

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年8月20日(20.08.2015)



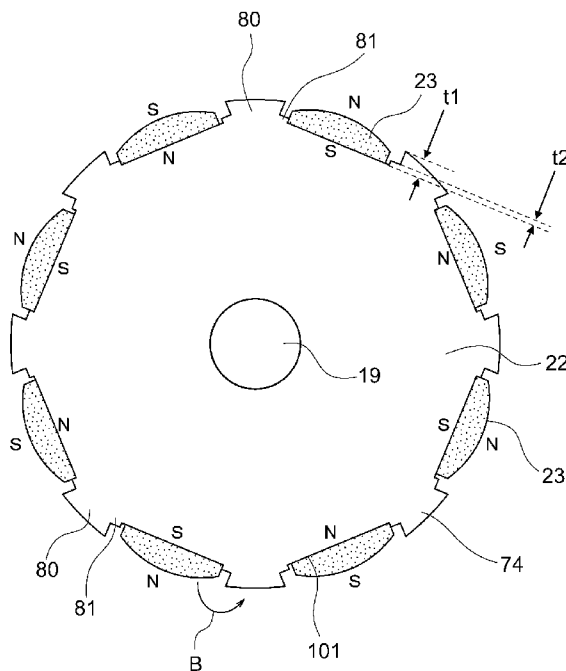
(10) 国際公開番号
WO 2015/122015 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053643
- (22) 国際出願日: 2014年2月17日(17.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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: 滝澤 勇二(TAKIZAWA, Yuji); 〒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). 堀 秀輔(HORI, Shusuke); 〒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). 市川 崇敬(ICHIKAWA, Takanori); 〒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). 有働 豊秋(UDO, Toyoaki); 〒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). 阿久津 悟(AKUTSU, 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).
- (74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: PERMANENT MAGNET MOTOR

(54) 発明の名称: 永久磁石型モータ



(57) Abstract: In a permanent magnet motor according to this invention, a projection includes a second projection and a first projection spaced from a side surface of a permanent magnet. The first projection and the second projection are such that $(L1 \times t1) > (L2 \times t2)$, where $L1$ and $t1$ are respectively a total axial direction length and a height of the first projection, and $L2$ and $t2$ are respectively a total axial direction length and a height of the second projection. Accordingly, in the permanent magnet motor, motor vibration noise can be reduced due to the reduction of rotational fluctuation, a decrease in motor torque can be mitigated, and further an increase in motor frame size can be reduced.

(57) 要約: この発明に係る永久磁石型モータでは、突起は、第2の突起部と、永久磁石の側面から離間した第1の突起部とから構成され、第1の突起部は、軸線方向の長さの合計を $L1$ 、高さを $t1$ とし、第2の突起部は、軸線方向の長さの合計を $L2$ 、高さを $t2$ としたとき、 $(L1 \times t1) > (L2 \times t2)$ である。従って、回転ムラを小さくすることによるモータの振動騒音を低減するとともに、モータトルクの低下を少なくし、さらにはモータ体格の増加を少なくすることができる永久磁石モータを得ることができる。

WO 2015/122015 A1



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.

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).

(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：永久磁石型モータ

技術分野

[0001] この発明は、回転子鉄心の表面に永久磁石が固着された回転子を備えた永久磁石型モータに関する。

背景技術

[0002] 従来から永久磁石型モータの構造が考案されており、回転子鉄心において永久磁石を位置決めする構造として下記特許文献1が開示されている。

また、リラクタンストルクを活用するため、回転子鉄心の永久磁石間に突起を有する構造として下記特許文献2が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-153913号公報
特許文献2：特開2000-236652号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の構造では回転子鉄心で永久磁石を正確に位置決めすることが可能であるが、永久磁石の貼り付け面から外径側に突出するT字状の係止片と永久磁石の両側面とが当接しているため、特許文献2のように突起が大きな回転子鉄心を有する構造では、本来、固定子鉄心に流れてトルクを発生する永久磁石の磁束が、トルクに寄与せずに永久磁石から直接に係止片に流れる漏れ磁束が発生してしまう。

そのため、減少したトルク分だけモータトルクが低下してしまい、所定のモータトルクを維持するためにはモータ体格を大きくしなければならないという問題点があった。

[0005] この発明は、かかる問題点を解決することを課題とするものであって、回転ムラを小さくすることによるモータの振動騒音を低減するとともに、モ-

タトルクの低下を少なくし、さらにはモータ体格の増加を少なくすることができる永久磁石型モータを得ることを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0006] この発明に係る永久磁石型モータは、電機子巻線、この電機子巻線を納めるスロットを有する固定子鉄心から構成された固定子と、この固定子の内側に隙間を空けて設けられ、複数の薄板鋼板を軸線方向に順次積層してなる回転子鉄心、この回転子鉄心の表面に周方向に間隔をおいて複数形成された貼り付け面にそれぞれ貼付された複数の永久磁石、及び前記回転子鉄心の中心軸線にそって貫通したシャフトから構成された回転子と、を備え、
- 前記回転子鉄心は、隣接した前記貼り付け面間に径方向に突出した突起が形成され、
- この突起は、前記永久磁石の前記周方向の側面に当接した第2の突起部と、前記永久磁石の前記側面から離間した第1の突起部とから構成され、
- 前記第1の突起部は、前記軸線方向の長さの合計を L_1 、前記貼り付け面の延長線とこの延長線と前記第1の突起部の隅部で交差する平行線との間の高さを t_1 とし、
- 前記第2の突起部は、前記軸線方向の長さの合計を L_2 、前記延長線とこの延長線と前記第2の突起部の隅部で交差する平行線との間の高さを t_2 としたとき、
- $(L_1 \times t_1) > (L_2 \times t_2)$ である。

発明の効果

- [0007] この発明に係る永久磁石型モータによれば、突起は、永久磁石の周方向の側面に当接した第2の突起部と、前記永久磁石の前記側面から離間した第1の突起部とから構成され、
- 前記第1の突起部は、軸線方向の長さの合計を L_1 、貼り付け面の延長線とこの延長線と前記第1の突起部の隅部で交差する平行線との間の高さを t_1 とし、

前記第2の突起部は、軸線方向の長さの合計を L_2 、前記延長線とこの延長線と前記第2の突起部の隅部で交差する平行線との間の高さを t_2 としたとき、

$(L_1 \times t_1) > (L_2 \times t_2)$ である。

従って、回転ムラを小さくすることによるモータの振動騒音を低減するとともに、モータトルクの低下を少なくし、さらにはモータ体格の増加を少なくすることができる永久磁石モータを得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]この発明の実施の形態1の永久磁石型モータが組み込まれた自動車の電動パワーステアリング装置を示す説明図である。
- [図2]図1の電動駆動装置の概略側断面図である。
- [図3]図1の電動パワーステアリング装置を示す電気回路図である。
- [図4]図2の永久磁石型モータの要部を示す正断面図である。
- [図5]図2の回転子を示す斜視図である。
- [図6]図2の回転子を示す正断面図である。
- [図7]図6の回転子を示す展開図である。
- [図8]図7の回転子の変形例を示す正断面図である。
- [図9]図7の回転子の他の変形例を示す正断面図である。
- [図10]この発明の実施の形態2の永久磁石型モータの要部を示す正断面図である。
- [図11]この発明の実施の形態3の永久磁石型モータの回転子を示す展開図である。
- [図12]この発明の実施の形態4の永久磁石型モータの回転子を示す展開図である。
- [図13]この発明の実施の形態5の永久磁石型モータの回転子を示す展開図である。
- [図14]この発明の実施の形態6の永久磁石型モータの回転子を示す展開図である。

[図15]この発明の実施の形態7の永久磁石型モータの回転子を示す展開図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、この発明の永久磁石型モータの各実施の形態について図に基づいて説明するが、各図において、同一または相当部材、部位については、同一符号を付して説明する。

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1の永久磁石型モータ6（以下、モータと略称する。）が組み込まれた、自動車の電動パワーステアリング装置の説明図である。運転者は、ステアリングホイール（図示せず）を操舵し、そのトルクがステアリングシャフト（図示しない）を介してシャフト1に伝達される。このときトルクセンサ2が検出したトルクは電気信号に変換されケーブル（図示せず）を通じて第1のコネクタ3を介してECU（Electronic Control Unit）4に伝達される。ECU4は、制御基板とモータ6を駆動するためのインバータ回路を備えている。

一方、車速などの自動車の情報が電気信号に変換され第2のコネクタ5を介してECU4に伝達される。ECU4は、操舵のトルクと車速などの自動車の情報から、必要なアシストトルクを演算し、インバータを通じてモータ6に電流を供給する。

このモータ6は、ハウジング7内のラック軸の矢印Aで示す移動方向に平行な向きに配置されている。また、ECU4への電源供給はバッテリーやオルタネータから電源コネクタ8を介して送られる。

[0011] モータ6が発生したトルクは、ベルト（図示せず）とボールネジ（図示せず）が内蔵されたギヤボックス9によって減速され、ハウジング7の内部にあるラック軸（図示せず）を矢印Aの方向に動かす推力を発生させ、運転者の操舵力をアシストする。

これにより、タイロッド10が動き、タイヤが転舵して車両を旋回させることができる。

モータ6のトルクによってアシストされる結果、運転者は少ない操舵力で車両を旋回させることができる。

なお、ラックブーツ11は、異物が電動パワーステアリング装置内に侵入しないように設けられている。また、モータ6とECU4は一体となっており、電動駆動装置100を構成している。

[0012] 図2は、電動駆動装置100の概略側断面図である。

まず、モータ6について説明する。

モータ6は、電磁板を積層して構成される固定子鉄心12と、固定子鉄心12に納められた電機子巻線13と、固定子鉄心12を固定するフレーム14と、を有する。さらに、フレーム14は、モータ6のECU4と反対側のハウジング15にボルト16によって固定されている。ハウジング15には第1の軸受17が設けられ、この第1の軸受17は、第2の軸受18とともにシャフト19を回転自在に支持している。第2の軸受18は、フレーム14と一体あるいは別体に設けられた壁部36に支持されている。

シャフト19の一端部、即ち出力軸側にはプーリー20が圧入されていて、プーリー20は電動パワーステアリング装置のベルトに駆動力を伝達する働きをする。シャフト19の他端部には、センサ用永久磁石21が設けられている。シャフト19には、回転子鉄心22が圧入されており、回転子鉄心22には、永久磁石23が固定されている。

