

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-82918
(P2014-82918A)

(43) 公開日 平成26年5月8日(2014.5.8)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO2K 1/27 (2006.01)		HO2K 1/27	501K	5H621
HO2K 21/16 (2006.01)		HO2K 1/27	501A	5H622
		HO2K 21/16	M	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2013-49375 (P2013-49375)
 (22) 出願日 平成25年3月12日 (2013. 3. 12)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-211782 (P2012-211782)
 (32) 優先日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100119644
 弁理士 綾田 正道
 (72) 発明者 近岡 貴行
 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1号
 日立オートモティブ
 システムズ株式会社内
 Fターム(参考) 5H621 AA02 BB10 GA04 HH09 JK03
 5H622 AA02 CA02 CA07 CB05 PP03

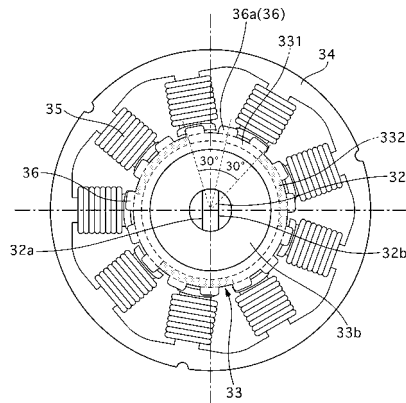
(54) 【発明の名称】 電動モータおよび電動ポンプ

(57) 【要約】

【課題】 着磁スキューを用いない簡易な構造でコギングトルクを低減できる電動モータおよび電動ポンプを提供する。

【解決手段】 ロータコア33bの外周に複数の永久磁石31,332が取り付けられたモータロータ33と、複数のスロットを有するステータ3と、を備えた電動モータであって、ロータコア33bの外周に周方向所定間隔で少なくとも一つの永久磁石の磁極中心を含む位置に複数の突起を設けた。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータコアの外周に複数の永久磁石が取り付けられたモータロータと、
 複数のスロットを有するステータと、
 を備えた電動モータであって、
 前記ロータコアの外周に周方向所定間隔で少なくとも1つの永久磁石の磁極中心を含む
 位置に複数の突起を設けたことを特徴とする電動モータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電動モータにおいて、
 前記複数の突起を前記ステータに対し径方向にオーバーラップさせたことを特徴とする
 電動モータ。 10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電動モータにおいて、
 前記複数の突起と前記ステータとの軸方向エアギャップを前記永久磁石と前記ステータ
 との径方向エアギャップよりも小さくしたことを特徴とする電動モータ。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電動モータにおいて、
 前記複数の突起のうち永久磁石の磁極中心に配置された突起の前記磁極中心から周方向
 端縁までの角度をティース角度とし、前記永久磁石の磁極角度に対するティース角度の比
 をティース角度比としたとき、前記ティース角度を、ティース角度比に対するコギングトルク
 特性が増加傾向から減少傾向へと転じる所定値以下に設定したことを特徴とする電動
 モータ。 20

【請求項 5】

電動モータと、
 前記電動モータの駆動軸に接続された複数の歯を有するポンプロータを有し、伝達され
 たトルクを流体吐出仕事に変換するポンプと、
 を備えた電動ポンプにおいて、
 前記電動モータとして、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電動モータを
 適用したことを特徴とする電動ポンプ。

【発明の詳細な説明】 30

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動モータおよび電動ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

自動変速機用のオイルポンプ等、車両に搭載される電動ポンプは、高い静粛性が求めら
 れるため、騒音要因の一つであるコギングトルク低減の要請が大きい。特許文献 1 には、
 ロータの永久磁石の着磁スキューによる低コギング化手法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】 40

【0003】

【特許文献 1】特開2008-295207号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、着磁スキューはセグメント磁石への適用の煩雑さやスキュー形状ステー
 タコアの成形精度が問題となる。

本発明の目的は、着磁スキューを用いない簡易な構造でコギングトルクを低減できる電
 動モータおよび電動ポンプを提供することにある。

【課題を解決するための手段】 50

【0005】

上記目的を達成するため、本発明では、ロータコアの外周に周方向所定間隔で少なくとも1つの永久磁石の磁極中心を含む位置に複数の突起を設けた。

【発明の効果】

【0006】

よって、突起ではステータへの磁束が部分的に減少することで永久磁石の回転による磁束変動が均質化し、コギングトルクを低減できる。そして、突起は簡単な構造であるから、着磁スキューを用いない簡易な構造でコギングトルクを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施例1の電動ポンプの正面図である。

