニアエンコーダーを用いても良い。

[0059] そして、ドライブコントローラ 5 の指示に従って、ゲート回路コントローラ 6 より第一インバータ 1 と第二インバータ 2 内部のパワー素子をオンオフ

制御して、電源回路 3 から電機子巻線に電流が出入りするようになっている。また、ドライブコントローラ 5 は本発明のモータ以外の外部情報を受送信しながら制御回路システム全体の制御も行う。

[0060] インバータと電機子巻線の間には電流センサー 9 を備えて、実負荷電流値をゲート回路コントローラ 6 にフィードバックして指令電流との差分を制御するようになっている。勿論、ここに述べた駆動回路システムは一例であり、片方の電流センサーのみの情報量で他方電機子巻線の電流量を換算して制御することも可能である。

[0061] 応用の構成によっては、電流センサーレス制御、磁極位置検出センサーレス制御などを適用すれば、電流センサー 9、エンコーダー 7 等は省いた構成も採用することが可能である。

[0062] 本発明は、1 つの回転子に多重の電機子巻線を設け、これらに多相電機子巻線に対応したそれぞれのインバータ回路を個別に接続し、モータの要求運転状態に基づいてこれらの多相電機子巻線に通電する駆動電流を各インバータ回路で個々に制御するシステムである。

[0063] 前記要求運転状態による多重インバータの運転モードの切り替えは、モータトルクとモータ回転数とモータの制御領域等に基づいて行われる。

[0064] 図 15 に本発明のモータによる駆動パターンの一例を示す。

[0065] 例えば、図 1 に示す本発明による一実施例のモータにおいて、9 個の突極磁極 13 に巻かれている電機子巻線 11 が同じ巻数で巻かれたとすれば、U V W 相の誘起電圧は R S T 相の誘起電圧より約 2 倍大きい。モータ回転数が低速領域で大トルクを要求する場合は、U V W 相のインバータ 1 と R S T 相のインバータ 2 の両方がお互いの最適位相差を保ちながら通電電流を制御して最大トルクを得て、高速領域時は相当たりの巻数が少ない R S T 相をメインに駆動するように運転モードを設定する。また、中速領域時は U V W 相をメインにして駆動しても良い。減速時には、U V W 相のインバータ 1 と R S T 相のインバータ 2 の両方がお互いの最適位相差を保ちながら駆動すれば良い。

- [0066] 勿論、U V W相の電機子巻線とR S T相の電機子巻線の力行制御、回生制御の組み合わせは運転モードに応じて組み合わせれば良い。
- [0067] 言い換えれば、モータ回転数が高速回転の時に電機子巻線の少ない結線のみを用いることができるため高効率となり、弱め界磁領域でのモータの運転効率を向上させることができる効果が得られる。
- [0068] また、応用製品によってはU V W相のインバータ 1 とR S T相のインバータ 2 らに接続する電機子巻線の間に開閉機（図に示せず）を備えて、休止モードの電機子巻線は該開閉機でオンオフすることも可能である。
- [0069] 図 1 6 に本発明の駆動回路システムの他の実施例を示す。
- [0070] 図 1 6 は本発明の基本制御回路システムの多重インバータ部分を 2 組以上拡大した組み合わせであり、ドライブコントローラ 5 の指示に従って、各々のインバータU V W-Y 1, U V W-Y 2, R S T-Y 1, R S T-Y 2らを統括制御するシステム構成である。このシステムは突極磁極数が多い大型大容量モータの場合に、大型大容量のインバータを用いなくても、複数の小型インバータらを並列に組み合わせることで動作させることを実現している。
- [0071] 図 1 7 に本発明の回転子断面構造の一例を示す。
- [0072] 図 1 7 において、（a）は表面磁石型を（b）は埋込磁石型を示し、永久磁石の数は下記に示す界磁極数Pと突極磁極Mの関係を保ちながら構成されている。
- [0073] $P : M = 9n \pm n : 9n$ （但し、nは1以上の整数）
- 図 1 8 に本発明の回転子形状のいろいろな構成例を示す。
- [0074] 図 1 8 はシャフト 1 2 に接続された回転子が回る仕組みを示しており、（a）内転型、（b）外転型、（c）アキシアルギャップ型、（d）中空型を示す。例えば、（c）アキシアルギャップ型においては、2 組の回転子で電機子 1 0 を両側から挟んだ両側式アキシアルギャップ型も可能である。勿論、他の方式も電機子を複数個組み合わせた構成も可能である。
- [0075] 以上に説明した本発明の実施例によれば、9 個の突極磁極と 8 個（または

10個)の界磁磁極とのスロットコンビネーションにすることで、コギングトルクを低減した効果を有する永久磁石界磁形のモータを提供することができる。

- [0076] さらに、本発明は、1つの回転子に6個の突極磁極と3個の突極磁極で多重の三相電機子巻線を設け、これらに三相電機子巻線に対応したそれぞれのインバータ回路を接続し、モータの要求運転状態に基づいてこれらの三相電機子巻線に通電する駆動電流を各インバータ回路で個々に制御するシステムを提供できる。これにより、モータ回転数が高速領域である弱め界磁領域で、モータ回転数が高速回転の時に高効率となる巻数の少ない電機子巻線のみを用いることができるため、弱め界磁領域でのモータの運転効率を向上させることができる効果が得られる。

産業上の利用可能性

- [0077] 本発明のモータ、およびモータ制御装置によれば、従来使用されてきた永久磁石界磁形の同期タイプのモータ、およびそれらを駆動するモータ制御装置全般に適用することが可能である。

符号の説明

- [0078] 1, 2 インバータ
3 電源回路
4 平滑コンデンサ
5 ドライブコントローラ
6 ゲート回路コントローラ
7 エンコーダー
8 負荷
9 電流センサー
10 電機子
11 電機子巻線
12 シャフト
13 突極磁極

1 4 補助磁極

2 0 回転子

2 1 界磁磁極

請求の範囲

- [請求項1] 電機子巻線を有する複数の突極磁極と、
複数の界磁磁極を備えたモータにおいて、
各々の突極磁極には第一の電機子巻線又は、
第二の電機子巻線が巻かれて、
前記第一の電機子巻線の巻線群の突極磁極数と、前記第二の電機子巻線の巻線群の突極磁極数の組み合わせ比を2 : 1にしたことを特徴とするモータ。
- [請求項2] 請求項1において、
前記界磁磁極と突極磁極を組み合わせ、リニアモータに構成したことを特徴とするモータ。
- [請求項3] 等間隔に配列されたP個の界磁磁極と、
電機子巻線を有する突極磁極M個の電機子とを備えたモータにおいて、
前記界磁極数Pと前記突極磁極Mの関係を以下の関係にし、
$$P : M = 9n \pm n : 9n \quad (\text{但し、} n \text{ は } 1 \text{ 以上の整数})$$