[0013] ECU4には、トルクセンサ2からの信号を受ける第1のコネクタ3と、車速等の自動車の情報を受け取る第2のコネクタ5と、電源供給用の電源コネクタ8とが取り付けられている。ECU4には、モータ6を駆動するためのインバータ回路があり、インバータ回路は、MOST-FET等のスイッチング素子24を有する。このスイッチング素子24は例えば、ベアチップをDBC(Direct Bonded Copper)基板に実装した構成や、ベアチップを樹脂でモールドしたモジュールとした構成などが考えられる。スイッチング素子24は、モータ6を駆動するための電流が流れるため発熱する。

そこで、スイッチング素子 24 は、接着剤や絶縁シートなどを介してヒートシンク 25 と接触させ放熱する構造となっている。インバータ回路には、スイッチング素子 24 の他に、平滑コンデンサやノイズ除去用コイル、電源リレーやそれらを電氣的に接続するバスバーなどがあるが図 2 では省略している。

[0014] バスバーは、樹脂と一体成形され中間部材 26 を形成している。また、中間部材 26 に隣接して、制御基板 27 が設けられている。この制御基板 27 は、第 1 のコネクタ 3 及び第 2 のコネクタ 5 から受け取った情報に基づき、モータ 6 を適切に駆動するためにスイッチング素子 24 に制御信号を送る。制御信号は、制御基板 27 とスイッチング素子 24 間を電氣的に接続する接続部材 28 によって伝達される。この接続部材 28 は、ワイヤボンディングやプレスフィット、はんだ等で固定される。

[0015] これらのインバータ回路と制御基板 27 は、ケース 29 によって覆われている。ケース 29 は、樹脂で構成してもよいし、アルミ等の金属であってもよく、また樹脂とアルミ等の金属とを組み合わせたものでもよい。制御基板 27 は、モータ 6 のシャフト 19 に垂直な面に沿うように配置されている。

[0016] ヒートシンク 25 のモータ 6 側には、センサ部 30 が配置されている。センサ部 30 は、磁気センサ 31、基板 32、接続部材 28 及び支持部材 33 を有し、磁気センサ 31 が実装された基板 32 がヒートシンク 25 にネジ（図示せず）で固定されている。

磁気センサ 31 は、センサ用永久磁石 21 と同軸上でかつ相対応する位置に配置されていて、センサ用永久磁石 21 の発生する磁界を検出し、その向きを知ることで、回転子鉄心 22 と永久磁石 21 とから構成された、モータ 6 の回転子 34 の回転角度を検出する。

ECU 4 は、この回転角度に応じて適切な駆動電流をモータ 6 に供給する。

さらに、接続部材 28 は、支持部材 33 によって支持され、センサ部 30 の基板 32 と制御基板 27 とを電氣的に接続している。この接続はプレスフ

ィットでもよいし、はんだでもよい。

なお、接続部材 28 は、ヒートシンク 25 及び中間部材 26 を貫通する必要があるため、ヒートシンク 25 と中間部材 26 には接続部材 28 が通る穴部（図示しない）が設けられている。さらに、図示はしないが、中間部材 26 は接続部材 28 を位置決めできるようなガイドが設けられた構成となっている。

[0017] 図 2 では磁気センサ 31 が制御基板 27 とは別の基板に実装されている例を示したが、磁気センサ 31 を制御基板 27 に実装した構成とし、センサ用永久磁石 21 からヒートシンク 25 を介して漏れてくる磁束を検出する構造でもよい。

また、中間部材 26 と制御基板 27 との位置関係が図 2 と逆に配置された構成でもよい。

[0018] 図 2 では、回転センサとして磁気センサ 31 を用いたが、レゾルバを用いてもよい。

ヒートシンク 25 には、凹部 35 を設けており、センサ部 30 の基板 32 に実装された磁気センサ 31 とヒートシンク 25 の表面との間の距離を大きくしている。

ヒートシンク 25 は、ネジや焼き嵌めなどによってモータ 6 のフレーム 14 に固定される。このようにモータ 6 のフレーム 14 に固定されることによってヒートシンク 25 の熱をモータ 6 のフレームに伝達させることができる。

[0019] 図 3 は、実施の形態 1 のモータ 6 が組み込まれた電動パワーステアリング装置の電気回路図である。

モータ 6 は、第 1 の U 相巻線 U1、第 1 の V 相巻線 V1、第 1 の W 相巻線 W1 によって構成される第 1 の電機子巻線 40 と、第 2 の U 相巻線 U2、第 2 の V 相巻線 V2、第 2 の W 相巻線 W2 によって構成される第 2 の電機子巻線 41 と、を有している。図 4 では Y 結線としているが Δ 結線でもよい。なお、この図では、電機子巻線のみを記載し、他の構成は省略している。

[0020] ECU4は、第1のインバータ42及び第2のインバータ43のみを記載し、他の構成は省略している。

それぞれのインバータ42、43から2つの電機子巻線40、41に3相の電流を供給する。ECU4にはバッテリーなどの電源44から直流電源が供給されており、ノイズ除去用のコイル68を介して、電源リレーが接続されている。

図3では電源44がECU4の内部にあるかのように描かれているが、実際はバッテリー等の外部の電源44から電源コネクタ8を介して、電力が供給される。電源リレーは、第1の電源リレー45及び第2の電源リレー46があり、それぞれ2個のMOS-T-FETで構成され故障時などは電源リレー45、46を開放して、過大な電流が流れないようにする。

なお、図3では、第1の電源リレー45、第2の電源リレー46は、電源44、コイル68、電源リレー45、46の順に接続されているが、コイル68よりも電源44に近い位置に設けられてもよいことは言うまでもない。

第1のコンデンサ47、第2のコンデンサ48は、平滑コンデンサである。図3ではそれぞれ、1個のコンデンサで構成されているが、複数のコンデンサを並列に接続されて構成してもよいことは言うまでもない。

[0021] 第1のインバータ42と第2のインバータ43は、それぞれ6個のMOS-T-FETを用いたブリッジで構成され、インバータ1では、第1のMOS-T-FET49、第2のMOS-T-FET50が直列接続され、第3のMOS-T-FET51、第4のMOS-T-FET52が直列接続され、第5のMOS-T-FET53、第6のMOS-T-FET54が直列接続されて、さらにこの3組のMOS-T-FET49~54が並列に接続されている。

さらに、下側の3つの第2のMOS-T-FET50、第4のMOS-T-FET52、第3のMOS-T-FET54のGND（グラウンド）側にはそれぞれシャント抵抗が1つずつ接続されており、第1のシャント55、第2のシャント56、第3のシャント57としている。これらシャント55~57は、電流値の検出に用いられる。

なお、シャント55～57は3個の例を示したが、2個のシャントであってもよいし、1個のシャントであっても電流検出は可能であるため、そのような構成であってもよいことは言うまでもない。

[0022] モータ6側への電流の供給は、図3に示すように第1のMOST-FET49、第2のMOST-FET50の間からバスバー等を通じてモータ6のU1相へ、第3のMOST-FET51、第4のMOST-FET52の間からバスバー等を通じてモータ6のV1相へ、第5のMOST-FET53、第6のMOST-FET54の間からバスバー等を通じてモータ6のW1相へそれぞれ供給される。

[0023] 第2のインバータ43も同様の構成であり、第2のインバータ43では、第1のMOST-FET61、第2のMOST-FET62が直列接続され、第3のMOST-FET63、第4のMOST-FET64が直列接続され、第5のMOST-FET65、第6のMOST-FET66が直列接続されて、さらにこの3組のMOST-FET61～66が並列に接続されている。

さらに、下側の3つの第2のMOST-FET62、第4のMOST-FET64及び第6のMOST-FET66のGND（グラウンド）側にはそれぞれシャント抵抗が1つずつ接続されており、第1のシャント58、第2のシャント59及び第3のシャント60としている。これらシャント58～60は、電流値の検出に用いられる。

なお、シャント58～60は3個の例を示したが、2個のシャントであってもよいし、1個のシャントであっても電流検出は可能であるため、そのような構成であってもよいことは言うまでもない。

[0024] モータ6側への電流の供給は、図3に示すように第1のMOST-FET61、第2のMOST-FET62の間からバスバー等を通じてモータ6のU2相へ、第3のMOST-FET63、第4のMOST-FET64の間からバスバー等を通じてモータ6のV2相へ、第5のMOST-FET65、第6のMOST-FET66の間からバスバー等を通じてモータ6のW2相

へそれぞれ供給される。

[0025] 図3では、故障時にモータ6とインバータ42、43を電氣的に遮断するモータリレーを示していないが、モータリレーを設けるには中性点N1、N2に設ける場合とモータとインバータ間に設ける場合が考えられる。

[0026] 2台のインバータ42、43は、モータ6に備えられた回転角度センサ67によって検出した回転角度に応じて制御回路（図示しない）からMOS T R F E T 49～54、61～66に信号を送ることでスイッチングし、第1の電機子巻線40と第2の電機子巻線41に所望の3相電流を供給する。
なお、回転角度センサ67は、GMRセンサやAMRセンサやレゾルバ等が用いられる。

[0027] 図4はモータ6の要部正断面図、図5は回転子34の斜視図、図6は図4の回転子34の正断面図、図7は図6の回転子34の展開図である。

なお、図4及び図5では、突起74に関して概略を示し、突起74の詳細は、図6及び図7に示す。また、図6では回転子鉄心22に形成された穴部76、カシメ部77は省略されている。

第1の電機子巻線40、第2の電機子巻線41及び固定子鉄心12からなる固定子70は、回転子34を囲っている。

固定子鉄心12は、電磁鋼板などの磁性体で構成される環状のコアバック71とコアバック71から周方向内側に延びるティース72から構成される。隣り合うティース72の間に形成されたスロット73に電機子巻線40、41が納められている。図示しないが、電機子巻線40、41と固定子鉄心12との間には絶縁紙等が挿入され電氣的絶縁を確保している。

ティース72は、全部で48個形成されており、従ってスロット73も48個となっている。1つのスロット73には電機子巻線40、41のコイルが4本ずつ納められている。

[0028] 第1の電機子巻線40は、U1相、V1相、W1相の3相から構成され、第2の電機子巻線41は、U2相、V2相、W2相の3相から構成されている。
。

電機子巻線40, 41の配置は、図4に示すように1番面のスロット73から順にU1、U2、W1、W2、V1、V2となっており、7番目以降もU1、U2、W1、W2、V1、V2の順に配置されていて、48番目まで同様の順に配置されている。