【図2】実施例1の電動ポンプの側面図である。

【図3】実施例1の電動ポンプのB-B断面図である。

【図4】実施例1の電動ポンプの分解斜視図である。

【図5】実施例1の電動ポンプのA-A断面図である。

【図6】実施例1のモータ部の正面図である。

【図7】磁極に対してロータティース数を変化させた例である。

【図8】磁極に対してロータティース数を変化させたときのコギングトルクおよび誘起電圧定数の実験結果である。

【図9】磁極角度とティース角度の関係を示すモータ部の正面図である。

【図10】ティース角度比を変化させたときのコギングトルクおよび誘起電圧定数の実験結果である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

〔実施例1〕

図1は実施例1の電動ポンプの正面図、図2は実施例1の電動ポンプの側面図、図3は実施例1の電動ポンプのB-B断面図、図4は実施例1の電動ポンプの分解斜視図、図5は実施例1の電動ポンプのA-A断面図、図6は実施例1のモータ部の正面図である。実施例1の電動ポンプは、アイドルストップ機能を備えた車両の自動変速機用に搭載されるポンプである。この自動変速機はベルト式無段変速機であり、エンジンにより駆動されるメインポンプを別途備えている。そして、アイドルストップ制御によるエンジンの停止時には、メインポンプによる油圧が確保できず、また、ベルト式無段変速機内の摩擦締結要素やプーリからのリーク等によって油圧が低下すると、再発進時に必要な油圧を確保するまでに時間がかかるため、運転性の低下を招く。そこで、メインポンプとは別に、エンジンの作動状態に関わらず油圧を吐出可能な電動ポンプを備え、摩擦締結要素やプーリからのリーク分の油圧を担保することで、エンジン再始動および再発進時の運転性を向上している。

【0009】

実施例1の電動ポンプは、外歯を有するポンプロータ22と内歯を有するアウトロータ21とから構成されるポンプ要素と、ポンプロータ22に接続されたモータロータ33とステータ3とから構成されるモータ要素（電動モータ）とを有する。これらポンプ要素およびモータ要素は、一つのセンターハウジング2に收容される。センターハウジング2は、軸方向外側に向けて両端において開口を有し、一方の開口内周にアウトロータ21を回転可能に収装するポンプ要素收容部24が形成された筒状のポンプ收容部2aが形成され、他方の開口内周においてステータ3を固定支持すると共に内部にモータロータ等を收容するモータ收容部2bが形成され、更にモータ收容部2bよりも軸方向外側には、自動変速機に取り付けるためのブラケット2cが形成されている。また、図5のA-A断面図に示すように、センターハウジング2内部には、ロータ駆動軸32を回転可能に支持する円筒状支持部2dと、この円筒状支持部2dをセンターハウジング2の外周と連結すると共にポンプ收容部2aとモータ收容部2bとの間を画成する隔壁を有する。そして、円筒状支持部2dの内周でロータ駆動軸32を支

10

20

30

40

50

持すると共に、モータ収容部2b側の端部において、ロータ駆動軸32と円筒状支持部2d内周との間をシールするシール部材31が設けられている。

【0010】

ポンプカバー1は、ポンプ要素の吐出領域と連通する円筒状に延在された吐出ポート11と、ポンプ要素の吸入領域と連通する吸入ポート12と、を有する。吐出ポート11の先端外周には、シールリング11bが取り付けられるシールリング溝11aが形成されている。また、ポンプカバー1には、周方向三箇所にもボルト穴13が形成され、センターハウジング2に形成されたボルト穴23に対し、ボルト14によって締め付け固定される。また、モータ収容部2bを閉塞するモータカバー4は、モータ収容部2bを閉塞する閉塞面41と、閉塞面41から立設されモータ収容部2bの内壁に挿入される円筒状立設部42と、ブラケット2cのフランジ面と当接しシール部材16を押圧すると共にボルト5が貫通する貫通孔を備えたフランジ面43とを有する。これにより、モータ収容部2b内は乾燥室として構成され、ポンプ収容部2aの内部およびポンプ外周は湿室として構成される。

