

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7533465号
(P7533465)

(45)発行日 令和6年8月14日(2024.8.14)

(24)登録日 令和6年8月5日(2024.8.5)

(51)国際特許分類	F I				
H 0 2 K 1/22 (2006.01)	H 0 2 K	1/22	A		
H 0 2 K 21/14 (2006.01)	H 0 2 K	21/14	M		
H 0 2 K 21/22 (2006.01)	H 0 2 K	21/22	M		

請求項の数 1 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-540721(P2021-540721)	(73)特許権者	000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号
(86)(22)出願日	令和2年8月6日(2020.8.6)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/030122	(72)発明者	丸山 正幸 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/033557	(72)発明者	田口 俊文 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
(87)国際公開日	令和3年2月25日(2021.2.25)	(72)発明者	福山 健一 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
審査請求日	令和5年5月26日(2023.5.26)	審査官	服部 俊樹
(31)優先権主張番号	特願2019-151555(P2019-151555)		
(32)優先日	令和1年8月21日(2019.8.21)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ダイレクトドライブモータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸の軸回りの周方向に沿って配置される固定子鉄心を有する固定子と、
前記固定子鉄心に対して前記中心軸に直交する径方向の外側又は内側に配置される回転子鉄心と、当該回転子鉄心に固定され前記固定子鉄心に前記径方向に対向して配置される磁石と、を有する回転子と、
を備え、
前記固定子鉄心及び前記回転子鉄心は、前記中心軸の軸方向に複数の鋼板が積層されて形成され、
前記軸方向の一方を第1方向とし、前記第1方向の反対方向を第2方向とし、
前記回転子鉄心は、前記第1方向側の所定の第1ユニットと、前記第2方向側の別の第1ユニットと、が前記軸方向に積層され、
前記固定子鉄心は、前記第1方向側の所定の第2ユニットと、前記第2方向側の別の第2ユニットと、が前記軸方向に積層され、
前記所定の第1ユニット、前記別の第1ユニット、前記所定の第2ユニット及び前記別の第2ユニットのそれぞれを構成する鋼板の厚さと枚数とは同じであり、
前記所定の第1ユニットには、前記磁石に含まれる第1永久磁石が固定され、前記所定の第1ユニットと前記第1永久磁石とは、前記第1方向の端が同一の高さ位置であり、前記第1永久磁石の前記軸方向に沿った第3距離は、前記所定の第1ユニットの前記軸方向に沿った第4距離よりも鋼板1枚分の厚さだけ小さく、

前記別の第1ユニットには、前記磁石に含まれる第2永久磁石が固定され、前記別の第1ユニットと前記第2永久磁石とは、前記第1方向の端が同一の高さ位置であり、前記第2永久磁石の前記軸方向に沿った第3距離は、前記別の第1ユニットの前記軸方向に沿った第4距離よりも鋼板1枚分の厚さだけ小さく、
前記所定の第2ユニットは、前記所定の第1ユニットに対して前記径方向で対向し、前記別の第2ユニットは、前記別の第1ユニットに対して前記径方向で対向して配置され、前記第1永久磁石における前記第1方向の端と前記第2永久磁石における前記第2方向の端との前記軸方向の中央である第1中央は、前記所定の第2ユニットにおける前記第1方向の端と前記別の第2ユニットにおける前記第2方向の端との前記軸方向の中央である第2中央と一致する、

10

ダイレクトドライブモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ダイレクトドライブモータに関する。

【背景技術】

【0002】

固定子と、磁石を有する回転子と、を備えた電動機が公知である（特許文献1参照）。特許文献1に係る電動機においては、回転子が負荷軸に固定され、負荷軸にファンが取り付けられているため、回転子と負荷軸とファンとが一体に回転する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平4-331438号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の電動機では、磁石における負荷軸の軸方向の一端部が、固定子における軸方向の一端部よりも軸方向の一方側に位置している。従って、磁石における軸方向の一端部の径方向外側には、固定子が配置されていないため、磁石から発生する磁束（磁界）が十分に固定子に伝わらない可能性がある。

30

【0005】

本開示は、上記の課題に鑑みてなされたものであって、磁石が発生する磁束をより多く固定子鉄心に伝えて磁束漏れを低減することができるダイレクトドライブモータ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】

上記の目的を達成するため、一態様に係るダイレクトドライブモータは、中心軸の軸回りの周方向に沿って配置される固定子鉄心を有する固定子と、前記固定子鉄心に対して前記中心軸に直交する径方向の外側又は内側に配置される回転子鉄心と、当該回転子鉄心に固定され前記固定子鉄心に径方向に対向して配置される磁石と、を有する回転子と、を備え、前記中心軸の軸方向の一方を第1方向とし、第1方向の反対方向を第2方向とし、前記磁石の第1方向の端から第2方向の端までの軸方向に沿った第1距離は、前記固定子鉄心の第1方向の端から第2方向の端までの軸方向に沿った第2距離よりも小さく、前記磁石の第1方向の端から第2方向に向けて、前記第1距離の半分の距離だけ離隔した第1位置は、前記固定子鉄心の第1方向の端から第2方向に向けて、前記第2距離の半分の距離だけ離隔した第2位置と、軸方向で一致する。

40

【0007】

従って、ダイレクトドライブモータの各構成部品を組み付けた場合に生じる軸方向の寸法のばらつきによって、磁石と固定子鉄心との軸方向位置がずれた場合でも、磁石が発生

50

する磁束（磁界）をより多く固定子鉄心に伝えて磁束漏れを低減することができる。よって、より大きな出力を得ることができ、引いては、より小さな磁石でも回転子を回転させることができる。なお、第1位置と第2位置とが軸方向で一致するため、磁石が固定子鉄心に対して軸方向の一方側にずれた場合でも他方側にずれた場合でも、磁石が発生する磁束（磁界）をより多く固定子鉄心に伝えることができる。

