

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6814979号
(P6814979)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和2年12月24日(2020.12.24)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 B 21/02 (2006.01)
 B 2 5 B 21/02 B
 B 2 5 B 21/02 F

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-34154 (P2017-34154)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成29年2月24日 (2017. 2. 24)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2018-140446 (P2018-140446A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成30年9月13日 (2018. 9. 13)	(74) 代理人	100123102
審査請求日	令和1年10月28日 (2019. 10. 28)		弁理士 宗田 悟志
		(72) 発明者	無類井 格
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	村上 弘明
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	水野 光政
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータにより回転駆動される駆動軸と、
 先端工具を装着可能な出力軸と、
 前記駆動軸の回転により生じるトルクを前記出力軸に伝達するトルク伝達機構と、を備え、

前記トルク伝達機構は、前記駆動軸側に連結される駆動マグネット部材と、前記出力軸側に連結される従動マグネット部材とを有するマグネットカップリングを備え、

前記駆動マグネット部材および前記従動マグネット部材は、それぞれS極およびN極を交互に配置した磁石面を対向させて配置され、

前記マグネットカップリングは脱調することで、前記出力軸に間欠的な回転衝撃力を付加する機能をもち、

前記駆動マグネット部材は、前記駆動軸に対して相対回転可能に連結される、
 ことを特徴とする電動工具。

【請求項2】

前記駆動軸は、外周面の周方向に形成された溝を有し、

前記駆動マグネット部材は、内周面に形成された球保持部を有し、

鋼球が、前記駆動軸の前記溝と、前記駆動マグネット部材の前記球保持部の間に形成される空間に保持される、

ことを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【請求項 3】

前記駆動マグネット部材および前記従動マグネット部材の磁石面には、それぞれ S 極および N 極の磁石が交互に配置される、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電動工具。

【請求項 4】

前記駆動マグネット部材および前記従動マグネット部材の少なくとも一方の磁石面には、電磁石が配置される、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電動工具。

【請求項 5】

前記マグネットカップリングは、前記駆動マグネット部材の磁石面と前記従動マグネット部材の磁石面との間に作用する磁力を変化させることで、前記出力軸に間欠的な回転衝撃力を付加する、

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電動工具。

10

【請求項 6】

前記マグネットカップリングは、前記出力軸に所定値を超える負荷トルクがかかったとき脱調する、

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電動工具。

【請求項 7】

前記駆動マグネット部材と前記駆動軸の相対回転可能な角度は、前記駆動マグネット部材の磁石面における磁極の配置ピッチ角度と実質的に等しい、

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の電動工具。

20

【請求項 8】

前記駆動マグネット部材と前記駆動軸の相対回転可能な角度は、前記駆動マグネット部材の磁石面における磁極の配置ピッチ角度より小さい、

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の電動工具。

【請求項 9】

前記駆動マグネット部材と前記駆動軸の相対回転可能な角度は、前記駆動マグネット部材の磁石面における磁極の配置ピッチ角度より大きい、

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の電動工具。

【請求項 10】

前記マグネットカップリングにおける前記駆動マグネット部材の磁石面と前記従動マグネット部材の磁石面との相対位置を変化させる移動機構をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載の電動工具。

30

【請求項 11】

前記移動機構は、前記駆動マグネット部材および前記従動マグネット部材の軸方向の相対位置を変化させる、

ことを特徴とする請求項 10 に記載の電動工具。

【請求項 12】

前記電磁石に供給する電流を制御する制御部をさらに備え、

前記制御部が、前記電磁石に供給する電流を制御することで、前記マグネットカップリングが、前記出力軸に間欠的な回転衝撃力を付加する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の電動工具。

40

【請求項 13】

前記駆動マグネット部材の磁石面と前記従動マグネット部材の磁石面との相対角度を検知する回転角センサをさらに備え、

前記制御部は、前記回転角センサの出力に応じて、前記電磁石に供給する電流を制御する、

ことを特徴とする請求項 12 に記載の電動工具。

【請求項 14】

前記回転角センサが、2つの磁石面の相対角度が、同期状態にある相対角度に対して、

50

前記駆動マグネット部材の磁石面における磁極の配置ピッチ角度の1/2倍より大きく、1倍より小さい範囲でずれていることを検知すると、前記制御部は、前記電磁石に電流を供給する、

ことを特徴とする請求項13に記載の電動工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動軸の回転により生じるトルクを出力軸に伝達して先端工具を回転させる電動工具に関する。

【背景技術】

10

【0002】

特許文献1は、モータの回転軸に減速機構である遊星ギア機構が連結され、遊星ギア機構におけるリングギアを空転させることで出力軸に至る動力伝達を遮断するトルククラッチ機構を備えた締め付け工具を開示する。また特許文献2は、駆動軸にカム機構を介してハンマが取り付けられ、出力軸に所定値以上の負荷がかかったときにハンマがアンビルに回転方向の打撃衝撃を与えて出力軸を回転させるインパクト回転工具を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-113944号公報

20

【特許文献2】特開2005-118910号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のドリルドライバやインパクトドライバなどの電動工具は、機械的にトルクを伝達する構造を採用するため、工具使用時に騒音が発生する。特にメカニカル方式のインパクトドライバなどのインパクト回転工具では、ハンマがアンビルを打撃したときに大きな衝撃音が発生する。そのため電動工具において、静音性を向上することが望まれている。

