

(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2014-14209
(P2014-14209A)

(43) 公開日 平成26年1月23日(2014.1.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 2 K 5/00 (2006.01)	H O 2 K 5/00 A	5 H 6 O 5
H O 2 K 5/04 (2006.01)	H O 2 K 5/04	
H O 2 K 5/173 (2006.01)	H O 2 K 5/173 A	
	H O 2 K 5/173 B	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-150002 (P2012-150002)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成24年7月3日 (2012.7.3)		日本精工株式会社
			東京都品川区大崎1丁目6番3号
		(74) 代理人	100089118
			弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	小西 博英
			神奈川県藤沢市鵠沼神明1-5-50 日
			本精工株式会社内
		(72) 発明者	小泉 和則
			神奈川県藤沢市鵠沼神明1-5-50 日
			本精工株式会社内
		Fターム(参考)	5H605 BB05 BB10 BB14 CC03 CC04
			EA02 EA19 EB02 EB10 EB16
			GG04 GG06

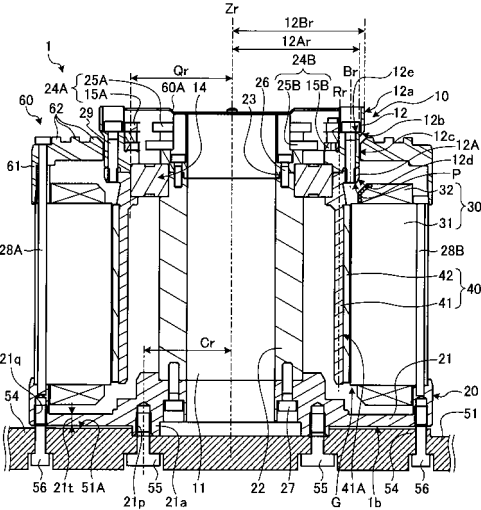
(54) 【発明の名称】 電動機及び搬送装置

(57) 【要約】

【課題】モータ出力軸が目標回転速度に到達するまでの時間を短縮し、加減速性能を高めることができる電動機及び搬送装置を提供する。

【解決手段】電動機1は、ハウジングベース21と、ハウジングインナ22と、モータロータ40と、モータステータ30と、軸受14と、モータ出力軸12と、を含む。ハウジングインナ22は、ハウジングベース21に立設され、中空部11を含む中空円環状である。モータロータ40は、ハウジングインナ22を囲み、ハウジングインナ22の径方向外側に配置される。ハウジングベース21は、厚さ方向の外側表面よりも突出し、モータロータ40が回転する周方向に延在する凸部となる支持部21aを備え、支持部21aがモータ出力軸12に作用する負荷を支持する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハウジングベースと、
前記ハウジングベースに立設され、中空円環状のハウジングインナと、
前記ハウジングインナを囲み、前記ハウジングインナの径方向外側に配置されたモータロータと、
前記ハウジングベースに固定され、かつ前記モータロータの径方向外側に磁気ギャップを介して対向配置されたモータステータと、
前記ハウジングインナに前記モータロータを回転自在に支持する軸受と、
固定部材により前記モータロータの端部に締結させて前記軸受の一部を前記モータロータに固定する円環状のモータ出力軸と、を含み、
前記ハウジングベースは、厚さ方向の外側表面よりも突出し、前記モータロータが回転する周方向に延在する凸部となる支持部を備え、前記支持部が前記モータ出力軸に作用する負荷を支持することを特徴とする電動機。

10

【請求項 2】

前記支持部は、前記軸受の外周よりも径方向内側にあり、
前記ハウジングベースは、固定用の締結穴を備え、前記締結穴は、前記支持部の厚さ方向に向かって延在する請求項 1 に記載の電動機。

【請求項 3】

ハウジングベースと、
前記ハウジングベースに立設され、中空円環状のハウジングインナと、
前記ハウジングインナを囲み、前記ハウジングインナの径方向外側に配置されたモータロータと、
前記ハウジングベースに固定され、かつ前記モータロータの径方向外側に磁気ギャップを介して対向配置されたモータステータと、
前記ハウジングインナに前記モータロータを回転自在に支持する軸受と、
固定部材により前記モータロータの端部に締結させて前記軸受の一部を前記モータロータに固定する円環状のモータ出力軸と、を含み、
前記ハウジングベースは、固定用の締結穴を備え、前記締結穴は、前記軸受の外周よりも径方向内側にあり、厚さ方向に向かって延在することを特徴とする電動機。

20

30

【請求項 4】

前記締結穴を第 1 の締結穴とした場合、
前記ハウジングベースは、前記軸受の外周よりも径方向外側にあり、かつ前記ハウジングベースを厚さ方向に向かって延在する第 2 の締結穴を有する請求項 1 または 2 に記載の電動機。

【請求項 5】

前記軸受は、4 点接触軸受である請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の電動機。

【請求項 6】

前記ハウジングベースの厚さ方向に貫通する排熱孔を備えている請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電動機。

40

【請求項 7】

前記モータ出力軸は、慣性モーメントが 0.01 kg m^2 の負荷体を回転させた場合、最大角加速度が 3000 rad/s^2 以上である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電動機。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の電動機を備え、
前記出力軸の回転により、搬送物を搬送する搬送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、電動機及びこの電動機を用いて搬送物を搬送する搬送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1では、回転負荷物を回転軸に回転支持し、同時にその負荷に対し直接回転駆動力を与えることができる回転駆動装置の技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4636432号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、電動機は、特許文献1に記載された電動機よりも、モータ出力軸の支持剛性を高めることが求められるようになってきた。これは、搬送装置が搬送物を搬送できる搬送テーブルの振動を抑制し、搬送装置を設置した製造工程のスループット（単位時間あたりの処理能力）の向上が求められているからである。モータ出力軸の支持剛性を高めるためには、電動機の高さを抑制することが有効である。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、モータ出力軸の支持剛性を高めることができる電動機及び搬送装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決し目的を達成するために、電動機は、ハウジングベースと、前記ハウジングベースに立設され、中空円環状のハウジングインナと、前記ハウジングインナを囲み、前記ハウジングインナの径方向外側に配置されたモータロータと、前記ハウジングベースに固定され、かつ前記モータロータの径方向外側に磁気ギャップを介して対向配置されたモータステータと、前記ハウジングインナに前記モータロータを回転自在に支持する軸受と、固定部材により前記モータロータの端部に締結させて前記軸受の一部を前記モータロータに固定する円環状のモータ出力軸と、を含み、前記ハウジングベースは、厚さ方向の外側表面よりも突出し、前記モータロータが回転する周方向に延在する凸部となる支持部を備え、前記支持部が前記モータ出力軸に作用する負荷を支持することを特徴とする。

30

【0007】

上記構成により、モータ出力軸にかかる負荷、つまりアキシアルモーメントを、軸受よりも径方向内側の支持部で集中的に支持することができる。これにより、励磁コイルの周囲にあるハウジングベースの厚みを部分的に低減し、モータステータの励磁コイルとハウジングベースとの間の絶縁距離を確保する。その結果、電動機の高さを抑制することができる。

【0008】

本発明の望ましい態様として、前記支持部は、前記軸受の外周よりも径方向内側にあり、前記ハウジングベースは、固定用の締結穴を備え、前記締結穴は、前記支持部の厚さ方向に向かって延在することが好ましい。この構造により、支持部での支持剛性を高めることができる。