10

【0011】

ポンプ要素は、外歯数 $N_r=12$ を備えたポンプロータ22と、内歯数が13のアウタロータ21とを有する。ポンプロータ22は、中心に二面幅を有する連結孔22aが形成され、ロータ駆動軸32のポンプ側端部に形成された二面幅32aと嵌合する。これにより、ロータ駆動軸32とポンプロータ22との回転方向相対位置が決定されると共に動力伝達が行われる。

【0012】

モータ要素は、磁極数 $N_m=6$ のモータロータ33と、スロット数 $N_s=9$ のステータ3とを有する。すなわち、ステータ3のステータコア34に形成された9つのティースにそれぞれコイル35が巻回されてスロットを形成している。モータロータ33は、断面略コの字状の円筒部材であるロータコア33bに対し、円筒外周にN極の永久磁石331とS極の永久磁石332とが交互に並ぶように6つ取り付けられている。モータロータ33の円筒を閉塞している支持面の中心には、二面幅を有する連結孔33aが形成され、ロータ駆動軸32のモータ側端部に形成された二面幅32bと嵌合する。これにより、ロータ駆動軸32とモータロータ33との回転方向相対位置が決定されると共に動力伝達が行われる。

20

【0013】

実施例1では、コギングトルク低減を狙いとし、モータロータ33の外周に15個のロータティース(突起)36を設けた。ロータティース36は、モータロータ33のポンプ部側端縁の外周面に、所定間隔毎に設けられている。図5に示すように、ロータティース36は、ステータ3のコイル35よりもポンプ側に位置し、その先端は、ステータ3の内径よりも外周側に位置している。つまり、ロータティース36はステータ3に対して径方向にオーバーラップしている。また、ロータティース36とステータ3との軸方向エアギャップ(アキシアルエアギャップ) G_r は、永久磁石331,332とステータ3との径方向エアギャップ(ラジアルエアギャップ) G_m よりも小さく設定されている。また、図6に示すように、複数のロータティース36のうち少なくとも1つのロータティース36aは、磁極中心(磁束最大部であって、N極の永久磁石331の周方向中央位置)に配置されている。つまり、磁極中心はロータティース36aの周方向中央位置に配置されている。

30

【0014】

図5に示すように、自動変速機のハウジング100には、電動ポンプを収容する電動ポンプ収容部が形成されている。具体的には、図外のコントロールバルブユニットに油圧を供給する吐出油路103と、電動ポンプのポンプ部が収容された状態で吸入ポート12と連通する吸入油路開口部102と、吸入油路開口部102よりも大径に形成されセンターハウジング2のモータ収容部2bの外周と略同一径を有するポンプ支持開口101と、ポンプ支持開口101のハウジング100外側開口縁に形成されたテーパ面101aとを有する。吐出油路103は吐出ポート11の外周径と略同じであって挿入により嵌合支持される。吸入油路開口部102は、吐出油路103を取り囲む位置に形成された円筒状の空間であって、図外のオイルパン内に開口するオイル吸い込み口と連通する。また、ポンプ支持開口101はモータ収容部2bの外周との間で嵌合することで電動ポンプを径方向に支持する。また、テーパ面101aはモータ収容

40

50

部2b外周との間でシールリング15を狭持する。電動ポンプはボルト5によりハウジング100の側壁に締め付け固定される。

【0015】

次に、作用を説明する。

[コギングトルク低減作用]

実施例1では、ロータコア33bの外周にロータティース36を設けている。このため、モータロータ33に固設された永久磁石331,332からの漏れ磁束はロータティース36を介してステータ3へと流れ、磁気回路を形成する。

これにより、ロータティース36を介してステータ3へ流れる磁束はロータティース36を介さない場合に比べて減少する。このとき、磁束密度の大きい箇所にロータティース36があると、磁束減少によりモータロータ33の回転による磁束変動が均質化する。磁束変動の大きさはコギングトルクの大きさであるから、磁束変動均質化によりコギングトルクを低減できる。