【0005】

本発明はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、静音性に優れた電動工具を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の電動工具は、モータにより回転駆動される駆動軸と、先端工具を装着可能な出力軸と、駆動軸の回転により生じるトルクを出力軸に伝達するトルク伝達機構とを備える。トルク伝達機構は、駆動軸側に連結される駆動マグネット部材と、出力軸側に連結される従動マグネット部材とを有するマグネットカップリングを備える。駆動マグネット部材および従動マグネット部材は、それぞれS極およびN極を交互に配置した磁石面を対向させて配置される。

【発明の効果】

40

【0007】

本発明によれば、電動工具のトルク伝達機構としてマグネットカップリングを用いることで、非接触で静音性に優れたトルク伝達を実現可能とする。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態に係る電動工具の構成の一例を示す図である。

【図2】マグネットカップリングの内部構造の一例を示す図である。

【図3】マグネットカップリングの状態遷移を示す図である。

【図4】駆動マグネット部材を駆動軸に対して相対回転可能に連結する構造の一例を説明するための図である。

50

【図5】2つの磁石面の相対位置を変化させる移動機構の一例を説明するための図である。

【図6】実施形態に係る電動工具の構成の別の例を示す図である。

【図7】マグネットカップリングの別の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1は、本発明の実施形態に係る電動工具1の構成の一例を示す。電動工具1は、モータ2を駆動源とする回転工具であって、モータ2により回転駆動される駆動軸4と、先端工具を装着可能な出力軸6と、駆動軸4の回転により生じるトルクを出力軸6に伝達するトルク伝達機構5とを備える。電動工具1において、電力はバッテリーパックに内蔵されたバッテリー13により供給される。モータ2はモータ駆動部11により駆動され、モータ2の回転軸の回転は、減速機3によって減速されて駆動軸4に伝達される。

10

【0010】

実施形態の電動工具1は、トルク伝達機構5として、非接触のトルク伝達を可能とするマグネットカップリング20を備える。

図2は、マグネットカップリング20の内部構造の一例を示す図である。図2は、インナーロータおよびアウターロータを有するシリンダタイプのマグネットカップリング20の一部を切り欠いた斜視断面を示している。インナーロータの円筒外周面およびアウターロータの円筒内周面には、それぞれS極およびN極が周方向に交互に隣接して配置される。マグネットカップリング20は、磁力によって駆動軸4の回転により生じるトルクを出力軸6に伝達することで、トルク伝達における優れた静音性を実現する。図2には8極タイプのマグネットカップリング20を示すが、この極数に限定されるものではない。

20

【0011】

マグネットカップリング20は、駆動軸4側に連結される駆動マグネット部材21と、出力軸6側に連結される従動マグネット部材22と、駆動マグネット部材21および駆動マグネット部材21の間に配置される隔壁23とを有する。実施形態のマグネットカップリング20では、駆動マグネット部材21がインナーロータであり、従動マグネット部材22がアウターロータであるが、駆動マグネット部材21がアウターロータ、従動マグネット部材22がインナーロータであってもよい。

【0012】

インナーロータである駆動マグネット部材21の外周面は、S極磁石21aおよびN極磁石21bを交互に配置した磁石面21cを構成する。またアウターロータである従動マグネット部材22の内周面は、S極磁石22aおよびN極磁石22bを交互に配置した磁石面22cを構成する。磁石面21cおよび磁石面22cにおいて、磁極の配置ピッチ角度は等しく設定される。

30

【0013】

駆動マグネット部材21および従動マグネット部材22は、磁石面21cおよび磁石面22cを対向させて同軸に配置される。対向方向においてS極磁石21aとN極磁石22b、N極磁石21bとS極磁石22aの吸引力が作用することで、駆動マグネット部材21および従動マグネット部材22の相対的な位置関係が定められる。

40

【0014】

制御部10は、モータ2の回転を制御する機能を有する。操作スイッチ12はユーザにより操作されるトリガスイッチであって、制御部10は、操作スイッチ12の操作によりモータ2のオンオフを制御するとともに、操作スイッチ12の操作量に応じた駆動指示をモータ駆動部11に供給する。モータ駆動部11は、制御部10から供給される駆動指示によりモータ2の印加電圧を制御して、モータ回転数を調整する。

【0015】

ドリルドライバやインパクト回転工具などの電動工具1は、マグネットカップリング20を採用することで、非接触のトルク伝達を行えるとともに、工具としての静音性を向上できる。また磁石面21cにおいてS極およびN極を交互に隣接して配置し、磁石面22

50

cにおいてS極およびN極を交互に隣接して配置することで、S極およびN極を離間して配置する場合と比較すると、マグネットカップリング20は大きなトルクを伝達可能となる。

【0016】

以下、電動工具1をインパクト回転工具として構成する場合について説明する。

インパクト回転工具は、出力軸6に回転方向の打撃衝撃を間欠的に付加する機能をもつ。そこで実施形態では、トルク伝達機構5を構成するマグネットカップリング20に、出力軸6に間欠的な回転衝撃力を付加する機能をもたせる。マグネットカップリング20は、駆動マグネット部材21の磁石面21cと従動マグネット部材22の磁石面22cとの間に作用する磁力を変化させることで、出力軸6に間欠的な回転衝撃力を付加する。

10

【0017】

<実施例1>

マグネットカップリング20では、伝達可能な最大トルク以上の負荷トルクが作用しなければ、駆動マグネット部材21と従動マグネット部材22は、回転方向の相対位置を実質的に維持して同期回転する。しかしながら、ねじ部材の締付が進み、マグネットカップリング20の伝達可能な最大トルクを超える負荷トルクが出力軸6側に作用すると、従動マグネット部材22が駆動マグネット部材21に追従できなくなる。この駆動マグネット部材21と従動マグネット部材22とが同期していない状態のことを「脱調」と呼ぶ。実施例1のマグネットカップリング20は、脱調することで、出力軸6に間欠的な回転打撃力を付加する。

