

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7403059号
(P7403059)

(45)発行日 令和5年12月22日(2023.12.22)

(24)登録日 令和5年12月14日(2023.12.14)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 2 K	16/02 (2006.01)	H 0 2 K	16/02	
B 2 5 F	5/00 (2006.01)	B 2 5 F	5/00	G
H 0 2 K	21/16 (2006.01)	H 0 2 K	21/16	M
H 0 2 K	7/10 (2006.01)	H 0 2 K	7/10	C
H 0 2 K	11/215(2016.01)	H 0 2 K	11/215	
請求項の数 10 (全19頁)				
(21)出願番号	特願2019-139204(P2019-139204)	(73)特許権者	314012076	
(22)出願日	令和1年7月29日(2019.7.29)		パナソニックIPマネジメント株式会社	
(65)公開番号	特開2021-23058(P2021-23058A)		大阪府門真市元町2番6号	
(43)公開日	令和3年2月18日(2021.2.18)	(74)代理人	110002527	
審査請求日	令和4年3月14日(2022.3.14)		弁理士法人北斗特許事務所	
		(72)発明者	中村 暁斗	
			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	津久井 道夫	
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】

モータと、

使用者が操作可能なトリガスイッチと、

前記モータと出力軸との間に配された伝達機構と、

前記トリガスイッチの操作に基づいて前記モータの駆動制御を行う制御部と、

を備え、

前記モータは、

複数のコイル及びインシュレータを有するコイル部と、複数のティース部を有する鉄心部と、を備えるステータと、

永久磁石を有し、前記ステータとの間に隙間を介して前記ステータの内側で軸部を中心に回転可能に設けられたロータと、

を備え、

前記ロータは、自身から出力される磁束が変化するように、各々が相対回転可能に回転軸方向に複数分割され、

前記ロータの複数分割されている部分のうち、少なくとも一つの部分が第1ロータ部として形成され、

前記ロータの複数分割されている部分のうち、少なくとも一つの部分が第2ロータ部として形成され、

前記第1ロータ部は、前記第2ロータ部との対向面に、一对の第1突起部を有し、

前記第 2 ロータ部は、前記第 1 ロータ部との対向面に、一对の第 2 突起部を有し、
前記第 1 ロータ部又は前記第 2 ロータ部が回転することにより前記第 1 突起部と前記第
2 突起部とが引っ掛かるときに、前記第 1 ロータ部に設けた第 1 永久磁石と、前記第 2 ロ
ータ部に設けた第 2 永久磁石とが、同極同士で対向するように構成されている、
電動工具。

【請求項 2】

前記ロータは、前記軸部に付加されるトルクに応じて、自身から出力される磁束が変化するように、各々が相対回転可能に回転軸方向に複数分割されている、

請求項 1 に記載の電動工具。

【請求項 3】

前記ロータは、前記軸部に付加されるトルクが大きくなるほど、自身から出力される磁束が強まるように構成されている、

請求項 2 に記載の電動工具。

【請求項 4】

前記ロータは、前記軸部の回転数に応じて、自身から出力される磁束が変化するように、各々が相対回転可能に回転軸方向に複数分割されている、

請求項 1 に記載の電動工具。

【請求項 5】

前記ロータは、前記軸部の回転数が高くなるほど、自身から出力される磁束が弱まるように構成されている、

請求項 4 に記載の電動工具。

【請求項 6】

前記ロータの位置の検知は前記第 1 ロータ部に対して行うように構成されている、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電動工具。

【請求項 7】

前記第 1 ロータ部は前記軸部に対して固定されておらず、

前記第 2 ロータ部は前記軸部に対して固定されている、

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の電動工具。

【請求項 8】

前記ロータは、正転及び逆転が可能に構成され、正転及び逆転の両方で、自身から出力される磁束が変化するように構成されている、

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電動工具。

【請求項 9】

前記ロータは、正転における磁束の変化と、逆転における磁束の変化と、に差が生じるように構成されている、

請求項 8 に記載の電動工具。

【請求項 10】

前記モータの電力を供給する電池パックを更に備える、

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の電動工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に電動工具に関し、より詳細には、モータを備える電動工具に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、モータと、前記モータにより駆動される出力軸と、を備える電動工具が記載されている。特許文献 1 に記載されたモータは、ステータと、コイルと、を備えている。ステータは、環状部と、前記環状部の内周面に設けられ該環状部の径方向に突出する複数のティース部と、を有している。前記コイルは、前記ティース部に巻回されている。前記コイルは、第 1 のコイルと、第 2 のコイルと、を有する。前記第 1 のコイルは、前

10

20

30

40

50

記複数のティース部の一つにおいて、前記ティース部の径方向外側部分に巻回される。前記第2のコイルは、前記複数のティース部の一つにおいて、前記第1のコイルよりも前記ティース部の径方向内側部分に巻回される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-121158号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

特許文献1に記載されているモータにおいて、モータに係る負荷が小さいときには、ロータを高速に回転させて、作業効率を向上させることが望まれていた。

【0005】

本開示は、上記事由に鑑みてなされており、作業効率を向上させることができる電動工具を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様に係る電動工具は、モータと、トリガスイッチと、伝達機構と、制御部と、を備える。前記トリガスイッチは、使用者が操作可能である。前記伝達機構は、前記モータと出力軸との間に配置されている。前記制御部は、前記トリガスイッチの操作に基づいて前記モータの駆動制御を行う。前記モータは、ステータと、ロータと、を備える。前記ステータは、コイル部と、鉄心部と、を備える。前記コイル部は、複数のコイル及びインシュレータを有する。前記鉄心部は、複数のティース部を有する。前記ロータは、永久磁石を有する。前記ロータは、前記ステータとの間に隙間を介して前記ステータの内側で軸部を中心に回転可能に設けられる。前記ロータは、自身から出力される磁束が変化するように、回転軸方向に各々が相対回転可能に複数分割されている。

20

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本実施形態に係る電動工具を示す概略図である。

【図2】図2は、本実施形態に係る電動工具に使用するモータを示す斜視図である。

【図3】図3は、同上のモータを示す断面図である。

【図4】図4は、同上のモータを示す分解斜視図である。

【図5】図5は、同上のモータを示す断面図である。

【図6】図6Aは、同上のモータに使用する第2ロータ部を示す斜視図である。図6Bは、同上のモータに使用する第1ロータ部を示す斜視図である。

【図7】図7A～Cは、同上のモータの動作を説明する概略図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0009】

(実施形態)

以下、実施形態に係る電動工具10と、この電動工具10に備えられる本実施形態に係るモータ1について、図面を用いて説明する。ただし、下記の実施形態は、本開示の様々な実施形態の1つに過ぎない。下記の実施形態は、本開示の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。また、下記の実施形態において説明する各図は、模式的な図であり、図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比が必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。

【0010】

50

(1) 概要

本実施態様に係る電動工具 1 0 は、モータ 1 と、トリガスイッチ 1 0 6 と、伝達機構 1 0 2 と、制御部 1 0 7 と、を備える。トリガスイッチ 1 0 6 は、使用者が操作可能である。伝達機構 1 0 2 は、モータ 1 と出力軸 1 0 3 との間に配置されている。制御部 1 0 7 は、トリガスイッチ 1 0 6 の操作に基づいてモータ 1 の駆動制御を行う。モータ 1 は、ステータ 3 と、ロータ 2 と、を備える。ステータ 3 は、コイル部 3 0 と、鉄心部 3 4 と、を備える。コイル部 3 0 は、複数のコイル 3 1 及びインシュレータ 5 を有する。鉄心部 3 4 は、複数のティース部 3 2 を有する。ロータ 2 は、永久磁石 2 2 を有する。ロータ 2 は、ステータ 3 との間に隙間 6 を介してステータ 3 の内側で軸部 2 3 を中心に回転可能に設けられる。ロータ 2 は、自身から出力される磁束が変化するように、回転軸方向 X に各々が相対回転可能に複数分割されている。