但し、1番目のスロット73のU1と7番目のスロット73のU1は電流の向きが互いに逆になるように電機子巻線40, 41が配置されている。即ち、1番目のスロット73から7番目のスロット73に巻かれた分布巻の構成となっており、電機子巻線40, 41は、計6個のティース72を跨っている。これは電気角180度に相当し、短節巻係数が1となるため、永久磁石23が発生する磁束を有効に利用でき、小型高トルクのモータ6が得られ、永久磁石23の量を少なくできるため、巻線係数が小さいモータに比べて低コスト化が実現できるという効果がある。

[0029] 固定子70の内側には、回転子鉄心22の表面に永久磁石23を備えた回転子34が設けられている。永久磁石23は、周方向に8個並んでおり8極の構成となっている。隣り合う永久磁石23の極性は互いに逆となっている。さらに、回転子鉄心22には突起74が設けられている。突起74と永久磁石23との間には、漏れ磁束を低減するための空隙75が形成されている。この突起74は、モータ6のエアギャップを小さくする効果があり、インダクタンスが大きくなる。これによって弱め磁束制御が効果を発揮しやすくなり、高速回転時のトルク向上ができるという効果がある。

[0030] 回転子鉄心22には、周方向に沿って等分間隔で穴部76が形成されている。穴部76を設けることで軽量化とイナーシャを低減できる。

回転子鉄心22は、電磁鋼板などを積層して構成されており、電磁鋼板同士はカシメ部77によって互いに連結されている。回転子鉄心22の中央にはシャフト19が貫通している。

[0031] 回転子34は、軸方向に並んだ第1の回転子部78及び第2の回転子部79とから構成されている。第2の回転子部79と第1の回転子部78と同じ設計で軸線方向の長さも同じである。さらに、第1の回転子部78と第2の回

転子部 7 9 とは互いに回転角度方向にずれた位置に配置されている。この角度をスキュー角 θ とする。

[0032] N極の永久磁石 2 3 と S極の永久磁石 2 3 の間に配置される回転子鉄心 2 2 の突起 7 4 は、図 6 に示すように、第 1 の突起部 8 0 と第 2 の突起部 8 1 とから構成されている。

第 1 の突起部 8 0 は、軸線方向の長さの合計を L_1 、貼り付け面 1 0 1 の延長線とこの延長線と第 1 の突起部 8 0 の隅部で交差する平行線との間の高さを t_1 とする。

第 2 の突起部 8 1 は、軸線方向の長さの合計を L_2 、延長線とこの延長線と第 2 の突起部 8 1 の隅部で交差する平行線との間の高さを t_2 とする。

第 1 の突起部 8 0 と第 2 の突起部 8 1 との関係は、 $(L_1 \times t_1) > (L_2 \times t_2)$ であり、第 1 の突起部 8 0 は、第 2 の突起部 8 1 よりも大きい。 $t_1 = t_2$ の場合は必ず $L_1 > L_2$ となり、第 2 の突起部 8 1 は、第 1 の突起部 8 2 に比べて、回転軸線方向において局所的に配置される。

また、 $L_1 = L_2$ の場合には必ず $t_1 > t_2$ となり、第 2 の突起部 8 1 は、第 1 の突起部 8 0 に比べて、その高さ t_2 は低く設定される。

永久磁石 2 3 は、一对の第 2 の突起部 8 1 のうちの一方に当接されることで位置決めされ、第 1 の突起部 8 0 に当接することはない。

[0033] 通常、永久磁石 2 3 の割れや欠けによる永久磁石 2 3 の飛散防止のため、回転子 3 4 の外径表面にはステンレスなどの薄板から構成される金属製の円筒を被せることから、リラクタンストルクを発生させる第 1 の突起部 8 0 の高さ t_1 の最大値は、永久磁石 2 3 の最外径程度が望ましい。

[0034] 次に、マグネットトルクの低下を少なくするするとともに、永久磁石 2 3 の貼り付け面 1 0 1 での貼付位置のばらつきで生じる回転ムラを少なくすることを両立したモータ 6 を実現することができるという、この実施の形態による効果について説明する。

マグネットトルクだけでなく回転子鉄心 2 2 の突起 7 4 によりリラクタンストルクも活用するモータ 6 においては、第 1 の突起部 8 0 の大きさ (L_1

× t 1) が大きいほど、リラクタンストルクを活用することができる。
しかし、永久磁石 2 3 を回転子鉄心 2 2 に貼り付け面 1 0 1 での位置のばらつきを少なく正確に固定できないと回転ムラの原因となり、車両用の電動パワーステアリングでは操舵フィーリングの悪化の原因となるほか、電子部品などの実装装置では歩留り悪化の原因となるなどの悪影響が生じる。

そのためには、永久磁石 2 3 を回転子鉄心 2 2 の突起 7 4 に片寄せして固定するとよいが、永久磁石 2 3 と突起 7 4 が近接するほど、本来、固定子鉄心 1 2 に流れてマグネットトルクとなるべき永久磁石 2 3 の磁束の一部が、図 6 の矢印 B に示すように漏れ磁束となって突起 7 4 に流れ、その分、マグネットトルクが低下してしまう課題が生じる。

特に、マグネットトルクだけでなく、リラクタンストルクを活用する大きな突起 7 4 を有する永久磁石型モータでは、突起 7 4 が大きいと、漏れ磁束も多くなり、マグネットトルクの低下が起こりやすい。

即ち、突起 7 4 と永久磁石 2 3 との間に空隙を設けた場合には、マグネットトルクの低下を少なくできるが、永久磁石 2 3 の貼り付け面 1 0 1 での正確な位置決めが困難になり、貼り付け位置のばらつきが生じ、回転ムラが大きくなってしまう。

反対に、突起 7 4 と永久磁石 2 3 とを当接させた場合には、回転ムラを少なくできるが、永久磁石 2 3 から突起 7 4 への漏れ磁束が大きくなり、マグネットトルクが低下してしまう。

[0035] そこで、この実施の形態のように、突起 7 4 に関して、リラクタンストルクを活用するための高さ t 1 の第 1 の突起部 8 0 と、永久磁石 2 3 と当接させて正確に貼り付け面 1 0 1 での位置決めする、高さ t 1 よりも高さ t 2 が小さな第 2 の突起部 8 1 と、を有する構成にすることで、マグネットトルクの低下を少なくすることと、回転ムラを小さくすることの両方を両立させたモータ 6 を実現できるという顕著な効果が得られる。

[0036] この結果、従来、マグネットトルクの低下を補うために、モータ体格を大きくしていたため、モータ体積やモータ重量の増加、永久磁石の使用量の増加

による原材料費の増加の課題も解決された。

特に、車両用の電動パワーステアリング装置では、モータ6の体積の減少は他の車載機器との幾何学的な位置の干渉を少なくできることによるレイアウト性の改善、モータ6の重量の減少は車両重量を軽くできることによる燃費の改善、永久磁石23の使用量の減少は原材料費の減少によるコストの改善、をそれぞれ実現できる効果がある。

[0037] なお、この実施の形態ではスキューについて述べたが、スキューの有無に関わらず、同様の効果が得られることは言うまでもない。

この実施の形態では2重3相巻線について述べたが、相数やインバータの数に関わらず同様の効果が得られることは言うまでもない。この実施の形態では周方向に隣り合う永久磁石23が互いに極性の異なるモータについて述べたが、図8に示すようにN極のみあるいはS極のみの永久磁石23と、回転子鉄心22の異極とで構成されるコンシクエントポール型でも同様の効果が得られることは言うまでもない。

[0038] なお、この実施の形態では貼り付け面101が平面である蒲鉾型の永久磁石23で構成されるモータ6について述べたが、図9に示すように、貼り付け面101が曲面となる瓦型の永久磁石23で構成された場合でも、回転子鉄心22の隣接した貼り付け面101間に、第1の突起部80及び第2の突起部81からなる突起74を形成することで、特に次のような顕著な効果を得ることができる。

即ち、この瓦型の永久磁石23の場合、貼り付け面101も曲面となるため、複数個の永久磁石23を周方向に位置ずれなく正確に貼り付けることが蒲鉾型の永久磁石23の場合と比べて難しいため、回転ムラの低減に対する効果が特に顕著である。

[0039] 実施の形態2.

図10は、この実施の形態2のモータ6の要部正断面図である。

この実施の形態では、1極において永久磁石23が当接される第2の突起部81の幅を $W3$ 、永久磁石23と固定子70との空隙距離を t_g 、永久磁石

23の外周側が円弧状であってその周方向の中心の厚みを t_m とすると、 $t_g < (2 \times W_3) < t_m$ なる関係を有している。

[0040] この実施の形態では、永久磁石23の磁束から見ると、第1の突起部80までの距離よりも固定子70までの距離が短いので、固定子70に流れることなく回転子34内で循環する漏れ磁束を低減することができる。

[0041] 実施の形態3.

図11は、この実施の形態3のモータ6の回転子34を示す展開図である。この実施の形態では、1極において永久磁石23に当接される第2の突起部81の幅を W_3 、第1の回転子部78と第2の回転子部79とがスキューによりオフセットする幅を W とすると、 $W_3 < W$ なる関係を有している。

他の構成は、実施の形態1のモータ6と同じである。

[0042] スキュー角 θ が大きい場合、即ちオフセットする幅 W が大きい場合には、永久磁石23と第1の突起部80とがスキュー部分を挟んで互いに重なる部分 $\Delta W = (W - W_3) > 0$ となる。

この場合には、永久磁石23の磁束から見ると、永久磁石23が固定される同一の第2の回転子部79の第1の突起部80へ流れる周方向漏れ磁束だけでなく、第1の回転子部78の第1の突起部80へ流れる軸線方向漏れ磁束（矢印C）も大きくなる。

スキューは、回転ムラをキャンセルするように決定されるので、マグネットトルクの低下を小さくするために ΔW をゼロに近い正值にすることが効果的であり、そのためには W_3 を大きくすればよいことがわかる。

[0043] 実施の形態4.