【0008】

望ましい態様として、前記固定子鉄心及び前記回転子鉄心は、複数の鋼板が軸方向に積層される積層鋼板を有する。旋盤加工により、金属材料を切削加工して固定子鉄心又は回転子鉄心を製作する場合は、外周面を複雑な形状に形成することが困難である。しかし、打抜加工した鋼板を積層した積層鋼板の場合は、外周面を複雑な形状に形成することが容易になる。

10

【0009】

望ましい態様として、前記固定子鉄心の前記積層鋼板と前記回転子鉄心の前記積層鋼板とは、同一の厚さを有する鋼板が同一の枚数だけ積層される。これによれば、コイル材の鋼板を用いて、固定子鉄心及び回転子鉄心の積層鋼板を製造する場合、固定子鉄心用の積層鋼板の鋼板及び回転子鉄心用の積層鋼板の鋼板を同一のコイル材から製造することができる。

【0010】

望ましい態様として、前記回転子鉄心の前記積層鋼板は、所定枚数の第1ユニットが軸方向に複数に積み重ねられて構成され、前記磁石は、1つの前記第1ユニットに1つずつ固定されており、前記磁石の第1方向の端から第2方向の端までの軸方向に沿った第3距離は、前記第1ユニットの第1方向の端から第2方向の端までの軸方向に沿った第4距離よりも小さい。これにより、軸方向の長さが異なる回転子鉄心の複数のバリエーションを、磁石より固定子鉄心の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

20

【0011】

望ましい態様として、前記第4距離と前記第3距離との差は、前記鋼板の1枚分の厚さである。これにより、最も少ない鋼板の枚数によって、軸方向の長さが異なる回転子鉄心の複数のバリエーションを、磁石より固定子鉄心の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

【0012】

望ましい態様として、前記固定子鉄心の前記積層鋼板は、所定枚数の積層鋼板の第2ユニットが軸方向に複数に積み重ねられ、前記第3距離は、前記第2ユニットの第1方向の端から第2方向の端までの軸方向に沿った第5距離よりも小さい。これにより、軸方向の長さが異なる固定子鉄心の複数のバリエーションを、磁石より固定子鉄心の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

30

【0013】

望ましい態様として、前記第5距離と前記第3距離との差は、前記鋼板の1枚分の厚さである。これにより、最も少ない鋼板の枚数によって、軸方向の長さが異なる固定子鉄心の複数のバリエーションを、磁石より固定子鉄心の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

40

【発明の効果】

【0014】

本開示によれば、磁石が発生する磁束をより多く固定子鉄心に伝えて磁束漏れを低減することができるダイレクトドライブモータが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、実施形態に係るダイレクトドライブモータの全体構成を概略的に示す断面図である。

【図2】図2は、実施形態に係るモータ部の全体構成を概略的に示す斜視図である。

【図3】図3は、図2の一部を拡大した斜視図である。

50

【図4】図4は、モータ部の断面を示す概略図である。

【図5】図5は、固定子鉄心と回転子鉄心と永久磁石との上下位置関係を示す概略図である。

【図6】図6は、変形例に係るモータ部の全体構成を概略的に示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

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。

10

【0017】

[実施形態]

まず、実施形態について説明する。図1は、ダイレクトドライブモータの全体構成を概略的に示す断面図である。実施形態に係るダイレクトドライブモータ1は、減速機構（例えば、減速ギヤ、伝動ベルトなど）を介在させることなくロータに回転力をダイレクトに伝達し、当該ロータを回転させることができる。

【0018】

ダイレクトドライブモータ1（以下、「DDモータ1」とも称する）としては、アウトロータ型やインナーロータ型などがあるが、本実施形態では、一例としてインナーロータ型のDDモータ1を図1に示す。

20

【0019】

DDモータ1は、ベース2と、回転体3（モータ出力軸ともいう）と、モータ部4と、を備えている。

【0020】

ベース2は、底部21と、傾斜部22と、縦壁部23とを有する。ベース2は、中心軸Axを中心とする環状の部材である。底部21は、基台10の上に載置されて基台10に固定される。傾斜部22は、底部21の径方向内側の端部21aから径方向内側に向かうに従って斜め上方に延びる。縦壁部23は、傾斜部22の上端部22aから中心軸Axの軸方向に沿って上方に延びる。

【0021】

縦壁部23は、中心軸Axを中心とする円筒状の部材である。第1保持体24は、縦壁部23の上部に配置される。第1保持体24は、中心軸Axを中心とする円筒状の部材である。第1保持体24は、ボルトBL1を介して縦壁部23に締結されている。縦壁部23の径方向外側には、第1段差部23aと第2段差部23bとが設けられている。第1段差部23aには、軸受100の内周部が嵌合される。軸受100は、中心軸Axを中心とする環状の部材である。第2段差部23bには、第2保持体25が載置される。第2保持体25は、中心軸Axを中心とする環状の部材である。第2保持体25がボルトBL2を介して第2段差部23bに締結されることにより、第2保持体25と第1段差部23aとで、軸受100の内周部が上下方向（中心軸Axの軸方向）から挟持される。

30

【0022】

回転体3は、第3保持体26と第4保持体27とを有する。回転体3は、ベース2に対して回転可能に支持される。回転体3は、ベース2の縦壁部23及び第1保持体24の径方向外側に配置されている。回転体3は、中心軸Axを中心とする環状の部材である。第3保持体26は、径方向内側部（内周部）の下端に第3段差部26aを有する。第4保持体27は、径方向内側部に第4段差部27aを有する。ボルトBL3で第4保持体27を第3保持体26に締結することにより、第3段差部26aと第4段差部27aとで軸受100の外周部を上下方向（中心軸Axの軸方向）から挟持する。回転体3は、中心軸Axを中心に回転運動する。回転体3には、各種ワーク（図示しない）が取り付けられるようになっており、モータ部4によって回転体3を回転させることで、各種ワークを回転させることができる。