20

【0018】

図3は、マグネットカップリング20の状態遷移を説明するための図である。図3には、4極タイプのマグネットカップリング20における駆動マグネット部材21と従動マグネット部材22の回転方向の位置関係が示されている。なお磁石S1、S2、磁石N1、N2は、駆動マグネット部材21におけるS極磁石21a、N極磁石21bであり、磁石S3、S4、磁石N3、N4は、従動マグネット部材22におけるS極磁石22a、N極磁石22bである。

【0019】

状態ST1は、駆動マグネット部材21がモータ2により回転駆動されて、駆動マグネット部材21と従動マグネット部材22とが相対的な同期位置を維持して、一緒に回転している状態を示す。なお同期回転中、従動マグネット部材22は、駆動マグネット部材21の回転に追従して回転するため、従動マグネット部材22の位相は、駆動マグネット部材21の位相に対して僅かに遅れる。

30

【0020】

状態ST2は、従動マグネット部材22が駆動マグネット部材21に追従できなくなる直前の状態を示す。ねじ部材の締付作業中、マグネットカップリング20の伝達可能な最大トルクを超える負荷トルクが出力軸6にかかると、出力軸6側に連結された従動マグネット部材22の回転が停止し、駆動マグネット部材21が従動マグネット部材22に対して空転し始める。

【0021】

状態ST3は、脱調状態にあつて、駆動マグネット部材21と従動マグネット部材22の間に作用する反発磁力が最大となった状態を示す。状態ST2から状態ST3までの間、駆動マグネット部材21は駆動軸4により回転される。状態ST4は、脱調状態にあつて、駆動マグネット部材21が磁石の吸引力によって、モータ2が駆動軸4を回転する速度よりも高速に回転する状態を示す。

40

【0022】

磁石S1について説明すると、状態ST3で、磁石S1と磁石S3との間には、最大の反発磁力が作用している。状態ST3から、駆動マグネット部材21がさらに回転すると、磁石S1は、磁石S3の反発磁力により磁石S3から回転方向に押し出されるとともに、磁石N3の吸引磁力により磁石N3に回転方向に引き込まれる。駆動マグネット部材2

50

1における他の磁石S 2、磁石N 1、磁石N 2も、磁石S 1と同じように従動マグネット部材2 2から磁力を受ける。そのため状態S T 4では、モータ2が駆動軸4を回転する速度よりも高速に駆動マグネット部材2 1が従動マグネット部材2 2に対して相対回転する。なお後述するように、駆動マグネット部材2 1が駆動軸4に対して相対回転可能に連結されている場合には、駆動マグネット部材2 1が、駆動軸4の回転速度よりも高速に回転することになる。

【0023】

状態S T 5は、駆動マグネット部材2 1が従動マグネット部材2 2の同期位置まで回転して、従動マグネット部材2 2に回転衝撃力を付加した状態を示す。駆動マグネット部材2 1が従動マグネット部材2 2に対して、磁石S 1と磁石N 3、磁石N 1と磁石S 4、磁石S 2と磁石N 4、磁石N 2と磁石S 3とが対向する位置まで回転すると、駆動マグネット部材2 1の回転は急減速（または急停止）される。この位置は、駆動マグネット部材2 1と従動マグネット部材2 2の吸引磁力が最大となる位置であり、駆動マグネット部材2 1と従動マグネット部材2 2とが同期する位置でもある。

10

【0024】

状態S T 5で、従動マグネット部材2 2は、駆動マグネット部材2 1が急減速（または急停止）することによる慣性を受ける。この慣性トルクが回転衝撃力となって、回転停止していた従動マグネット部材2 2を角度 回転させる。状態S T 5におけるS極およびN極の相対位置関係は、状態S T 1におけるS極およびN極の相対位置関係と実質的に同じであり、マグネットカップリング2 0は、状態S T 2から状態S T 5までの状態遷移を繰り返すことで、出力軸6に間欠的な回転衝撃力を付加する。

20

【0025】

なお駆動マグネット部材2 1と駆動軸4とは相対回転不能に連結されていてもよいが、状態S T 4から状態S T 5に遷移する際、駆動マグネット部材2 1は、モータ2が駆動軸4を回転する速度よりも高速に回転するため、モータ2に高負荷がかかる。このことはモータ2の寿命に影響を与える可能性があり、また作業者の手に振動として伝達される可能性もある。

【0026】

そこで駆動マグネット部材2 1は、駆動軸4に対して相対回転可能に連結されてよい。これにより状態S T 4から状態S T 5に遷移する際に、駆動マグネット部材2 1は、駆動軸4に拘束されることなく高速回転可能となり、従動マグネット部材2 2に与える慣性トルクを大きくできる。

30

【0027】

図4は、駆動マグネット部材2 1を駆動軸4に対して相対回転可能に連結する連結構造の一例を説明するための図である。図4(a)は、駆動軸4および駆動マグネット部材2 1の部品構成を示し、図4(b)は、駆動軸4および駆動マグネット部材2 1を組み付けた状態の断面を示す。