前記突極磁極Mの基本ユニットは1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 6 m, 7 m, 8 m, 9 m順の9個の突極磁極で構成され、該突極磁極は1 mと2 m, 3 m, 4 mと5 m, 6 m, 7 mと8 m, 9 mの組み合わせで6個の電機子相を作り、該突極磁極Mの基本ユニットを備えたことを特徴とするモータ。
- [請求項4] 請求項3において、
該突極磁極Mの基本ユニットは1 mと2 m、4 mと5 m、7 mと8 m、の組み合わせによる3相結線、3 m, 6 m, 9 mによる他の3相結線として構成し、該突極磁極Mの基本ユニットを備えたことを特徴とするモータ。
- [請求項5] 請求項3において、
該突極磁極Mの基本ユニットは1 mと2 m, 3 m, 4 mと5 m, 6

m, 7 mと8 m, 9 mの組み合わせで6個の電機子相として構成し、該突極磁極Mの基本ユニットを備え、6相モータとして構成することを特徴とするモータ。

[請求項6] 請求項3において、

前記界磁磁極と突極磁極を組み合わせ、リニアモータに構成したことを特徴とするモータ。

[請求項7] 複数の電機子巻線を有する突極磁極と、複数の界磁磁極を備えたモータに対して、多重インバータにより駆動させるモータ制御装置において、

要求運転状態に応じて前記多重インバータの運転モードを切り替えることを特徴とするモータ制御装置。

[請求項8] 請求項7において、前記モータの突極磁極は1 mと2 m、4 mと5 m、7 mと8 m、の組み合わせによる3相結線のインバータと3 m, 6 m, 9 mによる他の3相結線のインバータとして多重インバータで構成し、要求運転状態に応じてインバータの運転モードを切り替えることを特徴とするモータ制御装置。

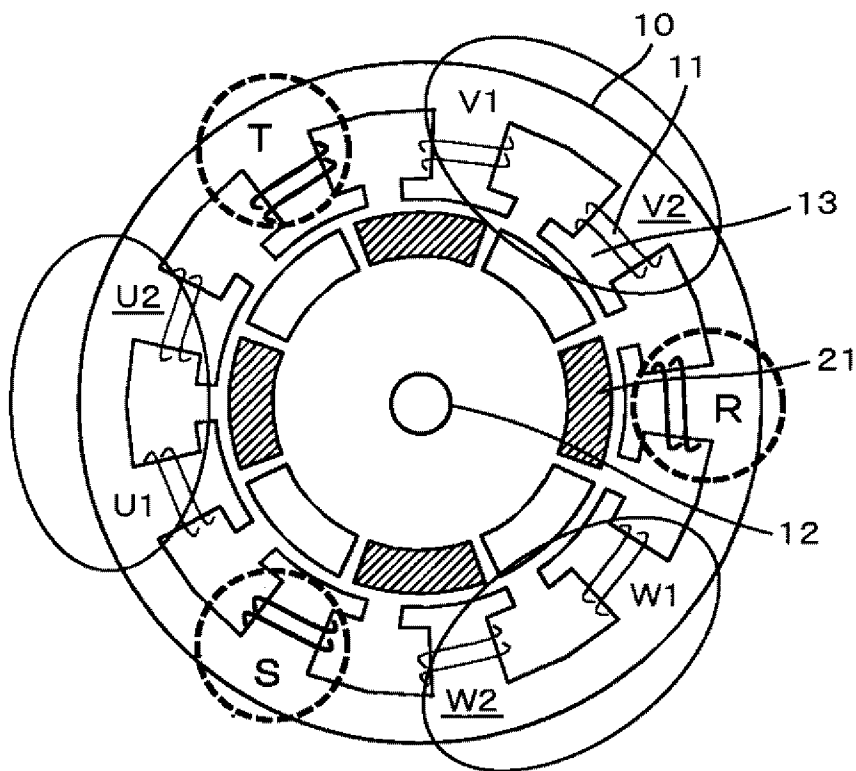
[請求項9] 請求項7において、モータ, 界磁磁極の位置検出装置, 多重インバータ, コントローラを組み合わせたサーボ制御システムを構成することを特徴とするモータ制御装置。

[請求項10] 請求項7において、

前記界磁磁極は永久磁石を備えていることを特徴とするモータ制御装置。

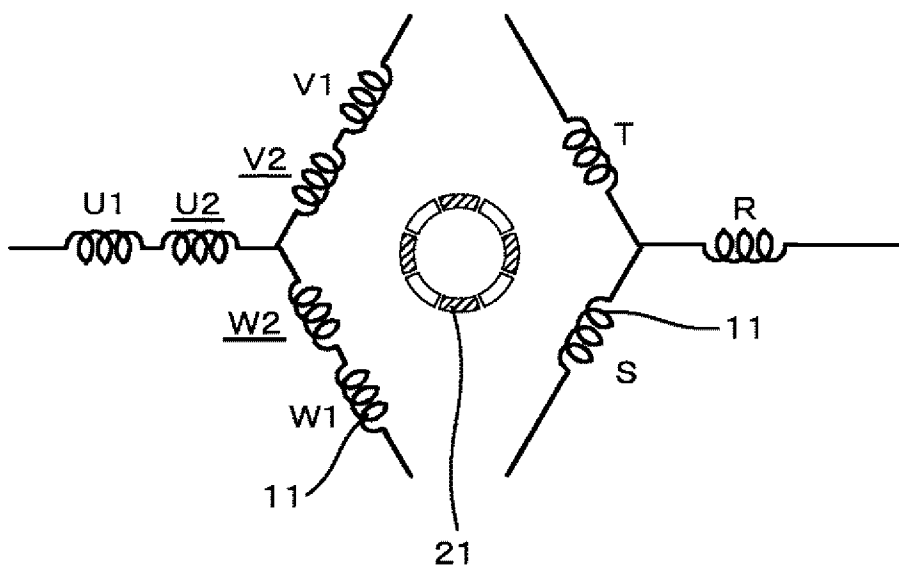
[図1]