10

【 0 0 1 1 】

本実施態様に係る電動工具 1 0 は、ロータ 2 への負荷が小さいときに、ロータ 2 から出力される磁束が小さくなるように変化する。したがって、ロータ 2 への負荷が小さいときに、より高速で回転させることができ、作業効率が高い。

【 0 0 1 2 】

本実施態様に係る電動工具 1 0 おいて、モータ 1 は、ロータ 2 から出力される磁束が自律的に変化する仕組み（ガバナ方式）を有する。したがって、弱め磁束制御で制御されるモータに比べて、磁束の損失がなく、効率がよい。またロータ 2 から出力される磁束が小さい場合は、鉄粉などの磁性体を吸着しにくく、故障が少なくなる。

20

【 0 0 1 3 】

(2) 詳細

(2 . 1) 電動工具

図 1 に示すように、本実施形態に係る電動工具 1 0 は、モータ 1 と、トリガスイッチ 1 0 6 と、伝達機構 1 0 2 及び制御部 1 0 7 と、を備える。すなわち、モータ 1 と、トリガスイッチ 1 0 6 と、伝達機構 1 0 2 及び制御部 1 0 7 とは、電動工具 1 0 の構成要素である。

【 0 0 1 4 】

電動工具 1 0 は、電池パック 1 0 1 と、伝達機構 1 0 2 と、出力軸 1 0 3 と、チャック 1 0 4 と、先端工具 1 0 5 と、トリガスイッチ 1 0 6 と、制御部 1 0 7 とを更に備えている。本実施形態に係るモータ 1 は、先端工具 1 0 5 を駆動する電動工具用モータである。すなわち、先端工具（ビットとも言う） 1 0 5 は、モータ 1 である電動工具用モータの駆動力で駆動する工具である。つまり、モータ 1 は、先端工具 1 0 5 を駆動する駆動源である。

30

【 0 0 1 5 】

電動工具 1 0 は、モータ 1 に電力を供給する電池パック 1 0 1 を更に備える。すなわち、電池パック 1 0 1 は、モータ 1 を駆動する電流を供給する直流電源である。電池パック 1 0 1 は、例えば、1 又は複数の 2 次電池を含む。

【 0 0 1 6 】

伝達機構 1 0 2 は、モータ 1 と出力軸 1 0 3 との間に配置されている。伝達機構 1 0 2 は、モータ 1 の出力（駆動力）を調整して出力軸 1 0 3 に出力する。出力軸 1 0 3 は、伝達機構 1 0 2 から出力された駆動力で駆動（例えば回転）される部分である。チャック 1 0 4 は、出力軸 1 0 3 に固定されており、先端工具 1 0 5 が着脱自在に取り付けられる部分である。先端工具 1 0 5 は、例えば、ドライバ、ソケット又はドリル等である。各種の先端工具 1 0 5 のうち用途に応じた先端工具 1 0 5 が、チャック 1 0 4 に取り付けられる。

40

【 0 0 1 7 】

トリガスイッチ 1 0 6 は、使用者が操作可能である。すなわち、トリガスイッチ 1 0 6 は、モータ 1 の回転を制御するための操作を受け付ける操作部である。トリガスイッチ 1 0 6 を引く操作により、モータ 1 のオンオフが切替可能である。また、トリガスイッチ 1 0 6 を引き込む操作の操作量で、出力軸 1 0 3 の回転速度、つまりモータ 1 の回転速度が

50

調整可能である。

【 0 0 1 8 】

制御部 1 0 7 は、トリガスイッチ 1 0 6 の操作に基づいてモータ 1 の駆動制御を行う。すなわち、制御部 1 0 7 は、トリガスイッチ 1 0 6 に入力された操作に応じて、モータ 1 を回転又は停止させ、また、モータ 1 の回転速度を制御する。この電動工具 1 0 では、先端工具 1 0 5 がチャック 1 0 4 に取り付けられる。そして、トリガスイッチ 1 0 6 への操作によってモータ 1 の回転速度が制御されることで、先端工具 1 0 5 の回転速度が制御される。制御部 1 0 7 は、配線 4 2 によりモータ 1 及び電池パック 1 0 1 と電氣的に接続されている。

【 0 0 1 9 】

ハウジング 1 0 8 は、モータ 1 の他に、伝達機構 1 0 2 , 出力軸 1 0 3 、配線 4 2 及び制御部 1 0 7 を収容している。チャック 1 0 4 及びトリガスイッチ 1 0 6 はハウジング 1 0 8 の外部に設けられている。

【 0 0 2 0 】

なお、実施形態の電動工具 1 0 はチャック 1 0 4 を備えることで、先端工具 1 0 5 が、用途に応じて交換可能であるが、先端工具 1 0 5 が交換可能である必要は無い。例えば、電動工具 1 0 は、特定の先端工具 1 0 5 のみ用いることができる電動工具であってもよい。

【 0 0 2 1 】

(2 . 2) モータ

本実施形態に係るモータ 1 は、例えば、ブラシレスモータである。モータ 1 は、ステータ 3 と、ロータ 2 と、を備える。つまり、ステータ 3 及びロータ 2 はモータ 1 の構成要素である。またモータ 1 はインシュレータ 5 及びセンサ基板 4 1 と、を備える (図 3 参照) 。

【 0 0 2 2 】

モータ 1 は、ロータ 2 と、複数 (本実施形態では 9 つ) のコイル 3 1 とを有している。ロータ 2 は、ステータ 3 に対して回転する。すなわち、鉄心部 3 4 に巻かれた複数のコイル 3 1 から発生する磁束により、ロータ 2 を回転させる電磁気力が発生する。モータ 1 は、ロータ 2 の回転力 (駆動力) を軸部 2 3 から伝達機構 1 0 2 へ伝達する。

【 0 0 2 3 】

(2 . 3) ロータ

ロータ 2 は、永久磁石 2 2 を有する。すなわち、ロータ 2 は、円筒状のロータコア 2 1 と、複数 (図 5 では 6 つ) の永久磁石 2 2 と、軸部 2 3 と、を有している。軸部 2 3 は、ロータコア 2 1 の内側に保持されている。複数の永久磁石 2 2 は、ロータコア 2 1 の中心を囲む多角形 (図 5 では六角形) のように配置されている。

【 0 0 2 4 】

ここで、ロータコア 2 1 の形状は、ロータコア 2 1 の回転軸方向 X から見て円状であり、ロータコア 2 1 の中心とは、当該円の中心に相当する。各永久磁石 2 2 の形状は直方体状である。ロータコア 2 1 の回転軸方向 X から見て、各永久磁石 2 2 の形状は長方形状である。

【 0 0 2 5 】

ロータコア 2 1 は、複数の鋼板を含む。ロータコア 2 1 は、複数の鋼板を厚さ方向に積層して形成されている。各鋼板は、磁性材料により形成されている。各鋼板は、例えば、ケイ素鋼板である。

【 0 0 2 6 】

ロータコア 2 1 は、鉄心部 3 4 の連結部 3 3 と同心の円筒状に形成されている。ロータコア 2 1 の回転軸方向 X において、ロータコア 2 1 の両端の位置は、鉄心部 3 4 の両端の位置とほぼ揃っている。すなわち、ロータコア 2 1 の厚さ (回転軸方向 X の寸法) と鉄心部 3 4 の厚さ (回転軸方向 X の寸法) とは略等しい。ここで、ロータコア 2 1 の第 1 端 (第 1 軸受け 7 1 側の端部) と鉄心部 3 4 の第 1 端とがちょうど重なっていてもよく、許容される誤差の範囲内でずれていてもよい。また、ロータコア 2 1 の第 2 端 (第 2 軸受け 7 2 側の端部) と鉄心部 3 4 の第 2 端とがちょうど重なっていてもよく、許容され

10

20

30

40

50

る誤差の範囲内でずれていてもよい。例えば、ロータコア 2 1 の厚さの 3 % 以内、5 % 以内又は 1 0 % 以内のずれがあってもよい。

【 0 0 2 7 】

ロータコア 2 1 の内側には、軸部 2 3 が保持されている。図 2 に示すように、ロータコア 2 1 は、軸部 2 3 が通される軸孔 2 3 1 を有している。