【0028】

駆動軸4は、外周面の周方向に形成された溝4 aを有し、駆動マグネット部材2 1は、内周面の軸方向に形成された球挿入用溝2 1 eおよび球保持部2 1 dを有する。溝4 aに鋼球7を配置した状態で、駆動マグネット部材2 1が、その後端側から駆動マグネット部材2 1の挿通孔に挿入される。このとき鋼球7は球挿入用溝2 1 eを通過して、球保持部2 1 dまで入り込む。

40

【0029】

図4(b)に示すように、駆動軸4の外周に駆動マグネット部材2 1を装着した状態で、鋼球7は、駆動軸4の溝4 aおよび駆動マグネット部材2 1の球保持部2 1 dの間に形成される空間に保持される。溝4 aと、球保持部2 1 dと、両者の間に配置された鋼球7は「連結構造2 6」を構成する。

【0030】

電動工具1に組み付けられた駆動軸4およびマグネットカップリング2 0の軸方向の位

50

置関係は固定され、駆動軸 4 と駆動マグネット部材 2 1 との軸方向の位置関係が変化することはない。このように駆動マグネット部材 2 1 が、駆動軸 4 の周方向に形成された溝 4 a に配置された鋼球 7 を介して駆動軸 4 に連結されることで、駆動マグネット部材 2 1 は、溝 4 a の範囲内で駆動軸 4 に対して相対回転可能となる。

【 0 0 3 1 】

連結構造 2 6 の作用を説明する。

ユーザによる操作スイッチ 1 2 の引き操作によりモータ 2 が回転すると、減速機 3 を介して駆動軸 4 が回転する。駆動軸 4 の回転は、駆動軸 4 の溝 4 a と駆動マグネット部材 2 1 の球保持部 2 1 d の間に嵌め込まれた鋼球 7 を介して駆動マグネット部材 2 1 に伝達される。駆動軸 4 と駆動マグネット部材 2 1 とが一体回転している間、鋼球 7 は、溝 4 a において、駆動軸 4 の回転方向とは逆側の第 1 端部に位置して、駆動軸 4 の回転を駆動マグネット部材 2 1 に伝達する。

10

【 0 0 3 2 】

図 3 に関して説明したように、マグネットカップリング 2 0 の伝達可能な最大トルクを超える負荷トルクが出力軸 6 にかかると、出力軸 6 側に連結された従動マグネット部材 2 2 の回転が停止して、マグネットカップリング 2 0 が脱調し始める。

【 0 0 3 3 】

状態 S T 2 から状態 S T 3 までの遷移中、鋼球 7 は、溝 4 a の第 1 端部に位置して、駆動軸 4 と駆動マグネット部材 2 1 とが一体回転する。一方、状態 S T 3 から状態 S T 5 までの遷移中、駆動マグネット部材 2 1 がモータ 2 による駆動軸 4 の回転速度よりも磁力によって高速に回転するため、鋼球 7 は溝 4 a の第 1 端部から、他方の第 2 端部に向けて移動する。状態 S T 5 において、駆動マグネット部材 2 1 の回転が急減速（または急停止）された後、駆動軸 4 の回転が駆動マグネット部材 2 1 の回転に追いつき、鋼球 7 は溝 4 a の第 1 端部に再び位置して、駆動軸 4 の回転を駆動マグネット部材 2 1 に伝達する。このように連結構造 2 6 が、駆動マグネット部材 2 1 を駆動軸 4 に対して相対回転可能に連結することで、状態 S T 3 から状態 S T 5 までの間、駆動マグネット部材 2 1 が駆動軸 4 に拘束されず、駆動マグネット部材 2 1 の回転速度を大きくできる。これによりマグネットカップリング 2 0 が出力軸 6 に間欠的に付加する回転衝撃力を大きくできる。

20

【 0 0 3 4 】

駆動マグネット部材 2 1 と駆動軸 4 の相対回転可能な角度は、駆動マグネット部材 2 1 の磁石面 2 1 c における磁極の配置ピッチ角度を基準として設計される。なお 4 極タイプのマグネットカップリング 2 0 において磁極の配置ピッチ角度は 9 0 度であり、8 極タイプで配置ピッチ角度は 4 5 度である。

30

【 0 0 3 5 】

まず一つの設計思想として、相対回転可能な角度は、磁極の配置ピッチ角度と実質的に等しく設定されてよい。図 3 に関して説明したように、状態 S T 2 から状態 S T 3 までの遷移中、駆動マグネット部材 2 1 は駆動軸 4 により回転され、状態 S T 3 から状態 S T 5 までの遷移中、駆動マグネット部材 2 1 は磁力により高速回転される。そのため駆動マグネット部材 2 1 は、状態 S T 3 から状態 S T 5 までの間に駆動軸 4 に対して相対回転できればよく、したがって相対回転可能な角度は、磁極配置ピッチ角度と実質的に等しく設定されてよい。

40

【 0 0 3 6 】

同様の設計思想として、相対回転可能な角度は、磁極の配置ピッチ角度より小さく設定されてよい。上記したように駆動マグネット部材 2 1 は、状態 S T 3 から状態 S T 5 までの間に駆動軸 4 に対して相対回転できればよいが、このとき駆動軸 4 も同じ回転方向に回転している。そのため相対回転可能な角度は、磁極の配置ピッチ角度から、状態 S T 3 から状態 S T 5 までの間に駆動軸 4 が回転する角度を減じた角度に設定されてもよい。

【 0 0 3 7 】

別の設計思想として、相対回転可能な角度は、磁極の配置ピッチ角度より大きく設定されてよい。駆動マグネット部材 2 1 は、状態 S T 3 から状態 S T 5 までの間に駆動軸 4 の

