

(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2007-185021
(P2007-185021A)

(43) 公開日 平成19年7月19日(2007.7.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 2 K 1/14 (2006.01)	H O 2 K 1/14 C	5 H 6 O 1
H O 2 K 7/116 (2006.01)	H O 2 K 7/116	5 H 6 O 7
H O 2 K 1/02 (2006.01)	H O 2 K 1/02 A	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-589 (P2006-589)	(71) 出願人 000228730 日本サーボ株式会社 東京都千代田区神田美土代町 7
(22) 出願日 平成18年1月5日 (2006.1.5)	(71) 出願人 000233572 日立粉末冶金株式会社 千葉県松戸市稔台五丁目2番地1
	(71) 出願人 502129933 株式会社日立産機システム 東京都千代田区神田練堀町 3 番地
	(74) 代理人 100064414 弁理士 磯野 道造
	(74) 代理人 100111545 弁理士 多田 悦夫

最終頁に続く

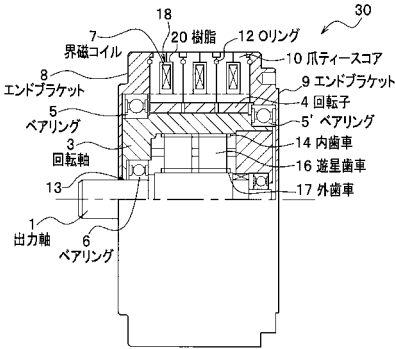
(54) 【発明の名称】 変速機構付回転電機及びこれを用いた駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 外径が小さな変速機構付回転電機及びこれを用いた駆動装置を提供する。

【解決手段】 界磁コイル7を円環状に備える固定子と、前記固定子内部で回転する円筒状の回転子4と、前記円筒状の回転子4の内部に設けられた変速機構3、14、16、17と、少なくとも前記回転子4、前記変速機構及び潤滑油を封入する筐体8、9とを備える変速機構付回転電機であって、前記固定子は、円環状の前記界磁コイル7と、前記円環状の界磁コイル7及び有機材料が封入され、内周面に突起する複数の爪部が設けられた円環状のコア10とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

界磁コイルを円環状に備える固定子と、前記固定子内部で回転する円筒状の回転子と、前記円筒状の回転子の内部に設けられた変速機構と、少なくとも前記回転子、前記変速機構及び潤滑油を封入する筐体とを備える変速機構付回転電機であって、

前記固定子は、円環状の前記界磁コイルと、前記円環状の界磁コイル及び有機材料が封入され、内周面に突起する複数の爪部が設けられた円環状のコアとを備えることを特徴とする変速機構付回転電機。

【請求項 2】

前記円環状のコアは、断面が U 字状に形成され、前記 U 字状の凹部に前記界磁コイル及び前記有機材料が封入されていることを特徴とする請求項 1 に記載の変速機構付回転電機。 10

【請求項 3】

前記固定子は、前記内周面と外周面と 2 つの側面とを備え、断面が略長方形であり、前記外周面から前記界磁コイルの末端が引き出され、前記回転子の中心軸及び前記側面と前記筐体とを各々封止する封止部材を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の変速機構付回転電機。

【請求項 4】

前記変速機構は、前記回転子の内径部分に設けた遊星ギヤ機構あるいは遊星ローラ機構であることを特徴とする請求項 1 に記載の変速機構付回転電機。 20

【請求項 5】

前記固定子は、軸方向に複数備えられ、前記界磁コイルに多相交流が印加されることを特徴とする請求項 1 に記載の変速機構付回転電機。

【請求項 6】

前記回転子の内径部分に回転運動を直線運動に変換する送りねじ機構を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の変速機構付回転電機。

【請求項 7】

前記円環状のコアは、圧粉磁心により形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の変速機構付回転電機。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の変速機構付回転電機を備えたことを特徴とする駆動装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のティースが設けられたコアを備える変速機構付回転電機及びこれを用いた駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