【 0 0 2 8 】

各永久磁石 2 2 は、例えば、ネオジム磁石である。各永久磁石 2 2 の 2 つの磁極は、ロータコア 2 1 の周方向に並んでいる。ロータコア 2 1 の周方向において隣り合う 2 つの永久磁石 2 2 は、それぞれ同極を対向させている。

【 0 0 2 9 】

ロータ 2 は、ステータ 3 に対して回転可能に配置される。すなわち、ロータ 2 は、軸部 2 3 が延びる方向と同方向の回転軸方向 X を中心として、ステータ 3 の内側の空間 3 5 内で、ステータ 3 に対して回転する。ステータ 3 の内側の空間は円筒状の連結部 3 3 で囲まれる空間である。空間は回転軸方向 X の両方で開放されている。

【 0 0 3 0 】

ロータ 2 は、ステータ 3 との間に隙間 6 を介してステータ 3 の内側で軸部 2 3 を中心に回転可能に設けられる。すなわち、ロータ 2 は、ステータ 3 の内側にステータ 3 と隙間 6 を介して配置される。つまり、図 5 に示すように、ステータ 3 の連結部 3 3 の内周面 3 0 0 と、ロータ 2 のロータコア 2 1 の外周面 2 0 0 との間には、隙間 6 が形成されている。この隙間 6 の寸法 G は 0 . 3 mm ~ 0 . 5 mm とすることができるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 3 1 】

ロータ 2 は、自身から出力される磁束が変化するように、回転軸方向 X に各々が相対回転可能に複数分割されている。すなわち、ロータ 2 は、回転軸方向 X に沿って複数の部分に分割されている。本実施形態では、図 6 A 及び図 6 B に示すような、第 1 ロータ部 2 0 a と第 2 ロータ部 2 0 b とに分割されている。つまり、ロータ 2 の複数分割されている部分のうち、少なくとも一つの部分が第 2 ロータ部 2 0 b として形成される。

【 0 0 3 2 】

第 1 ロータ部 2 0 a は、ロータコア 2 1 として第 1 ロータコア 2 1 a を有する。また第 1 ロータ部 2 0 a は、永久磁石 2 2 として第 1 永久磁石 2 2 a を有する。第 1 ロータコア 2 1 a は第 1 コア部 2 6 a と第 1 外周部 2 5 a とを有している。第 1 コア部 2 6 a は回転軸方向 X に延びる円柱状に形成されており、第 1 コア部 2 6 a の中心に回転軸方向 X に軸孔 2 3 1 が貫通して設けられている。第 1 外周部 2 5 a は回転軸方向 X に延びる円柱状に形成されており、第 1 コア部 2 6 a の外周（回転軸方向 X 周り）を全周にわたって囲むように設けられている。第 1 永久磁石 2 2 a は第 1 外周部 2 5 a に設けられている。

【 0 0 3 3 】

第 2 ロータ部 2 0 b は、ロータコア 2 1 として第 2 ロータコア 2 1 b を有する。また第 2 ロータ部 2 0 b は、永久磁石 2 2 として第 2 永久磁石 2 2 b を有する。第 2 ロータコア 2 1 b は第 2 コア部 2 6 b と第 2 外周部 2 5 b とを有している。第 2 コア部 2 6 b は回転軸方向 X に延びる円柱状に形成されており、第 2 コア部 2 6 b の中心に回転軸方向 X に軸孔 2 3 1 が貫通して設けられている。第 2 外周部 2 5 b は回転軸方向 X に延びる円柱状に形成されており、第 2 コア部 2 6 b の外周（回転軸方向 X 周り）を全周にわたって囲むように設けられている。第 2 永久磁石 2 2 b は第 2 外周部 2 5 b に設けられている。

【 0 0 3 4 】

ロータ 2 は、軸部 2 3 に付加されるトルクに応じて、自身から出力される磁束が変化するように、回転軸方向 X に各々が相対回転可能に複数分割されている。すなわち、第 1 ロータ部 2 0 a と第 2 ロータ部 2 0 b とは、軸部 2 3 に付加されるトルクに応じて、ロータ 2 から出力される磁束が変化するように分割されている。

【 0 0 3 5 】

ロータ 2 の複数分割されている部分をつなぐクラッチを更に備える。すなわち、第 1 ロ

10

20

30

40

50

ータ部 20a と第 2 ロータ部 20b とは、互いに、一方から他方へ任意に断続して動力を伝えるように構成されている。このクラッチが、磁気クラッチである。すなわち、第 1 ロータ部 20a に設けた第 1 永久磁石 22a と、第 2 ロータ部 20b に設けた第 2 永久磁石 22b と、クラッチが構成されている。

【0036】

ロータ 2 の複数分割されている部分のうち、少なくとも一つの部分が第 1 ロータ部 20a として形成される。ロータ 2 の位置の検知はセンサ素子 43 により第 1 ロータ部 20a の位置の検知により行うように構成されている。すなわち、ロータ 2 の回転は第 1 ロータ部 20a により支配的に行われる。つまり、第 1 ロータ部 20a の回転に従って、第 2 ロータ部 20b が従属的に回転される。ロータ 2 の位置とは、回転軸方向 X の軸周りに回転するロータ 2 の回転位置であり、ステータ 3 に対するロータ 2 の位置である。センサ素子 43 はステータ 3 に固定されており、センサ素子 43 でロータ 2 の位置が検知される。

10

【0037】

第 1 ロータ部 20a は軸部 23 に対して固定されていない。すなわち、第 1 ロータ部 20a は軸部 23 に対してフリーで回転する。一方、第 2 ロータ部 20b は軸部 23 に対して固定されている。すなわち、第 2 ロータ部 20b は軸部 23 とともに回転する。

【0038】

第 1 ロータ部 20a には一対の第 1 突起部 27a が形成されている。第 2 ロータ部 20b には一対の第 2 突起部 27b が形成されている。一対の第 1 突起部 27a と一対の第 2 突起部 27b とは、各々、第 1 ロータ部 20a と第 2 ロータ部 20b との対向面に設けられている。一対の第 1 突起部 27a は第 1 コア部 26a に形成されている。一対の第 2 突起部 27b は第 2 コア部 26b に形成されている。

20

【0039】

ロータ 2 は、正転及び逆転が可能に構成される。すなわち、ロータ 2 は、ステータ 3 に対して時計周りと反時計回りとの回転可能に形成されている。

【0040】

(2.4) ステータ

ステータ 3 は、コイル部 30 と、鉄心部 34 と、を備える。すなわち、複数のコイル 31 及び鉄心部 34 はステータ 3 の構成要素である。またコイル部 30 は、複数のコイル 31 及びインシュレータ 5 を有する。すなわち、複数のコイル 31 とインシュレータ 5 はコイル部 30 の構成要素である。

30

【0041】

鉄心部 34 は、中央コア 341 と、外筒部 342 とを有している。外筒部 342 は、中央コア 341 に取り付けられる。鉄心部 34 は、複数のティース部 32 を有する。すなわち、中央コア 341 は、円筒状の連結部 33 と、複数 (図 6 では 9 つ) のティース部 32 とを有している。連結部 33 の内側の空間 35 には、ロータ 2 が配置されている。複数のティース部 32 の各々は、胴部 321 と、2 つの先端片 322 とを含む。胴部 321 は、連結部 33 から連結部 33 の径方向において外向きに突出している。2 つの先端片 322 は、胴部 321 の先端側の部位から、胴部 321 の突出方向と交差する方向に延びている。

【0042】

40

ステータ 3 は連結部 33 を備える。すなわち、鉄心部 34 に形成される連結部 33 はステータ 3 の構成要素である。連結部 33 は、少なくとも一部の隣り合うティース部 32 を連結する。すなわち、隣り合うティース部 32 の一部又は全部が連結部 33 で連結される。

【0043】

複数のティース部 32 は、複数のコイル 31 が、各々、インシュレータ 5 を介して配置される。すなわち、胴部 321 には、インシュレータ 5 (図 3 参照) を介してコイル 31 が巻かれる。連結部 33 は、コイル 31 よりもロータ 2 側に位置する。すなわち、コイル 31 とロータ 2 との間に連結部 33 が位置している。