10

【0016】

以上のように、実施例1では、ロータティース36とステータ3との間に磁気回路を形成し、磁束変動を均質化することでコギングトルクを低減できる。そして、ロータティース36はロータコア33bの端縁を加工することで容易に形成可能な簡単な構造であるから、着磁スキューを用いない簡易な構造でコギングトルクを低減できる。

また、実施例1では、ロータティース36をステータ3に対して径方向にオーバーラップさせているため、ロータティース36をステータ3に近接配置させることが可能である。よって、軸方向エアギャップ G_r を小さくし、ステータ3への有効磁束を増加させることができる。これにより、コギングトルクを低減させつつ誘起電圧定数を確保できる。加えて、実施例1では、軸方向エアギャップ G_r を径方向エアギャップ G_m よりも小さくしたため、ステータ3への有効磁束を増加させることができる。これにより、上記と同様、コギングトルクを低減させつつ誘起電圧定数を確保できる。

20

【0017】

[ロータティース数の考察]

次に、磁極に対してロータティース数を変化させたときのコギングトルクおよび誘起電圧定数の実験結果について説明する。図7に示すように、磁極に対してロータティース数を変化させる。(a)はロータティース数0、(b)はロータティース数1/磁極、(c)はロータティース数2/磁極、(d)はロータティース数3/磁極、(e)はロータティース数4/磁極、(f)はロータティース数5/磁極である。(b),(d),(f)はロータティース36が磁極中心に位置し、(c),(e)はロータティース36が磁極中心から外れた位置にある。

30

このときのコギングトルクおよび誘起電圧定数の計測結果を図8に示す。なお、従来の着磁スキュー(1/4スロット)を採用した例を(a)'として記載している。コギングトルク低減に最も効果があるのは一般的に1スロット、1/2スロットであるが、誘起電圧定数の低下が大きくなるため、ここでは誘起電圧定数が従来とほぼ同等かつコギングトルク低減幅が大きな1/4スロットの着磁スキューとしている。

【0018】

図8を見れば明らかなように、実施例1に示したロータティース36を採用することで、ロータティース無しに対してコギングトルクが低減されている。そして、コギングトルクの低減幅は、着磁スキューを採用したものと同等であり、誘起電圧定数も同等の値が維持されているのがわかる。

40

また、ロータティース36が磁極中心にしている(b),(d),(f)と比較して、ロータティース36が磁極中心から外れた位置にある(c),(e)は、コギングトルクの低減幅が小さい。これは、磁束の変化の変動が影響しているものと想定される。よって、実施例1のようにロータティース36のうち少なくとも1つのロータティース36aを磁極中心(磁束最大部)に配置することにより、モータロータ33が回転することによる磁束の変化の変動を抑制できるため、コギングトルクを効果的に低減できる。

【0019】

50

[磁極角度に対するティース角度の考察]

次に、磁極角度に対してロータティース幅を変化させたときのコギングトルクおよび誘起電圧定数の実験結果について説明する。

図9は、磁極数 $N_m=6$ 、すなわち磁極角度 $\theta_p=60[\text{deg}]$ のモータロータ33に対し、ロータティース数 $1/\text{磁極}$ とし、全てのロータティース36を磁極中心に配置した例である。図9において、磁極中心からロータティース36の周方向端縁までの角度をティース角度 θ_t [deg]、磁極角度 θ_p に対するティース角度 θ_t の比 (θ_t/θ_p) をティース角度比と定義し、ティース角度比 θ_t/θ_p を変化させたときのコギングトルクおよび誘起電圧定数を計測した。計測結果を図10に示す。

図10に示すように、誘起電圧定数は、ティース角度比 θ_t/θ_p が0の場合(100%)、すなわちロータティース数0の従来技術と比較して、ティース角度比 θ_t/θ_p が大きくなるに従い低下する傾向を示す。一方、コギングトルクは、ロータティース数0の従来技術と比較して、 $0 < (\theta_t/\theta_p) < 0.17$ の領域では、ティース角度比 θ_t/θ_p が大きくなるに従い低減する傾向を示すものの、 $(\theta_t/\theta_p) > 0.17$ の領域では、ティース角度比 θ_t/θ_p が大きくなるに従い増加する傾向を示すことが明らかとなった。なお、図9の構成に対して磁極角度 θ_p およびロータティース数 $1/\text{磁極}$ を異ならせた場合も同様の計測結果が得られた。