50

回転速度よりも磁力によって高速で回転する。そのため上記した2つの設計思想によれば、鋼球7が溝4aの第1端部から第2端部側に高速移動する際に、鋼球7と溝4aの第2端部とが衝突することで衝突音が発生する可能性がある。そこで相対回転可能な角度、つまりは溝4aの周方向の角度を磁極の配置ピッチ角度より大きく設定して、鋼球7が溝4aの第2端部に衝突しないようにしてもよい。

【0038】

<実施例2>

実施例2では、電動工具1が、マグネットカップリング20における駆動マグネット部材21の磁石面21cと従動マグネット部材22の磁石面22cとの相対位置を変化させる移動機構を備える。実施例2のマグネットカップリング20は、移動機構により磁石面21cと磁石面22cとを相対的に動かされることで、磁石面21cと磁石面22cとの間に作用する磁力を変化させ、これにより出力軸6に間欠的な回転衝撃力を付加する。

10

【0039】

図5は、2つの磁石面の相対位置を変化させる移動機構の一例を説明するための図である。図5(a)は、駆動軸4および駆動マグネット部材21の部品構成を示し、図5(b)は、駆動軸4および駆動マグネット部材21を組み付けた移動機構の断面を示す。

【0040】

移動機構24において、駆動軸4は、その外周面に形成された2つの案内溝4bを有し、駆動マグネット部材21は、内周面の軸方向に形成された球挿入用溝21eおよび球保持部21dを有する。2つの案内溝4bは同一形状を有して周方向に並べて設けられ、工具先端側からみてV字ないしはU字形状に形成されている。つまり各案内溝4bは、最前部から対称に後斜め方向に傾斜する。

20

【0041】

案内溝4bに鋼球7を配置した状態で、駆動マグネット部材21が、その後端側から駆動マグネット部材21の挿通孔に挿入される。このとき鋼球7は球挿入用溝21eを通過して、球保持部21dまで入り込む。

【0042】

図5(b)に示すように、駆動軸4の外周に駆動マグネット部材21を装着した状態で、鋼球7は、案内溝4bおよび球保持部21dの間に形成される空間に保持される。駆動軸4の案内溝4bと、駆動マグネット部材21の球保持部21dと、両者の間に配置された鋼球7は「カム構造」を構成する。鋼球7は、駆動マグネット部材21が駆動軸4の回転軸線を中心に回転可能且つ回転軸線方向に移動可能となるように駆動マグネット部材21を駆動軸4に連結する。

30

【0043】

減速機3と駆動マグネット部材21の間には、ばね部材25が介装され、ばね部材25は、駆動マグネット部材21を工具先端方向に付勢する。実施例2では、カム構造およびばね部材25が、移動機構24を構成する。ねじ部材の締付作業開始時、移動機構24は、ばね部材25により鋼球7を案内溝4bの最前部に押し付けた状態を保つ。締付作業中に、出力軸6にかかる負荷トルクが大きくなると、鋼球7が案内溝4bの最前部から傾斜溝に沿って後方に向けて移動する。これにより駆動マグネット部材21は駆動軸4に対して相対的に後退することになる。

40

【0044】

移動機構24の作用を説明する。

ユーザによる操作スイッチ12の引き操作によりモータ2が回転すると、減速機3を介して駆動軸4が回転する。駆動軸4の回転は、駆動軸4の案内溝4bと駆動マグネット部材21の球保持部21dの間に嵌め込まれた鋼球7を介して駆動マグネット部材21に伝達される。駆動軸4と駆動マグネット部材21とが一体回転している間、鋼球7は、案内溝4bの最前部に位置して、駆動軸4の回転トルクを駆動マグネット部材21に伝達する。

【0045】

50

ねじ部材の締付が進み、出力軸 6 に加わる負荷トルクが所定値を超えると、ばね部材 2 5 の付勢力に抗して、鋼球 7 が案内溝 4 b に沿って後方に移動し、駆動マグネット部材 2 1 が後退する方向に移動する。駆動マグネット部材 2 1 が従動マグネット部材 2 2 に対して軸方向に相対移動することで、駆動マグネット部材 2 1 の磁石面 2 1 c と従動マグネット部材 2 2 の磁石面 2 2 c との間に作用する磁力が弱くなる。

【 0 0 4 6 】

そして磁石面 2 1 c と磁石面 2 2 c との間に作用する磁力が弱くなることで、駆動マグネット部材 2 1 は、ばね部材 2 5 の付勢力により回転しながら前進して、従動マグネット部材 2 2 の内部に移動する。このとき駆動マグネット部材 2 1 の回転は、従動マグネット部材 2 2 の同期位置、つまり駆動マグネット部材 2 1 と従動マグネット部材 2 2 の吸引磁力が最大となる位置で急減速（または急停止）される。これにより従動マグネット部材 2 2 に慣性トルクが作用し、この慣性トルクが回転衝撃力となって従動マグネット部材 2 2 を回転させる。移動機構 2 4 が、従動マグネット部材 2 2 の内部に駆動マグネット部材 2 1 を出し入れする動作を繰り返すことで、マグネットカップリング 2 0 は、出力軸 6 に間欠的な回転衝撃力を付加する。

10

【 0 0 4 7 】

なお実施例 2 では、移動機構 2 4 が、駆動マグネット部材 2 1 および従動マグネット部材 2 2 の軸方向の相対位置を変化させるように動作するが、駆動マグネット部材 2 1 および従動マグネット部材 2 2 の周方向の相対位置を変化させるように動作してもよい。