図12は、この実施の形態4のモータ6の回転子34を示す展開図である。この実施の形態では、隣接した回転子部78, 79では、隣接した同極の永久磁石23同士は、周方向の反発力の向きに、それぞれ第2の突起部81に当接している。

他の構成は、実施の形態1のモータ6と同じである。

[0044] この実施の形態では、第1の回転子部78及び第2の回転子部79のそれぞれ

れの同極の永久磁石 2 3 がスキューされているため、周方向に互いに反発する力が作用する矢印 D の向きと、永久磁石 2 3 を治具を用いて突起 7 4 の第 2 の突起部 8 1 に当接する矢印 E の向きとが同じ向きである。

従って、着磁した永久磁石 2 3 を第 2 の突起部 8 1 に当接させて回転子鉄心 2 2 に貼り付け接着剤等で固定する場合には、永久磁石 2 3 が周方向に反発する矢印 D の向きは、自然と第 2 の突起部 8 1 に当接する方向と同じであるため、接着剤等の硬化までの間、永久磁石 2 3 の貼り付け位置がずれてしまうことがない。

また、未着磁の永久磁石 2 3 を第 2 の突起部 8 1 に当接させて回転子鉄心 2 2 に貼り付け接着剤等で固定されている場合には、永久磁石 2 3 が周方向に反発する矢印 D の向きは、自然と第 2 の突起部 8 1 に当接する方向と同じであるため、温度上昇や経年劣化などで接着剤の固定力が低下しても、永久磁石 2 3 は、自然と第 2 の突起部 8 1 に当接されるので、永久磁石 2 3 の貼り付け位置がずれてしまうことがない。

即ち、接着剤等の固定力が小さい場合にも、永久磁石 2 3 の正確な位置決めを持続できる特徴的な効果を有する。

[0045] 実施の形態 5.

図 1 3 は、この実施の形態 5 のモータ 6 の回転子 3 4 を示す展開図である。

この実施の形態では、隣接した回転子部 7 8, 7 9 の同極の永久磁石 2 3 では、矢印 F に示すように、それぞれ周方向の同じ側に、永久磁石 2 3 の側面が当接した第 2 の突起部 8 1 が設けられている。

他の構成は、実施の形態 1 のモータ 6 と同じである。

[0046] この実施の形態では、永久磁石 2 3 を回転子鉄心 2 2 に治具で貼り付ける場合に、当接する周方向の向き F が第 1 の回転子部 7 8 と第 2 の回転子部 7 9 とで同じであるため、治具または回転子 3 4 を一方向に回転させながら貼り付けることが可能なので、治具の簡素化や貼り付け時間の短縮できる効果を有する。

特に、第1の突起部80の高さが永久磁石23の高さと同程度まで大きい場合には、第1の突起部80を1極毎に衝突するのを避けながら貼り付けるので、第1の突起部80を外径方向に移動するのを避ける動作が加わり、治具の簡素化や貼り付け時間の短縮に対して、特別の効果をも有する。

[0047] 実施の形態6.

図14は、この実施の形態6のモータ6の回転子34を示す展開図である。

この実施の形態では、突起74は、第2の突起部81と反対側の周方向の側面が軸線方向に延びた平面であって対向した永久磁石23と離間している。他の構成は、実施の形態1のモータ6と同じである。

[0048] 実施の形態1～5では、第2の突起部81を設けることで、第1の突起部80への漏れ磁束を低減する効果があり、1極の永久磁石26の両端に第2の突起部81を有するため、1つの打ち抜き金型で左右どちらへの永久磁石26の当接が可能である利点があった。

この実施の形態では、永久磁石26と当接する突起74の片側のみに第2の突起部81を設け、他方側には第2の突起部81を設けないことで、突起74への漏れ磁束を低減することで、マグネットトルクの低下をさらに少なくすることができる。

また、第1の回転子部78と第2の回転子部79の回転子鉄心22を同一形状にしても、シャフト19への圧入時に上下逆さまにすることで、実施の形態4のものにこの実施の形態を容易に実現できる。

また、第1の回転子部78及び第2の回転子部79のシャフト19への圧入時に上下逆さまにしないことで、実施の形態5のものにこの実施の形態を容易に実現できる。

なお、第1の回転子部78と第2の回転子部79との間でスキューが無い回転子34の場合にもこの実施の形態を実現できることは言うまでもない。

[0049] 実施の形態7.

図15は、この実施の形態7のモータ6の回転子34を示す展開図である

。

この実施の形態では、軸線方向において互いに当接したそれぞれの第1の突起部80の当接部位には切欠き部80aが形成されている。

なお、切り欠き部80aは、何れか一方だけでもよい。

他の構成は、実施の形態1のモータ6と同じである。

[0050] この実施の形態では、永久磁石23から第1の突起部80への軸線方向漏れ磁束を低減する効果を有する。

また、未着磁石を回転子鉄心22に貼り付けて着磁する場合、着磁磁束が漏れ磁束となって、オーバーラップした部分が完全には着磁できないため、マグネットトルクの低下や振動騒音の発生が生じ、この実施の形態ではこれを回避できる効果を有する。

この実施の形態を実施の形態5のものと実施の形態7のものとを合わせた形態に適用した場合には、第2の突起部81がスキュー境界部分に近く配置しても、第1の突起部80の切欠き80aと第2の突起部81の位置は干渉しないため、容易に実現できる。

一方、この実施の形態を実施の形態6のものと実施の形態7のものとを合わせた形態に適用した場合には、第2の突起部81の高さt2を第1の突起部80の高さt1よりも低くすることで、漏れ磁束を低減できる。これらは、第2の突起部81は1個の永久磁石23に対して2か所設けて2点で傾きを低減するのが望ましく、永久磁石23の軸線方向長さが短い場合、第2の突起部81の間隔をできるだけ広く取りたい場合には有効な手段となる。

なお、上記各実施の形態では、車両用の電動パワーステアリング装置に組み込まれ、操舵力をアシストする永久磁石型モータについて説明したが、電動パワーステアリング装置は一例であり、他のものに適用できるのは勿論である。

符号の説明

[0051] 1 シャフト、2 トルクセンサ、3 第1のコネクタ、4 ECU、5 第2のコネクタ、6 永久磁石型モータ、7ハウジング、8 電源コネ

クタ、9 ギヤボックス、10 タイロッド、11 ラックブーツ、12 固定子鉄心、13 電機子巻線、14 フレーム、15ハウジング、16 ボルト、17 第1の軸受、18 第2の軸受、19 シャフト、20 プーリー、21 センサ用永久磁石、22 回転子鉄心、23, 23A 永久磁石、24 スイッチング素子、25 ヒートシンク、26 中間部材、27 制御基板、28 接続部材、29 ケース、30 センサ部、31 磁気センサ、32 基板、33 支持部材、34 回転子、35 凹部、36 壁部、40 第1の電機子巻線、41 第2の電機子巻線、42 第1のインバータ、43 第2のインバータ、44 電源、45 第1の電源リレー、46 第2の電源リレー、47 第1のコンデンサ、48 第2のコンデンサ、49 第1のMOS-FET、50 第2のMOS-FET、51 第3のMOS-FET、52 第4のMOS-FET、53 第5のMOS-FET、54 第61のMOS-FET、55 第1のシャント、56 第2のシャント、57 第3のシャント、58 第1のシャント、59 第2のシャント、60 第3のシャント、61 第1のMOS-FET、62 第2のMOS-FET、63 第3のMOS-FET、64 第4のMOS-FET、65 第5のMOS-FET、66 第61のMOS-FET、67 回転角度センサ、67 コイル、70 固定子、71 コアバック、72 ティース、73 スロット、74 突起、75 空隙、76 穴部、77 カシメ部、78 第1の回転子部、79 第2の回転子部、80 第1の突起部、80a 切り欠き、81 第2の突起部、100 電動駆動装置、101 貼り付け面。

請求の範囲

- [請求項1] 電機子巻線、この電機子巻線を納めるスロットを有する固定子鉄心から構成された固定子と、
この固定子の内側に隙間を空けて設けられ、複数の薄板鋼板を軸線方向に順次積層してなる回転子鉄心、この回転子鉄心の表面に周方向に間隔をおいて複数形成された貼り付け面にそれぞれ貼付された複数の永久磁石、及び前記回転子鉄心の中心軸線にそって貫通したシャフトから構成された回転子と、を備え、
前記回転子鉄心は、隣接した前記貼り付け面間に径方向に突出した突起が形成され、
この突起は、前記永久磁石の前記周方向の側面に当接した第2の突起部と、前記永久磁石の前記側面から離間した第1の突起部とから構成され、
前記第1の突起部は、前記軸線方向の長さの合計を L_1 、前記貼り付け面の延長線とこの延長線と前記第1の突起部の隅部で交差する平行線との間の高さを t_1 とし、
前記第2の突起部は、前記軸線方向の長さの合計を L_2 、前記延長線とこの延長線と前記第2の突起部の隅部で交差する平行線との間の高さを t_2 としたとき、
 $(L_1 \times t_1) > (L_2 \times t_2)$ である永久磁石型モータ。
- [請求項2] 前記第2の突起部の前記周方向の幅を W_3 、前記永久磁石と前記固定子との前記径方向の空隙距離を t_g 、前記永久磁石の外周側が円弧状であってその前記周方向の中心の厚みを t_m としたとき、
 $t_g < (2 \times W_3) < t_m$ である請求項1に記載の永久磁石型モータ。
- [請求項3] 前記回転子は、前記軸線に沿って複数段の回転子部が前記周方向にスキューして構成され、
隣接した前記回転子部が回転して前記第1の突起部同士が重なり合う

までの前記周方向の長を W とし、

前記第2の突起部の前記周方向の幅を W_3 としたとき、

$W_3 < W$ である請求項1または2に記載の永久磁石型モータ。

[請求項4] 隣接した前記回転子部では、隣接した同極の前記永久磁石同士の前記周方向の反発力の向きに、それぞれ前記第2の突起部が設けられている請求項3に記載の永久磁石型モータ。