40

50

【 0 0 2 3 】

第 1 保持体 2 4 と第 3 保持体 2 6 との間には、回転センサ 5 が設けられる。回転センサ 5 は、径方向に対向する一对の部材を有する。一对の部材のうち的一方は、ボルト B L 4 を介して第 3 保持体 2 6 に固定され、他方はボルト B L 5 を介して第 1 保持体 2 4 に固定されている。回転センサ 5 は、モータ部 4 の回転状態（例えば、回転角度）を検出する。回転センサ 5 により、回転体 3 に取り付けられた各種ワークを所定角度だけ正確に回転させ、目標位置に高精度に位置決めすることが可能となる。なお、回転センサ 5 としては、例えば市販されているレゾルバなどの検出素子を適用することができる。また、回転センサ 5 は、第 1 保持体 2 4 の上部に設けられた円板状の第 1 カバー 1 0 1 によって外部から保護されている。

10

【 0 0 2 4 】

モータ部 4 は、ベース 2 の底部 2 1 と回転体 3 との間に設けられ、回転体 3 を回転させる。モータ部 4 は、固定子 4 0（ステータ）と、回転子 4 2（ロータ）と、を有する。固定子 4 0 及び回転子 4 2 は、中心軸 A x を中心とする環状の部材である。固定子 4 0 は、ベース 2 の底部 2 1 の上にボルト B L 6 を介して固定される。実施形態に係るモータ部 4 は、いわゆるインナーロータ型の構造を有する。

【 0 0 2 5 】

固定子 4 0 は、固定子鉄心 4 1（ステータ鉄心）と、インシュレータ 4 3 と、コイル 4 4 と、を備える。固定子鉄心 4 1 にインシュレータ 4 3 が設けられ、インシュレータ 4 3 にはコイル 4 4 が巻回される。固定子鉄心 4 1 の上部は、環状の第 2 カバー 1 0 2 で覆われる。第 2 カバー 1 0 2 の断面形状は、L 形状であり、軸方向に延びる縦部 1 0 2 a と、径方向内側に延びる横部 1 0 2 b とを有する。第 2 カバー 1 0 2 は、ボルト B L 7 でベース 2 に固定されている。固定子鉄心 4 1 の径方向内側には、回転子 4 2（ロータ）が対向して配置される。

20

【 0 0 2 6 】

回転子 4 2（ロータ）は、永久磁石 4 2 1（請求項の磁石）と、回転子鉄心 4 2 2（ロータ鉄心）と、を備える。回転子鉄心 4 2 2 の径方向外側に永久磁石 4 2 1 が接着によって固定されている。回転子 4 2 は、ボルト B L 8 を介して第 3 保持体 2 6 に固定されている。

【 0 0 2 7 】

コイル 4 4 に通電すると、固定子 4 0 と回転子 4 2 との磁気相互作用により、フレミングの左手の法則に従って回転子 4 2 を介して回転体 3 に回転力を与えることができる。これにより、回転体 3 及びワークを回転させることができる。

30

【 0 0 2 8 】

図 2 は、実施形態に係るモータ部の全体構成を概略的に示す斜視図である。図 3 は、図 2 の一部を拡大した斜視図である。

【 0 0 2 9 】

図 2 及び図 3 に示すように、実施形態では、固定子鉄心 4 1（ステータ鉄心）を含む固定子 4 0（ステータ）の内周側に、永久磁石 4 2 1（請求項の磁石）及び回転子鉄心 4 2 2（ロータ鉄心）を含む回転子 4 2（ロータ）が配置されている。

40

【 0 0 3 0 】

固定子鉄心 4 1 は、バックヨーク 4 1 1 と、ティース 4 1 2 とを有する。バックヨーク 4 1 1 とティース 4 1 2 とは、一体である。バックヨーク 4 1 1 は、中心軸 A x の軸方向から見て、中心軸 A x を中心とする円環状部材である。ティース 4 1 2 は、バックヨーク 4 1 1 の内周面から中心軸 A x に向けて内周側（径方向内側）に突出する。ティース 4 1 2 には、インシュレータ 4 3 を介してコイル 4 4（図 1 参照）が巻回される。

【 0 0 3 1 】

バックヨーク 4 1 1 には、ティース 4 1 2 に対応する部位に軸方向に延びる貫通孔 4 1 1 a が設けられる。貫通孔 4 1 1 a は、中心軸 A x の軸方向に延びる。ここで、固定子鉄心 4 1 は、積層鋼板を含む。積層鋼板は、打ち抜き加工により成形されたバックヨーク 4

50

1 1、ティース 4 1 2 及び貫通孔 4 1 1 a を有する 1 枚の鋼板を軸方向に複数に重ねて構成される。

【 0 0 3 2 】

貫通孔 4 1 1 a は、例えば、カシメ加工に用いられる。即ち、例えば、所定枚数の複数の鋼板を積層させ、貫通孔 4 1 1 a にリベットを挿入したのち、リベットを軸方向に潰すことによって、第 2 ユニット 4 1 3 , 4 1 4 を作製する。複数の第 2 ユニット 4 1 3 , 4 1 4 を軸方向に積層させることによって固定子鉄心 4 1 を作製する。第 2 ユニット 4 1 4 の軸方向の一方側（図 2 , 3 での上側）に第 2 ユニット 4 1 3 を積み重ねている。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、第 2 ユニット 4 1 3 及び第 2 ユニット 4 1 4 は、同一の厚さでそれぞれ同一枚数の鋼板で構成される。なお、図 2 , 3 では、第 2 ユニット 4 1 3 と第 2 ユニット 4 1 4 との境界 S 1 が視認しやすいように、便宜的に太線で示しているが、実際には同一厚さの鋼板が軸方向に沿って隙間なく積層されている。なお、第 2 ユニット 4 1 3 , 4 1 4 を経ることなく、全ての枚数の鋼板を、例えばリベットでカシメ（加締め）て固定することにより、固定子鉄心 4 1 を作製してもよい。固定子鉄心 4 1 を構成する鋼板の材質は、特に限定されずに種々の材質の鋼板が適用可能であるが、例えばケイ素鋼板が好ましい。