【 0 0 4 8 】

20

< 実施例 3 >

実施例 3 では、マグネットカップリングが、通電されることで磁力を発生する電磁石を有する。

図 6 は、本発明の実施形態に係る電動工具 1 の構成の別の例を示す。電動工具 1 は、モータ 2 により回転駆動される駆動軸 4 と、先端工具を装着可能な出力軸 6 と、駆動軸 4 の回転により生じるトルクを出力軸 6 に伝達するトルク伝達機構 5 とを備える。電動工具 1 において、電力はバッテリーパックに内蔵されたバッテリー 1 3 により供給される。モータ 2 はモータ駆動部 1 1 により駆動され、モータ 2 の回転軸の回転は、減速機 3 によって減速されて駆動軸 4 に伝達される。

【 0 0 4 9 】

30

電動工具 1 は、トルク伝達機構 5 として、非接触のトルク伝達を可能とするマグネットカップリング 2 0 a を備える。マグネットカップリング 2 0 a は、インナーロータおよびアウターロータを有するシリンダタイプであってよい。マグネットカップリング 2 0 a は、図 2 に示すように駆動マグネット部材 2 1 と従動マグネット部材 2 2 とを有するが、駆動マグネット部材 2 1 の磁石面 2 1 c および従動マグネット部材 2 2 の磁石面 2 2 c の少なくとも一方には、電磁石が配置される。なお 2 つの磁石面の一方に電磁石が配置される場合、他方には永久磁石が配置されてもよいが、電磁石が配置されてもよい。磁石面 2 1 c および磁石面 2 2 c における磁極の配置ピッチ角度は互いに等しく設定される。

【 0 0 5 0 】

実施例 3 において、制御部 1 0 は、モータ 2 の回転を制御する機能を有するとともに、電磁石に供給する電流を制御する機能も有する。実施例 3 では制御部 1 0 が、電磁石に供給する電流を制御することで、マグネットカップリング 2 0 a が出力軸 6 に間欠的な回転衝撃力を付加する。

40

【 0 0 5 1 】

制御部 1 0 が電磁石の電流制御を行うために、電動工具 1 は、駆動マグネット部材 2 1 の磁石面 2 1 c と従動マグネット部材 2 2 の磁石面 2 2 c との相対角度を検知する回転角センサ 3 0 を備える。これにより制御部 1 0 は、回転角センサ 3 0 の出力に応じて、電磁石に供給する電流を制御できるようになる。以下、図 3 に示す状態遷移をもとに、制御部 1 0 による制御を説明する。

【 0 0 5 2 】

50

回転角センサ30が、駆動マグネット部材21が従動マグネット部材22に対して空転し始めたこと(状態ST2)を検知すると、制御部10は、電磁石への電流供給を停止する。つまり回転角センサ30が、磁石面21cと磁石面22cの相対角度が、同期状態にある相対角度に対して磁石面21cにおける磁極の配置ピッチ角度の1/2倍より小さい範囲でずれたことを検知すると、制御部10が、電磁石への電流供給を停止する。なお電磁石への電流供給停止後も、制御部10は、モータ2を引き続き回転するため、磁石面21cと磁石面22cとの相対角度の同期状態からのずれは、電磁石への電流供給停止時から、より大きくなる。

【0053】

回転角センサ30が、磁石面21cと磁石面22cの相対角度が、同期状態にある相対角度に対して、磁極の配置ピッチ角度の1/2倍より大きく、1倍より小さい範囲でずれていることを検知すると、制御部10は、電磁石に電流を供給する。このとき図3に示す状態ST4となるように、電磁石は磁極を構成する。これにより実施例1に関して説明したように、駆動マグネット部材21が従動マグネット部材22に対して磁力により相対回転し、従動マグネット部材22は慣性を受けることで、出力軸6に回転衝撃力を付加する。以上のようにマグネットカップリング20に電磁石を利用することで、制御部10が、出力軸6に付加する間欠的な回転衝撃力を自在に制御できるようになる。

【0054】

以上、本発明を実施形態をもとに説明した。この実施形態は例示であり、それらの各構成要素あるいは各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0055】

実施形態では、マグネットカップリング20、20aが、インナーロータおよびアウトロータを有するシリンダタイプである例を示したが、磁石面を軸方向に対向させた2つのディスクを有するディスクタイプであってもよい。

【0056】

図7は、マグネットカップリング20bの別の例を示す図である。図7(a)は、入力側ディスクおよび出力側ディスクを有するディスクタイプのマグネットカップリング20bの側面を示す。図7(b)は、入力側ディスクまたは出力側ディスクの磁石面を示す。入力側ディスクのディスク面および出力側ディスクのディスク面には、それぞれS極およびN極が周方向に交互に隣接して配置されている。ディスクタイプのマグネットカップリング20bも、磁力によって駆動軸4の回転により生じるトルクを出力軸6に伝達することで、トルク伝達における優れた静音性を実現する。図7(b)には8極タイプのマグネットカップリング20bを示すが、この極数に限定されるものではない。

【0057】

マグネットカップリング20bは、駆動軸4側に連結される駆動マグネット部材31と、出力軸6側に連結される従動マグネット部材32とを有する。駆動マグネット部材31および従動マグネット部材32のディスク面は、S極磁石およびN極磁石を交互に配置した磁石面を構成する。マグネットカップリング20bにおいて、駆動マグネット部材31および従動マグネット部材32は、互いの磁石面を対向させて同軸に配置される。図7に示すディスクタイプのマグネットカップリング20bも、実施例1~3で説明した構成を備えることで、出力軸6に間欠的な回転衝撃力を付加できる。