[請求項5] 隣接した前記回転子部の同極の前記永久磁石では、それぞれ前記周方向の同じ側に前記第2の突起部が設けられている請求項3に記載の永久磁石型モータ。

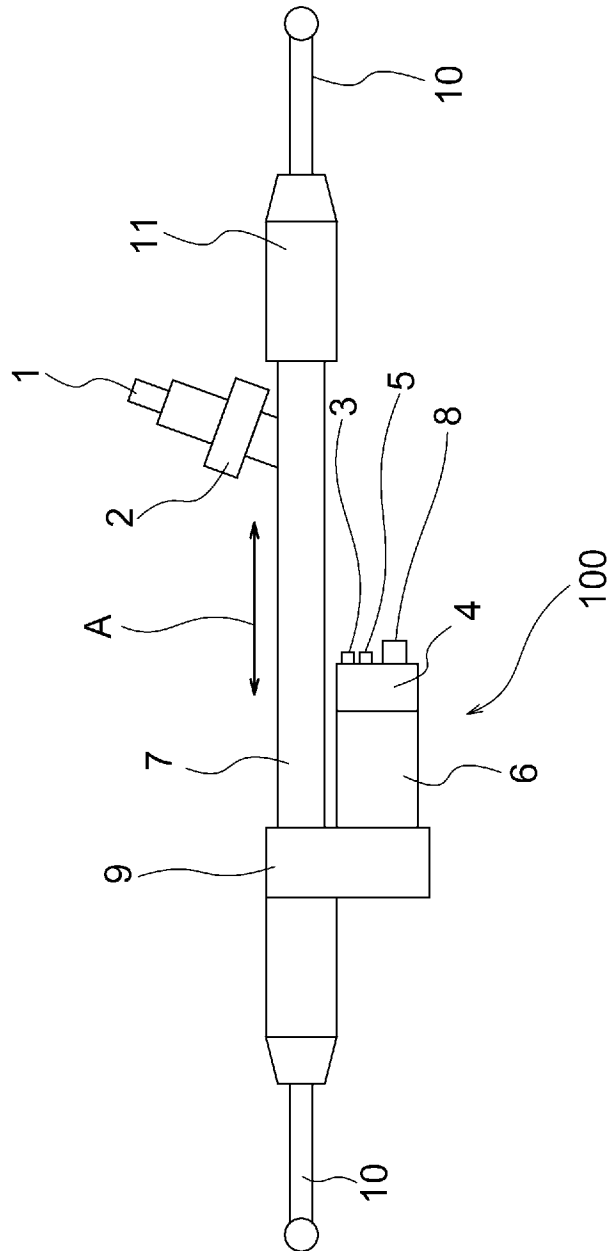
[請求項6] 前記突起は、前記第2の突起部と反対側の前記周方向の側面が前記軸線方向に延びた平面であって対向した前記永久磁石と離間している請求項1～5の何れか1項に記載の永久磁石型モータ。

[請求項7] 前記軸線方向において互いに当接したそれぞれの前記第1の突起部のうち少なくとも一方の当接部位には切欠き部が形成されている請求項3～6の何れか1項に記載の永久磁石型モータ。

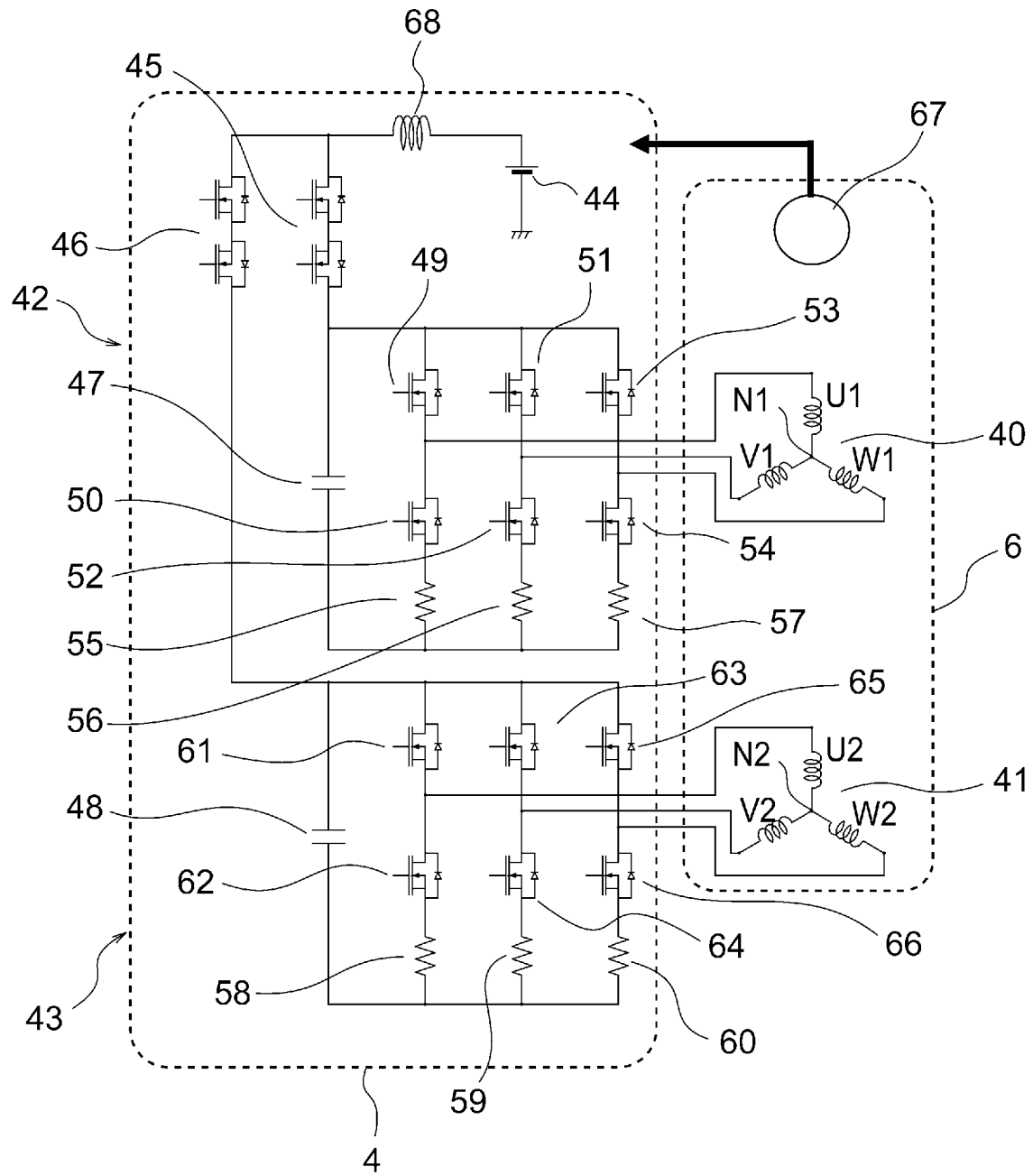
[請求項8] 前記回転子鉄心には、前記軸線方向に貫通した穴部が前記シャフトの周囲に等分間隔で複数形成されている請求項1～7の何れか1項に記載の永久磁石型モータ。

[請求項9] 前記永久磁石型モータは、車両用の電動パワーステアリング装置に組み込まれ、操舵力をアシストする請求項1～8の何れか1項に記載の永久磁石型モータ。

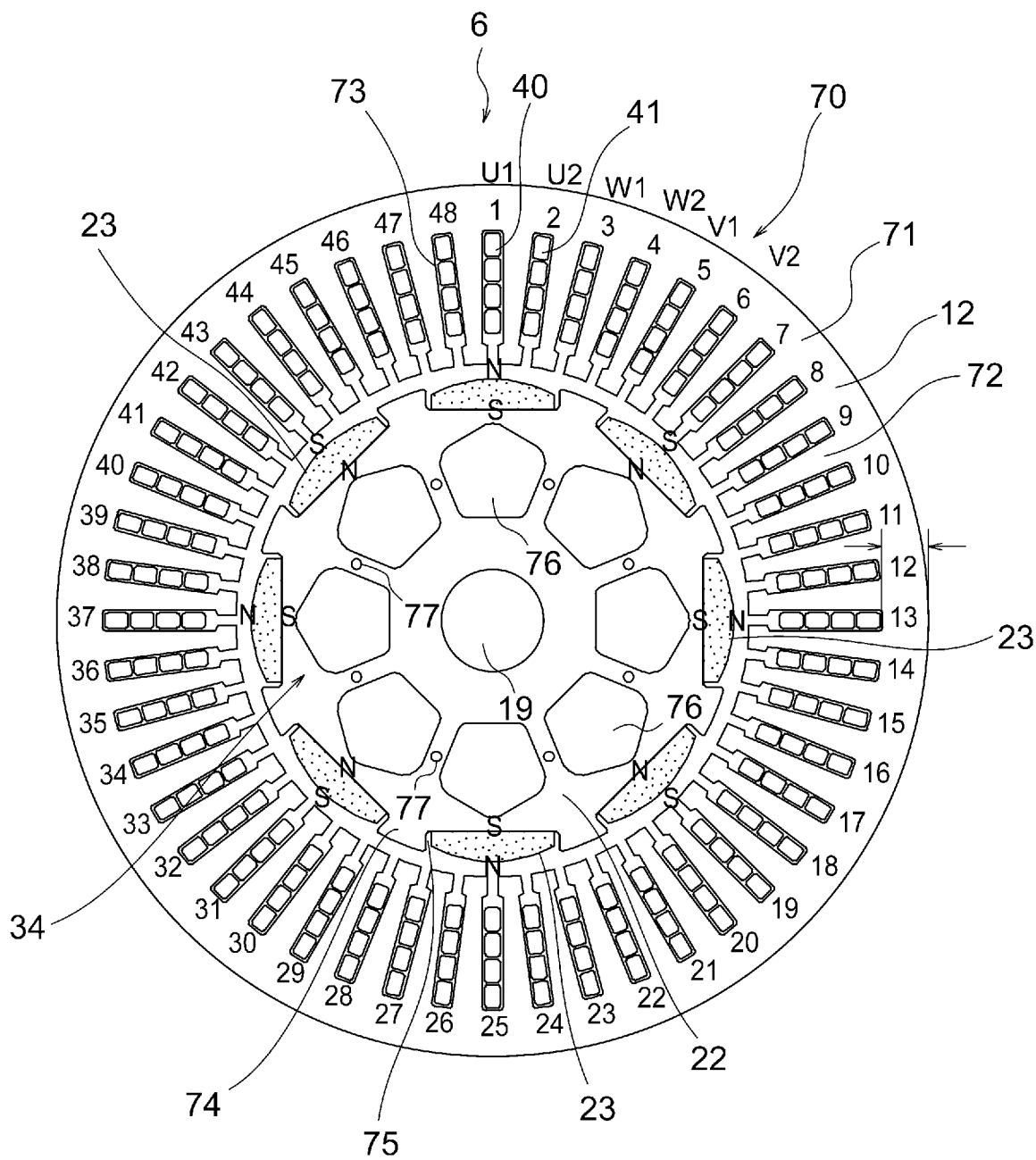
[図1]