図 1



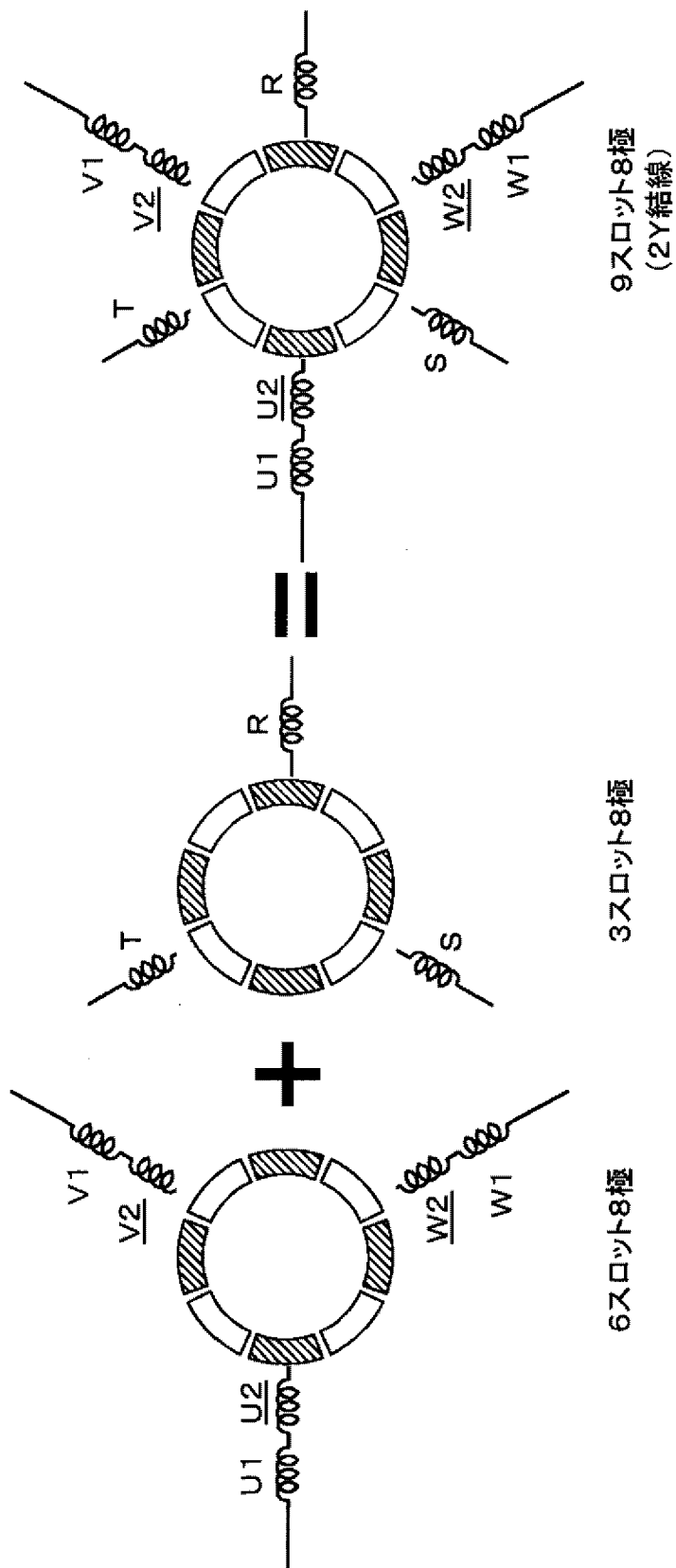
[図2]

図 2



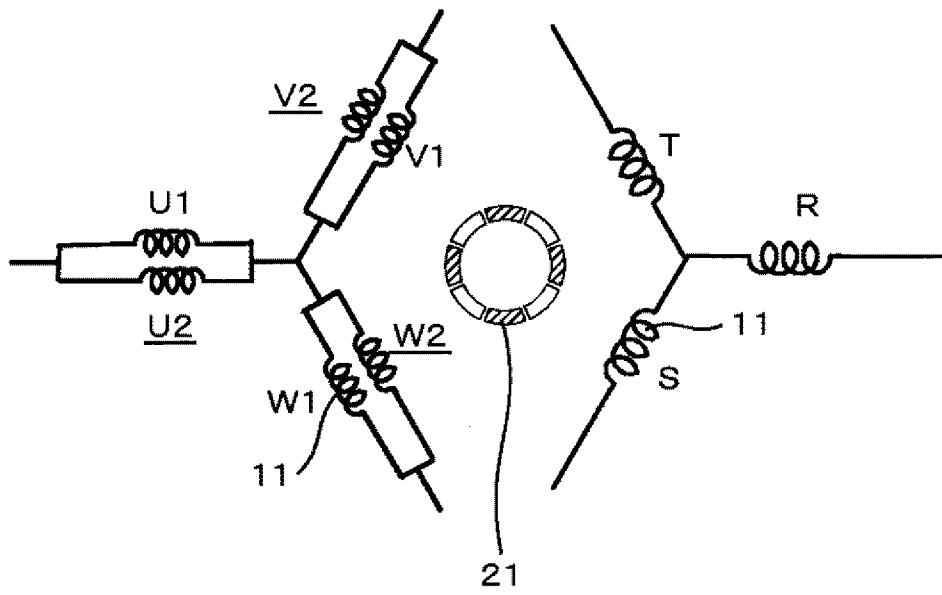
[図3]

図 3



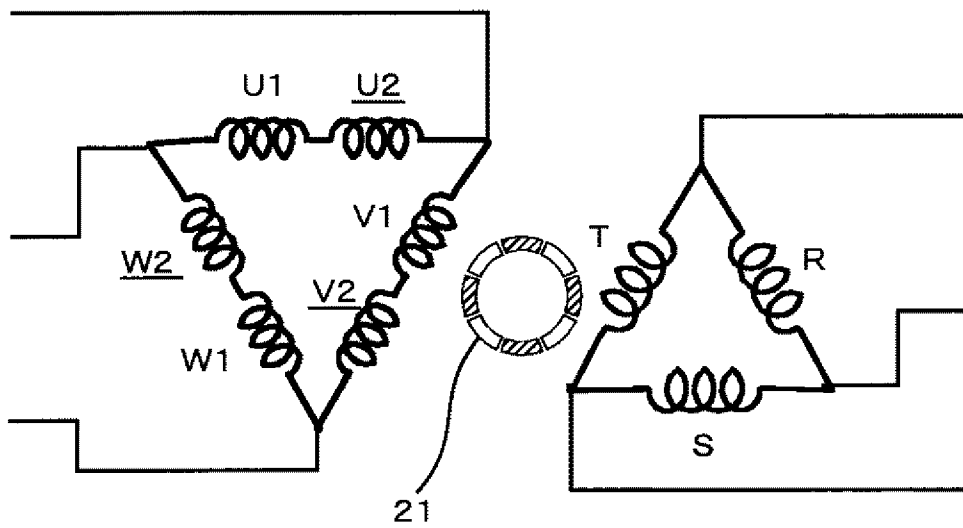
[図4]

図 4



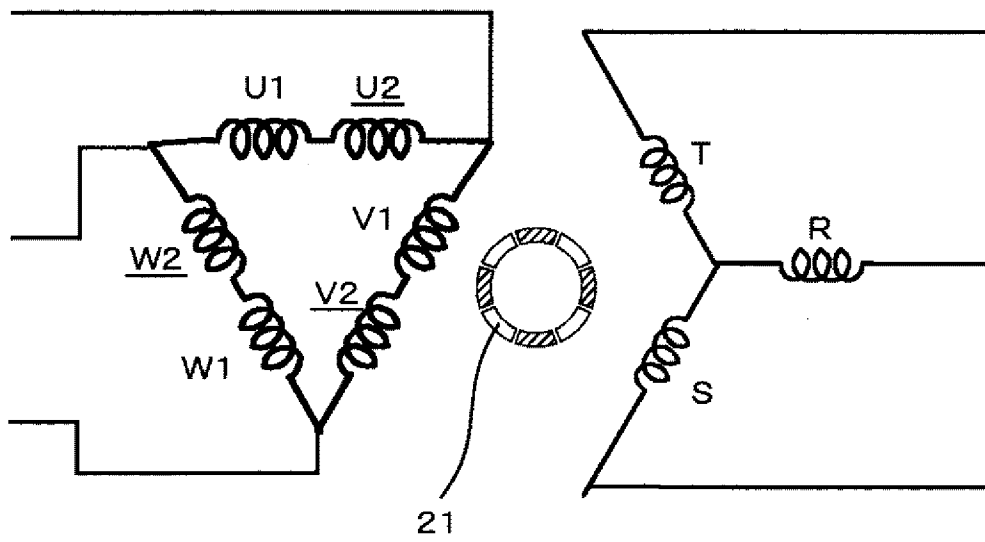
[図5]