10

【 0 0 3 4 】

回転子 4 2 は、回転子鉄心 4 2 2 と、永久磁石 4 2 1（請求項の磁石）と、を含む。回転子鉄心 4 2 2 も、打ち抜き加工により所望の形状に成形された 1 枚の鋼板を軸方向に複数に重ねた積層鋼板で構成される。回転子鉄心 4 2 2 には、軸方向に延びる貫通孔 4 2 2 b が設けられる。

20

【 0 0 3 5 】

貫通孔 4 2 2 b は、例えば、カシメ加工に用いられる。即ち、例えば、所定枚数の複数の鋼板を積層させ、貫通孔 4 2 2 b にリベットを挿入したのち、リベットを軸方向に潰すことによって、第 1 ユニット 4 2 5 , 4 2 6 を作製する。第 1 ユニット 4 2 6 の軸方向の一方側（図 2 , 3 での上側）に第 1 ユニット 4 2 5 を積み重ねることで回転子鉄心 4 2 2 が構成される。本実施形態では、第 1 ユニット 4 2 5 及び第 1 ユニット 4 2 6 は、同一の厚さでそれぞれ同一枚数の鋼板で構成される。なお、図 2 , 3 では、第 1 ユニット 4 2 5 と第 1 ユニット 4 2 6 との境界 S 2 が視認しやすいように、便宜的に太線で示しているが、実際には同一厚さの鋼板が軸方向に沿って隙間なく積層されている。

30

【 0 0 3 6 】

なお、第 1 ユニット 4 2 5 , 4 2 6 を経ることなく、全ての枚数の鋼板を、例えばリベットでカシメ（加締め）て固定することにより、回転子鉄心 4 2 2 を作製してもよい。回転子鉄心 4 2 2 を構成する鋼板の材質は、特に限定されずに種々の材質の鋼板が適用可能であるが、例えばケイ素鋼板が好ましい。

【 0 0 3 7 】

また、回転子鉄心 4 2 2 を構成する 1 枚の鋼板の厚さは、固定子鉄心 4 1 を構成する 1 枚の鋼板の厚さと同一である。回転子鉄心 4 2 2 の積層鋼板を構成する鋼板の枚数を、固定子鉄心 4 1 の積層鋼板を構成する鋼板の枚数と同一とすることにより、回転子鉄心 4 2 2 の積層鋼板の軸方向の高さ（厚さ）と、固定子鉄心 4 1 の積層鋼板の軸方向の高さ（厚さ）と、を簡単に合わせることができる。

40

【 0 0 3 8 】

図 4 は、モータ部の断面を示す概略図である。図 5 は、固定子鉄心と回転子鉄心と永久磁石との上下位置関係を示す概略図である。なお、以下において、軸方向の一方を第 1 方向 D 1 とし、軸方向の他方を第 2 方向 D 2 とする。第 2 方向 D 2 は、第 1 方向 D 1 の反対方向である。第 1 方向 D 1 は図 4 , 5 での上側に向かう方向であり、第 2 方向 D 2 は図 4 , 5 での下側に向かう方向である。

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、固定子鉄心 4 1 は、第 2 ユニット 4 1 3 , 4 1 4 を有する。第 2 ユ

50

ユニット413は、下面413b及び上面413aを有する。第2ユニット414は、下面414b及び上面414aを有する。固定子鉄心41の第1方向D1の端は、第2ユニット413の上面413aである。固定子鉄心41の第2方向D2の端は、第2ユニット414の下面414bである。

【0040】

第2ユニット413と、第2ユニット414とは、それぞれ同一の軸方向の高さを有する。具体的には、第2ユニット413及び第2ユニット414の軸方向の高さは、ともに $B/2$ である。第2ユニット413と第2ユニット414とを併せた固定子鉄心41の全体の軸方向の高さは、第2距離Bである。即ち、固定子鉄心41の第1方向D1の端から第2方向D2の端までの軸方向に沿った距離が第2距離Bである。また、固定子鉄心41の第1方向D1の端と第2方向D2の端との軸方向に沿った中央は、第2中央CL2である。第2中央CL2は、第2ユニット414の上面414a及び第2ユニット413の下面413bと同一の高さに位置する。換言すれば、固定子鉄心41の第1方向D1の端から第2方向D2に向けて、第2距離Bの半分の距離 $B/2$ だけ離隔した位置を第2位置とすると、第2中央CL2は、第2位置と一致する。

10

【0041】

図4に示すように、回転子鉄心422は、第1ユニット425と、第1ユニット426と、を有する。第1ユニット425は、下面425b及び上面425aを有する。第1ユニット426は、下面426b及び上面426aを有する。第1ユニット425の上面425aは、第3保持体26の下面26bと当接している。換言すると、第1ユニット425の上面425aは、第3保持体26の下面26bによって上下方向に支持される。これにより、第1ユニット425の上面425aの軸方向の位置決めがされる。回転子鉄心422の第1方向D1の端は、第1ユニット425の上面425aである。回転子鉄心422の第2方向D2の端は、第1ユニット426の下面426bである。

20

【0042】

第1ユニット425と、第1ユニット426とは、それぞれ同一の軸方向の高さを有する。具体的には、第1ユニット425及び第1ユニット426の軸方向の高さは、ともに $F/2$ である。第1ユニット426と第1ユニット425とを併せた回転子鉄心422の全体の軸方向の高さはFである。なお、第1ユニット426の下面426bは、第2ユニット414の下面414bよりも下側に位置する。