【0058】

本発明の態様の概要は、次の通りである。

本発明のある態様の電動工具(1)は、モータ(2)により回転駆動される駆動軸(4)と、先端工具を装着可能な出力軸(6)と、駆動軸の回転により生じるトルクを出力軸に伝達するトルク伝達機構(5)とを備える。トルク伝達機構(5)は、駆動軸(4)側に連結される駆動マグネット部材(21、31)と、出力軸(6)側に連結される従動マグネット部材(22、32)とを有するマグネットカップリング(20、20a、20b)を備え、駆動マグネット部材および従動マグネット部材は、それぞれS極およびN極を

10

20

30

40

50

交互に配置した磁石面（21c、22c）を対向させて配置される。

【0059】

駆動マグネット部材（21、31）および従動マグネット部材（22、32）の磁石面（21c、22c）には、それぞれS極およびN極の磁石が交互に配置されることが好ましい。なお駆動マグネット部材（21、31）および従動マグネット部材（22、32）の少なくとも一方の磁石面には、電磁石が配置されてよい。

【0060】

マグネットカップリング（20、20a、20b）は、出力軸に間欠的な回転衝撃力を付加する機能を有することが好ましい。マグネットカップリング（20、20a、20b）は、駆動マグネット部材の磁石面と従動マグネット部材の磁石面との間に作用する磁力を

10

【0061】

変化させることで、出力軸に間欠的な回転衝撃力を付加してよい。マグネットカップリング（20、20a、20b）は、出力軸に所定値を超える負荷トルクがかかったとき脱調してよい。駆動マグネット部材（21、31）は、駆動軸に対して相対回転可能に連結されることが好ましい。駆動マグネット部材（21、31）と駆動軸（4）の相対回転可能な角度は、駆動マグネット部材の磁石面（21c）における磁極の配置ピッチ角度と実質的に等しくてよい。また駆動マグネット部材（21、31）と駆動軸（4）の相対回転可能な角度は、駆動マグネット部材の磁石面（21c）における磁極の配置ピッチ角度より小さくてよい。また駆動マグネット部材（21、31）と駆動軸（4）の相対回転可能な角度は、駆動マグネット部材の磁石面（21c）における磁極の配置ピッチ角度より大きくてよい。駆動マグネット部材（21、31）は、駆動軸（4）の周方向に形成された溝（4a）に配置された鋼球（7）を介して駆動軸（4）に連結されてよい。

20

【0062】

電動工具1は、マグネットカップリング（20）における駆動マグネット部材（21、31）の磁石面（21c）と従動マグネット部材（22、32）の磁石面（22c）との相対位置を変化させる移動機構（24）をさらに備えてよい。移動機構（24）は、駆動マグネット部材（21、31）および従動マグネット部材（22、32）の軸方向の相対位置を変化させてよい。

30

【0063】

電動工具1は、電磁石に供給する電流を制御する制御部（10）をさらに備えてよい。制御部が、電磁石に供給する電流を制御することで、マグネットカップリング（20a）が、出力軸に間欠的な回転衝撃力を付加してよい。電動工具1は、駆動マグネット部材の磁石面と従動マグネット部材の磁石面との相対角度を検知する回転角センサ（30）をさらに備え、制御部（10）は、回転角センサの出力に応じて、電磁石に供給する電流を制御してよい。回転角センサが、2つの磁石面の相対角度が、同期状態にある相対角度に対して、駆動マグネット部材の磁石面における磁極の配置ピッチ角度の1/2倍より大きく、1倍より小さい範囲でずれていることを検知すると、制御部は、電磁石に電流を供給してよい。

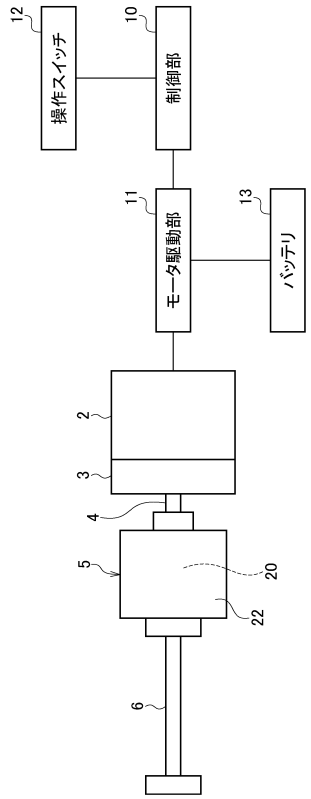
40

【符号の説明】

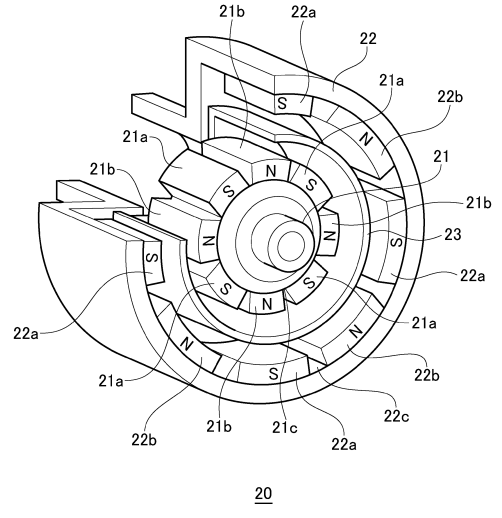
【0064】

1・・・電動工具、2・・・モータ、4・・・駆動軸、4a・・・溝、4b・・・案内溝、5・・・トルク伝達機構、6・・・出力軸、7・・・鋼球、10・・・制御部、20、20a、20b・・・マグネットカップリング、21・・・駆動マグネット部材、21c・・・磁石面、22・・・従動マグネット部材、22c・・・磁石面、24・・・移動機構、25・・・ばね部材、26・・・連結構造、30・・・回転角センサ、31・・・駆動マグネット部材、32・・・従動マグネット部材。