図 5



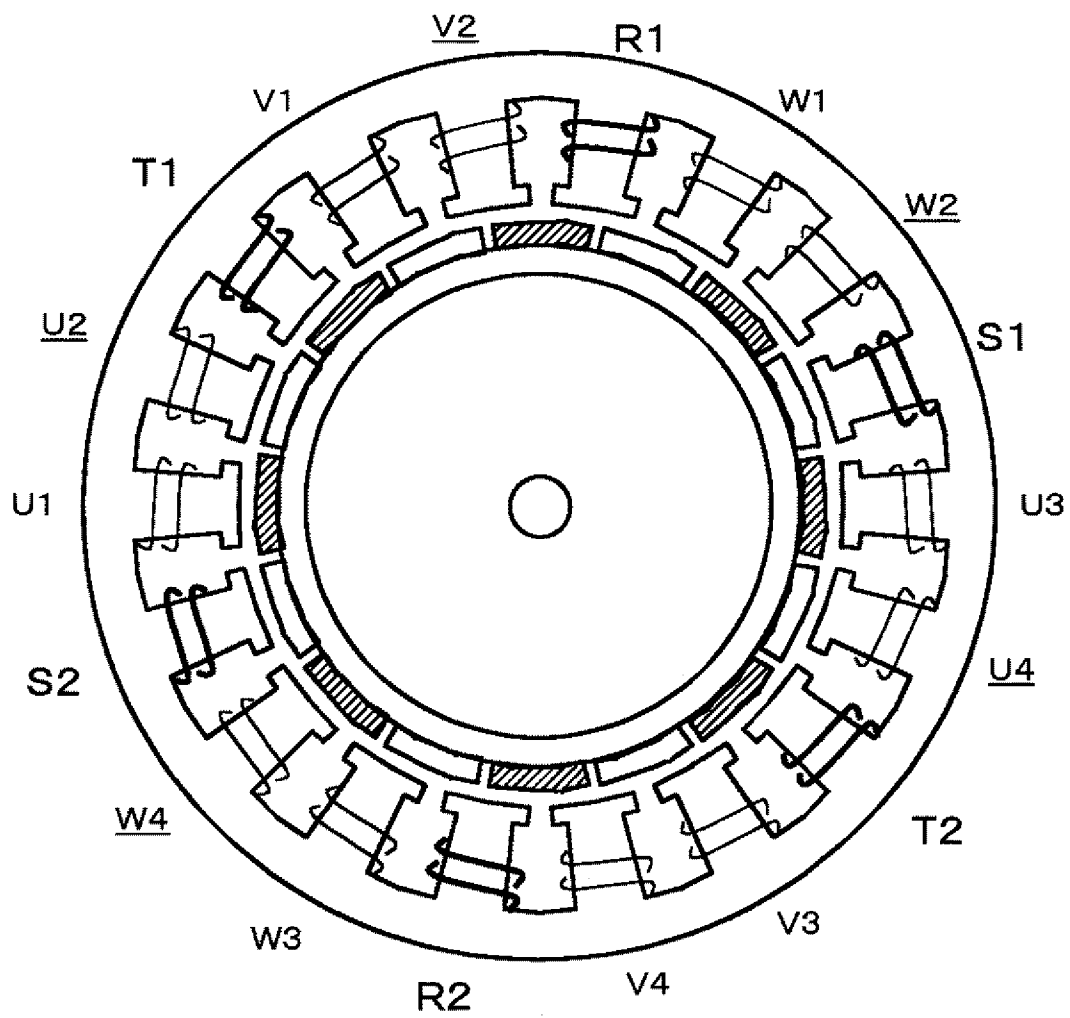
[図6]

図 6



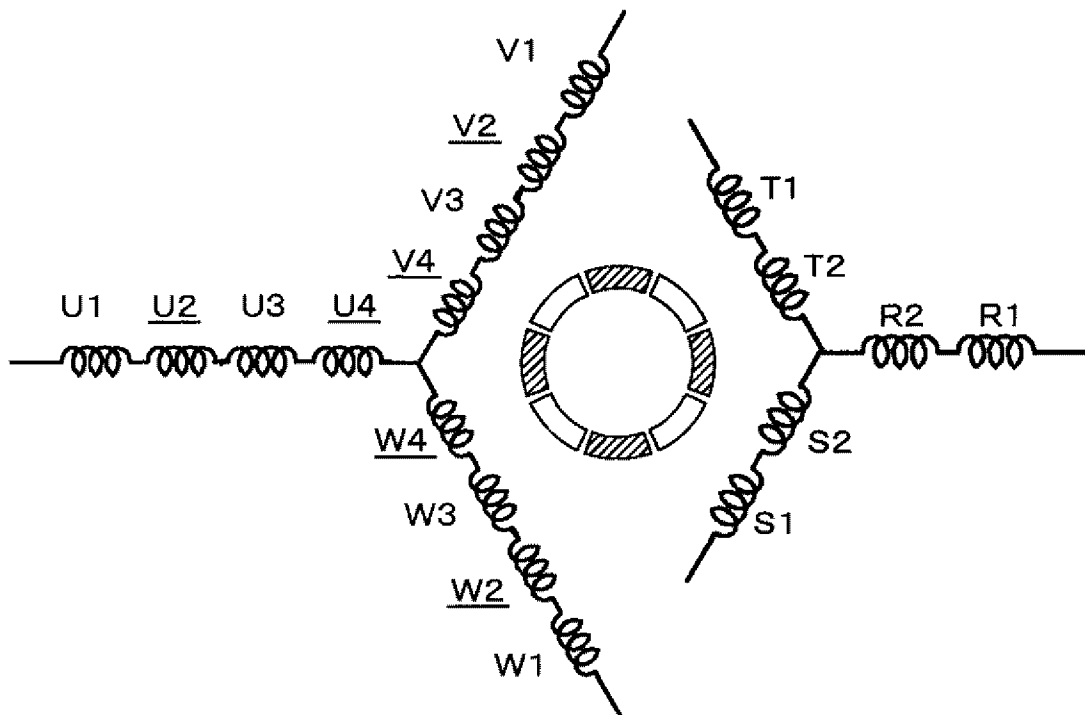
[図7]