30

【0043】

また、永久磁石421（請求項の磁石）は、第1永久磁石423（請求項の磁石）と、第2永久磁石424（請求項の磁石）と、を有する。第1永久磁石423は、第1ユニット425の外周面に固定される。第1永久磁石423は、下面423b及び上面423aを有する。上面423aと上面425aとは、同一の高さに位置する。上面423aと上面425aとは、第2ユニット413の上面413aよりも下側に位置する。第2永久磁石424は、第1ユニット426の外周面に固定される。第2永久磁石424は、下面424b及び上面424aを有する。上面424aと上面426aとは、同一の高さに位置する。

【0044】

永久磁石421の第1方向D1の端は、第1永久磁石423の上面423aである。永久磁石421の第2方向D2の端は、第2永久磁石424の下面424bである。永久磁石421の第1方向D1の端から第2方向D2の端までの軸方向に沿った距離は、第1距離Aである。第1距離Aは、固定子鉄心41の第2距離Bよりも小さい。永久磁石421の第1方向D1の端と第2方向D2の端との軸方向に沿った中央は第1中央CL1である。第1中央CL1は、第1永久磁石423の上面423aと第2永久磁石424の下面424bとの軸方向の中央に位置する。永久磁石421の第1方向D1の端から第2方向D2に向けて、第1距離Aの半分の距離 $A/2$ だけ離隔した位置を第1位置とすると、第1中央CL1は、第1位置と一致する。また、第1中央CL1と第2中央CL2とは軸方向で一致し、第1位置と第2位置も軸方向で一致する。

40

50

【 0 0 4 5 】

図 5 を用いて、第 2 ユニット 4 1 3 と第 1 ユニット 4 2 5 と第 1 永久磁石 4 2 3 との上下位置関係を比較する。第 2 ユニット 4 1 3 の第 1 方向 D 1 の端は、上面 4 1 3 a である。第 2 ユニット 4 1 3 の第 2 方向 D 2 の端は、下面 4 1 3 b である。第 1 ユニット 4 2 5 の第 1 方向 D 1 の端は、上面 4 2 5 a である。第 1 ユニット 4 2 5 の第 2 方向 D 2 の端は、下面 4 2 5 b である。また、第 1 永久磁石 4 2 3 の第 1 方向 D 1 の端は、上面 4 2 3 a である。第 1 永久磁石 4 2 3 の第 2 方向 D 2 の端は、下面 4 2 3 b である。

【 0 0 4 6 】

ここで、第 1 永久磁石 4 2 3 の第 1 方向 D 1 の端から第 2 方向 D 2 の端までの軸方向に沿った距離は、第 3 距離 C である。第 1 ユニット 4 2 5 の第 1 方向 D 1 の端から第 2 方向 D 2 の端までの軸方向に沿った距離は、第 4 距離 D である。第 2 ユニット 4 1 3 の第 1 方向 D 1 の端から第 2 方向 D 2 の端までの軸方向に沿った距離は、第 5 距離 E である。第 3 距離 C は、第 4 距離 D よりも小さい。第 4 距離 D と第 3 距離 C との差 G は、鋼板 1 枚分の厚さである。第 3 距離 C は、第 5 距離 E よりも小さい。第 5 距離 E と第 3 距離 C との差 G は、鋼板 1 枚分の厚さである。

10

【 0 0 4 7 】

第 2 ユニット 4 1 3 を構成する鋼板の 1 枚の厚さと第 1 ユニット 4 2 5 を構成する鋼板の 1 枚の厚さとは同じであり、且つ、第 2 ユニット 4 1 3 を構成する鋼板の枚数と第 1 ユニット 4 2 5 を構成する鋼板の枚数とは同じである。よって、第 4 距離 D と第 5 距離 E とは同一である。

20

【 0 0 4 8 】

なお、図 4 に示す第 2 ユニット 4 1 4 を構成する鋼板の 1 枚の厚さと第 1 ユニット 4 2 6 を構成する鋼板の 1 枚の厚さとは同じであり、且つ、第 2 ユニット 4 1 4 を構成する鋼板の枚数と第 1 ユニット 4 2 6 を構成する鋼板の枚数とは同じである。よって、第 2 ユニット 4 1 4 と第 1 ユニット 4 2 6 とは同一の軸方向の高さを有する。以上より、固定子鉄心 4 1 の積層鋼板と回転子鉄心 4 2 2 の積層鋼板とは、同一の厚さを有する鋼板が同一の枚数だけ積層される。

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、実施形態に係る DD モータ 1 は、固定子鉄心 4 1 を有する固定子 4 0 と、固定子鉄心 4 1 の径方向の内側に配置される回転子鉄心 4 2 2 と、回転子鉄心 4 2 2 に固定される永久磁石 4 2 1 (請求項の磁石) と、を有する回転子 4 2 と、を備える。

30

【 0 0 5 0 】

永久磁石 4 2 1 の第 1 方向 D 1 の端から第 2 方向 D 2 の端までの軸方向に沿った第 1 距離 A は、固定子鉄心 4 1 の第 1 方向 D 1 の端から第 2 方向 D 2 の端までの軸方向に沿った第 2 距離 B よりも小さい。また、永久磁石 4 2 1 の第 1 方向 D 1 の端から第 2 方向 D 2 に向けて、第 1 距離 A の半分の距離 $A/2$ だけ離隔した第 1 位置は、固定子鉄心 4 1 の第 1 方向 D 1 の端から第 2 方向 D 2 に向けて、第 2 距離 B の半分の距離 $B/2$ だけ離隔した第 2 位置と、軸方向で一致する。

【 0 0 5 1 】

従って、DD モータ 1 の各構成部品を組み付けた場合に生じる軸方向の寸法のばらつきによって、永久磁石 4 2 1 と固定子鉄心 4 1 との軸方向位置がずれた場合でも、永久磁石 4 2 1 が発生する磁束 (磁界) をより多く固定子鉄心 4 1 に伝えて磁束漏れを低減することができる。よって、より大きな出力を得ることができ、引いては、より小さな永久磁石 4 2 1 でも回転子 4 2 を回転させることができる。