【0044】

2 つの先端片 322 は、コイル 31 が胴部 321 から脱落することを抑制する抜止めと

50

して設けられている。すなわち、胴部 3 2 1 の先端側にコイル 3 1 が移動しようとする場合に、コイル 3 1 が 2 つの先端片 3 2 2 に引っ掛かることで、コイル 3 1 の脱落を抑制できる。

【 0 0 4 5 】

ステータ 3 の鉄心部 3 4 の中央コア 3 4 1 は、複数の鋼板を含む。中央コア 3 4 1 は、複数の鋼板を厚さ方向に積層して形成されている。各鋼板は、磁性材料により形成されている。各鋼板は、例えば、ケイ素鋼板である。

【 0 0 4 6 】

図 4 に示すように、連結部 3 3 の形状は、円筒状である。連結部 3 3 の軸方向は、複数の鋼板の厚さ方向と一致している。連結部 3 3 は、周方向において連続している。言い換えると、連結部 3 3 は、周方向において途切れることなくつながっている。

10

【 0 0 4 7 】

複数のティース部 3 2 の胴部 3 2 1 の形状は、直方体状である。連結部 3 3 とティース部 3 2 とが一体に形成されている。すなわち、連結部 3 3 とティース部 3 2 とは別部材で形成されることなく、同じ部材を用いて一連に形成されている。胴部 3 2 1 は、連結部 3 3 から連結部 3 3 の径方向において外向きに突出している。複数のティース部 3 2 の胴部 3 2 1 は、連結部 3 3 の周方向において等間隔に設けられている。

【 0 0 4 8 】

2 つの先端片 3 2 2 は、胴部 3 2 1 の先端側の部位から、胴部 3 2 1 の突出方向と交差する方向に延びている。より詳細には、2 つの先端片 3 2 2 は、胴部 3 2 1 の先端側の部位において、連結部 3 3 の周方向の両側に設けられている。そして、2 つの先端片 3 2 2 は、連結部 3 3 の周方向に延びている。

20

【 0 0 4 9 】

各先端片 3 2 2 のうち、連結部 3 3 の径方向において外側の面は、曲面 3 2 3 を含む。連結部 3 3 の軸方向（ロータ 2 の回転軸方向 X と同じ）から見て、曲面 3 2 3 の形状は、連結部 3 3 と同心の円に沿った円弧状である。

【 0 0 5 0 】

各先端片 3 2 2 は、胴部 3 2 1 とつながった部位に、湾曲部 3 2 4 を有している。湾曲部 3 2 4 は、連結部 3 3 の径方向において外側ほど、連結部 3 3 の周方向において胴部 3 2 1 から離れるように湾曲している。つまり、各先端片 3 2 2 のうち基端側の部分である湾曲部 3 2 4 は、面取りされていて R 状になっている。

30

【 0 0 5 1 】

(2 . 5) 外筒部

図 5 に示すように、外筒部 3 4 2 は、複数の鋼板を含む。外筒部 3 4 2 は、複数の鋼板を厚さ方向に積層して形成されている。各鋼板は、磁性材料により形成されている。各鋼板は、例えば、ケイ素鋼板である。外筒部 3 4 2 の形状は、円筒状である。外筒部 3 4 2 は、複数のティース部 3 2 に取り付けられ複数のティース部 3 2 を囲んでいる。

【 0 0 5 2 】

外筒部 3 4 2 は、複数（ 9 つ）の嵌合部 3 4 3 を有している。つまり、外筒部 3 4 2 は、ティース部 3 2 と同数の嵌合部 3 4 3 を有している。複数の嵌合部 3 4 3 の各々は、外筒部 3 4 2 の内周面に設けられた窪みである。複数の嵌合部 3 4 3 は、複数のティース部 3 2 と一対一で対応している。複数の嵌合部 3 4 3 の各々と、複数のティース部 3 2 のうちこの嵌合部 3 4 3 に対応するティース部 3 2 とは、少なくとも一方が連結部 3 3 の径方向に移動することで嵌まり合う。これにより、外筒部 3 4 2 が複数のティース部 3 2 に取り付けられる。

40

【 0 0 5 3 】

各嵌合部 3 4 3 には、ティース部 3 2 のうち 2 つの先端片 3 2 2 を含む部位が嵌め込まれる。そのため、外筒部 3 4 2 の周方向における各嵌合部 3 4 3 の長さは、胴部 3 2 1 から突出した 2 つの先端片 3 2 2 のうち一方の先端片 3 2 2 の突出先端と、他方の先端片 3 2 2 の突出先端との間の長さと同じ。なお、本明細書において「等しい」とは、複数の

50

値が互いに完全に一致する場合に限定されず、許容される誤差の範囲内で異なっている場合をも含む。例えば、３％以内、５％以内、又は１０％以内の誤差がある場合をも含む。

【００５４】

中央コア３４１にインシュレータ５が装着されコイル３１が巻かれた状態で、外筒部３４２は、例えば、焼嵌めにより複数のティース部３２に取り付けられる。すなわち、外筒部３４２を加熱して径方向に膨張させた状態で、外筒部３４２の内側に中央コア３４１を配置する。これにより、外筒部３４２の内面は、複数のティース部３２との間に僅かに隙間を空けて連結部３３の径方向における複数のティース部３２の先端に対向する。その後、外筒部３４２の温度が低下して外筒部３４２が収縮すると、外筒部３４２の内面が複数のティース部３２の先端に接する。つまり、外筒部３４２の収縮に伴って複数の嵌合部３４３が外筒部３４２の径方向内向きに移動することにより、複数の嵌合部３４３と複数のティース部３２とが嵌まり合う。外筒部３４２は、複数のティース部３２に対して外筒部３４２の径方向内向きの接圧を加えている。

10

【００５５】

（２．６）コイル

コイル３１は、９つのティース部３２に対応して９つ備えられている。９つのコイル３１は、互いに電氣的に接続されている。各コイル３１を構成する巻線３１１は、例えば、エナメル線である。この巻線は、線状の導体と、導体を覆う絶縁被覆と、を有している。

【００５６】

コイル３１は、連結部３３より外側に位置している。すなわち、コイル３１の内側（ロータ２側）に連結部３３が位置している。コイル３１の少なくとも一部は、カバー５１で覆われていない。すなわち、回転軸方向Ｘにおけるコイル３１の一端部（第２インシュレータ５０２側の端部）はカバー５１では覆われておらず、カバー５１の周囲を囲むようにして複数のコイル３１の各一端部が並んでいる。

20

【００５７】

（２．７）インシュレータ

インシュレータ５は、電気絶縁性を有する部材である。インシュレータ５は、例えば、ガラス繊維等のフィラーを約３０重量％含む６６ナイロン等の樹脂製である。

【００５８】

インシュレータ５は、ステータ３にセンサ基板４１を固定している。これにより、ステータ３とセンサ基板４１とを電氣的に絶縁することができる。

30

【００５９】

図３に示すように、インシュレータ５は、第１インシュレータ５０１及び第２インシュレータ５０２を含む。第１インシュレータ５０１及び第２インシュレータ５０２は、例えば、インサート成形により、ステータ３の鉄心部３４と一体化している。第１インシュレータ５０１と第２インシュレータ５０２とは、回転軸方向Ｘで並ぶように配置されている。

【００６０】

第１インシュレータ５０１は、回転軸方向Ｘにおける鉄心部３４の一端側を被覆している。具体的には、第１インシュレータ５０１は、円環部５１０と、複数の被覆部５１４（本実施形態ではティース部３２と同数の９つ）と、を有する。円環部５１０の外径は、鉄心部３４の円筒状の連結部３３の外径と略同一である。円環部５１０は、回転軸方向Ｘにおける連結部３３とティース部３２との片側を被覆している。被覆部５１４は、円環部５１０の周方向において内周面に等間隔で設けられている。