図 7



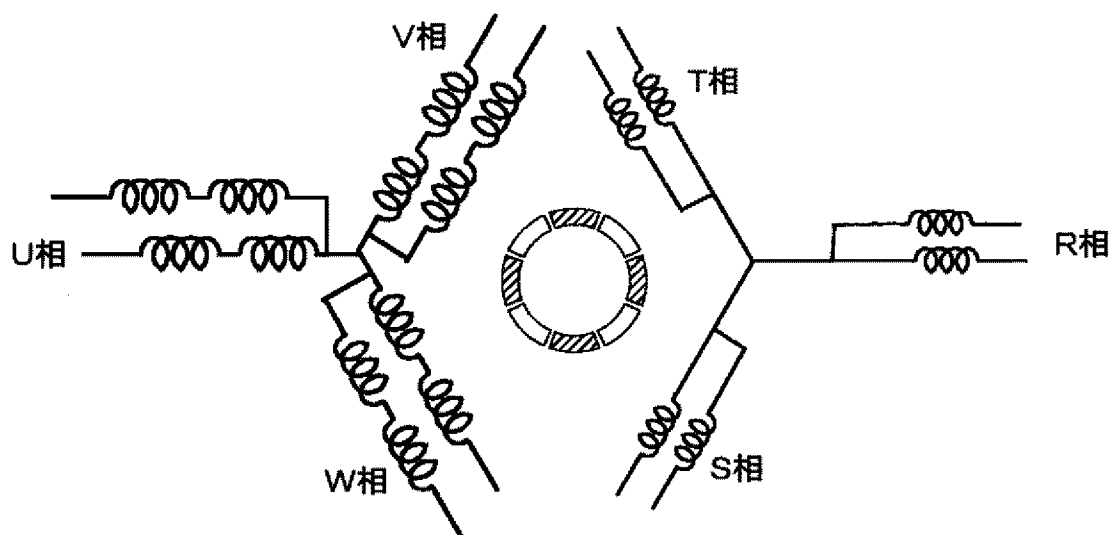
[図8]

図 8



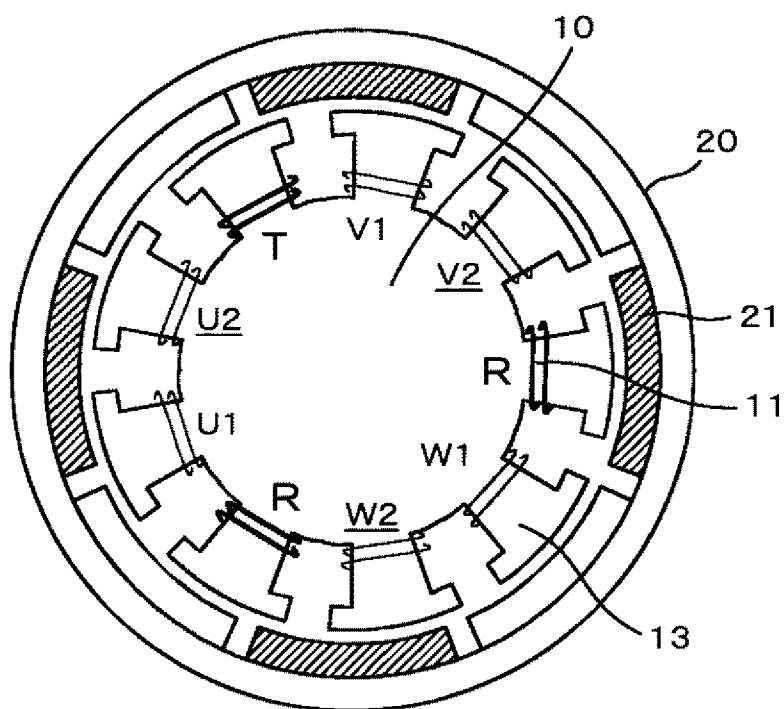
[図9]

図 9



[図10]

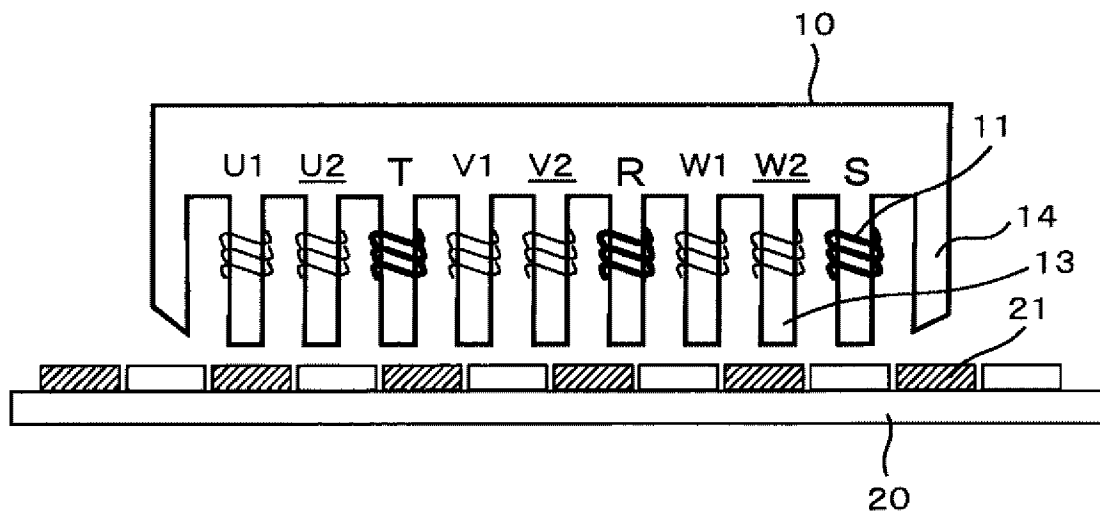
図 10



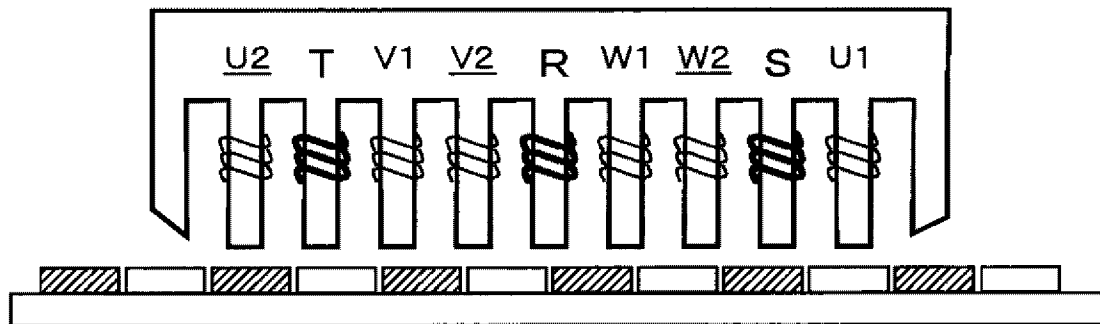
[図11]

図 11

(a)

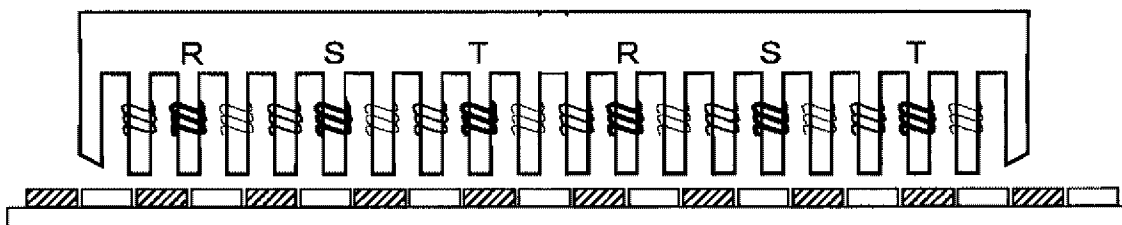


(b)