40

【 0 0 5 2 】

なお、第 1 位置と第 2 位置とが軸方向で一致するため、永久磁石 4 2 1 が固定子鉄心 4 1 に対して軸方向の上方にずれた場合でも下方にずれた場合でも、永久磁石 4 2 1 から固定子鉄心 4 1 に伝わる磁束 (磁界) の量が均等になる。

【 0 0 5 3 】

固定子鉄心 4 1 及び回転子鉄心 4 2 2 は、複数の鋼板が軸方向に積層される積層鋼板を

50

有する。旋盤加工により、金属材料を切削加工して固定子鉄心又は回転子鉄心を製作する場合は、外周面を複雑な形状に形成することが困難である。しかし、打抜加工した鋼板を積層した積層鋼板の場合は、外周面を複雑な形状に形成することが容易になる。

【 0 0 5 4 】

固定子鉄心 4 1 の積層鋼板と回転子鉄心 4 2 2 の積層鋼板とは、同一の厚さを有する鋼板が同一の枚数だけ積層される。これによれば、コイル材の鋼板を用いて、固定子鉄心 4 1 及び回転子鉄心 4 2 2 の積層鋼板を製造する場合、固定子鉄心用の積層鋼板の鋼板及び回転子鉄心用の積層鋼板の鋼板を同一のコイル材から製造することができる。

【 0 0 5 5 】

第 1 永久磁石 4 2 3 (請求項の磁石) は、第 1 ユニット 4 2 5 に 1 つずつ固定されている。第 3 距離 C は、第 4 距離 D よりも小さい。

10

【 0 0 5 6 】

これにより、軸方向の長さが異なる回転子鉄心 4 2 2 の複数のバリエーションを、第 1 永久磁石 4 2 3 より第 1 ユニット 4 2 5 の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

【 0 0 5 7 】

第 4 距離 D と第 3 距離 C との差 G を、鋼板の 1 枚分の厚さとすることにより、回転子鉄心 4 2 2 を構成する鋼板材料を最小限に抑制して、第 1 永久磁石 4 2 3 より第 1 ユニット 4 2 5 の方を長くすることができる。また、第 4 距離 D と第 3 距離 C との差 G を、鋼板の 1 枚分の厚さとすることにより、最も少ない鋼板の枚数によって、軸方向の長さが異なる回転子鉄心 4 2 2 の複数のバリエーションを、第 1 永久磁石 4 2 3 より固定子鉄心 4 1 の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

20

【 0 0 5 8 】

第 3 距離 C は、第 5 距離 E よりも小さい。これにより、軸方向の長さが異なる固定子鉄心 4 1 の複数のバリエーションを、第 1 永久磁石 4 2 3 より第 2 ユニット 4 1 3 の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

【 0 0 5 9 】

第 5 距離 E と第 3 距離 C との差 G を、鋼板の 1 枚分の厚さとすることにより、固定子鉄心 4 1 を構成する鋼板材料を最小限に抑制して、第 1 永久磁石 4 2 3 より第 1 ユニット 4 2 5 の方を長くすることができる。また、第 5 距離 E と第 3 距離 C との差 G を、鋼板の 1 枚分の厚さとすることにより、最も少ない鋼板の枚数によって、軸方向の長さが異なる固定子鉄心 4 1 の複数のバリエーションを、第 1 永久磁石 4 2 3 より第 2 ユニット 4 1 3 の方が軸方向の長さが長い状態で構成することができる。

30

【 0 0 6 0 】

[変形例]

次に、変形例について説明する。実施形態と同一構成の部位には、同一符号を付けて説明を省略する。図 6 は、変形例に係るモータ部の全体構成を概略的に示す斜視図である。

【 0 0 6 1 】

図 6 に示すように、変形例では、固定子鉄心 4 1 A (ステータ鉄心) を含む固定子 4 0 A (ステータ) の外周側に、永久磁石 4 2 1 A (請求項の磁石) 及び回転子鉄心 4 2 2 A (ロータ鉄心) を含む回転子 4 2 A (ロータ) が配置されている。変形例は、いわゆるアウターロータ型の構造を有する。

40

【 0 0 6 2 】

固定子鉄心 4 1 A は、バックヨーク 4 1 1 A と、ティース 4 1 2 A とを有する。バックヨーク 4 1 1 A とティース 4 1 2 A とは、一体である。バックヨーク 4 1 1 A は、中心軸 A x の軸方向から見て、中心軸 A x を中心とする円環状部材である。ティース 4 1 2 A は、バックヨーク 4 1 1 A の外周面から外周側 (径方向外側) に突出する。ティース 4 1 2 A には、図示しないインシュレータを介してコイルが巻回される。

【 0 0 6 3 】

バックヨーク 4 1 1 A には、軸方向に延びる貫通孔 4 1 1 A a が設けられる。貫通孔 4

50

1 1 A a は、中心軸 A x の軸方向に延びる。ここで、固定子鉄心 4 1 A は、積層鋼板を含む。積層鋼板は、打ち抜き加工により成形されたバックヨーク 4 1 1 A、ティース 4 1 2 A 及び貫通孔 4 1 1 A a を有する 1 枚の鋼板を軸方向に複数に重ねて構成される。

【 0 0 6 4 】

貫通孔 4 1 1 A a は、例えば、カシメ加工に用いられる。即ち、例えば、所定枚数の複数の鋼板を積層させ、貫通孔 4 1 1 A a にリベットを挿入したのち、リベットを軸方向に潰すことによって、第 2 ユニット 4 1 3 A , 4 1 4 A を作製する。複数の第 2 ユニット 4 1 3 A , 4 1 4 A を軸方向に積層させることによって固定子鉄心 4 1 A を作製する。