40

【0009】

上述した課題を解決し目的を達成するために、電動機は、ハウジングベースと、前記ハウジングベースに立設され、中空円環状のハウジングインナと、前記ハウジングインナを囲み、前記ハウジングインナの径方向外側に配置されたモータロータと、前記ハウジングベースに固定され、かつ前記モータロータの径方向外側に磁気ギャップを介して対向配置されたモータステータと、前記ハウジングインナに前記モータロータを回転自在に支持する軸受と、固定部材により前記モータロータの端部に締結させて前記軸受の一部を前記モ

50

ータロータに固定する円環状のモータ出力軸と、を含み、前記ハウジングベースは、固定用の締結穴を備え、前記締結穴は、前記軸受の外周よりも径方向内側にあり、厚さ方向に向かって延在することを特徴とする。

【0010】

上記構成により、モータ出力軸にかかる負荷、つまりアキシャルモーメントを、軸受よりも径方向内側の締結穴に締結される締結構造で支持することができる。これにより、励磁コイルの周囲にあるハウジングベースの厚みを部分的に低減し、モータステータの励磁コイルとハウジングベースとの間の絶縁距離を確保する。その結果、電動機の高さを抑制することができる。

【0011】

本発明の望ましい態様として、前記締結穴を第1の締結穴とした場合、前記ハウジングベースは、前記軸受の外周よりも径方向外側にあり、かつ前記ハウジングベースを厚さ方向に向かって延在する第2の締結穴を有することが好ましい。

【0012】

この構造により、ハウジングベースを支持部材に取り付ける締結構造にはモータ回転軸の回転に伴う回転反力が加わるが、第1の締結穴による締結構造がモータ出力軸から加わる負荷体の負荷を支えているので、第2の締結穴による締結構造が支持する力は、モータロータの回転に伴う回転反力に抗する力だけあればよい。このため、支持部材とハウジングベースの電動機の端部側の間には、空隙を設けることができる。その結果、電動機は、内部の熱を空隙に伝達し放熱することができ、支持部材の熱による支持位置の歪みを抑制することができる。

【0013】

本発明の望ましい態様として、前記軸受は、4点接触軸受であることが好ましい。この構造により、モータロータの回転剛性を高め、モータ出力軸に取り付けられる負荷体の振動を抑制することができる。

【0014】

本発明の望ましい態様として、前記ハウジングベースの厚さ方向に貫通する排熱孔を備えていることが好ましい。この構造により、電動機の内部の熱を排熱し、熱の蓄積を抑制することができる。

【0015】

本発明の望ましい態様として、前記モータ出力軸は、慣性モーメントが 0.01 kg m^2 の負荷体を回転させた場合、最大角加速度が 3000 rad/s^2 以上であることが好ましい。この構造により、電動機は、モータ出力軸が目標回転速度に到達するまでの時間を短縮し、加減速性能を高めることができる。

【0016】

本発明の望ましい態様として、前記電動機を備え、前記出力軸の回転により、搬送物を搬送する搬送装置であることが好ましい。この構造により、電動機は、モータ出力軸の支持剛性を高める。このため、搬送装置は搬送物を搬送できる精度を高めることができる。その結果、搬送装置を設置した製造工程は、スループット（単位時間あたりの処理能力）を向上させることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、モータ出力軸の支持剛性を高めることができる電動機及び搬送装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、実施形態1に係る電動機の使用状態を説明する説明図である。

【図2】図2は、搬送装置の一例を示す模式図である。

【図3】図3は、回転中心と平行な方向から実施形態1の電動機の出力軸をみた平面図である。

10

20

30

40

50

【図 4】図 4 は、回転中心を含む仮想平面で実施形態 1 の電動機を切って模式的に示す断面図である。

【図 5】図 5 は、実施形態 1 の電動機の構成を回転中心に直交する仮想平面で切ってモータロータを模式的に示す断面図である。

【図 6】図 6 は、回転中心を含む仮想平面で軸受装置を切って模式的に示す断面図である。

【図 7】図 7 は、モータ出力軸にかかる負荷の力をハウジングベースで受けた場合、電動機の外側で支持する支持剛性を説明する説明図である。

【図 8】図 8 は、モータ出力軸にかかる負荷の力をハウジングベースで受けた場合、電動機の内側で支持する支持剛性を説明する説明図である。

【図 9】図 9 は、回転中心を含む仮想平面で実施形態 2 の電動機の構成を切って模式的に示す断面図である。

【図 10】図 10 は、回転中心を含む仮想平面で実施形態 3 の電動機の構成を切って模式的に示す断面図である。

【図 11】図 11 は、実施形態 4 の電動機のハウジングベースの表面を模式的に示す平面図である。

【図 12】図 12 は、評価例及び比較例の位置決め時間の評価結果を示す説明図である。

【図 13】図 13 は、図 12 の評価結果に対応する評価例及び比較例の電動機の出力トルクを示す説明図である。

【図 14】図 14 は、図 12 の評価結果に対応する評価例及び比較例の電動機の加速度を示す説明図である。

【図 15】図 15 は、評価例及び比較例の出力トルクと回転速度の関係を示す N T 特性を説明する説明図である。

【図 16】図 16 は、負荷体の慣性モーメントに対応する評価例及び比較例の最高加速度を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

【0020】

（実施形態 1）

図 1 は、実施形態 1 に係る電動機の使用状態を説明する説明図である。図 2 は、搬送装置の一例を示す模式図である。図 3 は、回転中心と平行な方向から実施形態 1 の電動機の出力軸をみた平面図である。図 1 及び図 2 に示すように、搬送装置 100 は、電動機 1 と、搬送物 53 を移動させる搬送プレート 52 とを備えている。例えば搬送物 53 は、発光ダイオード、セラミックコンデンサ、チップ抵抗器、車載用集積回路などの電子部品である。搬送装置 100 は、例えば電子部品の供給装置、電子部品の選別装置、電子部品の外観検査装置または電気的特性検査（検査装置）などの用途に用いられる。

【0021】

図 2 に示すように、電動機 1 は、固定部材 55 により支持部材 51 に取り付けられ、電動機の端部 1b 側が支持部材 51 に固定されている。図 2 及び図 3 に示す電動機 1 は、回転中心 Z_r を中心に、回転伝達部材である円環状のモータ出力軸 12 を回転させる。搬送プレート 52 は、モータ出力軸 12 にボルト等の固定部材 57 で固定されている。このため、図 3 に示す電動機 1 は、回転中心 Z_r を中心に、回転伝達部材である円環状のモータ出力軸 12 を回転させることで、支持部材 51 に対して搬送プレート 52 を図 1 に示す R 方向に相対的に回転させることができる。なお、ボルト等の固定部材 29 については、後述する。

【0022】

10

20

30

40

50

電動機 1 は、図 2 に示すように、中空部 1 1 が電動機 1 の端部 1 a と端部 1 b との間を貫通している。この中空部 1 1 には、例えば図 1 に示すような搬送物 5 3 を搬送プレート 5 2 に吸着させる負圧を伝達する配管などの挿通部材 5 4、及び搬送物 5 3 を搬送プレート 5 2 に着脱させる制御信号を伝達する配線などを通すことができる。図 1 に示すように、搬送装置 1 0 0 は、図 2 に示すモータ出力軸 1 2 の位置に応じて、搬送プレート 5 2 が搬送している搬送物 5 3 の位置を位置決めする。このように、電動機 1 は、ギヤ、ベルトまたはローラ等の伝達機構を介在させることなく負荷体 5 0 である搬送物 5 3 及び搬送プレート 5 2 に回転力をダイレクトに伝達し、搬送物 5 3 を回転させることができる。電動機 1 は、いわゆるモータ回転軸と負荷体 5 0 とを直結したダイレクトドライブモータである。これにより、電動機 1 は、高精度の搬送物 5 3 の位置決めをすることができる。