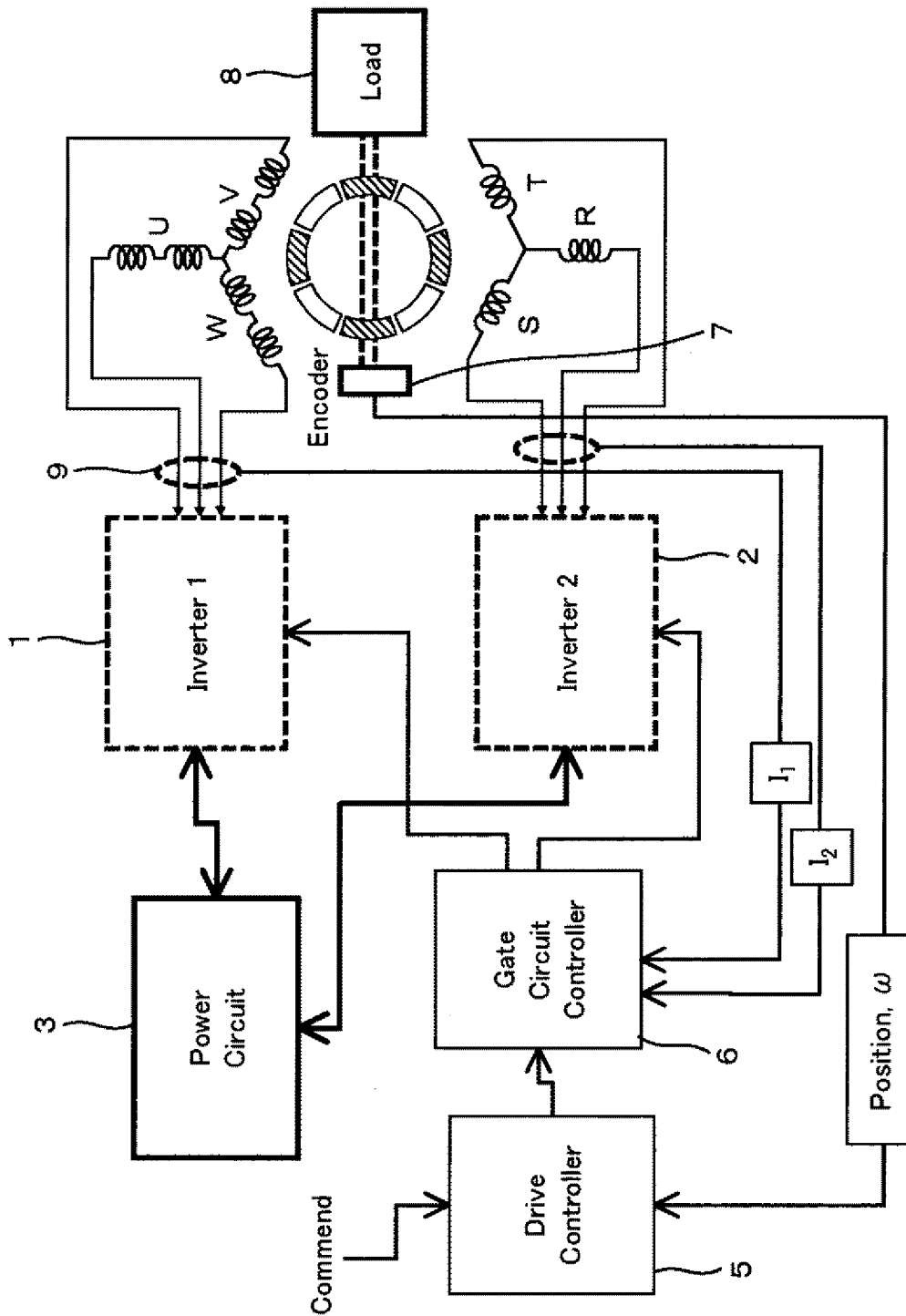
[図12]

図 12



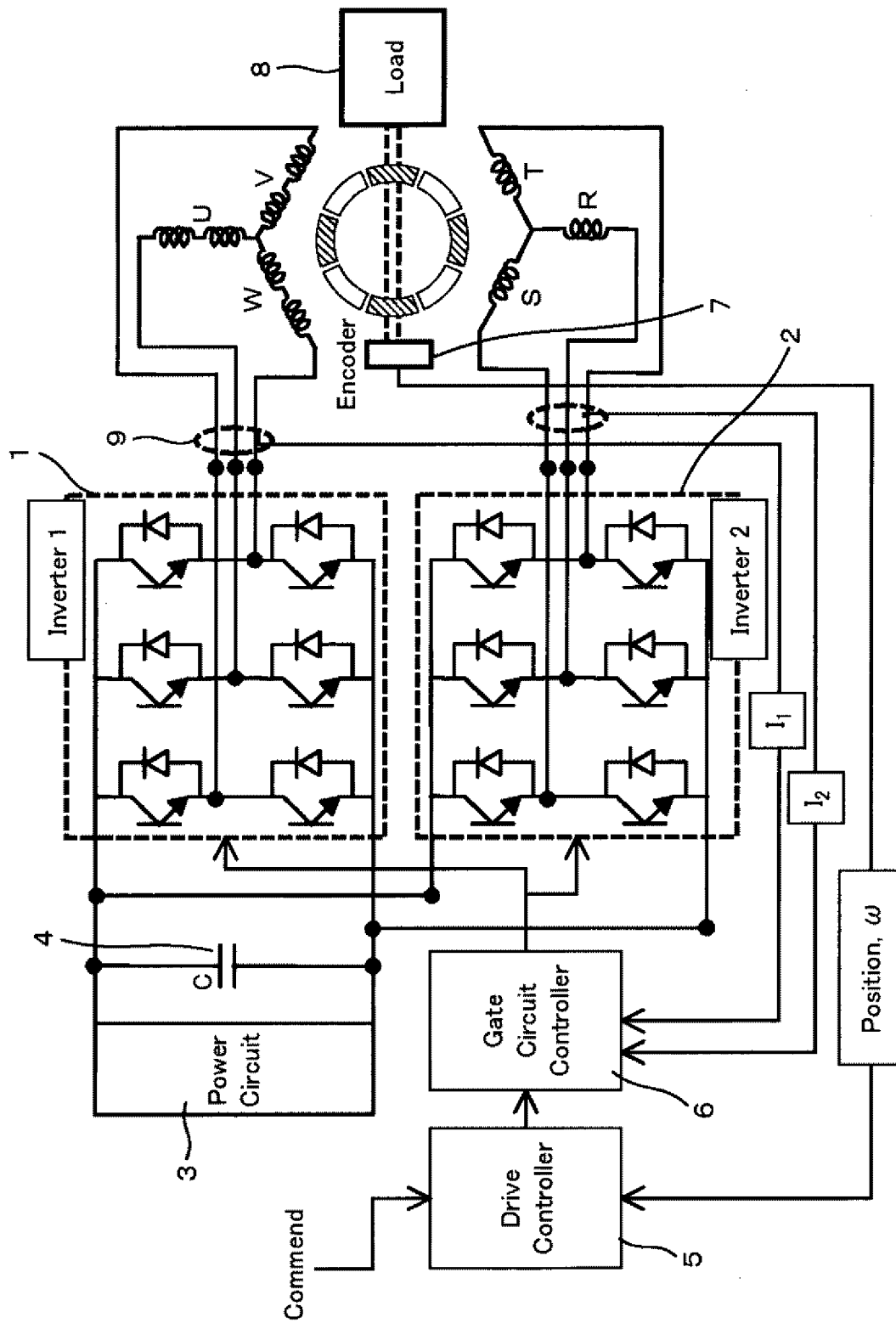
[図13]