モータは、産業用、家電、自動車分野等の電気エネルギーを機械出力に変換する駆動用機器として使用される。これらの分野の動力機器としてのモータは、一般的に小形で高トルクが要求される。 40

出力トルクを大きくする方法として、減速機構（変速機構）によるトルクの増幅が考えられる。これによれば、同一のギャップ磁束密度、対向面積を有するモータのままで、モータの回転速度を速くして出力を増大することができる。この方法は一般的には大トルクを有する用途では、ギヤモートルなど、モータの出力軸に減速機（変速機構）を配置する方法で使用されている例がある。しかし、この構造は、機械的トルク変換装置が大きくなるため、モータ自体を小型化してもシステム全体としての小形化に寄与しない。

そこで、小形化したモータ設計をそのまま生かして大トルクを得ようとする構造として、モータの回転子内部に遊星ローラ機構を内蔵し、減速して大トルクを得る技術が開示されている（特許文献 1 参照）。また、特許文献 1 の技術では、変速機構からの発熱や、焼 50

き付きが問題となることから、中空軸構造のモータとその内側部分に遊星歯車機構を内蔵し、潤滑のためのオイルを封入する構造のモータが提案されている（特許文献2参照）。この例には、回転子と固定子とケーシングとを有する回転電機で、回転子の内側に設けられ、回転子の駆動力を外部に伝達する遊星ローラ機構を備え、回転子の内側若しくはケーシング内部にオイルを封入したことを特徴とする構造の例が示されている。また、外転型モータの固定子コア内部に歯車機構を設け、回転子軸にも設けた歯車との間に遊星歯車を配置し、モータの回転を減速して大トルクを得る方法が開示されている（特許文献3参照）。

【特許文献1】特許第2607889号明細書（第2図）

【特許文献2】特開2003-143805号公報（請求項1）

【特許文献3】特開平9-47003号公報（図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、一般的にはこれらのモータの回転子、又は固定子の内部に変速機構を配置しようとする、減速するギヤ比に応じた歯数の歯車が必要なため、一定の空間が必要となる。このため、モータの外径は、必要トルクを出力するための最小のモータ外径よりも大きな径となり、ギヤ減速により大トルクを実現できてもシステム全体では直接、低速大トルクのモータとする場合に比べて小形化効果を大きくすることができないといった問題がある。

また、特許文献2の技術は、スロット構造のティースに巻線を巻回する構造を採用するために、モータのケーシング内部にギヤ潤滑のためのオイルを封入することでモータの界磁コイルもオイルにさらされる構造である。これは、ギヤ機構、ローラ機構で発生した磨耗粉などで、界磁コイルの絶縁を損傷する恐れがあるため、界磁コイルの絶縁剤は、耐油性のよい材料を選択する必要がある、オイルの流路にフィルタを設けるなどの対策が必要である。この場合は、フィルタのスペースのために、少々余裕を持った大きさのモータ設計とならざるを得ない。

なお、界磁コイル部分に保護カバーを設けること、樹脂材を用いて界磁コイルを封止してオイル（潤滑油）から保護することが考えられる。しかし、保護カバーを設ける場合には、保護カバーのためにモータの外形が大きくなり、樹脂材を用いて封止する場合には、界磁コイルの表面積が大きい、樹脂材による封止が困難である。

【0004】

そこで、本発明は、外径が小さな変速機構付回転電機及びこれを用いた駆動装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記課題を解決するため、本発明の変速機構付回転電機は、界磁コイルを円環状に備える固定子と、前記固定子内部で回転する円筒状の回転子と、前記円筒状の回転子の内部に設けられた変速機構と、少なくとも前記回転子、前記変速機構及び潤滑油を封入する筐体とを備える変速機構付回転電機であって、前記固定子は、円環状の前記界磁コイルと、前記円環状の界磁コイル及び有機材料が封入され、内周面に突起する複数の爪部が交互に設けられた円環状のコアとを備えることを特徴とする。

【0006】

円環状の界磁コイル及び有機材料が封入された円環状のコアを用いているので、変速機構を潤滑する潤滑油が界磁コイルに接触しない。また、コアの内部に界磁コイルを装入することができるので、有機材料による封入が容易である。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、外径が小さな変速機構付回転電機及びこれを用いた駆動装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