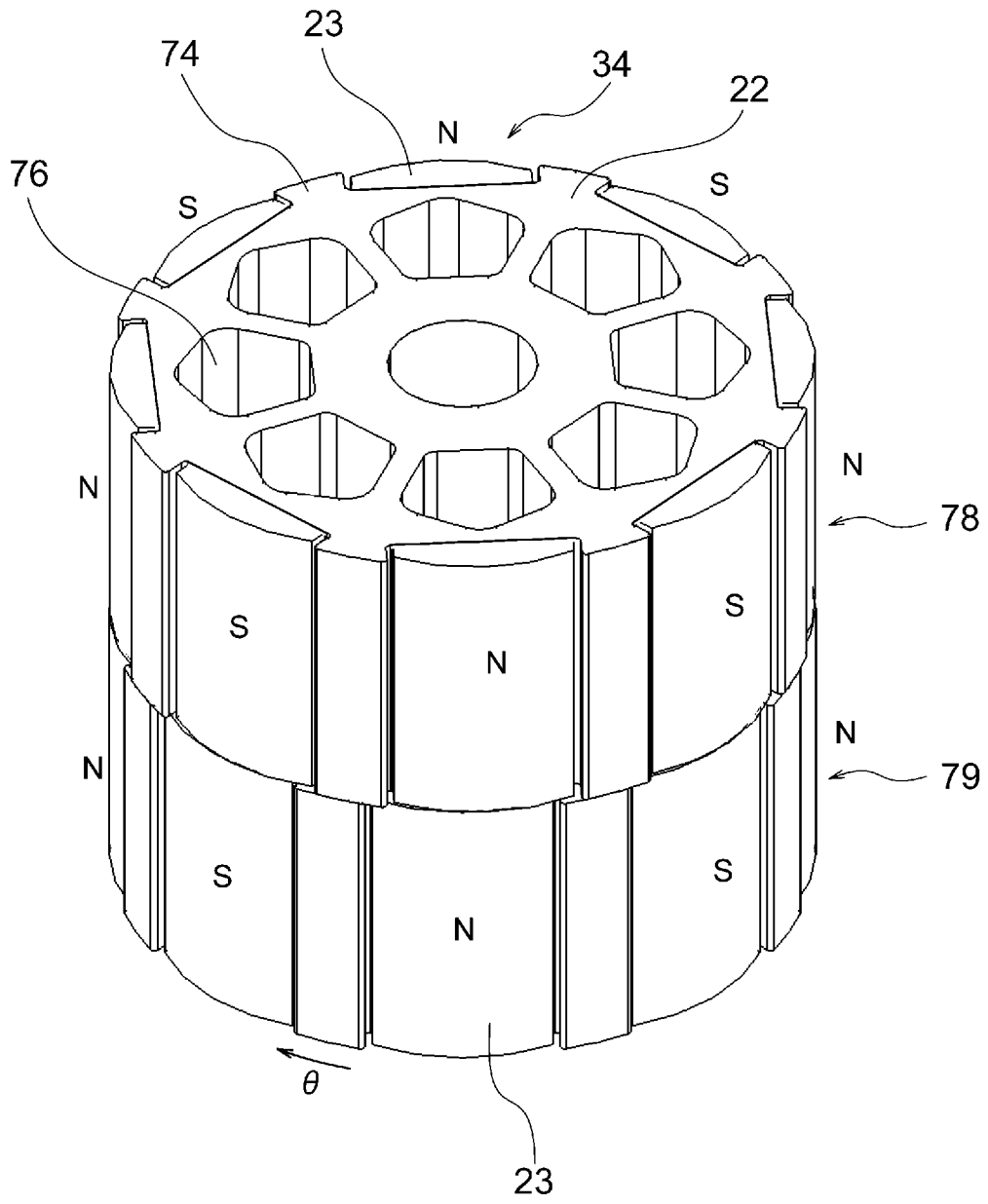
[図3]



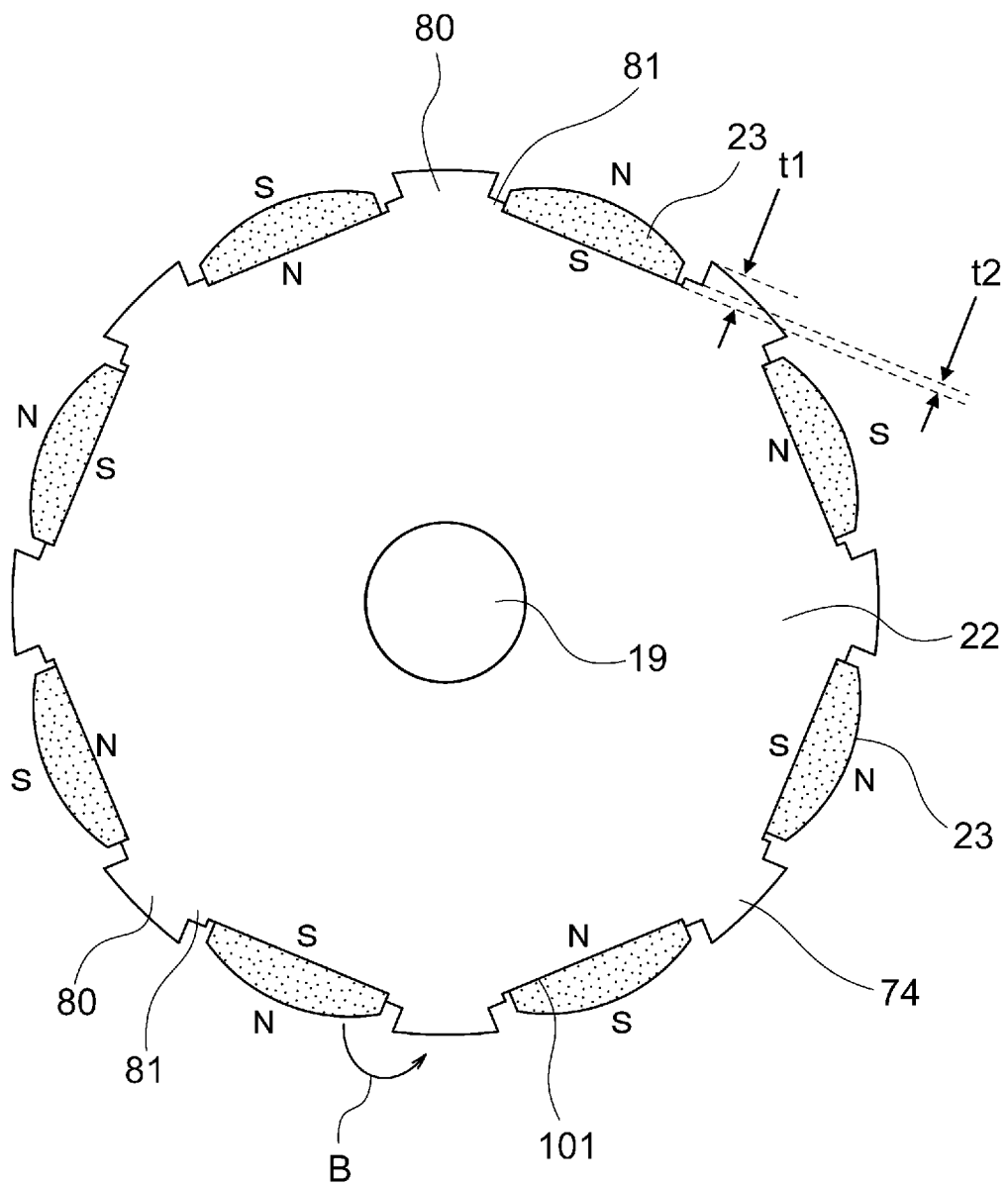
[図4]



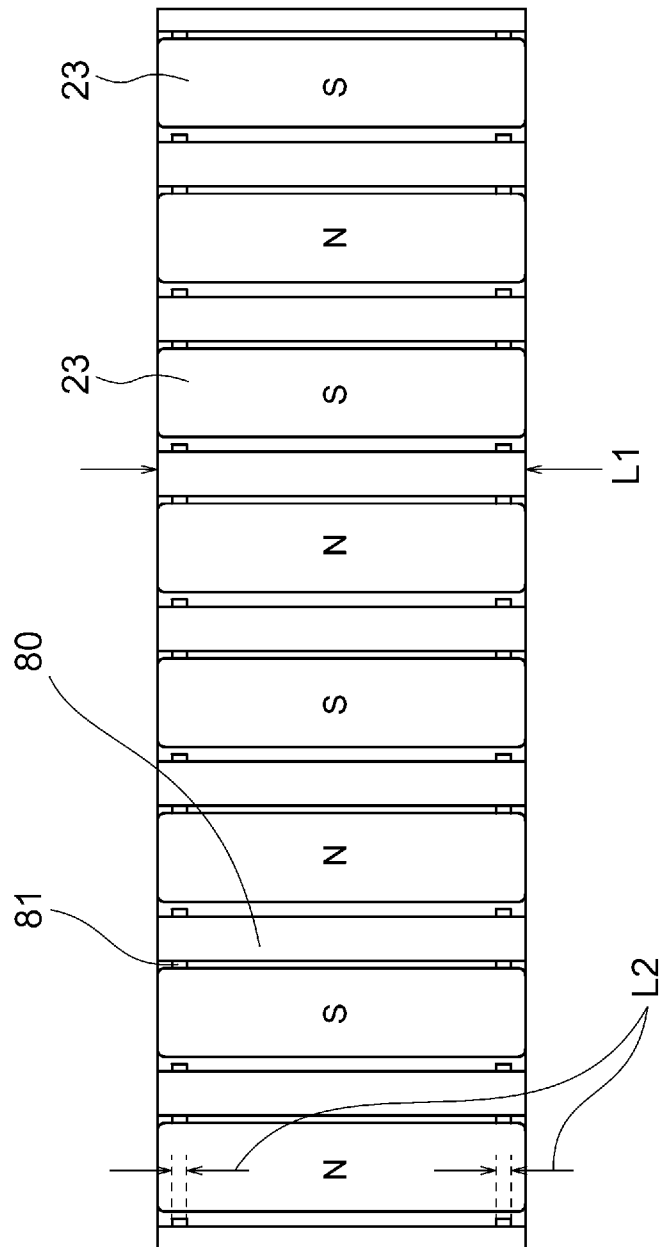
[図5]