【図1】

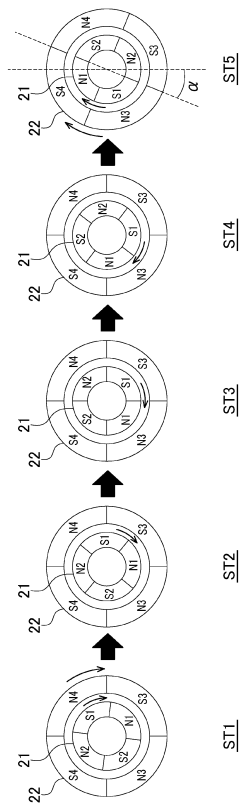


【図2】

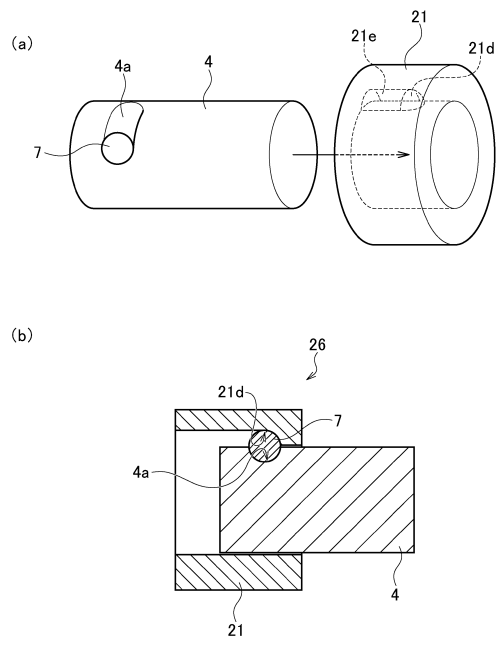


1

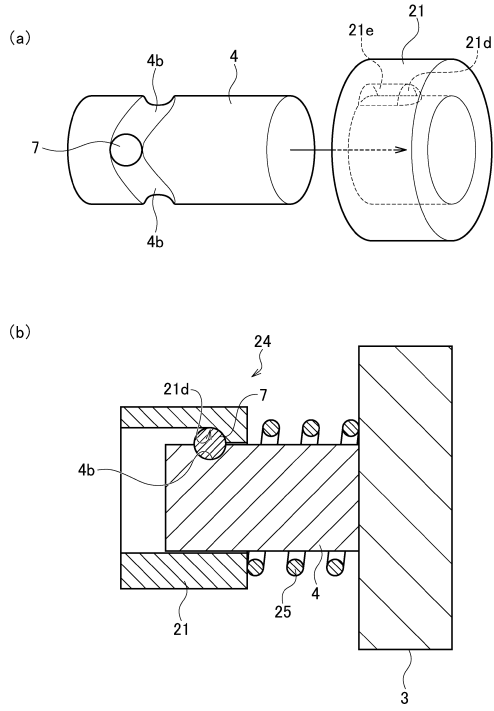
【図3】



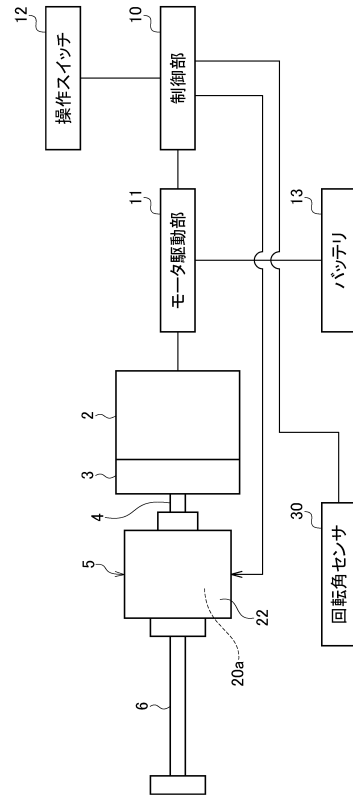
【図4】



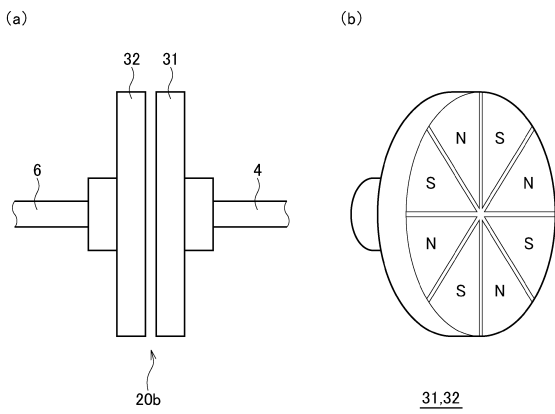
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 本田 亜紀子
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 梶山 智史
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 須中 栄治

- (56)参考文献 米国特許第03150725 (U, A)
特開平09-254046 (JP, A)
特開2012-245463 (JP, A)
実開昭56-024562 (JP, U)
特開2006-026849 (JP, A)
実開平04-060666 (JP, U)
特開2012-135844 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25B21/02
B25D16/00