(発明の概要)

円環状のコアの内部に界磁コイルを内蔵した固定子と、この固定子の内周部に設けられた円筒状の回転子とを備える爪ティースモータを用い、回転子内側にギヤなどの変速機構を配置した。その爪ティースモータの固定子コアは、樹脂などの有機材料で円環状の界磁コイルと円環状の固定子コアとを封止した。これにより、界磁コイルは空気と接触することがない。この構造の場合、固定子コアの断面を凹部あるいは中空部に形成し、この凹部あるいは中空部に界磁コイルを配設すればよく、界磁コイルの表面積の大部分が固定子コアに囲まれるので、有機材料による封止が容易となる。また、固定子コアの内周部分には、中空構造の回転子を配置し、その中空部に遊星ギヤなどの変速機構が配置され、その機構部は潤滑油などの潤滑材（潤滑剤）で満たされる構造とする。なお、固定子コアは、渦電流による鉄損減少のため圧粉磁心で形成することが好ましい。

【0009】

(第1実施形態)

本発明の一実施形態である変速機構付回転電機について図1及び図2を参照して説明する。図1は、変速機構付回転電機である減速モータ30の断面図であり、図2は減速モータ30の固定子に使用される爪ティースコア10を示した斜視図である。

図1において、本実施形態の減速モータ30は、円環状の爪ティースコア10の内部に設けられた界磁コイル7からなる3個の固定子と、多極に磁化された円筒状の回転子4を表面に設けた回転軸3と、回転軸3の内部に設けられ、出力軸1の回転速度を減速する変速機構（後記）とを主要構成としている。

【0010】

図2において、固定子18は、圧粉磁心などの軟磁性体で構成された円環状の2つの爪ティースコア10a、10bと、被覆導線が円環状に巻回された界磁コイル7を備え、2つの爪ティースコア10a、10bが界磁コイル7を装入できるように構成され、樹脂などの有機材料によって封止されている（図2（a）参照）。爪ティースコア10a、10bの断面はL字状に形成され、このL字の短辺側Sを重ね合わせることでによりU字状に形成され、そのU字状の凹部に界磁コイル7が装入される。これにより、固定子18の断面は略長方形に形成される。また、爪ティースコア10a、10bの内周面には、台形状の複数の爪部（爪ティース）10cが離間して形成され、円形状のリング固定溝11が側面に凹設されている（図2（b）参照）。なお、爪部10cの長さは固定子18の厚さに略等しく、固定子18の外径と内径との比率は5：3よりも内径が大きい。

【0011】

再び、図1に戻り、3個の固定子18が軸方向に併設され、各界磁コイル7の端末は、固定子18の外周面から引き出され、その端末はY結線あるいはΔ結線されることにより、界磁コイル7に三相交流が印加されるようになっている。固定子18は樹脂20により封止され、固定子18を軸方向前後に挟み込むエンドブラケット8、9と固定子18との間は封止部材であるOリング12によって封止されている。また、各固定子18の間もOリング12によって封止されている。さらに、爪ティースコア10a、10bの内周面に設けられた複数の爪部に対向するように円筒状の回転子4を表面に備える回転軸3が設けられている。また、回転子4は、固定子18の爪磁極数と同数の極を有する磁石が回転軸3に円筒状に貼り付けられて構成されている。固定子18及び回転子4により爪ティースモータが構成される。

【0012】

また、回転軸3の内周面には内歯車14が形成されており、遊星歯車16を介して、回転子4に発生したトルクが外歯車17が形成された出力軸1に伝達される。なお、遊星歯車16は、90度毎の等角度方向に4個設けられており、遊星歯車16の軸は回転軸3に保持されている。また、回転軸3は、ベアリング5を用いてエンドブラケット8に回転可能に保持され、ベアリング5'を用いてエンドブラケット9に固定されている。また、出