40

【００６１】

第２インシュレータ５０２は、回転軸方向Ｘにおける鉄心部３４のもう一端側を被覆している。具体的には、第２インシュレータ５０２は、円環部５２０と、複数の被覆部５２４（本実施形態ではティース部３２と同数の９つ）と、を有する。円環部５２０の外径は、鉄心部３４の円筒状の連結部３３の外径と略同一である。回転軸方向Ｘにおける連結部３３とティース部３２とのもう一方の片側を被覆している。被覆部５２４は、円環部５２０の周方向において内周面に等間隔で設けられている。

50

【 0 0 6 2 】

コイル 3 1 は、被覆部 5 1 4 , 5 2 4 で被覆されたティース部 3 2 に巻線 3 1 1 が巻回されて形成されている。

【 0 0 6 3 】

インシュレータ 5 には、カバー 5 1 が形成されている。カバー 5 1 は第 2 インシュレータ 5 0 2 に形成されている。カバー 5 1 は、インシュレータ 5 と機械的に一体に形成されている。すなわち、第 2 インシュレータ 5 0 2 にカバー 5 1 が機械的に一体に形成されている。インシュレータ 5 がコイル 3 1 の巻線 3 1 1 によりステータ 3 に固定されているため、カバー 5 1 は、コイル 3 1 の巻線 3 1 1 によりステータ 3 に固定されている。つまり、第 2 インシュレータ 5 0 2 がコイル 3 1 の巻線 3 1 1 によりステータ 3 に固定されることにより、第 2 インシュレータ 5 0 2 に機械的に一体に形成されているカバー 5 1 もステータ 3 に固定される。

10

【 0 0 6 4 】

カバー 5 1 は、少なくとも連結部 3 3 よりも内側の空間 3 5 に対して、ロータ 2 の回転軸方向 X において対向して配置される。すなわち、ロータ 2 の回転軸方向 X において、カバー 5 1 と連結部 3 3 よりも内側の空間 3 5 の第 2 インシュレータ 5 0 2 側とが対向している。そして、カバー 5 1 は、隙間 6 を覆っている。すなわち、ロータ 2 の外周面とステータ 3 の内周面との間の隙間 6 が、回転軸方向 X において、カバー 5 1 により覆われている。カバー 5 1 は、ロータ 2 の回転方向の全長にわたって隙間 6 を覆っている。すなわち、カバー 5 1 は、ロータ 2 の回転方向の全長にわたって、回転軸方向 X において、隙間 6 と対向している。

20

【 0 0 6 5 】

カバー 5 1 のうちのロータ 2 の回転軸方向 X におけるステータ 3 又はロータ 2 との対向面 5 1 1 は、コイル 3 1 における回転軸方向 X の最外面 3 1 2 よりも内側に位置する。

【 0 0 6 6 】

インシュレータ 5 には、軸受け保持部 5 2 が形成されている。軸受け保持部 5 2 は第 2 インシュレータ 5 0 2 に形成されている。軸受け保持部 5 2 は、ロータ 2 の軸受け 7 を保持する。すなわち、ロータ 2 の二つの軸受け 7 のうち、第 2 インシュレータ 5 0 2 側の第 2 軸受け 7 2 が軸受け保持部 5 2 で保持されている。軸受け保持部 5 2 は、ティース部 3 2 の内周先端又は連結部 3 3 のいずれかに接触して、ロータ 2 の回転軸方向 X に直交する平面内において、位置決めされている。すなわち、第 2 インシュレータ 5 0 2 がステータ 3 に固定されるときに、第 2 インシュレータ 5 0 2 がティース部 3 2 の内周先端又は連結部 3 3 のいずれかに接触して位置決めされる。これにより、第 2 インシュレータ 5 0 2 に形成された軸受け保持部 5 2 は、回転軸方向 X に直交する平面内において、ティース部 3 2 の内周先端又は連結部 3 3 に対して位置決めされている。

30

【 0 0 6 7 】

軸受け保持部 5 2 が、連結部 3 3 に接触することで位置決めされている。すなわち、第 2 インシュレータ 5 0 2 がステータ 3 に固定されるときに、第 2 インシュレータ 5 0 2 が連結部 3 3 に接触して位置決めされる。これにより、第 2 インシュレータ 5 0 2 に形成された軸受け保持部 5 2 は、回転軸方向 X に直交する平面内において、連結部 3 3 に対して位置決めされている。

40

【 0 0 6 8 】

軸受け保持部 5 2 が、少なくとも連結部 3 3 の外周面側に接触させることで位置決めされている。すなわち、第 2 インシュレータ 5 0 2 がステータ 3 に固定されるときに、第 2 インシュレータ 5 0 2 が少なくとも連結部 3 3 の外周面側に接触して位置決めされる。これにより、第 2 インシュレータ 5 0 2 に形成された軸受け保持部 5 2 は、回転軸方向 X に直交する平面内において、連結部 3 3 に対して位置決めされている。

【 0 0 6 9 】

軸受け保持部 5 2 が、複数のティース部 3 2 の内周先端又は連結部 3 3 の 3 カ所以上に接触することで位置決めされている。すなわち、第 2 インシュレータ 5 0 2 がステータ 3

50

に固定されるときに、第２インシュレータ５０２が複数のティース部３２の内周先端又は連結部３３の３カ所以上に接触することで位置決めされている。例えば、円環部５２０及び複数の被覆部５２４が連結部３３の３カ所以上に接触する。これにより、第２インシュレータ５０２に形成された軸受け保持部５２は、回転軸方向Ｘに直交する平面内において、連結部３３に対して位置決めされている。

【００７０】

軸受け保持部５２とロータ２との間には基板４が配置されている。すなわち、回転軸方向Ｘにおいて、軸受け保持部５２とロータ２と基板４とが並んでおり、基板４が軸受け保持部５２とロータ２の間に配置されている。

【００７１】

軸受け保持部５２によって保持される軸受け７の内側面は、基板４の内側面よりも、回転軸方向Ｘにおいてロータ２に近い位置に配置されている。すなわち、図３に示すように、軸受け７は軸受け保持部５２に保持されて配置されているが、軸受け７のロータ２側の端面（内側面）は、基板４のロータ２側に向く面（内側面）４１０よりもロータ２に近いように配置されている。

【００７２】

なお、カバー５１は、軸部２３を保持している軸受け７を含むものであってもよい。すなわち、軸受け７はカバー５１の軸受け保持部５２に保持されている状態で、カバー５１に備えられていてもよい。この場合、軸部２３を受けている軸受け７はカバー５１の構成要素となる。

【００７３】

（２．８）基板

基板４は、いわゆるセンサ基板４１である。すなわち、センサ基板４１は、ロータ２の回転角度を検出する。つまり、センサ基板４１は、ロータ２の回転位置を検出するための回路基板である。センサ基板４１は、回転軸方向Ｘにおいてロータ２の第２インシュレータ５０２側で、ロータ２の端面と平行に配置されている。センサ基板４１には、センサ素子４３が実装されている。センサ素子４３は、例えば、ホール素子又は角度センサ（ＧＭＲ）等である。センサ素子４３は、ロータ２の回転位置を検出する素子である。

【００７４】

センサ基板４１は、回転軸方向Ｘから見て略六角形をなしている。センサ基板４１は、軸部２３の外周の全周を囲んでいる。つまり、センサ基板４１は、軸部２３の周方向の全周に配置されている。

【００７５】

図３に示すように、センサ基板４１は、インシュレータ５と鉄心部３４とで挟まれる位置に配置されている。すなわち、回転軸方向Ｘにおいて、センサ基板４１は、インシュレータ５の第２インシュレータ５０２と鉄心部３４の端面とで挟まれる位置に配置されている。またセンサ基板４１が、インシュレータ５と鉄心部３４とで挟まれることによって固定されている。すなわち、インシュレータ５の第２インシュレータ５０２と鉄心部３４の端面とでセンサ基板４１が挟持されている。インシュレータ５が、センサ基板４１との対向面に、センサ基板４１が嵌る凹み５６を有する。すなわち、インシュレータ５の第２インシュレータ５０２には、ロータ２側に向く面に凹み５６が形成されており、この凹み５６にセンサ基板４１が嵌まり込んで収容されている。またセンサ基板４１の外周及び凹み５６の内周が、多角形状である。すなわち、インシュレータ５に対してセンサ基板４１が回転しにくいように、センサ基板４１の外周は、回転軸方向Ｘに見て、例えば、六角形などの多角形状に形成される。また凹み５６の内周が、回転軸方向Ｘに見て、センサ基板４１の外周に対応するように、例えば、六角形などの多角形状に形成される。センサ基板４１の外周と凹み５６の内周とは、異形の多角形状であってもよい。