【0020】

上記測定結果から、本発明者は、磁極角度 θ_p に対しティース角度 θ_t を増加させていったとき、ティース角度比 θ_t/θ_p が所定値(0.17)を超えたとき、コギングトルクが減少傾向から増加傾向に転じることを見出した。よって、誘起電圧定数の維持(低下抑制)とコギングトルクの低減との両立を考えた場合、 $0 < (\theta_t/\theta_p) < 0.17$ の領域となるようにティース角度 θ_t を設定する必要がある。例えば、図9の例では、磁極角度 $\theta_p=60[\text{deg}]$ であるため、ティース角度 θ_t を $10.2[\text{deg}]$ 以下に設定することで、誘起電圧定数の維持とコギングトルクの低減との両立を維持でき、コギングトルクを効果的に低減できる。

以上のように、実施例1の電動ポンプは、誘起電圧定数の低下を抑えつつコギングトルクを効果的に低減できるモータ要素を備えるため、エンジン停止時等の高い静粛性が要求されるシーンで作動する車両用の電動ポンプとして好適である。

【0021】

実施例1にあっては、以下の効果を奏する。

(1) ロータコア33bの外周に複数の永久磁石331,332が取り付けられたモータロータ33と、複数のスロットを有するステータ3と、を備えた電動モータであって、ロータコア33bの外周に周方向所定間隔で少なくとも1つの永久磁石の磁極中心を含む位置に複数の突起を設け、磁極数当たりの突起数を奇数に設定した。

よって、ロータティース36ではステータ3への磁束が部分的に減少することで永久磁石の回転による磁束変動が均質化しコギングトルクを低減できる。そして、ロータティース36はロータコア33bの端縁を加工することで容易に形成可能な簡単な構造であるから、着磁スキューを用いない簡易な構造でコギングトルクを低減できる。

(2) ロータティース36をステータ3に対し径方向にオーバーラップさせたため、永久磁石331,332の漏れ磁束を有効利用してコギングトルクを低減させつつ誘起電圧定数を確保できる。

【0022】

(3) ロータティース36とステータ3との軸方向エアギャップを永久磁石331,332とステータ3との径方向エアギャップよりも小さくしたため、永久磁石331,332の漏れ磁束を有効利用して低減させつつ誘起電圧定数を確保できる。

(4) 複数の突起36のうち永久磁石331,332の磁極中心に配置された突起36aの磁極中心から周方向端縁までの角度をティース角度 θ_t とし、永久磁石331,332の磁極角度 θ_p に対するティース角度 θ_t の比 (θ_t/θ_p) をティース角度比としたとき、ティース角度 θ_t を、ティース角度比 (θ_t/θ_p) に対するコギングトルク特性が増加傾向から減少傾向へと転じる所定値(0.17)以下に設定したため、誘起電圧定数の維持とコギングトルクの低減との両立を維持でき、コギングトルクを効果的に低減できる。

10

20

30

40

50

(5) モータ要素と、モータ要素のロータ駆動軸32に接続された複数の歯を有するポンプロータ22を有し、伝達されたトルクを流体吐出仕事に変換するポンプ要素と、を備えた電動ポンプにおいて、モータ要素として、(1)~(3)に記載のモータ要素を適用したため、エンジン停止時等の高い静粛性が要求されるシーンで作動する車両用の電動ポンプとして好適である。

【0023】

〔他の実施例〕

以上、本発明を実施例に基づいて説明してきたが、各発明の具体的な構成は実施例に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても、本発明に含まれる。

例えば、実施例では、ロータティース（突起）をモータロータの軸方向一方側の端縁にのみ設けた例を示したが、軸方向両端縁に設けても良い。

【符号の説明】

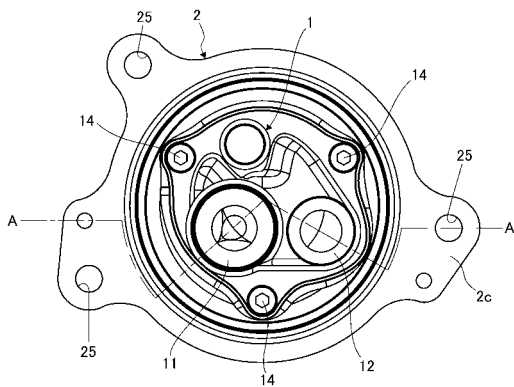
【0024】

- 3 ステータ
- 32 ロータ駆動軸（駆動軸）
- 33 モータロータ
- 33b ロータコア
- 36 ロータティース（突起）
- 331,332 永久磁石