【 0 0 6 5 】

第 2 ユニット 4 1 4 A の軸方向の一方側（図 6 での上側）に第 2 ユニット 4 1 3 A を積み重ねている。変形例では、第 2 ユニット 4 1 3 A 及び第 2 ユニット 4 1 4 A は、同一の厚さで且つそれぞれ同一枚数の鋼板を積層させた積層鋼板で構成される。なお、図 6 では、第 2 ユニット 4 1 3 A と第 2 ユニット 4 1 4 A との境界 S 3 が視認しやすいように、便宜的に太線で示しているが、実際には同一厚さの鋼板が軸方向に沿って隙間なく積層されている。

10

【 0 0 6 6 】

なお、第 2 ユニット 4 1 3 A , 4 1 4 A を経ることなく、全ての枚数の鋼板を、例えばリベットでカシメ（加締め）て固定することにより、固定子鉄心 4 1 A を作製してもよい。固定子鉄心 4 1 A を構成する鋼板の材質は、特に限定されずに種々の材質の鋼板が適用可能であるが、例えばケイ素鋼板が好ましい。

20

【 0 0 6 7 】

回転子 4 2 A は、回転子鉄心 4 2 2 A と、永久磁石 4 2 1 A（請求項の磁石）と、を含む。回転子鉄心 4 2 2 A も、打ち抜き加工により所望の形状に成形された 1 枚の鋼板を軸方向に複数に重ねた積層鋼板で構成される。回転子鉄心 4 2 2 A には、軸方向に延びる貫通孔 4 2 2 A b が設けられる。

【 0 0 6 8 】

貫通孔 4 2 2 A b は、例えば、カシメ加工に用いられる。即ち、例えば、所定枚数の複数の鋼板を積層させ、貫通孔 4 2 2 A b にリベットを挿入したのち、リベットを軸方向に潰すことによって、第 1 ユニット 4 2 5 A , 4 2 6 A を作製する。第 1 ユニット 4 2 6 A の軸方向の一方側（図 6 での上側）に第 1 ユニット 4 2 5 A を積み重ねることで回転子鉄心 4 2 2 A が構成される。変形例では、第 1 ユニット 4 2 5 A 及び第 1 ユニット 4 2 6 A は、同一の厚さでそれぞれ同一枚数の鋼板で構成される。

30

【 0 0 6 9 】

なお、図 6 では、第 1 ユニット 4 2 5 A と第 1 ユニット 4 2 6 A との境界 S 4 が視認しやすいように、便宜的に太線で示しているが、実際には同一厚さの鋼板が軸方向に沿って隙間なく積層されている。なお、第 1 ユニット 4 2 5 A , 4 2 6 A を経ることなく、全ての枚数の鋼板を、例えばリベットでカシメ（加締め）て固定することにより、回転子鉄心 4 2 2 A を作製してもよい。回転子鉄心 4 2 2 A を構成する鋼板の材質は、特に限定されずに種々の材質の鋼板が適用可能であるが、例えばケイ素鋼板が好ましい。

【 0 0 7 0 】

また、回転子鉄心 4 2 2 A を構成する 1 枚の鋼板の厚さは、固定子鉄心 4 1 A を構成する 1 枚の鋼板の厚さと同一である。回転子鉄心 4 2 2 A の積層鋼板を構成する鋼板の枚数を、固定子鉄心 4 1 A の積層鋼板を構成する鋼板の枚数と同一とすることにより、回転子鉄心 4 2 2 A の積層鋼板の軸方向の高さと、固定子鉄心 4 1 A の積層鋼板の軸方向の高さと、を簡単に合わせることができる。

40

【 0 0 7 1 】

以上説明したように、変形例に係る D D モータは、いわゆるアウターロータ型の構造を有する。具体的には、固定子 4 0 A の外周側に回転子 4 2 A が配置されている。変形例に係る D D モータの基本的な構造は、実施形態に係る D D モータ 1 と同じであるため、実施形態で得られる作用効果は、変形例においても得られる。例えば、D D モータの各構成部

50

品を組み付けた場合に生じる軸方向の寸法のばらつきによって、永久磁石 4 2 1 A (請求項の磁石) と固定子鉄心 4 1 A との軸方向位置がずれた場合でも、永久磁石 4 2 1 A が発生する磁束 (磁界) をより多く固定子鉄心 4 1 A に伝えて磁束漏れを低減することができる。よって、より大きな出力を得ることができ、引いては、より小さな永久磁石 4 2 1 A でも回転子 4 2 A を回転させることができる。

【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

1 DDモータ (ダイレクトドライブモータ)

4 0 , 4 0 A 固定子

4 1 , 4 1 A 固定子鉄心

4 2 , 4 2 A 回転子

4 1 3 , 4 1 3 A , 4 1 4 , 4 1 4 A 第 2 ユニット

4 2 1 , 4 2 1 A 永久磁石 (磁石)

4 2 2 , 4 2 2 A 回転子鉄心

4 2 3 第 1 永久磁石 (磁石)

4 2 4 第 2 永久磁石 (磁石)