【００７６】

インシュレータ５が、センサ基板４１につながる配線４２を通す孔５７を有する。すなわち、電池パック１０１等に電氣的に接続される配線４２が孔５７を通過してインシュレー

10

20

30

40

50

タ 5 の内側に導入され、センサ基板 4 1 に電氣的に接続される。孔 5 7 は第 2 インシュレータ 5 0 2 を厚み方向に貫通して形成されている。センサ基板 4 1 に実装されているセンサ素子 4 3 が、ロータ 2 と反対側に向いて配置される。すなわち、センサ素子 4 3 が空間 3 5 と反対側に向くようにセンサ基板 4 1 が配置される。したがって、センサ素子 4 3 は第 2 インシュレータ 5 0 2 側に向いている。

【 0 0 7 7 】

センサ基板 4 1 には、片面だけに部品 4 4 が実装されている。すなわち、センサ素子 4 3 及び配線 4 2 が接続されるコネクタ等の部品 4 4 は、センサ基板 4 1 の第 2 インシュレータ 5 0 2 側に向いている面のみに実装され、ステータ 3 側に向く面 4 1 0 にはセンサ素子 4 3 及び部品 4 4 が実装されていない。これにより、センサ基板 4 1 をロータ 2 に近づけて配置することができる。センサ基板 4 1 は中央部に厚み方向に貫通する孔部 4 5 を有する。孔部 4 5 には軸受け 7 のうち、第 2 軸受け 7 2 が配置される。

10

【 0 0 7 8 】

センサ基板 4 1 は回転軸方向 X において隙間 6 と対向しており、センサ基板 4 1 によっても、隙間 6 への粉塵等の侵入を低減することができる。

【 0 0 7 9 】

(2 . 9) 軸受け

モータ 1 は、2 つの軸受け (ベアリング) 7 により軸部 2 3 を回転可能に支持する。第 1 軸受け 7 1 は、ファン 9 の窪み部 9 1 に配置されている。第 2 軸受け 7 2 はインシュレータ 5 の第 2 インシュレータ 5 0 2 の軸受け保持部 5 2 に配置されている。第 1 軸受け 7 1 は、軸部 2 3 の回転軸方向 X においてファン 9 よりも前方 (ロータ 2 と反対側) に位置している。第 1 軸受け 7 1 の厚さ (回転軸方向 X における寸法) は、窪み部 9 1 の深さ (回転軸方向 X における寸法) よりも短い。

20

【 0 0 8 0 】

(2 . 1 0) ファン

ファン 9 は、ロータ 2 の回転軸方向 X においてステータ 3 の外側に軸部 2 3 に固定されている。ファン 9 は、回転軸方向 X から見て円形であり、全体的にハット状をなしている。ファン 9 は、回転軸方向 X において、ロータ 2 と反対側に窪み部 9 1 を有する。窪み部 9 1 は、第 1 軸受け 7 1 が収容される空間部分である。窪み部 9 1 は、ファン 9 の中央部において、窪んでいる部分である。ファン 9 は、軸部 2 3 の周方向に回転可能である。ファン 9 は、窪み部 9 1 から径方向に向かって沿って延びる羽根部 9 2 が複数設けられている。

30

【 0 0 8 1 】

モータ 1 は、ステータ 3 に対して、回転軸方向 X におけるカバー 5 1 とは反対側に配置されるファン 9 を更に備える。すなわち、ファン 9 は、回転軸方向 X におけるカバー 5 1 とは反対側に配置される。ファン 9 による気流は、カバー 5 1 側からステータ 3 側に向かって流れる。すなわち、ファン 9 の回転によって生じる気流は、第 2 インシュレータ 5 0 2 側から第 1 インシュレータ 5 0 1 側に向かって流れる。

【 0 0 8 2 】

(3) 動作

図 7 A ~ C に基づいて、電動工具 1 0 の動作を説明する。図 7 A ~ C においては、理解しやすいように、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b との位置を軸部 2 3 とロータ 2 の直径方向でずらして示している。実際には、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b とは回転軸方向 X で対向して配置されている。また、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b とは、各々、粗い点々模様と細かい点々模様とで極性を区別して示している。例えば、粗い点々模様が付された第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b とが S 極の場合、細かい点々模様が付された第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b と N 極である。

40

【 0 0 8 3 】

図 7 A のように、モータ 1 への通電前は、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b との異極同士が対向する状態で、第 1 ロータ部 2 0 a と第 2 ロータ部 2 0 b とが配置されて

50

いる。この状態では、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b とが磁束を打ち消し合っているため、ロータ 2 から生じる磁束は小さい。

【 0 0 8 4 】

図 7 A の状態からモータ 1 へ通電すると、軸部 2 3 にトルクが掛かっていない場合は、磁気クラッチにより図 7 A の状態を維持してロータ 2 は回転する。したがって、軸部 2 3 に付加されたトルクが小さい場合は、ロータ 2 から生じる磁束は小さく、ロータ 2 からの誘導起電圧を低くすることができる。

【 0 0 8 5 】

図 7 A の状態から軸部 2 3 にトルクが掛かると、図 7 B のように、第 1 ロータ部 2 0 a と第 2 ロータ部 2 0 b との各々が回転軸方向 X の周りで位置ずれするように回転する。すなわち、軸部 2 3 にトルクが掛かると、軸部 2 3 と固定されている第 2 ロータ部 2 0 b が回転しにくくなる。一方、軸部 2 3 と固定されていない第 1 ロータ部 2 0 a は図 7 A の状態で回転する。したがって、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b との対向が少し回転軸方向 X の周りで位置ずれする。よって、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b とが磁束を打ち消し合いが、図 7 B のほうが図 7 A よりも小さくなり、ロータ 2 から生じる磁束が大きくなるように変化する。

【 0 0 8 6 】

図 7 B の状態から軸部 2 3 にさらに大きなトルクが掛かると、図 7 C のように、第 1 ロータ部 2 0 a と第 2 ロータ部 2 0 b との各々が回転軸方向 X の周りでさらに位置ずれするように回転する。すなわち、軸部 2 3 に更に大きなトルクが掛かると、軸部 2 3 と固定されている第 2 ロータ部 2 0 b が回転しにくくなる。一方、軸部 2 3 と固定されていない第 1 ロータ部 2 0 a は図 7 A の状態で回転する。したがって、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b との対向が少し回転軸方向 X の周りで位置ずれする。また第 1 突起部 2 7 a と第 2 突起部 2 7 b とが引っかかって、第 1 ロータ部 2 0 a と第 2 ロータ部 2 0 b とが同じ速度で回転する。第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b との同極同士が対向する状態で、第 1 ロータ部 2 0 a と第 2 ロータ部 2 0 b とが配置されている。この状態において、ロータ 2 は、軸部 2 3 に付加されるトルクが大きくなるほど、自身から出力される磁束が強まるように構成されている。すなわち、第 1 永久磁石 2 2 a と第 2 永久磁石 2 2 b とが磁束を打ち消し合いが、図 7 C のほうが図 7 B よりも小さくなり、ロータ 2 から生じる磁束が大きくなるように変化する。

【 0 0 8 7 】

このように、本実施形態に係る電動工具 1 0 では、軸部 2 3 に負荷されたトルクに応じて、磁束が変化するように構成されている。したがって、低トルク時にはロータ 2 からの誘導起電圧を低くすることができ、より高速回転を行わせることができ、作業効率が向上する。