10

【0023】

図 2 に示すように、ダストカバー 6 0 は、電動機 1 の端部 1 a 側に、例えば図 3 に示すボルトなどの固定部材 2 8 A で後述するモータステータに固定されている。図 3 に示すように、ダストカバー 6 0 は、ダストカバー本体 6 1 がモータ出力軸 1 2 の外周側に配置された円環状の部材である。ダストカバー 6 0 は、ダストカバー本体 6 1 (電動機 1 の端部 1 a 側) の表面から突出し、かつ周方向に延在する凸部であるダストカバーフィン 6 2 を備えている。ダストカバーフィン 6 2 は、周方向に点在する凸部であってもよい。ダストカバーフィン 6 2 は、ダストカバー本体 6 1 の表面積を増加させるため、放熱効果を向上させることができる。また、ダストカバー 6 0 は、ダストカバー本体 6 1 の厚み方向に貫通する排熱穴排熱孔 6 3 を備えている。排熱孔 6 3 は、ダストカバー 6 0 の周方向に複数備えられ点在している。ダストカバー 6 0 は、電動機 1 の端部 1 a 側から電動機 1 の内部に異物が入ることを抑制できる。排熱穴排熱孔 6 3 は、電動機 1 の内部の熱を排熱し、熱の蓄積を抑制することができる。

20

【0024】

検出器カバー 6 0 A は、例えば、ボルトなどの固定部材 2 9 で後述するハウジングフランジに固定されている。図 3 に示すように、検出器カバー 6 0 A は、中空部 1 1 とモータ出力軸 1 2 との間に配置される、後述する回転角度検出器のカバーであり、モータ出力軸 1 2 の内周側に配置された円環状の部材である。

【0025】

図 1 に示すように、外部のコンピュータからモータ回転指令 i が入力されたとき、モータ制御回路 9 0 は、CPU (Central Processing Unit) 9 1 から 3 相アンプ (AMP : Amplifier) 9 2 に駆動信号を出力する。モータ制御回路 9 0 は、AMP 9 2 から電動機 1 に図 2 に示す配線 9 5 を介して駆動電流 M_i が供給する。電動機 1 は、駆動電流 M_i により搬送プレート 5 2 を回転させ、搬送物 5 3 を移動させるようになっている。搬送プレート 5 2 が回転すると、後述する回転角度を検出したレゾルバ等の回転角度検出器から検出信号 (レゾルバ信号) S_r が出力される。モータ制御回路 9 0 は、図 2 に示す配線 9 5 を介して検出信号 S_r を受信し、受信した検出信号 S_r をレゾルバデジタル変換器 (RDC : Resolver to Digital Converter) 9 3 でデジタル変換する。RDC 9 3 からの検出信号 S_r のデジタル情報に基づいて、CPU 9 1 は搬送物 5 3 が指令位置に到達したか否かを判断し、指令位置に到達する場合、AMP 9 2 への駆動信号を停止する。

30

40

【0026】

図 4 は、回転中心を含む仮想平面で実施形態 1 の電動機を切って模式的に示す断面図である。図 5 は、実施形態 1 の電動機の構成を回転中心に直交する仮想平面で切ってモータロータを模式的に示す断面図である。電動機 1 は、静止状態に維持される固定子 (以下、モータステータという) 3 0 と、モータステータ 3 0 に対して回転可能に配置された回転子 (以下、モータロータという) 4 0 と、モータステータ 3 0 を固定して支持部材 5 1 に取り付けられるベース部材 (ハウジング) 2 0 と、モータロータ 4 0 に固定されてモータロータ 4 0 とともに回転可能なモータ出力軸 1 2 とを含む。

【0027】

モータロータ 4 0 とモータ出力軸 1 2 とは、後述するように連結され、モータ回転軸 1

50

0 となっている。ベース部材 2 0 は、略円板状のハウジングベース 2 1 と、中空部 1 1 が貫通し、中空部 1 1 を囲むようにハウジングベース 2 1 から凸状に突出した軸心となるハウジングインナ 2 2 と、後述するハウジングフランジ 2 3 とを備えている。そして、電動機 1 は、ベース部材 2 0 のハウジングインナ 2 2 とモータ回転軸 1 0 との間に介在されてモータ回転軸 1 0 をベース部材 2 0 に対して回転可能に支持する軸受 1 4 と、を含む。

【0028】

図 5 に示すように、ハウジングインナ 2 2、モータロータ 4 0 及びモータステータ 3 0 はいずれも環状の構造体である。ハウジングインナ 2 2、モータロータ 4 0 及びモータステータ 3 0 は、回転中心 Z_r を中心に同心状に配置されている。また、電動機 1 は、回転中心 Z_r から外側へ、ハウジングインナ 2 2、モータロータ 4 0、モータステータ 3 0 が順に配置されている。このような電動機 1 は、インナーロータ型と呼ばれ、モータロータ 4 0 がモータステータ 3 0 よりも回転中心 Z_r 寄りとなる。

10

【0029】

図 4 に示すように、電動機 1 は、モータ出力軸 1 2、モータロータ 4 0 及びモータステータ 3 0 がハウジングベース 2 1 の上に配置されている。ハウジングインナ 2 2 は、ハウジングベース 2 1 にボルト等の固定部材 2 7 を介して締結され固定されている。また、ハウジングフランジ 2 3 は、ボルト等の固定部材 2 6 に押圧され、ハウジングインナ 2 2 に軸受 1 4 の内輪を固定する。

【0030】

図 4 及び図 5 に示すように、ハウジングベース 2 1 の外周縁には、モータステータ 3 0 がボルト等の固定部材 2 8 A、2 8 B によって締結されている。これにより、モータステータ 3 0 はハウジングベース 2 1 に対して位置決め固定されている。またダストカバー 6 0 も固定部材 2 8 A によりハウジングベース 2 1 に対して位置決め固定されている。モータステータ 3 0 の中心軸は、モータロータ 4 0 の回転中心 Z_r と一致する。

20

【0031】

モータステータ 3 0 は、筒状のステータコア 3 1 と、励磁コイル 3 2 とを含む。モータステータ 3 0 は、ステータコア 3 1 に励磁コイル 3 2 が巻きつけられる。モータステータ 3 0 には、電源からの電力を供給するための配線 9 5 (図 2 参照) が接続されており、この配線 9 5 を通じて励磁コイル 3 2 に対して電力が供給されるようになっている。

【0032】

30

モータステータ 3 0 は、回転中心 Z_r 側にモータロータ 4 0 を包囲するように筒状に設けられる。モータステータ 3 0 は、ステータコア 3 1 が上述した回転中心 Z_r を中心とした円周方向にティース 3 1 a が等間隔で並んで、バックヨーク 3 1 b が一体に配置される。モータステータ 3 0 は、このような一体コアに限られず、複数の分割されたステータコア 3 1 が上述した回転中心 Z_r を中心とした円周方向に等間隔で並んで配置される分割コアであってもよい。そして、ステータコア 3 1 は、固定部材 2 8 A、2 8 B によって図 4 に示すハウジングベース 2 1 に固定される。

【0033】

また、ステータコア 3 1 は、略同形状に形成された複数のティース 3 1 a が回転中心 Z_r 方向に積層されて束ねられることで形成される。ステータコア 3 1 は、電磁鋼板などの磁性材料で形成される。モータステータ 3 0 は、複数のステータコア 3 1 が組み合わせられると、環状形状を形成する。