4 2 5 , 4 2 5 A , 4 2 6 , 4 2 6 A 第 1 ユニット

A 第 1 距離

B 第 2 距離

C 第 3 距離

D 第 4 距離

E 第 5 距離

10

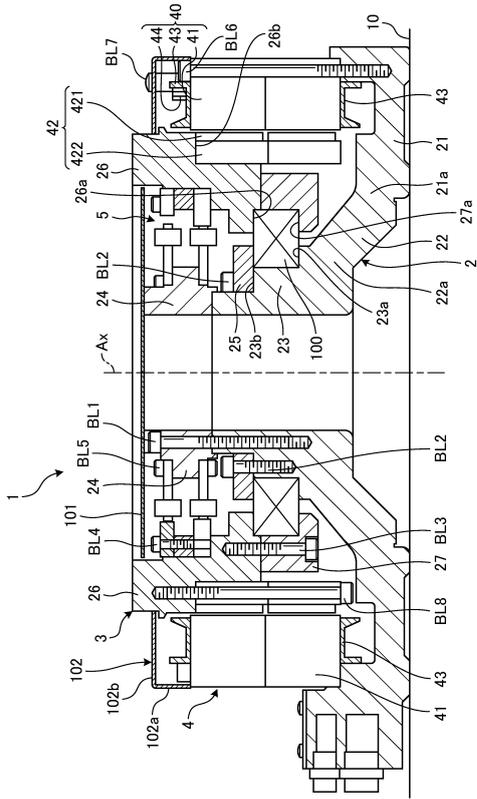
20

30

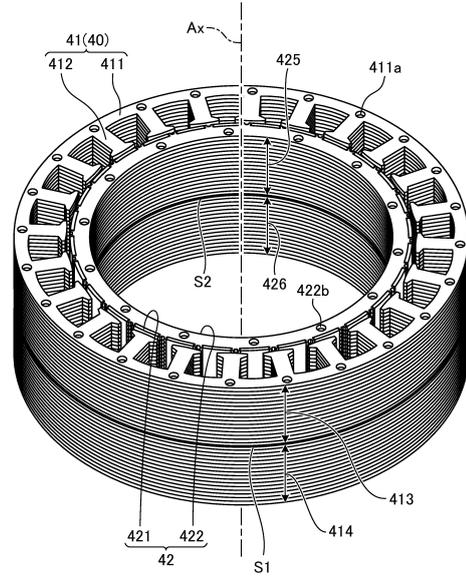
40

50

【図面】
【図 1】



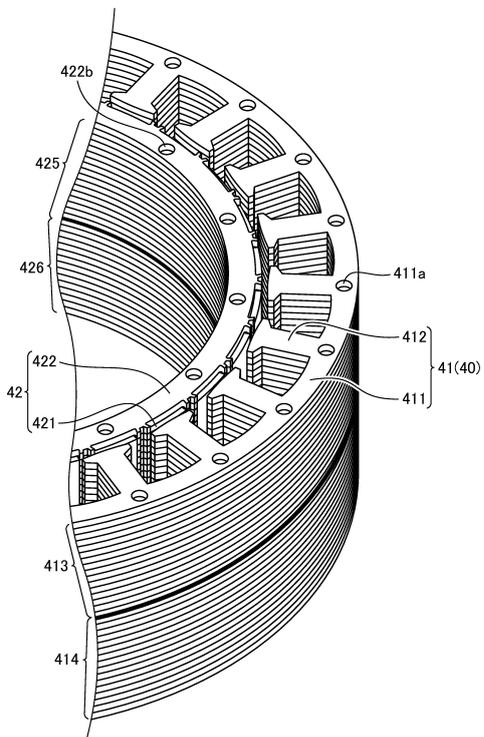
【図 2】



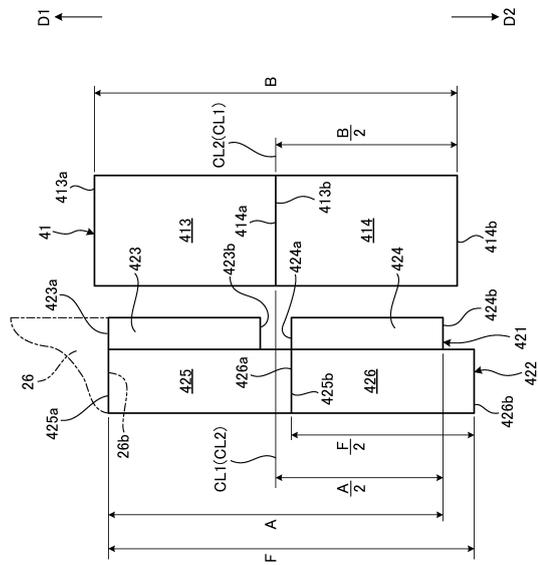
10

20

【図 3】



【図 4】

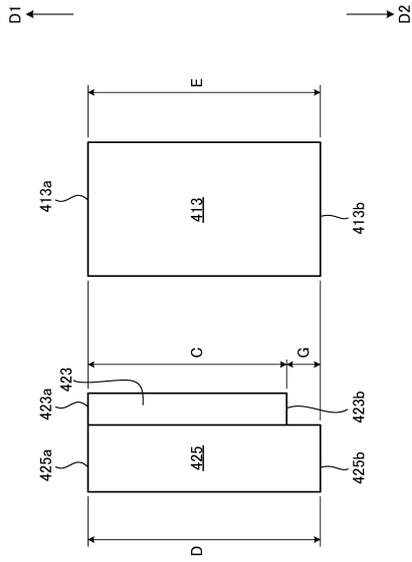


30

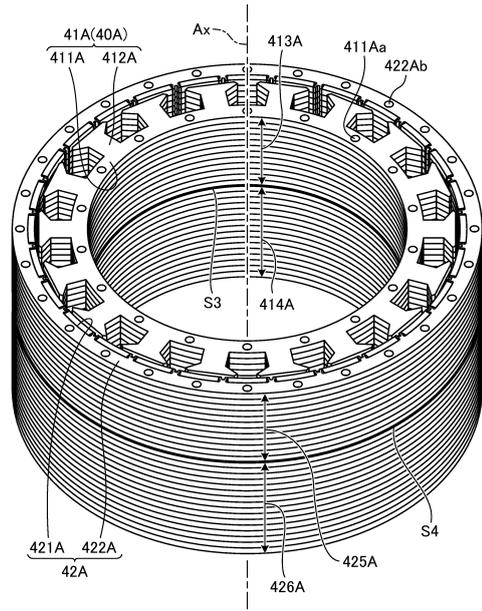
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-194489(JP,A)
特開平11-234931(JP,A)
特開2010-206882(JP,A)
特開2015-057012(JP,A)
特開2014-225959(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02K 1/22
H02K 21/14
H02K 21/22