力軸 1 は、ベアリング 6 で回転軸 3 に回転可能に保持され、封止部材であるオイルシール 13 によりエンドブラケット 8 と封止されている。これにより、回転軸 3 の回転速度が減速されて、出力軸 1 に伝達される。また、内歯車 14 が形成された回転軸 3、遊星歯車 16、及び外歯車 17 が形成された出力軸 1 を備える変速機構は潤滑油で満たされている。

【0013】

次に、図 3 を参照して、爪ティースモータの動作原理を説明する。

図 3 (a) に示されるように、爪ティースコア 10a に設けられた爪部 10c と爪ティースコア 10b に設けられた爪部 10d とは、内周面側に交互に配列され、空気あるいは潤滑油によるギャップが形成されている。

固定子 18 の界磁コイル 7 に正弦波交流電圧を印加すると、図 3 (b) に示されるような正弦波交流電流が流れる。この正弦波交流電流は、時刻 T_1 のときに正の最大電流が流れ、時刻 T_2 のときに負の最大電流が流れる。この電流により、右ねじの法則に従った方向の磁束が、爪ティースコア 10a と爪ティースコア 10b と爪部 10c、10d の間に形成された磁気ギャップとからなる閉路に生成する。なお、太実線のように爪部 10d から爪ティースコア 10a、10b のコア部を介して爪部 10c まで時計回りに流れる磁束の場合は、爪部 10d が N 極に磁化し、爪部 10c が S 極に磁化する (図 3 (a) にゴシック体で記載)。逆に、太破線のように爪部 10c から爪ティースコア 10a、10b のコア部を介して爪部 10d まで反時計回りに流れる磁束の場合は、爪部 10c が N 極に磁化し、爪部 10d が S 極に磁化する (図 3 (a) に明朝体で記載)。

【0014】

図 3 (c) は、界磁コイル 7 に流れる電流が反時計回りに流れたときの磁化の様子を示した図であり、爪ティースコア 10a、10b に設けられた複数の爪部 10c、10d に発生した S 極と回転子 4 の N 極とが引きつけ合い、爪部に発生した N 極と回転子 4 の S 極とが引きつけ合い、これにより回転子 4 が反時計回りに回転する。一方、図 3 (d) は、界磁コイル 7 に流れる電流が時計回りに流れたときの磁極の様子を示した図であり、爪ティースコア 10a、10b に設けられた複数の爪部に発生した N 極と回転子 4 の S 極とが引きつけ合い、爪部に発生した S 極と回転子 4 の N 極とが引きつけ合い回転子 4 が時計回りに回転する。

【0015】

変速機構付回転電機は、通常のモータ (回転電機) が得ることができる回転速度、トルク出力を向上することを目的としている。例えば、図 1 に示す減速モータ 30 から変速機構を除いた爪ティースモータの回転速度を N (rad/sec) とし、出力トルクを T ($N \cdot m$) とすると、爪ティースモータ自体の機械的出力は $N \cdot T$ (W) である。これを本実施形態の減速モータ 30 の構造とし、モータ部分の回転速度を 2 倍として、減速比を 2 : 1 とすると出力軸端では、トルクは 2 倍の $2T$ となるため、出力を $2N \cdot T$ (W) と 2 倍にすることができる。このとき、モータ部分に入力される電流は、モータ部分で発生するトルクが同一なので同じである。よって、同じ電流値、同じ外形のまま 2 倍の軸端出力をとることができる。これを達成するためには、モータ自体の回転速度を上昇する必要がある。

【0016】

次に図 4 の 12 スロット 8 極のスロット型モータの断面構造図を用いて、比較例であるスロット型モータについて説明する。なお、図では上半分のみ記載されている。