40

【0034】

励磁コイル 3 2 は、線状の電線である。励磁コイル 3 2 は、ステータコア 3 1 のティース 3 1 a にインシュレータを介して集中巻きされる。この構成により、磁極数を低減でき、かつ分布巻きに比較してコイルエンドが短くなることからコイル量を低減できる。その結果、コストを低減でき、電動機 1 をコンパクトにすることができる。なお、インシュレータは、励磁コイル 3 2 とステータコア 3 1 とを絶縁するための部材であり、耐熱部材で形成される。

【0035】

50

励磁コイル 3 2 は、ステータコア 3 1 のティース 3 1 a の複数の外周に分布巻きされていてもよい。この構成により、磁極数が増え、磁束の分布が安定することからトルクリップルを抑制することができる。励磁コイル 3 2 は、バックヨーク 3 1 b の外周にトロイダル巻きされていてもよい。この構成により、分布巻きと同等の磁束分布を発生することができる。その結果、トルクリップルを抑制することができる。このように構成されたステータコア 3 1 が周方向に複数組み合わせられることにより、モータステータ 3 0 は、モータロータ 4 0 を包囲できる形状となる。

【 0 0 3 6 】

モータロータ 4 0 は、モータロータ 4 0 の外径がモータステータ 3 0 の内径寸法よりも小さな円筒状である。モータロータ 4 0 は、ロータヨーク 4 1 及びロータヨーク 4 1 の外周に貼り付けられたマグネット 4 2 を含む。モータステータ 3 0 とモータロータ 4 0 との間には、微小の磁気ギャップ G (隙間) が介在している。ロータヨーク 4 1 は、筒状に形成される。ロータヨーク 4 1 は、電磁鋼板、冷間圧延鋼板などの薄板が、接着、ボス、カシメなどの手段により積層されて製造される。例えば、ロータヨーク 4 1 は、順次金型の型内で積層され、金型から排出される。ロータヨーク 4 1 は、軟磁性の磁性体の粉を成形する圧粉成型により製造される圧粉磁心であってもよい。

【 0 0 3 7 】

マグネット 4 2 は、ロータヨーク 4 1 の外周表面に沿って貼り付けられ、複数設けられている。マグネット 4 2 は、永久磁石であり、S 極及び N 極がロータヨーク 4 1 の円周方向に交互に等間隔で配置される。これにより、図 5 に示すモータロータ 4 0 の極数は、ロータヨーク 4 1 の外周側に N 極と、S 極とがロータヨーク 4 1 の円周方向に交互に配置された 2 0 極である。なお、モータロータ 4 0 の極数は、2 0 極に限られず、例えば 2 8 極または 3 6 極でもよく、必要に応じて適宜変更できる。また、永久磁石は、例えば Nd - Fe - B 系磁石を用いることができる。

【 0 0 3 8 】

モータ出力軸 1 2 は、円環状の部材であり、ボルト等の固定部材 2 9 を介してモータロータ 4 0 に軸受 1 4 の外輪を固定するフランジとしても機能する。モータ出力軸 1 2 は、円環の中心軸が電動機 1 の回転中心 Z_r と同軸に形成されている。モータ出力軸 1 2 の円環の径方向の中心の回転半径は、図 4 に示す半径 B_r である。

【 0 0 3 9 】

また、軸受 1 4 は、外輪がモータ出力軸 1 2 とモータロータ 4 0 とに固定され、内輪がハウジングフランジ 2 3 とハウジングインナ 2 2 に固定されている。これにより、軸受 1 4 は、ハウジングベース 2 1 に対して、モータ出力軸 1 2 及びモータロータ 4 0 を回転自在に支持することができる。このため、電動機 1 は、モータ出力軸 1 2 及びモータロータ 4 0 をハウジングベース 2 1 及びモータステータ 3 0 に対して回転させることができる。

【 0 0 4 0 】

図 6 は、回転中心を含む仮想平面で軸受装置を切って模式的に示す断面図である。軸受 1 4 は、4 点接触軸受と呼ばれ、回転中心 Z_r の周囲を囲む環状の外輪 7 1 及び内輪 7 2 と、外輪 7 1 及び内輪 7 2 の間の軌道溝に周方向一列に配置された複数の転動体 7 3 とを備えている。転動体 7 3 の中心を含む断面は円形となる球体である。

【 0 0 4 1 】

転動体 7 3 の曲率半径は、外輪 7 1 及び内輪 7 2 の間の軌道溝の曲率半径より僅かに小さい。これにより、転動体 7 3 は、外輪 7 1 及び内輪 7 2 の間の軌道溝に略点接触する。つまり、外輪 7 1 及び内輪 7 2 の間の軌道溝は、転動体 7 3 に略点接触するように凹んだ面を有している。なお、略点接触とは、転動体 7 3 が弾性変形により、外輪 7 1 及び内輪 7 2 の間の軌道溝に楕円状の接触面で接触する場合も含む。

【 0 0 4 2 】

転動体 7 3 が外輪 7 1 及び内輪 7 2 の間の軌道溝に略点接触する点を結んだ作用線 7 4、7 5 は、転動体 7 3 の中心で交わる。また、作用線 7 4、7 5 は、回転中心 Z_r と直交する仮想平面に対して、等しい角度で交差する。このため、複数の転動体 7 3 は、外輪 7

10

20

30

40

50

１及び内輪７２の間を周方向に沿って、相互に等しい角度分だけ向きを変えながら、転がり自在となる。これにより、軸受１４は、一列の転動体で周方向（ラジアル方向）及び回転中心Ｚｒと平行な方向（スラスト方向）の負荷または荷重を受けることができる。

【００４３】

軸受１４は、転動体７３が外輪７１及び内輪７２の間の軌道溝に点接触するので、軸受１４におけるトルク損失が少ない。その結果、モータロータ４０は、高速回転が可能となる。軸受１４は、円筒ころを用いるクロスローラ軸受よりも転がり摩擦を低減でき、高速回転が可能である。なお転動体７３は、球の他、断面形状が外輪７１及び内輪７２の間の軌道溝に略点接触する楕円形状を有する外形であってもよい。軸受１４は、転動体７３の姿勢、間隔を保持する保持器またはスペーサを備えていてもよい。

10

【００４４】

軸受１４は、外輪７１及び内輪７２が一体で転動体７３に予圧が付与されているようにしてもよい。また、軸受１４は、転動体７３をクロスローラとしたクロスローラ軸受としてもよい。

【００４５】

また、電動機１は、回転角度検出器２４Ａ、２４Ｂを備えることが好ましい。回転角度検出器２４Ａ、２４Ｂは、例えばレゾルバであって、モータロータ４０及びモータ出力軸１２の回転位置を高精度に検出することができる。

【００４６】

回転角度検出器２４Ａ、２４Ｂは、ハウジングフランジ２３と、モータ出力軸１２と、軸受１４と、検出器カバー６０Ａとで囲まれる空間に配置される。このため、上述したマグネット４２及び励磁コイル３２が引き起こす磁界変化の影響を抑制することができる。

20

【００４７】

回転角度検出器２４Ａ、２４Ｂは、静止状態に維持されるレゾルバステータ２５Ａ、２５Ｂと、レゾルバステータ２５Ａ、２５Ｂと所定のギャップを隔てて対向配置され、レゾルバステータ２５Ａ、２５Ｂに対して回転可能なレゾルバロータ１５Ａ、１５Ｂを備えており、軸受１４の上方に配設されている。

【００４８】

レゾルバステータ２５Ａ、２５Ｂは、複数のステータ磁極が円周方向に等間隔に形成された環状の積層鉄心を有し、各ステータ磁極にレゾルバコイルが巻回されている。本実施形態の電動機１では、レゾルバステータ２５Ａ、２５Ｂは、ハウジングインナ２２に固定されている。