図 13



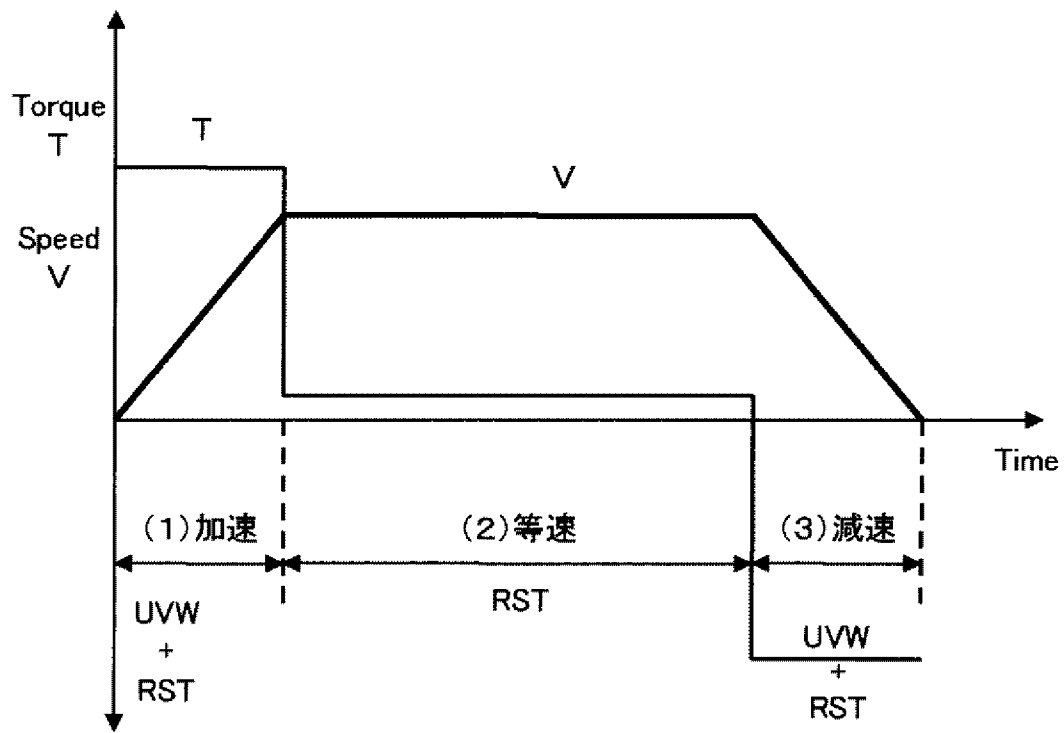
[図14]

図 14



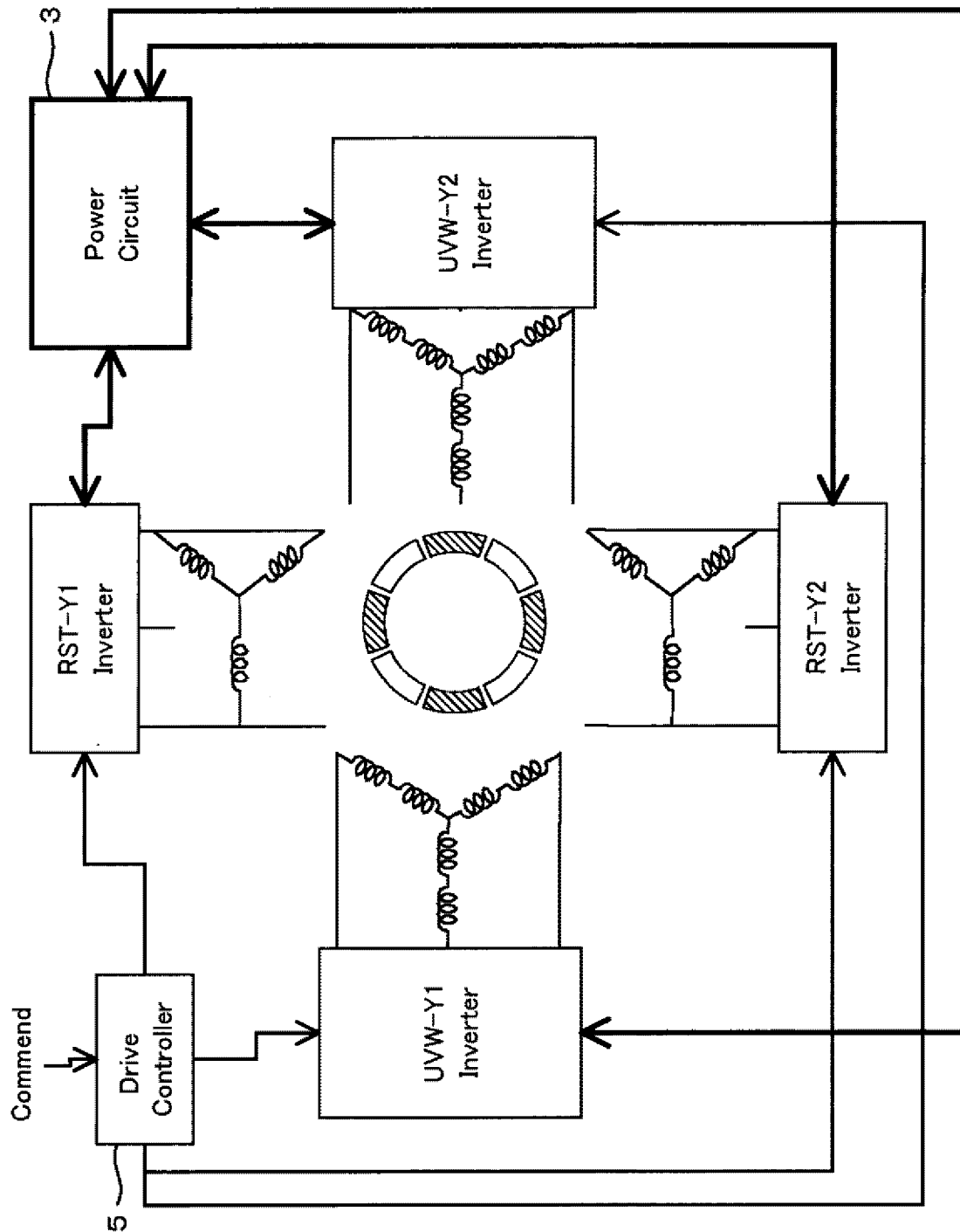
[図15]