外形が d1 の固定子コアに上半分で 6 本、計 12 本のティース 15a が設けられ、ティース間に巻線を巻回するスペースであるスロットが形成されている。すなわち、巻線がティースに巻回された複数の界磁コイルが円環状に形成されている。また、ティース 15a の内周側に多極に磁化された回転子 4 が回転可能なように設けられている。このモータを 5000 r/min で回転させようとしたときの電機子電流 (界磁電流) の基本周波数は、333 Hz である。単純に前記の例のように回転速度を 10000 r/min と 2 倍にするとこの周波数は 666 Hz と 2 倍になる。通常、うず電流による鉄損は周波数の 2 乗に比例するため、周波数を上げることはスロット型モータの効率を著しく低下させてしまうので得策では無い。しかし、この周波数を下げるためには、極数を減らす方法がある。

【 0 0 1 7 】

次に、図 5 を参照して、極数が相違する場合についてスロット型モータと爪ティースモータとを比較する。図 5 (a) はスロット型モータの原理を示す図であり、T 字状の複数のティース 1 5 c が固定子外周部の内側に等角度に設けられ、ティース間にスロットが形成される。

複数のティース 1 5 c の内周側に回転子 4 が回転可能なように設けられている。ここでは特に、同図の上半分に記載されているようにティースを 3 本にした場合と、下半分に記載されているようにティースを 1 本にした場合とを各部の磁束密度を一定にしてコアの断面積に対応するコアの厚さを比較する。コイル巻線部を通過する磁束は固定子外周部で 2 分割されるので、3 本のティースの各コイル巻線部の径を D とすれば、固定子外周部の厚さは $D / 2$ となる。一方、1 本のティースのコイル巻線部の径は $3 D$ 必要になり、固定子外周部の厚さは $3 D / 2$ 必要になる。従って、1 本のティースの方が 3 本のティースの場合よりも固定子外周部の厚さが 3 倍必要になるので、モータの外径が同一であるときコイル巻線部のラジアル方向長が短縮し、コイルの量が減少する。また、ティースの重量も 3 倍になることから、ティースの先端部を太くし、付け根部分に向かって徐々に細くすることが好ましい。言い換えれば、コアバック部分のラジアル方向幅もそのティースの太さに応じて断面積を広げる必要がある。この場合には、ティースと固定子外周部との間に形成されたコイル巻線部分の空間が減少し、巻線の量が減少する。

10

【 0 0 1 8 】

言い換えれば、スロット部分には、元の 3 本のティースの場合と同量の巻線を施さなければならないため、モータの外径は大きくなる。すなわち、スロットに同量の巻線を巻くためには固定子の外径を大きくする必要がある。また、極数を少なくすることで、動作時のトルク脈動（トルクリプル）が大きくなるために、変速機構などにバックラッシュを有する本実施形態のモータには適していないということも言える。

20

【 0 0 1 9 】

次に図 5 (b) は爪ティースモータの原理を示す図であり、上半分に記載の 4 枚の爪ティースを設けた場合と、下半分に記載の 1 枚の爪ティースを設けた場合とを比較する。起磁力 $N I$ は一定であるので、磁束密度は回転子 4 に対向する部分の面積に依存し、4 枚の爪ティースの各々の長さを L としたとき、1 枚の爪ティースを設けた場合は、長さが $4 L$ になるのみであり、コイルの量、外径には影響しない。

30

【 0 0 2 0 】

すなわち、8 極 8 爪タイプと、4 極 4 爪タイプとでモータ径は変わらない。これは、一極ごとの磁束が増加する分、それに対する爪部分の断面積が、周方向で増加するためである。これによって、周波数を低くしながらも小形のモータを構成できるため、モータの外径が大きくなる。

【 0 0 2 1 】

また、モータが発生する回転力を変速機構で減速することで大きい出力軸でのトルクを得ることが可能となる。従来のスロット型モータ（特許文献 2）で構成する場合に比べ、コイルエンド部分が無いために、軸方向に短く、扁平で大トルクが実現可能である。また、潤滑油が満たされる領域に界磁コイルが露出しないために、磨耗粉等による界磁コイルの絶縁損傷などの対策が不要であり、システム全体の外形を小さくすることができる。また、コアと界磁コイル、ブラケットとコアなどとの接触面積が大きく熱伝導性も向上できる。