30

【００４９】

レゾルバロータ１５Ａ、１５Ｂは、中空環状の積層鉄心により構成されており、モータ出力軸１２の内側に固定されている。回転角度検出器２４Ａ、２４Ｂの配設位置は、モータロータ４０（モータ出力軸１２）の回転を検出することが可能であれば特に限定されず、モータ出力軸１２及びベース部材２０の形状に応じて任意の位置へ配設することができる。

【００５０】

モータロータ４０が回転すると、モータロータ４０とともにモータ出力軸１２が回転し、連動してレゾルバロータ１５Ａ、１５Ｂも回転する。これにより、レゾルバロータ１５Ａ、１５Ｂと、レゾルバステータ２５Ａ、２５Ｂとの間のリラクタンスが連続的に変化する。レゾルバステータ２５Ａ、２５Ｂは、リラクタンスの変化を検出し、レゾルバ制御回路によって電気信号（デジタル信号）に変換する。電動機１を制御する制御装置は、レゾルバ制御回路の電気信号に基づいて、単位時間当たりのレゾルバロータ１５Ａ、１５Ｂと連動するモータ出力軸１２及びモータロータ４０の位置や回転角度を演算処理することができる。その結果、電動機１を制御する制御装置は、モータ出力軸１２の回転状態（例えば、回転速度、回転方向あるいは回転角度など）を計測することが可能となる。

40

【００５１】

なお、上述したレゾルバロータ１５Ａは、回転中心Ｚｒに対して偏心させた内周中心を

50

有する円環状となっている。このため、モータロータ 40 の回転に伴ってレゾルバロータ 15 A が回転すると、レゾルバステータ 25 A との間の距離を円周方向に連続して変化させ、両者の間のリラクタンスがレゾルバロータ 15 A の位置により連続的に変化する。レゾルバロータ 15 A の 1 回転につき、リラクタンス変化の基本波成分が 1 周期となる単極レゾルバ信号を出力しており、回転角度検出器 24 A はいわゆる単極レゾルバとなる。

【0052】

また、レゾルバロータ 15 B は、突極状の複数の歯が円周方向に等間隔で形成される。このため、モータロータ 40 の回転に伴ってレゾルバロータ 15 B が回転すると、レゾルバステータ 25 B との間の距離を円周方向に周期的に変化させ、両者の間のリラクタンスがレゾルバロータ 15 B の歯の位置により連続的に変化する。レゾルバロータ 15 B の 1 回転につき、リラクタンス変化の基本波成分が多周期となる多極レゾルバ信号を出力しており、回転角度検出器 24 B はいわゆる多極レゾルバとなる。

【0053】

このように、電動機 1 は、モータロータ 40 の 1 回転につき、リラクタンス変化の基本波成分の周期が異なる回転角度検出器 24 A 及び回転角度検出器 24 B を備えることにより、モータ出力軸 12 の絶対位置を把握することができ、また、モータ出力軸 12 の回転状態(例えば、回転速度、回転方向あるいは回転角度など)を計測する精度を高めることができる。

【0054】

図 2 及び図 4 に示すように、電動機 1 は、ハウジングベース 21 が固定部材 55 により支持部材 51 に取り付けられることで、支持部材 51 に対して位置決め固定される。ハウジングベース 21 は、支持部材 51 に取り付けられた状態において、支持部材 51 の取付面と接する支持部 21 a を少なくとも 1 つ有している。支持部 21 a は、電動機 1 の端部 1 b よりも突出する、周方向に延在する凸部である。図 4 に示すように、実施形態 1 の電動機 1 は、支持部 21 a の電動機 1 の端部 1 b 側に、固定部材 55 のボルト穴である締結穴(第 1 の締結穴) 21 p を備えている。締結穴 21 p は、支持部 21 a の厚さ方向に向かって延在する。

【0055】

図 7 は、モータ出力軸 12 にかかる負荷の力をハウジングベースで受けた場合、電動機の外側で支持する支持剛性を説明する説明図である。図 8 は、モータ出力軸にかかる負荷の力をハウジングベースで受けた場合、電動機 1 の内側で支持する支持剛性を説明する説明図である。図 7 に示すように、電動機 1 の自重やモータ回転軸 10 の回転時の振動などを支持部材 51 に分散して作用させるため、モータ出力軸にかかる負荷の力 F を、電動機 1 の外側の支持力 F_1 で支持する考え方もある。

【0056】

しかしながら、モータ出力軸にかかる負荷の力 F を、電動機 1 の外側で支持する場合、ハウジングベース 21 が径方向に大きくなる。ハウジングベース 21 の外形を小さくする場合、支持剛性を増加させるため、厚みを大きくする必要がでてくる。ハウジングベース 21 の厚みを増加させる場合、モータステータ 30 の励磁コイル 32 とハウジングベース 21 との間の絶縁距離を確保するため、電動機 1 の高さが増加してしまう。電動機 1 の高さが増加する場合、搬送装置 100 と連携して検査等を行う産業機器の高さが高くなり、安定した操作性に影響を及ぼす可能性がある。

【0057】

そこで、電動機 1 は、図 8 に示すように、モータ出力軸 12 にかかる負荷の力 F を、電動機 1 の内側の支持力 F_2 で支持する。実施形態 1 の電動機は、支持部 21 a が図 4 に示す電動機 1 の端部 1 b 側、つまり厚さ方向の外側の表面からよりも突出し、支持部 21 a が電動機 1 の自重を支持部材 51 に受けるようにしている。そして、支持部 21 a での支持剛性を高めるため、固定部材 55 がハウジングベース 21 に取り付けられる回転中心 Z_r からの距離 C_r は、回転中心 Z_r から軸受 14 (の外輪) の外周までの距離 Q_r より小さい。そして、締結穴 21 p は、軸受 14 の外周よりも径方向内側にある支持部 21 a に

開けられている。その結果、モータ出力軸 1 2 にかかる負荷、つまりアキシャルモーメントを、軸受 1 4 よりも内側の支持部 2 1 a で集中的に支持することができる。これにより、励磁コイル 3 2 の周囲にあるハウジングベース 2 1 の厚み 2 1 t を部分的に低減し、モータステータ 3 0 の励磁コイル 3 2 とハウジングベース 2 1 との間の絶縁距離を確保する。その結果、電動機 1 の高さを抑制することができる。

【0058】

電動機 1 は、電動機 1 の端部 1 b 側の表面であって、ハウジングベース 2 1 の外周端近傍に、ボルト穴である締結穴（第 2 の締結穴）2 1 q を備えている。締結穴 2 1 q は、軸受 1 4 の外周よりも径方向外側に開けられている。締結穴 2 1 q は、軸受 1 4 の外周よりも径方向外側にあり、かつ支持部 2 1 a の厚さ方向に向かって延在する。ボルトなどの固定部材 5 6 は、締結穴 2 1 q と締結され、ハウジングベース 2 1 を支持部材 5 1 に取り付ける締結構造となる。このため、ハウジングベース 2 1 の固定部材 5 6 にはモータ回転軸 1 0 の回転に伴う回転反力が加わるが、支持部 2 1 a がモータ出力軸 1 2 から加わる負荷体 5 0 の負荷を支えているので、固定部材 2 9 が支持する力は、モータ回転軸 1 0 の回転に伴う回転反力に抗する力だけあればよい。このため、支持部材 5 1 とハウジングベース 2 1 の電動機 1 の端部 1 b 側の間には、空隙 5 1 A を設けることができる。その結果、電動機 1 は、内部の熱を空隙 5 1 A に伝達し放熱することができ、支持部材 5 1 の熱による支持位置の歪みを抑制することができる。このため、上述した図 1 に示す搬送装置 1 0 0 は、搬送物 5 3 の搬送精度を高めることができる。