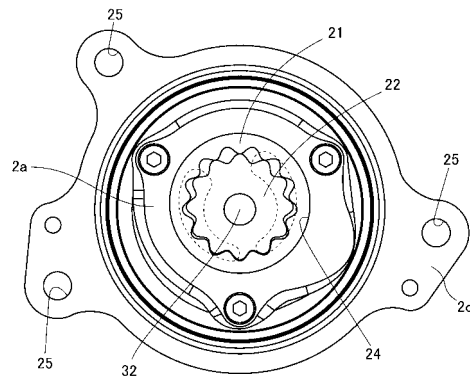
10

20

【図1】

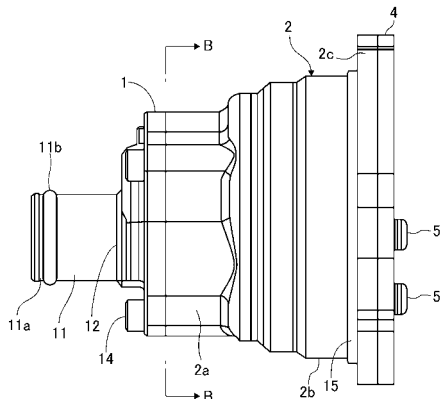


【図3】

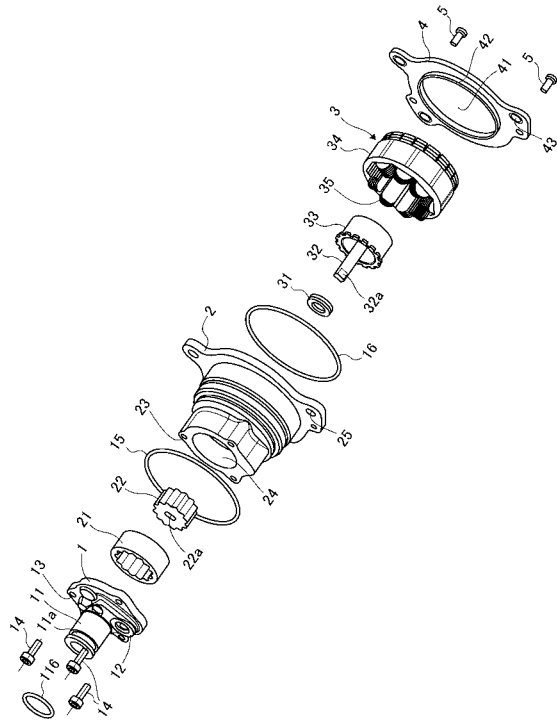


B-B部断面図

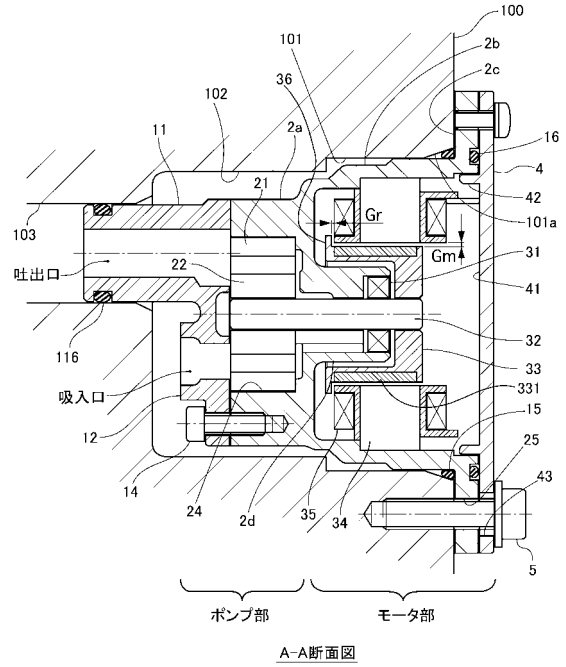
【図2】