40

【 0 0 2 2 】

また、前記したトルク脈動の問題で周波数を上げたモータで対応する場合においても、爪ティースモータは、圧粉磁心で構成するために、有利となる。図 6 の周波数 - 鉄損特性に示すように、圧粉磁心（破線参照）は周波数 0.1 kHz において 0.2 W / kg の鉄損であり、 5 kHz において 5 W / kg 程度まで対数グラフ上で直線的に増加し、 50 A 7 0 0 電磁鋼板 （実線参照）は、 0.1 kHz において 0.1 W / kg の鉄損であり、 10 kHz において 100 W / kg 程度まで対数グラフ上で直線的に増加し、 500 Hz 程

50

度で交差する。このため、

圧粉磁心は高周波になるほど、50A700電磁鋼板よりも鉄損(W/kg)を低くできる特性を有している。このため、高速化した場合においても効率をそれほど損なわずに構成する設計が可能となり、2倍程度の高速化においては、トルクリップルの問題をそれほど気にならない極数で構成することが可能である。

【0023】

以上説明したように、本実施形態によれば、モータとして必要な外径内で変速機構を回転子4の内周側部分に配置できるので外径同一で出力トルクの大きいモータを得ることが可能となる。また、潤滑油が界磁コイル7に触れる構造でないため、製品寿命が長く、信頼性のよい製品が実現できる。

10

【0024】

(第2実施形態)

前記実施形態は、回転電機であるモータについて説明したが、このモータを使用した駆動装置として構成することができる。自動車機器あるいは図7のような移動ロボットとが駆動装置の例として考えられる。

図7に示す移動ロボット(自走ロボット)などの移動体の旋回する大トルクが必要なアームの関節部分などに利用することで、移動体の重量を軽くでき、移動体のバッテリー寿命の確保が可能となる。移動ロボット31には、車輪33を用いて前後方向に移動可能な本体部に減速モータ30が搭載されており、この減速モータ30が旋回アーム32aを水平方向に回転させ、旋回アーム32aに内蔵されている他の減速モータが旋回アーム33b

20

【0025】

また、自動車機器では、一台あたりに多数のモータが使用されているため、自動車の燃費向上が叫ばれるなかで、自動車全体の重量を減らすためには個々のモータの重量を低減することが課題となっており、このような個所への出力密度の大きいモータとして適用可能である。図8にはその応用例の一例を示す。中空構造を利用しやすいことは前に示したとおりであるが、この機構を内側部分に配置する例の1つとして、送りネジ機構を配置することも可能である。中空を有する回転軸3、又は出力軸の内側部分に送りネジ22を有することで大推力を発生可能な駆動装置を得ることができる。

【0026】

(変形例)

本発明は前記した実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のような種々の変形が可能である。

30

(1)第1実施形態は、減速モータを構成したが、発電機とすることも可能である。この場合には、変速機構が出力軸1の回転速度を加速して、加速された回転速度が回転軸3及び回転子4に伝達されることになる。

(2)第1実施形態は、正弦波交流電圧を界磁コイル7に印加したが、矩形波交流電圧を印加することもできる。出力軸1が無負荷の場合には、直線的に増加し、あるいは減少する無負荷電流が界磁コイル7に流れる。また、出力軸1に機械的負荷 ωT (ω :回転角速度、 T :トルク)がかかると、負荷に対応した定常電流が無負荷電流に重畳する。

40

(3)第1実施形態は、三相交流電圧を印加するために固定子18を軸方向に3個併設したが、1個の固定子18を用いて単相交流電圧を印加することもできる。この場合には、三相交流電圧を印加するよりもトルクリップルが大きくなる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の一実施形態である変速機構付回転電機の構造を示した断面図である。