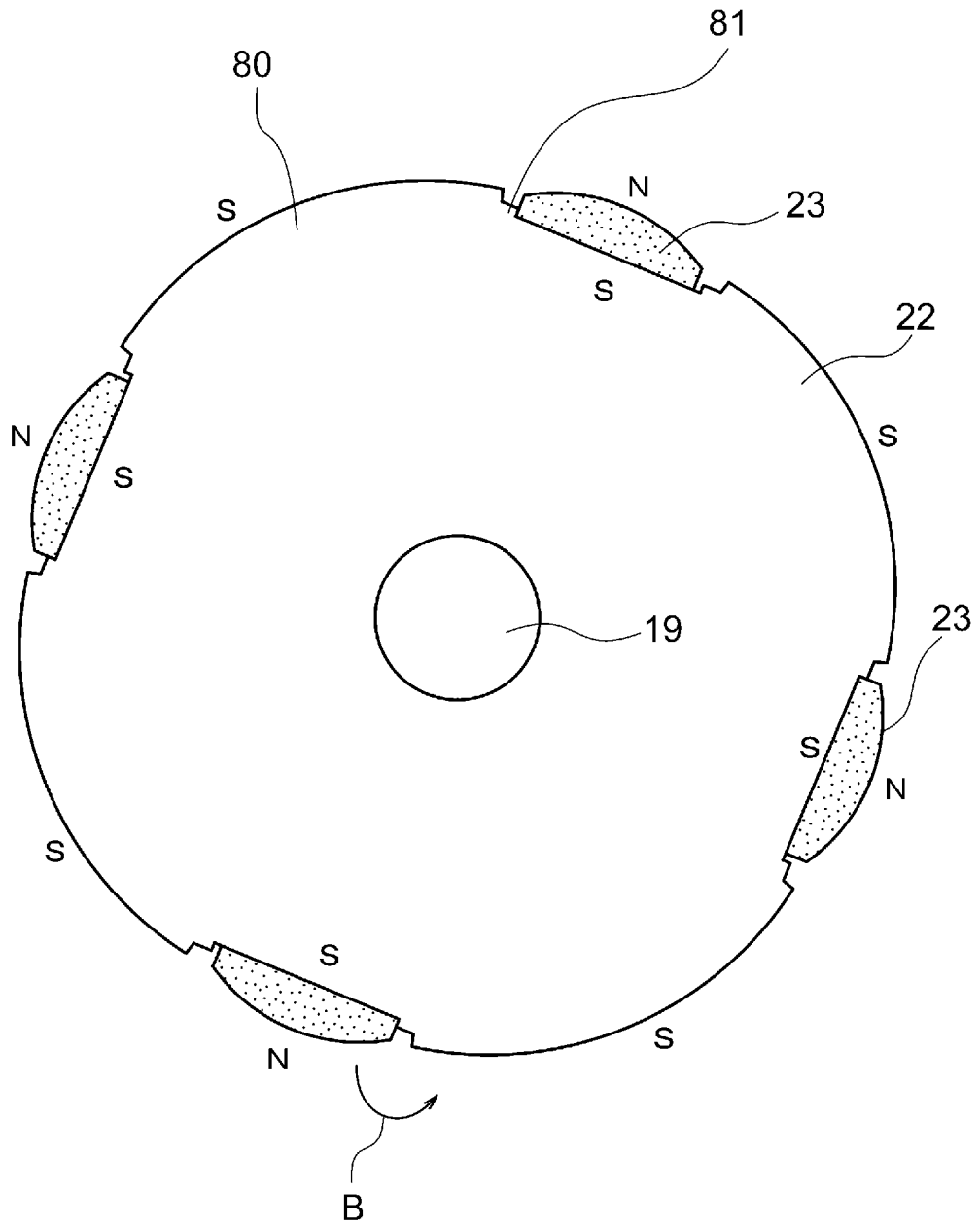
[図6]



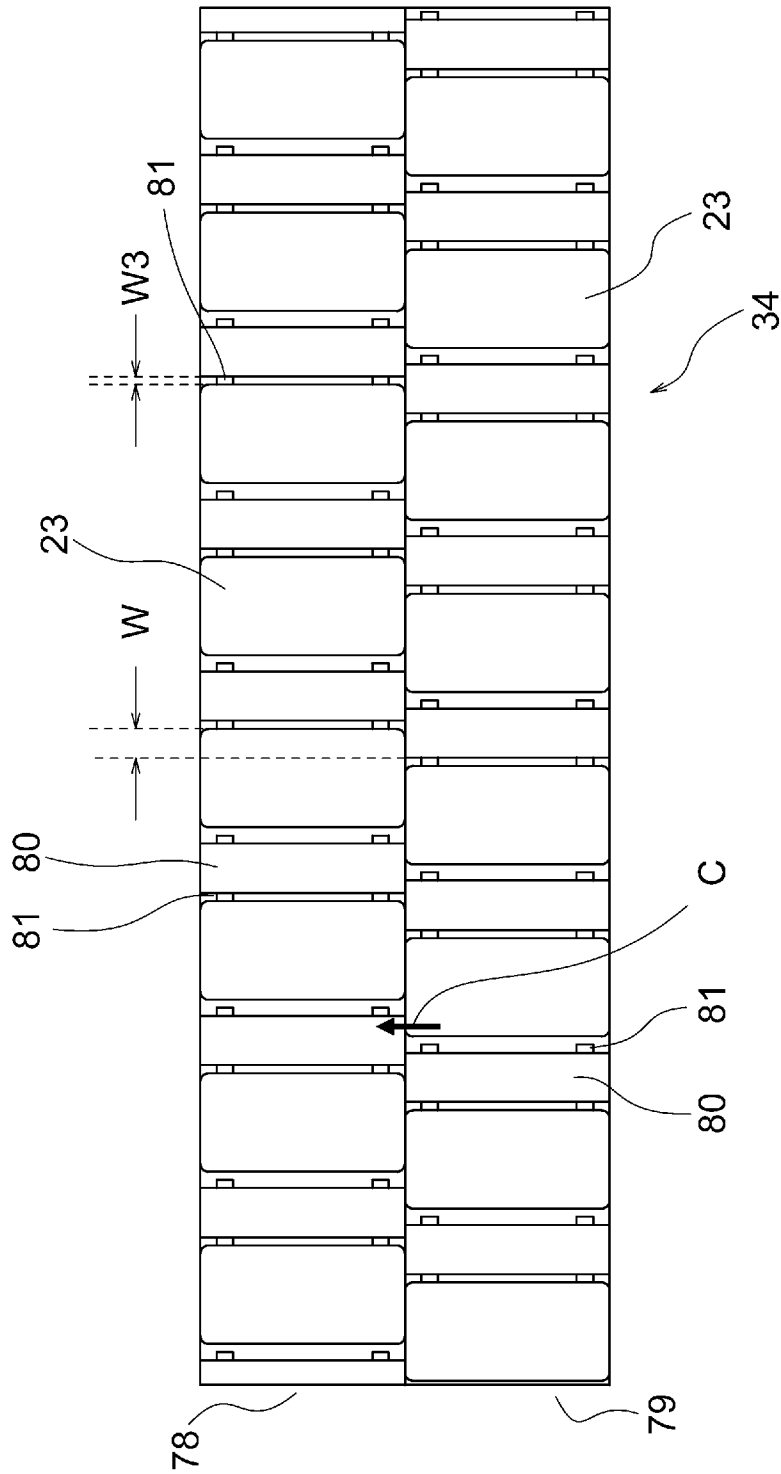
[図7]



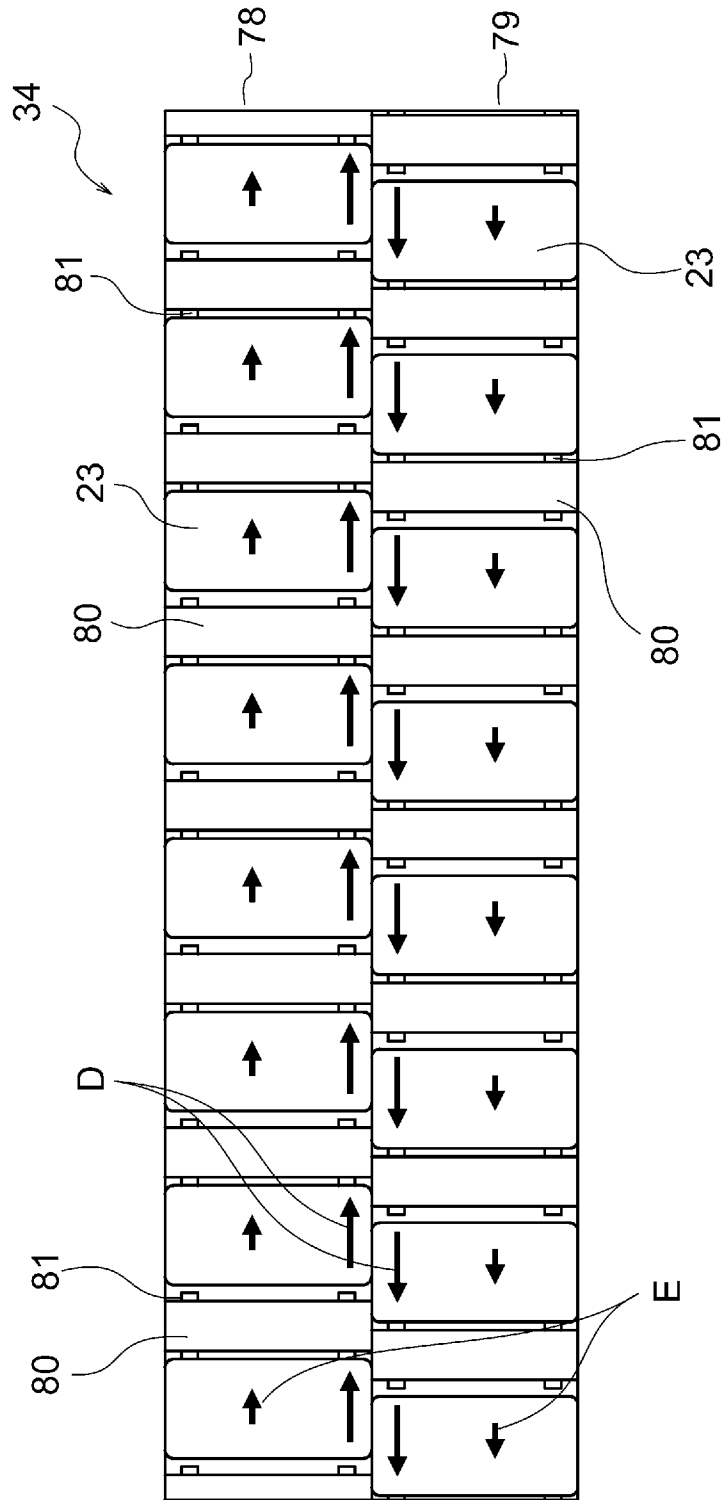
[図8]