図 15



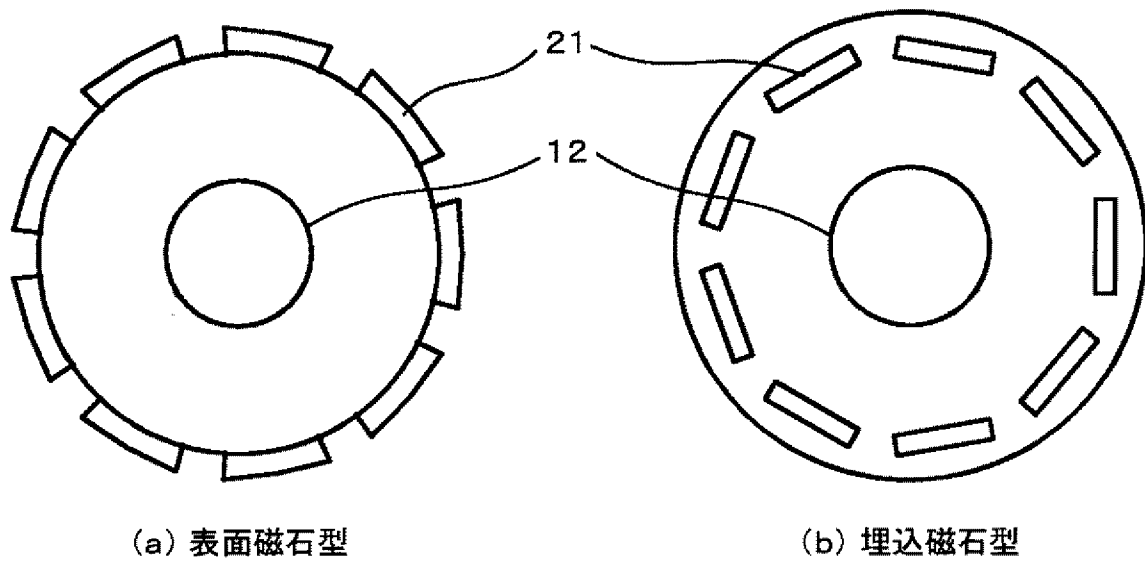
[図16]

図 16

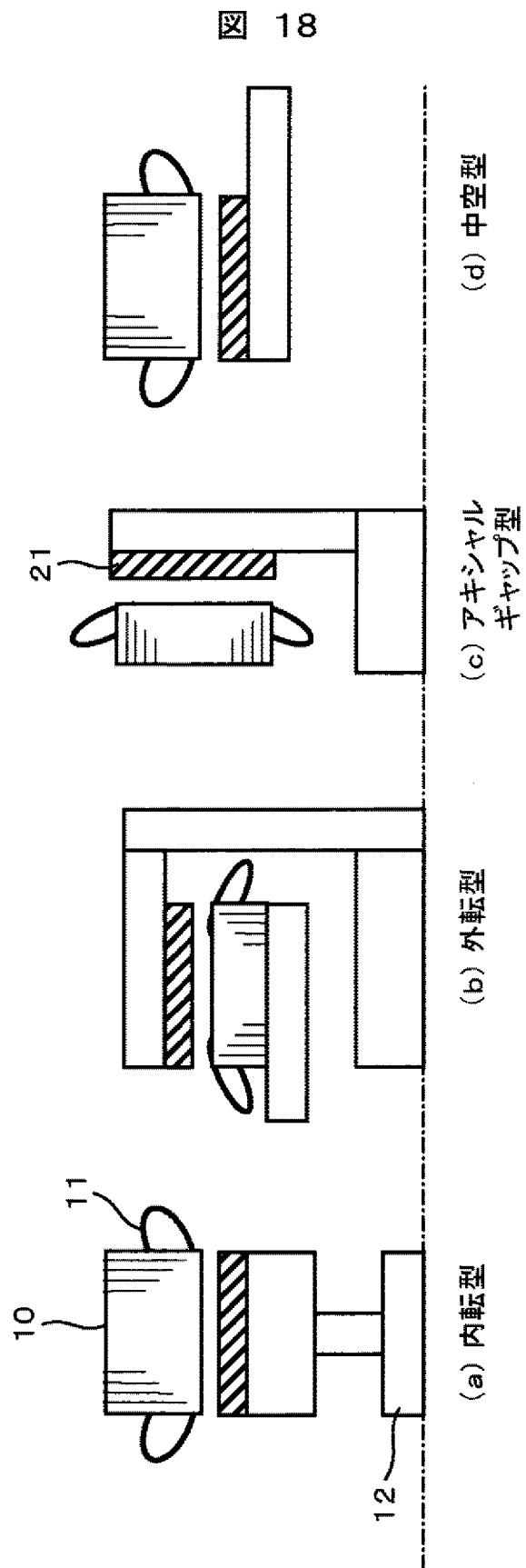


[図17]

図 17



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K21/14(2006.01)i, H02K3/28(2006.01)i, H02K41/03(2006.01)i, H02P27/06(2006.01)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)

H02K21/14, H02K3/28, H02K41/03, H02P27/06

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X Y	JP 2007-221995 A (Lee, I-Soo), 30 August 2007 (30.08.2007), entire text; all drawings & US 2007/0210730 A1 & EP 1821391 A1 & KR 10-2007-0082819 A	1, 2 3-6
Y	JP 2007-49862 A (Hitachi, Ltd.), 22 February 2007 (22.02.2007), paragraph [0039]; fig. 4 (Family: none)	3-6
X A	JP 2008-92739 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 April 2008 (17.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	7, 9, 10 8

☒ 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
18 January, 2010 (18.01.10)

Date of mailing of the international search report
26 January, 2010 (26.01.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005944

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2007-151366 A (Hitachi, Ltd.), 14 June 2007 (14.06.2007), entire text; all drawings & US 2007/0120520 A1 & EP 1792770 A2 & CN 1974261 A	7, 9, 10 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005944

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

It is obvious that the invention in claim 1 is not novel, since the invention is disclosed in JP 2007-221995 A (Lee, I-Soo), 30 August 2007 (30.08.2007), entire text, all drawings.

Therefore, since there is no technical relationship involving one or more same or corresponding special technical feature among the inventions in claims 1 - 10, the inventions in claims 1 - 10 are not considered to be so linked as to form a single general inventive concept.

In conclusion, the inventions in claims 1 - 10 do not satisfy the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K21/14(2006.01)i, H02K3/28(2006.01)i, H02K41/03(2006.01)i, H02P27/06(2006.01)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. H02K21/14, H02K3/28, H02K41/03, H02P27/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
X Y	JP 2007-221995 A (李 二洙) 2007.08.30, 全文, 全図 & US 2007/0210730 A1 & EP 1821391 A1 & KR 10-2007-0082819 A	1, 2 3 - 6
Y	JP 2007-49862 A (株式会社日立製作所) 2007.02.22, 【0039】, 第4図（ファミリーなし）	3 - 6
X A	JP 2008-92739 A (日産自動車株式会社) 2008.04.17, 全文, 全図（フ ァミリーなし）	7, 9, 10 8

☒ 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

1 8 . 0 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 1 . 2 0 1 0

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

大山 広人

3 V

3 0 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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
X A	JP 2007-151366 A (株式会社日立製作所) 2007.06.14, 全文, 全図 & US 2007/0120520 A1 & EP 1792770 A2 & CN 1974261 A	7, 9, 10 8

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、JP 2007-221995 A（李 二洙）2007.08.30、全文、全図に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

それ故、請求項1乃至10に係る発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

したがって、請求項1乃至10に係る発明は、発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。