【0059】

モータロータ 4 0 とモータ出力軸 1 2 とは、例えばボルト等の固定部材 2 9 により連結され、固定されている。ロータヨーク 4 1 は、外周 4 1 A よりも径方向外側に突出する出力軸固定部 1 2 A を備えている。つまり、モータロータ 4 0 の端部には、磁気ギャップ G に面している部分でのモータロータ 4 0 の表面 4 1 A よりも径方向外側に突出してモータ出力軸 1 2 と連結される出力軸固定部 1 2 A を備えている。締結穴 P は、モータ出力軸 1 2 と出力軸固定部 1 2 A とを連通する雌ねじ穴である。ボルト等の固定部材 2 9 は、図 2 に示す電動機 1 の端部 1 a 側から、図 4 に示す締結穴 P に挿入され、固定部材 2 9 のボルトの頭が座面 1 2 e で位置決めされた上で締結される。

【0060】

電動機 1 は、出力軸固定部 1 2 A が励磁コイル 3 2 から安全距離を保ちながら、外周 4 1 A よりも径方向外側に突出している。電氣的な信頼性（ショート、ノイズなど）を確保するため、安全距離は励磁コイル 3 2 と周辺部材の距離は一定以上確保することが望ましく、概ね印加電圧 1 0 0 V あたり 1 mm である。電動機 1 は、出力軸固定部 1 2 A を備えることにより、安全距離を保ちながら、モータの外形サイズは出来る限り小さく抑えることができる。出力軸固定部 1 2 A の励磁コイル 3 2 側には、外周の半径が漸次小さくなるテーパ面 1 2 d がある。テーパ面 1 2 d は、コイルとの絶縁距離を確保するため、ボルト下端部には内周方向に励磁コイル 3 2 の巻回された外形と同じような角度で掘り込んでいいる。これにより、例えば、ロータヨーク 4 1 は、励磁コイル 3 2 から安全距離を保つことができる。

【0061】

軽量の負荷体 5 0 を狭角度で位置決めを行うためには、ロータに加える加速度（減速度）を大きくすることが有効である。このため、モータ回転軸 1 0 の慣性モーメントを軽くすることと、モータ回転軸 1 0 に大きなトルクを加えることとを両立する必要がある。軽量の負荷を長期間安定させつつ高速で位置決め動作させるためには、モータ回転軸 1 0 の強度（剛性）を高めておく必要がある。負荷体 5 0 により、所望の条件で動かすために必要な出力（トルク及び回転数）が要請される場合、負荷体 5 0 からモータ回転軸 1 0 に加わる力が定まり、この力に抗するために必要な固定部材 2 9 の締結力、例えばボルトサイズ、本数及び固定部材 2 9 の回転中心 Z r からの距離 B r の少なくとも 1 以上が要求される。ボルトサイズを増加させ、本数を減らすと、モータ高さが増え、この高さ分だけモータ回転軸 1 0 の慣性モーメントが増える。また、ボルトサイズを低減させると、ボルトの

本数が増え、回転半径 B_r も大きくなる、その結果、モータ出力軸 12 の半径 $12 B_r$ が大きくなってしまいうため、半径 $12 B_r$ の増加分だけモータ回転軸 10 の慣性モーメントが増える。

【0062】

そこで、モータ出力軸 12 は、モータ出力軸 12 の外周の半径が漸次小さくなるテーパ面 12 b をモータ出力軸 12 の外周に備える。テーパ面 12 b は、モータ出力軸 12 の外周の半径が出力軸固定部 12 A 側へ向かって減少する部分である。テーパ面 12 b は、段部であってもよい。モータ出力軸 12 は、座面 12 e を含み、回転中心 Z_r と直交する仮想平面におけるモータ出力軸 12 の外周 12 a の半径 $12 B_r$ よりも、座面 12 e より出力軸固定部 12 A 側にあるモータ出力軸 12 の外周 12 c の半径 $12 A_r$ は小さくなる。なお、出力軸固定部 12 A の外周 12 c の半径は半径 $12 A_r$ と同じである。そして、モータロータ 40 は、出力軸固定部 12 A の半径がモータ出力軸 12 の最大外周である外周 12 a より小さい。その結果、固定部材 29 のボルト頭の部分（座面 12 e）より下側（支持部材 51 側）のモータ回転軸 10 の径を小さくすることができる。モータ回転軸 10 は、部分的に薄肉となり、モータ回転軸 10 の慣性モーメントを軽くすることができる。また、モータ出力軸 12 は、負荷体 50 からモータ回転軸 10 に加わる力に抗した固定部材 29 の締結力を備え、かつ座面 12 e の周囲の金属が破けない厚みを維持することができる。

10

【0063】

電動機 1 は、モータロータ 40 が回転する場合、励磁コイル 32 から発熱する。この熱は、負荷体 50 に伝導されるのは好ましくない。このため、回転中心 Z_r と平行な方向における、ダストカバー 60 の配置位置は、円環状のダストカバー本体 61 がモータ出力軸 12 の外周 12 c の周囲に位置するようにしている。このため、図 2 に示すように、ダストカバー 60 とモータ出力軸 12 に固定される搬送プレート 52 との間に空間があり、励磁コイル 32 と負荷体 50 との間に熱的な距離を置き、熱の負荷体 50 への伝達を抑制している。

20

【0064】

実施形態 1 の電動機 1 では、軸受 14 は、マグネット 42 のある回転中心 Z_r と直交する平面とは異なる回転中心 Z_r と直交する平面に配置し、マグネット 42 よりも電動機 1 の端部 1 a 側にある。このため、ハウジングフランジ 23 とハウジングインナ 22 とが軸受 14 を一部に挟んで対向し、かつモータ出力軸 12 とロータヨーク 41 とが軸受 14 を一部に挟んで対向する。この構造により、マグネット 42 のある回転中心 Z_r と直交する平面では、ハウジングインナ 22 とロータヨーク 41 との間に、空間があるだけとなり、モータロータ 40（ロータヨーク 41）の回転半径 R_r を小さくすることができる。ロータヨーク 41 の回転半径 R_r を小さくする場合、モータ回転軸 10 の慣性モーメントを軽くすることができ、かつ励磁コイル 32 の巻線容積を確保することができることから、モータ回転軸 10 に大きなトルクを加えることができる。上述した中空部 11 は、検出用の信号配線または配管などの挿通部材 54 を通すため、できるだけ大きいことが要求されることがある。この場合でもハウジングインナ 22 の大きさに応じたロータヨーク 41 の回転半径 R_r とすることができる。

30

40

【0065】

モータロータ 40（ロータヨーク 41）の回転半径 R_r を小さくする場合、磁気ギャップ G の回転半径も小さくなる。このため、励磁コイル 32 の巻線を逃げるため、固定部材 29 の位置を逃がすことにより、固定部材 29 の高さが増加する可能性がある。しかしながら、実施形態 1 の電動機 1 は、出力軸固定部 12 A が、励磁コイル 32 の巻線を逃げるように、モータロータ 40 のロータヨーク 41 の端部に、磁気ギャップ G に面しているモータロータ 40 の表面 41 A よりも径方向外側に突出するようにしている。このため、固定部材 29 の高さの増加を抑制することができ、モータ回転軸 10 の自己慣性モーメントを抑制することができる。

【0066】

50

また、モータロータ40の内周面には、軸受14を固定する最低限の段差のみあればよく、モータロータ40の表面を滑らかな円筒面とすることができる。これにより、電動機1は、モータロータ40の回転時の空気抵抗を低減することができる。また、ロータヨーク41の加工がしやすいので、電動機1の製造コストを低減することができる。