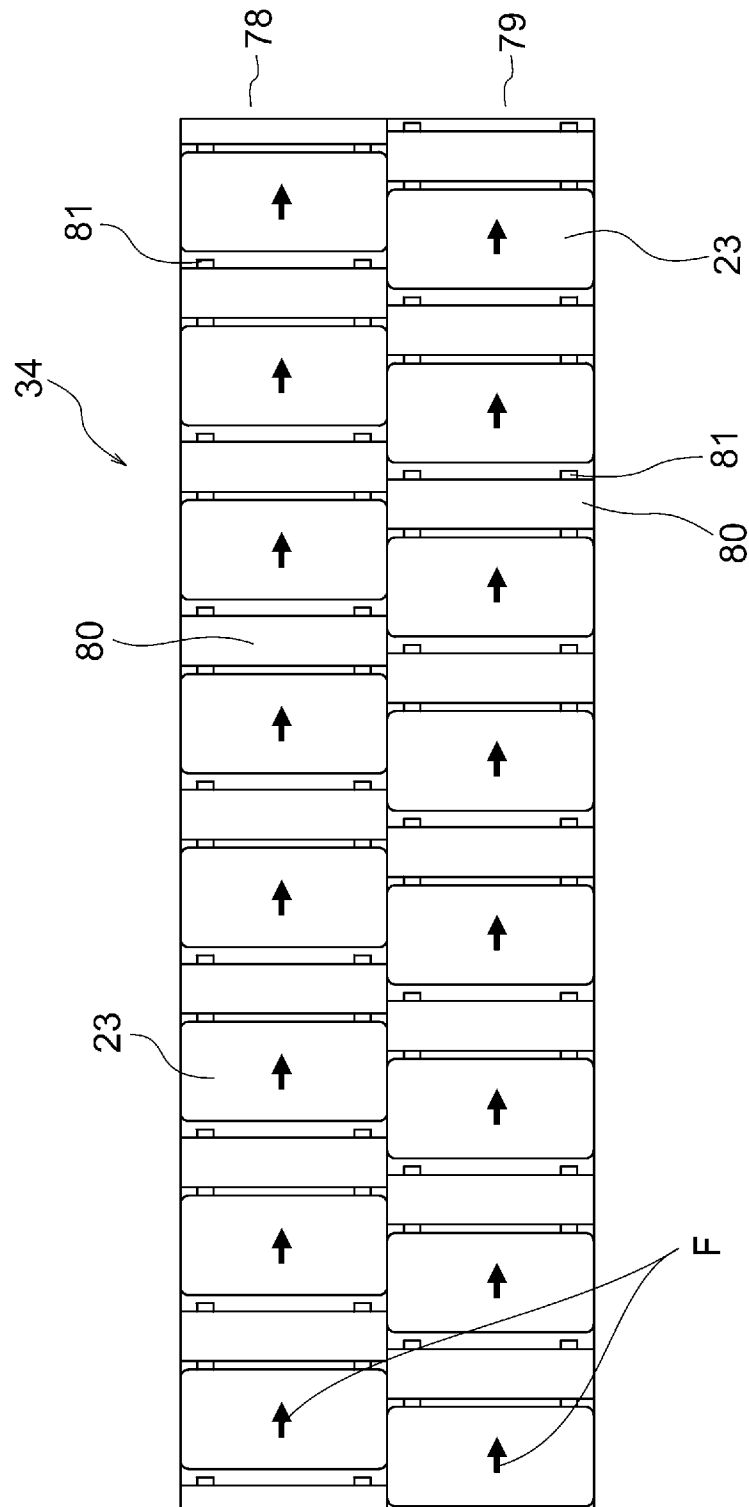
[図11]



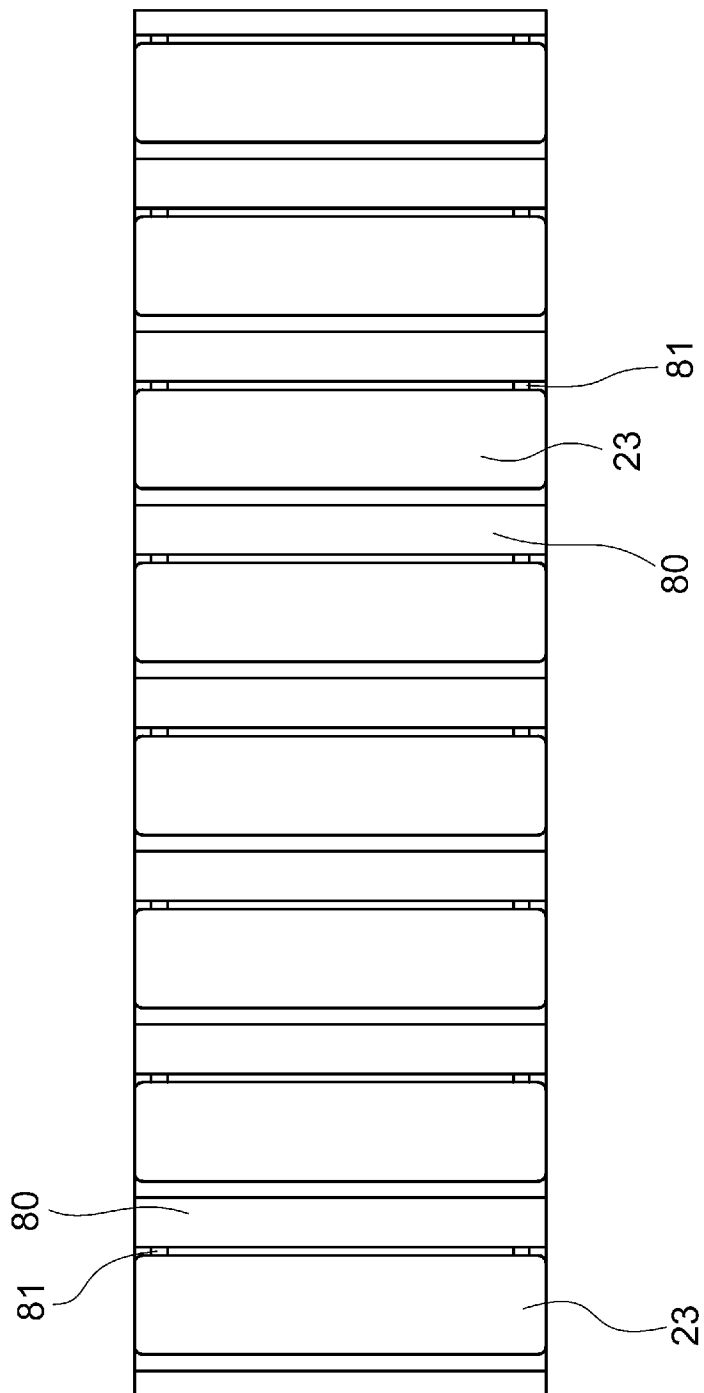
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/053643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K1/27(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)
H02K1/27

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	JP 2013-66370 A (Asmo Co., Ltd.), 11 April 2013 (11.04.2013), claims; paragraphs [0021] to [0050]; fig. 1 to 3 & US 2012/0326547 A1 & DE 102012011445 A1 & CN 102856995 A & KR 10-2012-0140613 A	1-3, 5, 8-9 4, 6-7
Y	JP 2011-120328 A (Yaskawa Electric Corp.), 16 June 2011 (16.06.2011), paragraph [0013]; fig. 1 to 5 & US 2011/0127870 A1 & CN 102082472 A	1-3, 5, 8-9
Y	JP 2013-9458 A (Nidec Sankyo Corp.), 10 January 2013 (10.01.2013), paragraph [0036]; fig. 5 to 6 (Family: none)	1-3, 5, 8-9

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 09 May, 2014 (09.05.14)	Date of mailing of the international search report 20 May, 2014 (20.05.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-153913 A (Fuji Electric FA Components & Systems Co., Ltd.), 27 May 2004 (27.05.2004), entire text; all drawings (Family: none)	3, 5, 8-9
Y	JP 2009-254103 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), claims; paragraph [0001] & US 2009/0251023 A1 & EP 2107666 A2	9
A	JP 2012-125076 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 28 June 2012 (28.06.2012), entire text; all drawings & CN 102545427 A	1-9
A	JP 2013-251968 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 December 2013 (12.12.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	US 2002/0101126 A1 (Alan D. CRAPO, Todd A. WALLS, Richard E. HARTSFIELD JR.), 01 August 2002 (01.08.2002), entire text; all drawings & US 2003/0201137 A1 & WO 2002/060740 A2 & CN 1489821 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02K1/27(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 (IPC)) Int.Cl. H02K1/27		
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 A	JP 2013-66370 A (アスモ株式会社) 2013.04.11, 特許請求の範囲, 段落【0021】 - 【0050】, 第1-3図 & US 2012/0326547 A1 & DE 102012011445 A1 & CN 102856995 A & KR 10-2012-0140613 A	1-3, 5, 8-9 4, 6-7
Y	JP 2011-120328 A (株式会社安川電機) 2011.06.16, 段落【0013】, 第1-5図 & US 2011/0127870 A1 & CN 102082472 A	1-3, 5, 8-9
Y	JP 2013-9458 A (日本電産サンキョー株式会社) 2013.01.10, 段落 【0036】, 第5-6図 (ファミリーなし)	1-3, 5, 8-9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 09.05.2014	国際調査報告の発送日 20.05.2014	
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) 田村 耕作 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V 9618

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
Y	JP 2004-153913 A (富士電機機器制御株式会社) 2004.05.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 5, 8-9
Y	JP 2009-254103 A (三菱電機株式会社) 2009.10.29, 特許請求の範囲, 段落【0001】 & US 2009/0251023 A1 & EP 2107666 A2	9
A	JP 2012-125076 A (株式会社日立産機システム) 2012.06.28, 全文, 全図 & CN 102545427 A	1-9
A	JP 2013-251968 A (三菱電機株式会社) 2013.12.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	US 2002/0101126 A1 (Alan D. CRAPO, Todd A. WALLS, Richard E. HARTSFIELD JR.) 2002.08.01, 全文, 全図 & US 2003/0201137 A1 & WO 2002/060740 A2 & CN 1489821 A	1-9