【 0 0 8 8 】

ロータ 2 は、軸部 2 3 の回転数に応じて、自身から出力される磁束が変化するように、回転軸方向 X に各々が相対回転可能に複数分割されている。すなわち、軸部 2 3 にトルクが付加されると、軸部 2 3 の回転数が変わるため、ロータ 2 から出力される磁束が変化する。この場合、ロータ 2 は、軸部 2 3 の回転数が高くなるほど、自身から出力される磁束が弱まるように構成されている。すなわち、図 7 A のように、軸部 2 3 が高速で回転している場合にロータ 2 から出力される磁束が小さい。

【 0 0 8 9 】

ロータ 2 は、正転及び逆転の両方で、自身から出力される磁束が変化するように構成されている。すなわち、正転及び逆転のいずれの場合でも、図 7 A ~ C で示すような磁束の変化が生じる。

【 0 0 9 0 】

(4) 変形例

実施形態 1 は、本開示の様々な実施形態の一つに過ぎない。実施形態 1 は、本開示の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

上記では、6極のモータ1について説明したが、これに限らず、モータ1は4極でもよいし、8極であってもよい。

【 0 0 9 2 】

上記では、ロータ2は2分割されていたが、3分割以上に分割されていてもよい。この場合、少なくとも1つの分割された部分が第1ロータ部20aを構成する。また第1ロータ部20aとは別の少なくとも1つの分割された部分が第2ロータ部20bを構成する。また残りの分割された部分は第1ロータ部20a又は第2ロータ部20bのいずれであってもよい。

【 0 0 9 3 】

上記では、ロータ2の位置の検知は第1ロータ部20aの位置の検知により行うように構成されているが、これに限らず、ロータ2の位置の検知は第2ロータ部20bの位置の検知により行うように構成されていてもよい。この場合、センサ素子43で第2ロータ部20bの位置を検知するように構成することができる。

【 0 0 9 4 】

上記では、支配的である第1ロータ部20aが軸部23に対して固定されず、従属的である第2ロータ部20bが軸部23に対して固定されていたが、これに限られない。例えば、支配的である第1ロータ部20aが軸部23に対して固定され、従属的である第2ロータ部20bが軸部23に対して固定されていなくてもよい。

【 0 0 9 5 】

上記のモータ1の動作は、弱め磁束制御との組み合わせて制御してもよい。

【 0 0 9 6 】

ロータ2は、正転における磁束の変化と、逆転における磁束の変化と、に差が生じるように構成されていてもよい。すなわち、モータ1が正転している場合、逆転している場合に比べて、ロータ2から出力される磁束の変化を大きくしたり、逆に、小さくしたりするように、モータ1を構成してもよい。例えば、逆転の方が正転に比べて、モータ1のトルクが大きくなるように、正転と逆転との間で差をつけることができる。正転における磁束の変化と、逆転における磁束の変化と、に差が生じるようにするには、第1ロータ部20aと第2ロータ部20bの間の角度を均等にしないようにする。すなわち、第1ロータ部20aと第2ロータ部20bの間の4つの角度のうち、2つの角度を大きくし、2つの角度を小さくすることができる。

【 0 0 9 7 】

(まとめ)

以上説明したように、第1の態様に係る電動工具(10)は、モータ(1)と、トリガスイッチ(106)と、伝達機構(102)と、制御部(107)と、を備える。トリガスイッチ(106)は、使用者が操作可能である。伝達機構(102)は、モータ(1)と出力軸(103)との間に配置されている。制御部(107)は、トリガスイッチ(106)の操作に基づいてモータ(1)の駆動制御を行う。モータ(1)は、ステータ(3)と、ロータ(2)と、を備える。ステータ(3)は、コイル部(30)と、鉄心部(34)と、を備える。コイル部(30)は、複数のコイル(31)及びインシュレータ(5)を有する。鉄心部(34)は、複数のティース部(32)を有する。ロータ(2)は、永久磁石(22)を有する。ロータ(2)は、ステータ(3)との間に隙間(6)を介してステータ(3)の内側で軸部(23)を中心に回転可能に設けられる。ロータ(2)は、自身から出力される磁束が変化するように、各々が相対回転可能に回転軸方向Xに複数分割されている。

【 0 0 9 8 】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

【 0 0 9 9 】

第2の態様に係る電動工具(10)は、第1の態様において、ロータ(2)は、軸部(

10

20

30

40

50

23) に付加されるトルクに応じて、自身から出力される磁束が変化するように、各々が相対回転可能に回転軸方向 X に複数分割されている。

【0100】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

【0101】

第3の態様に係る電動工具(10)は、第2の態様において、ロータ(2)は、軸部(23)に付加されるトルクが大きくなるほど、自身から出力される磁束が強まるように構成されている。

【0102】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

【0103】

第4の態様に係る電動工具(10)は、第1の態様において、ロータ(2)は、軸部(23)の回転数に応じて、自身から出力される磁束が変化するように、各々が相対回転可能に回転軸方向 X に複数分割されている。

【0104】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

【0105】

第5の態様に係る電動工具(10)は、第4の態様において、ロータ(2)は、軸部(23)の回転数が高くなるほど、自身から出力される磁束が弱まるように構成されている。

【0106】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

【0107】

第6の態様に係る電動工具(10)は、第1～5のいずれか1つの態様において、ロータ(2)の複数分割されている部分をつなぐクラッチを更に備える。

【0108】

この態様によれば、ロータ(2)の複数分割されている部分に互いに動力を伝えることができる、という利点がある。

【0109】

第7の態様に係る電動工具(10)は、第6の態様において、クラッチが、磁気クラッチである。

【0110】

この態様によれば、ロータ(2)の複数分割されている部分に互いに動力を伝えることができる、という利点がある。

【0111】

第8の態様に係る電動工具(10)は、第1～7のいずれか1つの態様において、ロータ(2)の複数分割されている部分のうち、少なくとも一つの部分が第1ロータ部(20a)として形成される。ロータ(2)の位置の検知は第1ロータ部(20a)の位置の検知により行うように構成されている。

【0112】

この態様によれば、第1ロータ部(20a)での位置の検知により、ロータ(2)の回転制御を行うことができる、という利点がある。

【0113】

第9の態様に係る電動工具(10)は、第8の態様において、ロータ(2)の複数分割されている部分のうち、少なくとも一つの部分が第2ロータ部(20b)として形成される。第1ロータ部(20a)は軸部(23)に対して固定されていない。第2ロータ部(20b)は軸部(23)に対して固定されている。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 4 】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

【 0 1 1 5 】

第 1 0 の態様に係る電動工具 (1 0) は、第 1 ～ 9 のいずれか 1 つの態様において、ロータ (2) は、正転及び逆転が可能に構成される。ロータ (2) は、正転及び逆転の両方で、自身から出力される磁束が変化するように構成されている。

【 0 1 1 6 】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

10

【 0 1 1 7 】

第 1 1 の態様に係る電動工具 (1 0) は、第 1 0 の態様において、ロータ (2) は、正転における磁束の変化と、逆転における磁束の変化と、に差が生じるように構成されている。

【 0 1 1 8 】

この態様によれば、ロータへの負荷が小さいときに、より高速で回転させることができるので、作業効率が高い、という利点がある。

【 0 1 1 9 】

第 1 2 の態様に係る電動工具 (1 0) は、第 1 ～ 1 1 のいずれか 1 つの態様において、モータ (1) に電力を供給する電池パック (1 0 1) を更に備える。

20

【 0 1 2 0 】

この態様によれば、電池パック (1 0 1) でモータ (1) を駆動することができる、という利点がある。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 1 】