【0067】

以上説明したように、搬送装置100は、電動機1のモータ出力軸12の加減速による位置決め時間を短縮することができる。電動機1は、モータ回転軸10（モータ出力軸12）の自己慣性モーメントを極限まで小さくし、モータロータ40の外周に高出力な励磁コイル32の巻線を施すことができる。このため、電動機1は、目標回転速度に到達するまでの時間を短縮し、加減速性能を向上させることができる。

10

【0068】

電動機1は、軸受14を作用点とする振れ回りを抑制することができる。搬送装置100は、搬送プレート52の回転送りの精度を高め、搬送物53の搬送精度を向上させることができる。さらに、電動機1は、モータロータ40の回転剛性を高めることで、搬送プレート52の振動を抑制することができる。また、電動機1は、搬送精度に悪影響を与えないように、電動機1内の熱が搬送プレート52に伝わりにくい。

【0069】

以上説明したように電動機1は、ハウジングベース21と、ハウジングインナ22と、モータロータ40と、モータステータ30と、軸受14と、モータ出力軸12と、を含む。ハウジングインナ22は、ハウジングベース21に立設され、中空部11を含む中空円環状である。モータロータ40は、ハウジングインナ22を囲み、ハウジングインナ22の径方向外側に配置される。モータステータ30は、ハウジングベース21に固定され、かつモータロータ40の径方向外側に磁気ギャップGを介して対向配置される。軸受14は、ハウジングインナ22に回転自在にモータロータ40を支持する。モータ出力軸12は、円環状であって、固定部材29によりモータロータ40の端部に締結させて軸受14の一部をモータロータ40に固定し、かつ磁気ギャップGに面しているモータロータ40の回転半径 R_r よりも大きな回転半径 B_r を有する。この構造により、電動機1は、モータロータ40の自己慣性モーメントを低減し、かつモータ出力軸12から伝達する出力トルクを向上させることができる。このため、電動機1は、モータ出力軸12が目標回転速度に到達するまでの時間を短縮し、加減速性能を高めることができる。

20

30

【0070】

（実施形態2）

図9は、回転中心を含む仮想平面で実施形態2の電動機の構成を切って模式的に示す断面図である。なお、上述した実施形態で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0071】

実施形態2の電動機1Aは、ベース部材20が、略円板状のハウジングベース21と、中空部11が貫通し、中空部11を囲むようにハウジングベース21から凸状に突出した軸心となるハウジングインナ22Aと、ハウジングフランジ23とを備えている。ハウジングインナ22Aは、ハウジングベース21に立設され、かつハウジングベース21と一体で形成されている。

40

【0072】

この構造により、電動機1Aは、ハウジングベース21と支持部材51とが固定された場合、支持部材51に対するハウジングインナ22Aの支持剛性を高めることができる。

【0073】

（実施形態3）

図10は、回転中心を含む仮想平面で実施形態3の電動機の構成を切って模式的に示す断面図である。なお、上述した実施形態で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0074】

50

実施形態 3 の電動機 1 は、ハウジングベース 2 1 が上述した締結穴 2 1 p を備えているが締結穴 2 1 q を備えていない。また、ハウジングベース 2 1 の電動機 1 の端部 1 b 側は、平坦であり、実施形態 1 のような支持部 2 1 a を備えていない。そして、固定部材 5 5 がハウジングベース 2 1 に取り付けられる回転中心 Z_r からの距離 C_r は、回転中心 Z_r から軸受 1 4 (の外輪) の外周までの距離 Q_r より小さい。締結穴 2 1 p は、軸受 1 4 の外周よりも径方向内側に開けられている。その結果、モータ出力軸 1 2 にかかる負荷、つまりアキシャルモーメントを、軸受 1 4 よりも径方向内側の締結構造 (固定部材 5 5) で集中的に支持することができる。これにより、励磁コイル 3 2 の周囲にあるハウジングベース 2 1 の厚み 2 1 t を部分的に低減し、モータステータ 3 0 の励磁コイル 3 2 とハウジングベース 2 1 との間の絶縁距離を確保する。その結果、電動機 1 の高さを抑制することができる。

10

【 0 0 7 5 】

(実施形態 4)

図 1 1 は、実施形態 4 の電動機のハウジングベースの表面を模式的に示す平面図である。なお、上述した実施形態で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 0 7 6 】

実施形態 4 の電動機 1 は、図 1 1 に示すように、ハウジングベース 2 1 の厚さ方向に貫通する排熱穴排熱孔 6 3 A を備えている。排熱穴排熱孔 6 3 A は、ハウジングベース 2 1 の周方向に複数備えられ点在している。排熱穴排熱孔 6 3 A は、電動機 1 の内部の熱を排熱し、熱の蓄積を抑制することができる。支持部 2 1 a が電動機 1 の自重を支えているので、図 4 に示すように、支持部材 5 1 とハウジングベース 2 1 の電動機 1 の端部 1 b 側の間には、空隙 5 1 A を設けることができる。排熱穴排熱孔 6 3 A から放出された熱は、空隙 5 1 A を通じて放出され、支持部材 5 1 の熱による支持位置の歪みを抑制することができる。このため、上述した図 1 に示す搬送装置 1 0 0 は、搬送物 5 3 の搬送精度を高めることができる。

20

【 0 0 7 7 】

(評価例)

上述した実施形態 1 の電動機 1 を製造し、評価例 P X とした。特許文献 1 に記載のアウトロータ型の電動機を製造し、比較例 P S とした。評価例 P X 及び比較例 P S の電動機の外形を直径 1 6 0 mm とした場合、例えば、中空部は直径 3 5 mm である。評価例 P X のモータ回転軸 1 0 の質量は、1 . 4 k g、かつモータ出力軸の自己慣性モーメントが 0 . 0 0 2 8 k g m² である。比較例 P S のモータ回転軸の質量は、8 . 3 k g、かつモータ出力軸の自己慣性モーメントが 0 . 0 2 4 k g m² である。評価例 P X 及び比較例 P S の電動機を同じ 0 . 0 1 k g m² 慣性モーメントの負荷体に取り付け、回転角度 3 0 度を回転させる位置決め時間を計測した。計測結果は、図 1 2 から図 1 4 に示す。

30

【 0 0 7 8 】

図 1 2 は、評価例及び比較例の位置決め時間の評価結果を示す説明図である。図 1 3 は、図 1 2 の評価結果に対応する評価例及び比較例の電動機の出トルクを示す説明図である。図 1 4 は、図 1 2 の評価結果に対応する評価例及び比較例の電動機の加速度を示す説明図である。図 1 2 に示すように、評価例 P X の位置決め時間は、2 6 m s である。比較例 P S の位置決め時間は、3 6 m s である。図 1 3 に示すように、評価例 P X の電動機の出トルクは最大 4 0 N m であるのに対し、比較例 P S の電動機の出トルクは最大 6 2 N m であり、比較例 P S の電動機は評価例 P X の電動機よりも最大の出トルクは大きい。しかしながら、評価例 P X の電動機は比較例 P S の電動機よりも位置決め時間が短い。

40

【 0 0 7 9 】

図 1 4 に示すように、評価例 P X は、比較例 P S の約 1 . 8 倍の加速度を加えることができる。そして図 1 4 の評価は、評価例 P X 及び比較例 P S 毎に、電動機のモータ回転軸 (モータロータ) を回転する仕事 J_R に使用した加速度と、負荷体を回転する仕事 J_L に使用した加速度とを比較する。評価例 P X では、 $J_R / (J_L + J_R) \times 1 0 0$ を演算し