【図2】固定子の構造を示す斜視図である。

【図3】爪ティースモータの原理を示す図及び界磁コイルに流れる交流電流波形を示す図である。

【図4】スロット型モータの構造を示す断面図である。

50

【図 5】スロット型モータと爪ティースモータとを比較するための断面図である。

【図 6】圧粉磁心と電磁鋼板との鉄損の周波数特性を示す図である。

【図 7】旋回アームを備えた移動ロボットの構造図である。

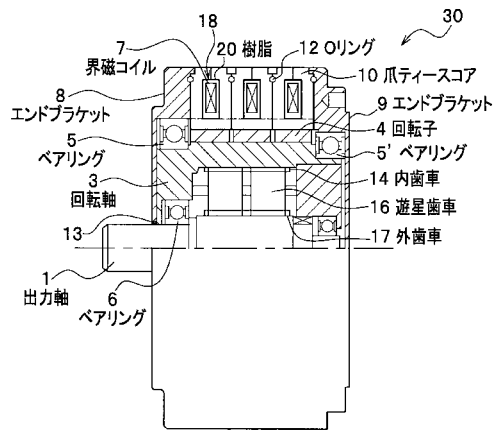
【図 8】送りねじによる直動機構を設けたモータの断面図である。

【符号の説明】

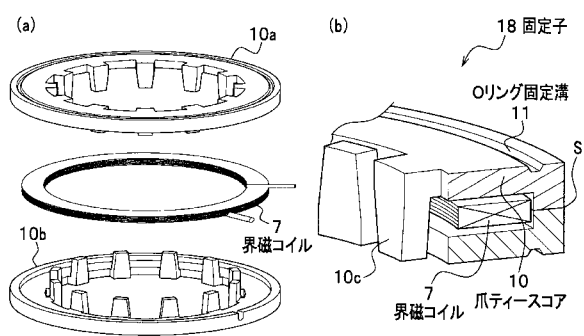
【 0 0 2 8 】

1	出力軸	
3	回転軸	
4	回転子	
5	ベアリング	10
6	ベアリング	
7	界磁コイル	
8, 9	エンドブラケット (筐体)	
10, 10a, 10b	爪ティースコア (コア)	
10c, 10d	爪部 (爪ティース)	
11	リング固定溝	
12	リング (封止部材)	
13	オイルシール (封止部材)	
14	内歯車 (変速機構)	
15, 15a, 15b, 15c	ティース	20
16	遊星歯車 (変速機構)	
17	外歯車 (変速機構)	
18	固定子	
20	樹脂	
22	送りねじ	
30	減速モータ	
31	移動ロボット	
32a, 32b	旋回アーム	
33	車輪	