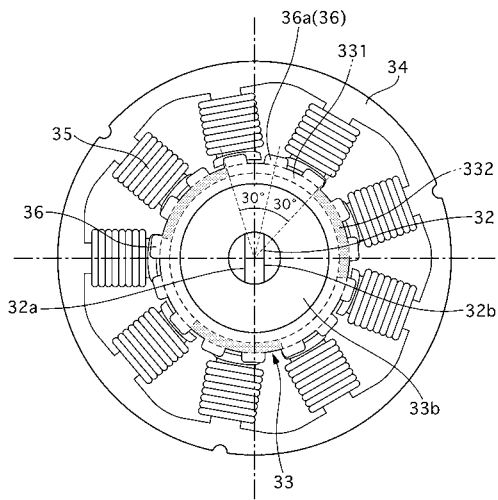
【 図 4 】



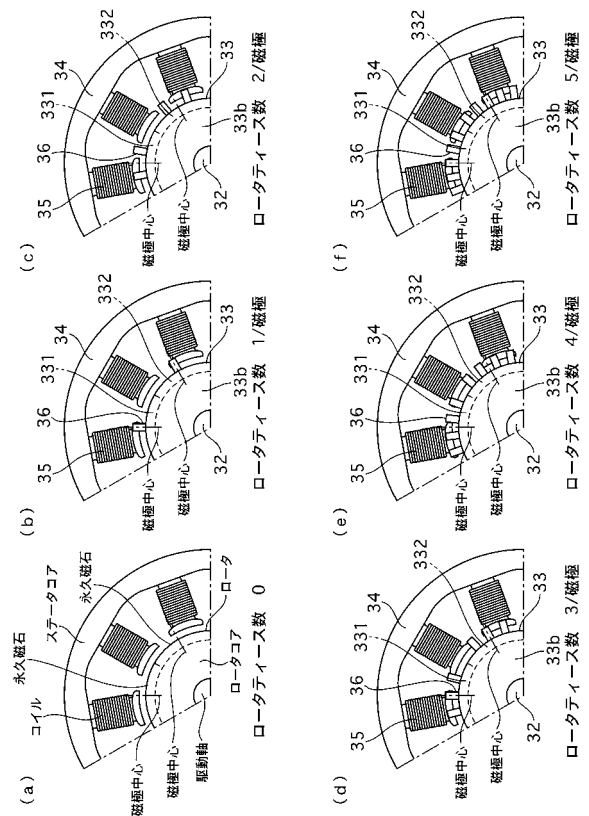
【 図 5 】



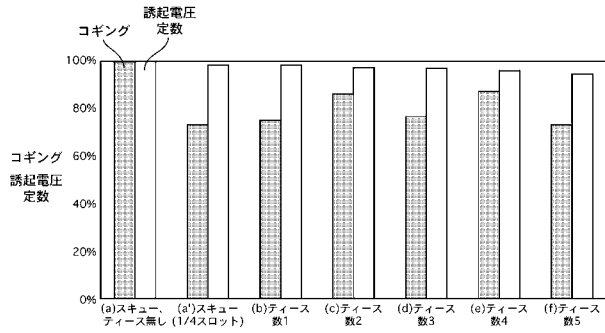
【 図 6 】



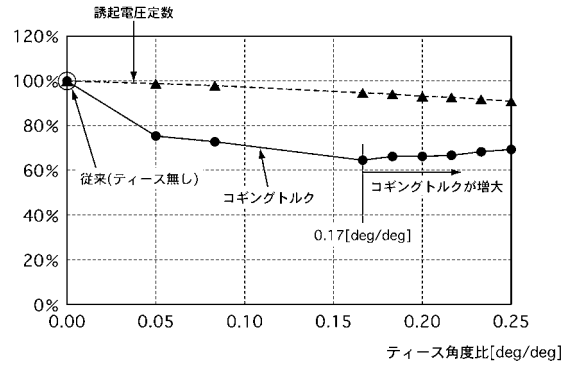
【 図 7 】



【図8】



【図10】



【図9】