50

た結果、22%である。比較例PSでは、 $J_R / (J_L + J_R) \times 100$ を演算した結果、71%である。このように、評価例PXは、比較例PSと比べて、負荷体を速く加速している。

【0080】

図15は、評価例及び比較例の出力トルクと回転速度の関係を示すNT特性を説明する説明図である。図16は、負荷体の慣性モーメントに対応する評価例及び比較例の最高加速度を示す説明図である。図15に示すように、位置決め時間は、NT特性だけには依存しないことは分かる。そして、図16に示すように、軽量の負荷体である 0.02 kg m^2 慣性モーメントより慣性モーメントが小さい負荷体を狭角度で位置決めを行う場合、評価例PXの方が、比較例PSよりも最大加速度を大きくすることができる。このように、評価例PXの電動機は、モータ出力軸が 0.01 kg m^2 慣性モーメントの負荷体を回転させた場合の最大角加速度が 3000 rad/s^2 以上である。なお、図16に示す表かでは、評価例PXの電動機が出力トルク 50 Nm 、比較例PSの電動機が出力トルク 90 Nm を発生させた場合に、発生可能な最大加速度(rad/s^2)を、モータの出力トルク(Nm) / (モータの自己慣性モーメント + 負荷体の慣性モーメント(kgm^2))、の式を演算して求めている。

10

【符号の説明】

【0081】

- 1、1A 電動機
- 10 モータ回転軸
- 11 中空部
- 12 モータ出力軸
- 12b、12d テーパ面
- 12a、12c 外周
- 12e 座面
- 12A 出力軸固定部
- 14 軸受
- 15A、15B レゾルバロータ
- 20 ベース部材
- 21 ハウジングベース
- 21a 支持部
- 21p、21q 締結穴
- 22、22A ハウジングインナ
- 23 ハウジングフランジ
- 24A、24B 回転角度検出器
- 26、27、28A、28B、29 固定部材
- 30 モータステータ
- 31 ステータコア
- 32 励磁コイル
- 40 モータロータ
- 41 ロータヨーク
- 42 マグネット
- 50 負荷体
- 51A 空隙
- 51 支持部材
- 52 搬送プレート
- 53 搬送物
- 55、56、57 固定部材
- 60 ダストカバー
- 60A 検出器カバー

20

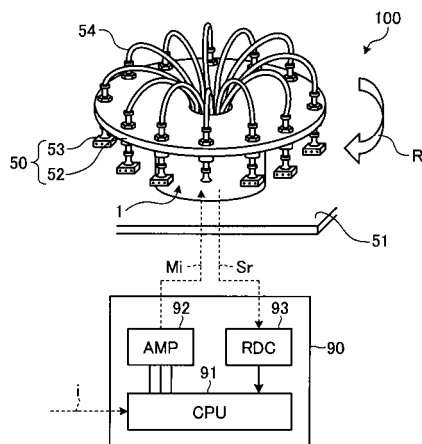
30

40

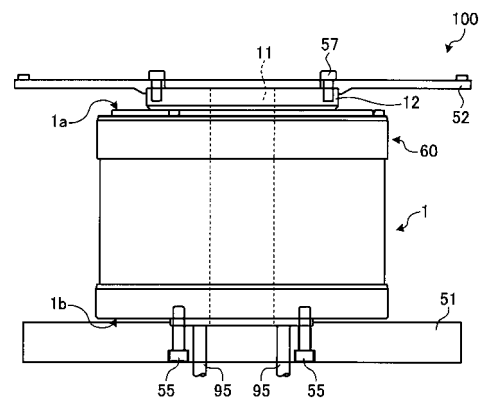
50

- 6 1 ダストカバー本体
 6 2 ダストカバーフィン
 6 3、6 3 A 排熱孔
 P 締結穴
 Z r 回転中心

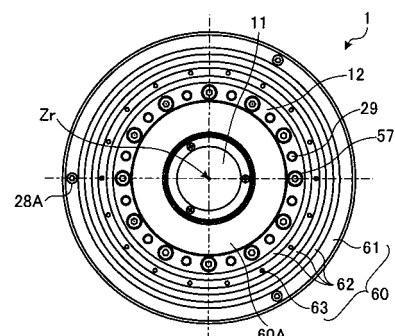
【図 1】



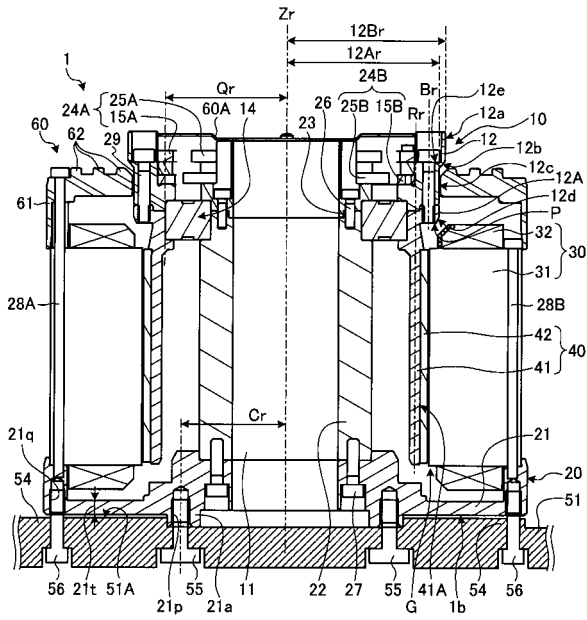
【図 2】



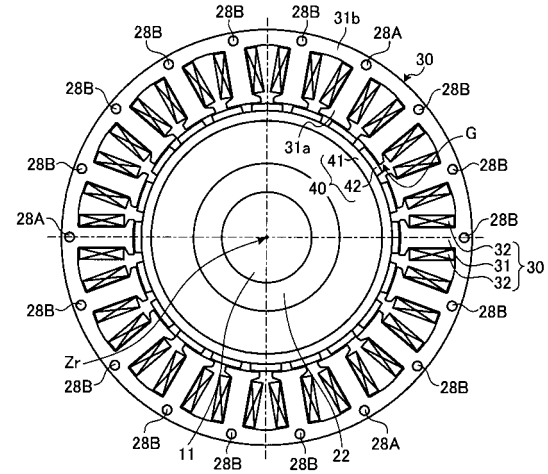
【図 3】



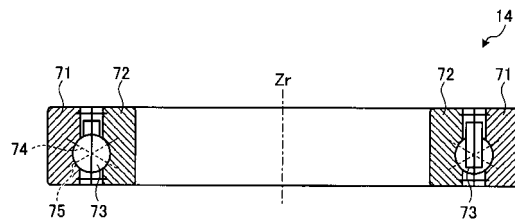
【図 4】



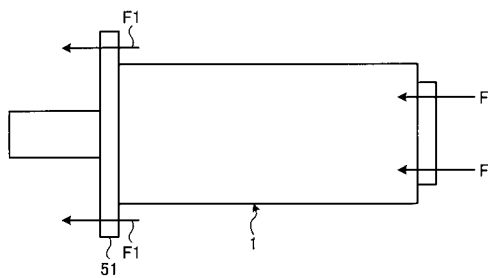
【図 5】



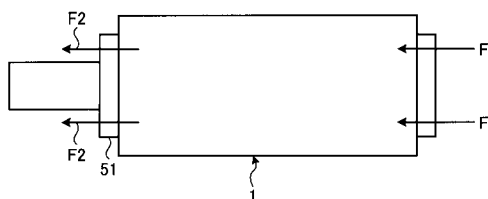
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