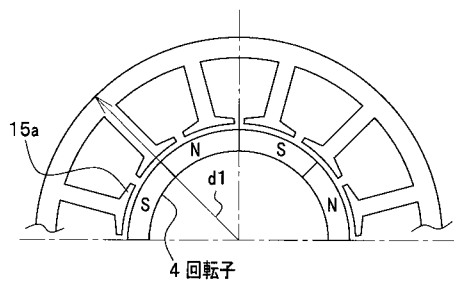
【図 1】



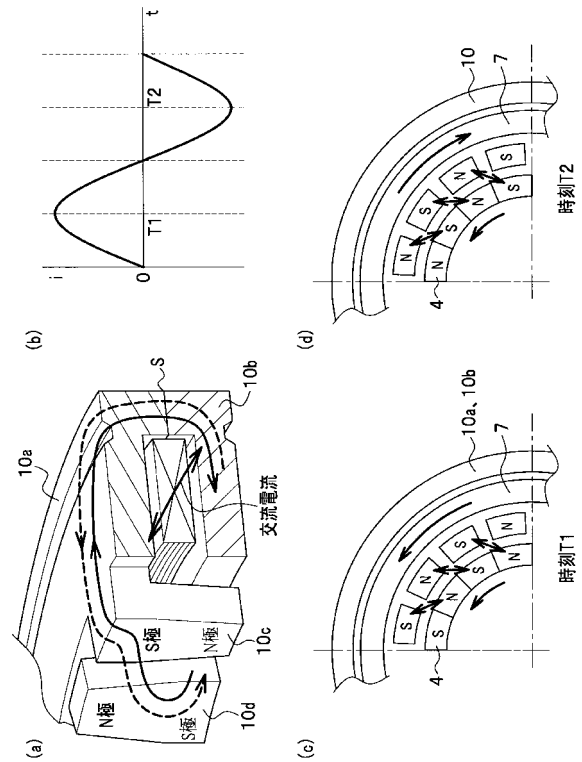
【図 2】



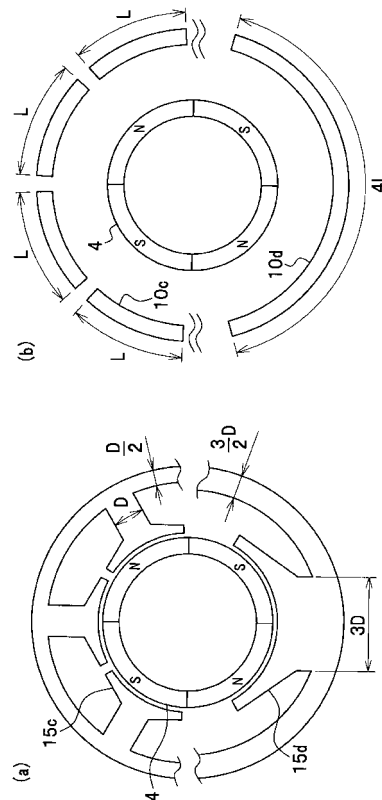
【図 4】



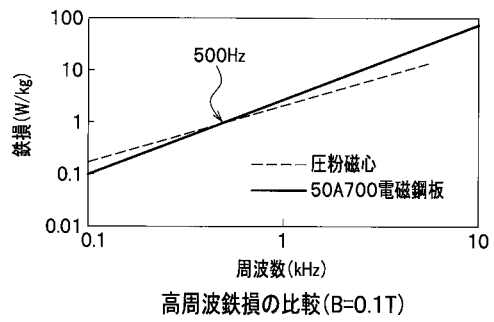
【図 3】



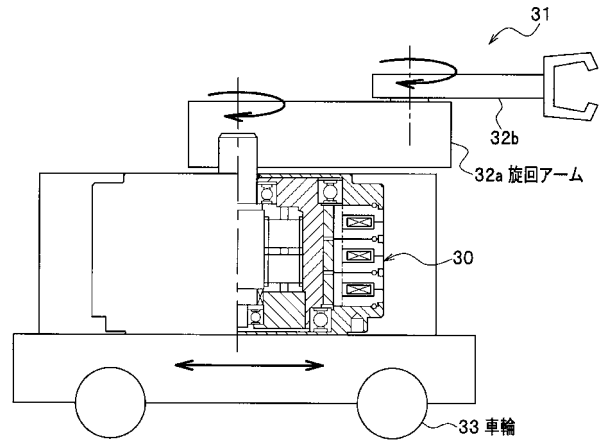
【図 5】



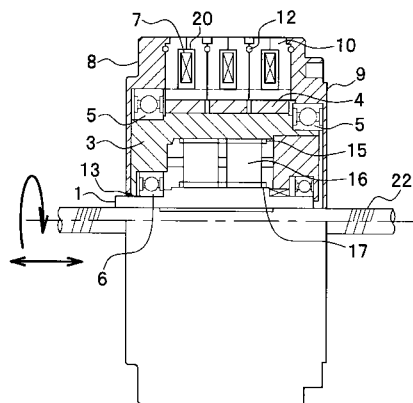
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 榎本 裕治
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
- (72)発明者 伊藤 元哉
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
- (72)発明者 正木 良三
千葉県習志野市東習志野七丁目 1 番 1 号 株式会社日立産機システム内
- (72)発明者 大岩 昭二
東京都千代田区神田美土代町 7 番地 日本サーボ株式会社内
- (72)発明者 石原 千生
千葉県松戸市稔台 5 2 0 番地日立粉末冶金株式会社内

F ターム(参考) 5H601 AA05 BB16 DD01 DD12 EE11 GA08 GA10 GA11 GA47 GB48
GD02 GD09 HH05
5H607 BB01 BB07 BB14 CC01 EE33 KK03