1 モータ

2 ロータ

2 0 a 第 1 ロータ部

2 0 b 第 2 ロータ部

3 ステータ

4

3 0 コイル部

3 4 鉄心部

1 0 1 電池パック

1 0 2 伝達機構

1 0 3 出力軸

1 0 6 トリガスイッチ

1 0 7 制御部

X 回転軸方向

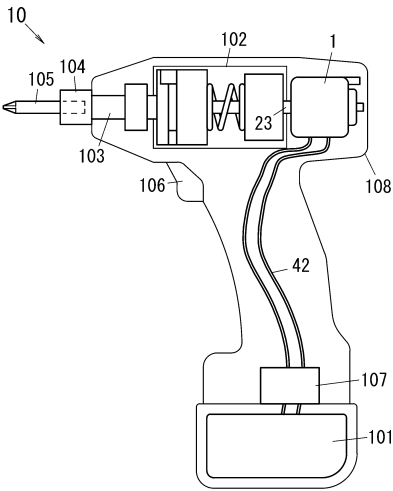
30

40

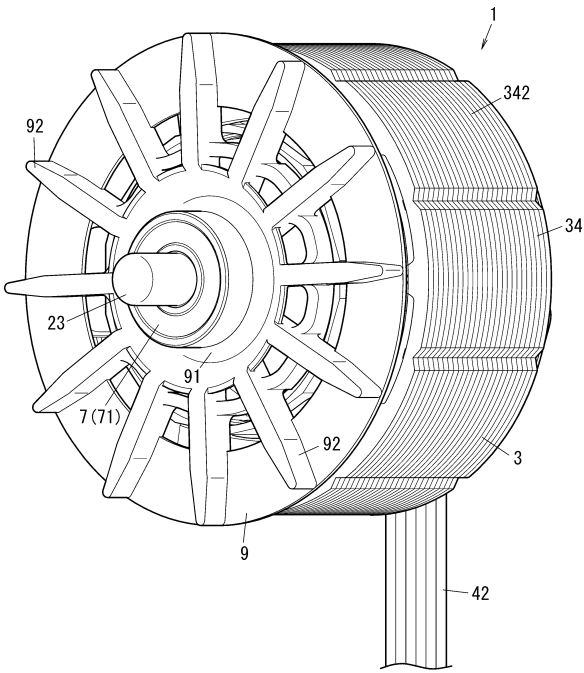
50

【図面】

【図 1】



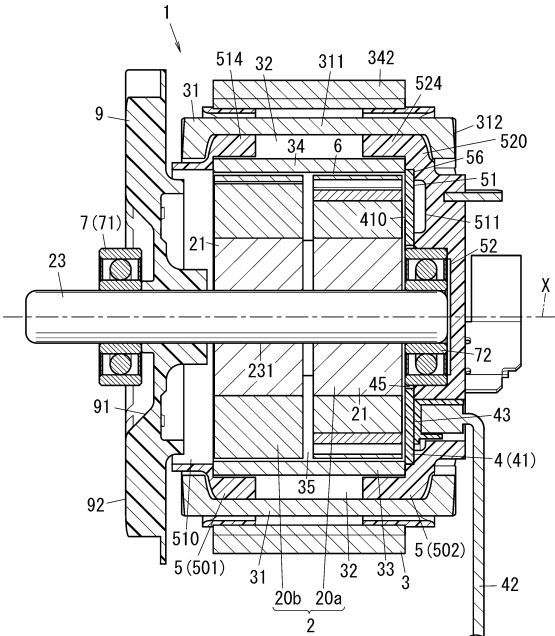
【図 2】



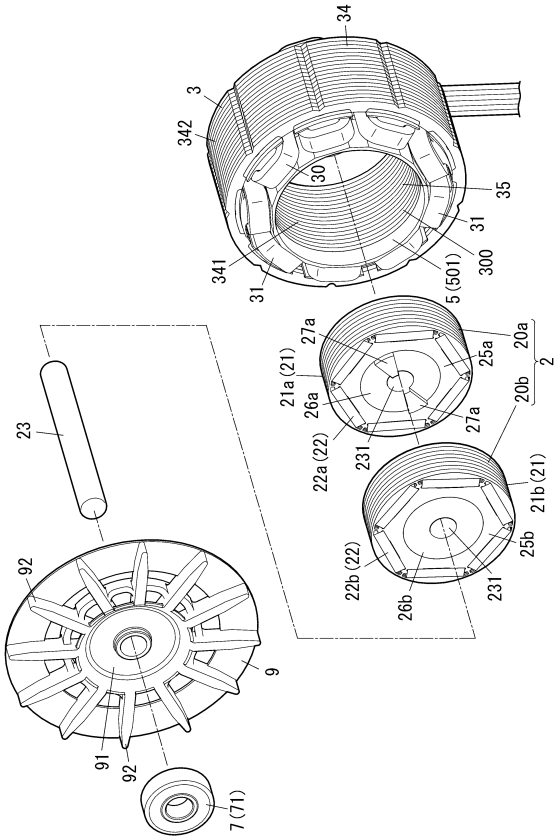
10

20

【図 3】



【図 4】

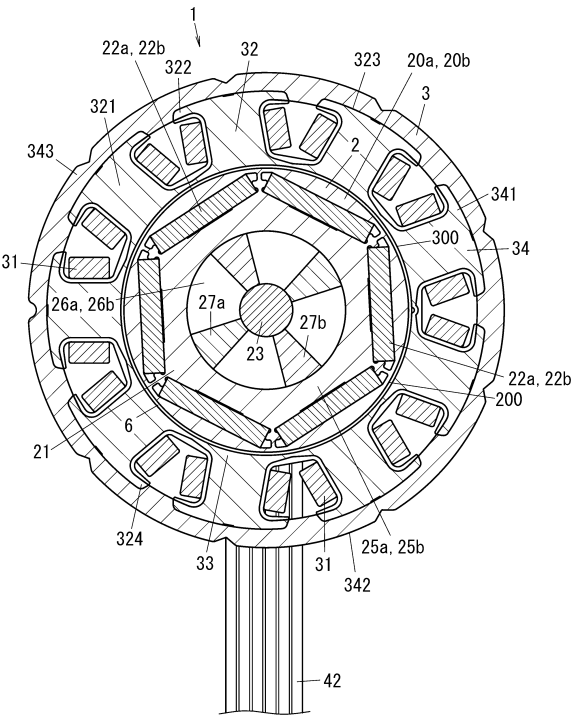


30

40

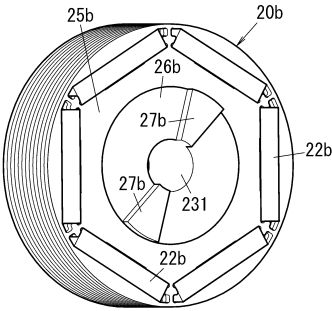
50

【 図 5 】

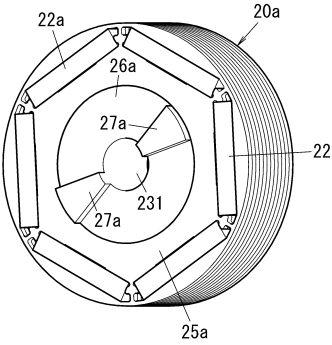


【 図 6 】

A

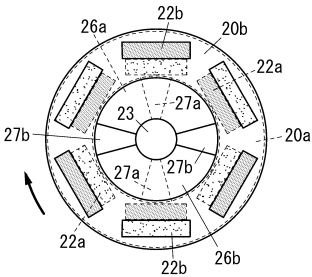


B

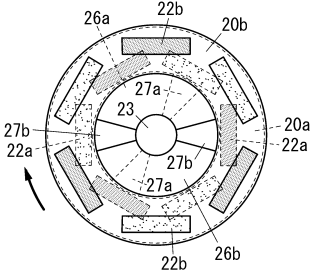


【 図 7 】

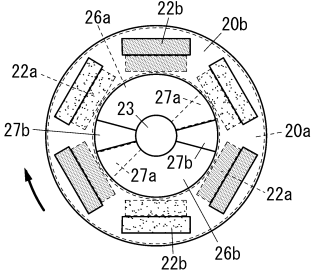
A



B



C



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 7 1 0 3 1 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 2 2 5 2 3 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 7 7 6 4 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 1 4 0 6 8 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 1 5 5 2 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 1 3 6 2 9 4 (U S , A 1)
実開昭 5 9 - 1 9 1 4 5 9 (J P , U)
特開 2 0 0 8 - 3 0 8 2 8 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 2 K 1 6 / 0 2
B 2 5 F 5 / 0 0
H 0 2 K 2 1 / 1 6
H 0 2 K 7 / 1 0
H 0 2 K 1 1 / 2 1 5