

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7312794号
(P7312794)

(45)発行日 令和5年7月21日(2023.7.21)

(24)登録日 令和5年7月12日(2023.7.12)

(51)国際特許分類	F I				
H 0 2 K	9/19 (2006.01)	H 0 2 K	9/19	A	
H 0 2 K	9/197(2006.01)	H 0 2 K	9/197		
H 0 2 K	3/04 (2006.01)	H 0 2 K	3/04	E	

請求項の数 10 (全23頁)

(21)出願番号	特願2021-140478(P2021-140478)	(73)特許権者	000010076
(22)出願日	令和3年8月30日(2021.8.30)		ヤマハ発動機株式会社
(65)公開番号	特開2023-34311(P2023-34311A)		静岡県磐田市新貝2500番地
(43)公開日	令和5年3月13日(2023.3.13)	(74)代理人	110002310
審査請求日	令和4年3月1日(2022.3.1)		弁理士法人あい特許事務所
		(72)発明者	伊藤 仁
			静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ
			発動機株式会社内
		審査官	中島 亮

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動モータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】

ステータコアとコイルとを含むステータであって、前記ステータコアが、回転軸線に沿う軸方向に延びる軸状且つ前記回転軸線を取り囲む環状のヨークと、前記回転軸線周りの周方向に間隔を空けて前記ヨークの内周に配置された複数のティースと、隣り合うティース間に区画された複数のスロットとを有し、各スロットが、前記コイルを収容するコイル収容部と前記コイル収容部を径方向内方へ開放させるスロット開口部とを有し、前記コイルが、前記ステータコアの軸方向端面から前記軸方向に突出するコイルエンドを有する、ステータと、

前記ステータの径方向内方にエアギャップを介して配置され、前記回転軸線周りに回転可能なロータと、

前記ステータコアと同心に配置される第1筒状壁であって、前記ステータコアの前記軸方向端面に当接する当接部を前記軸方向の一端に有する、第1筒状壁と、

前記ステータと前記ロータとを収容する金属製のハウジングであって、前記第1筒状壁に挿入嵌合される第2筒状壁を含み、前記第1筒状壁および前記第2筒状壁の径方向外方に、前記コイルエンドを冷却する冷却液が流されるコイルエンド冷却流路を区画する、ハウジングと、を含み、

前記第1筒状壁は、前記第2筒状壁の外周面と嵌合される内周面を有する金属リングを含み、

前記ステータコアに一体に形成され、前記金属リングを保持する樹脂部をさらに含み、

10

20

前記樹脂部が、前記スロット開口部を塞ぐように前記軸方向に延びる部分を含む、電動モータ。

【請求項 2】

前記樹脂部が、前記ステータコアの前記軸方向端面を覆う第 1 部分と、前記金属リングの外周面の少なくとも一部を覆い前記第 1 筒状壁の一部を形成する第 2 部分と、前記スロット開口部を塞ぐように前記軸方向に延びる前記部分である第 3 部分と、を含む、請求項 1 に記載の電動モータ。

【請求項 3】

前記金属リングおよび前記第 2 部分が、前記ステータコアの前記軸方向の両側に一対ずつ配置されており、

前記第 3 部分が、前記一対の第 2 部分どうしを連結する、請求項 2 に記載の電動モータ。

【請求項 4】

前記金属リングが、前記ステータコアの前記軸方向端面に対して前記軸方向に対向する前記軸方向の一端部を含み、

前記金属リングの前記一端部が、前記ステータコアの前記軸方向端面から離隔している、請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の電動モータ。

【請求項 5】

前記樹脂部が、前記ステータコアの前記軸方向端面と前記金属リングの前記一端部との間に介在する介在部であって、前記第 1 筒状壁の一部を形成し、前記当接部が設けられる介在部を含む、請求項 4 に記載の電動モータ。

【請求項 6】

前記コイルが、複数のセグメントコイルによって形成され、

前記ステータコアの前記軸方向端面からの前記軸方向の突出高さに関して、前記コイルエンドの最大突出高さが、前記金属リングの最大突出高さよりも高い、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の電動モータ。

【請求項 7】

前記コイルエンドにおいて、前記セグメントコイルが、径方向内方から見て前記軸方向に対して傾斜する傾斜部を含み、

前記ステータコアの前記軸方向端面からの前記軸方向の突出高さに関して、前記傾斜部の最大突出高さが、前記金属リングの最大突出高さよりも高い、請求項 6 に記載の電動モータ。

【請求項 8】

前記コイルエンドにおいて、前記セグメントコイルが、他のセグメントコイルと接続される接合端部を含み、

前記接合端部が、前記ステータコアの前記軸方向端面からの前記軸方向の突出高さに関して前記金属リングの最大突出高さよりも高い位置に配置される、請求項 6 または 7 に記載の電動モータ。

【請求項 9】

前記第 2 筒状壁の前記外周面に、前記第 2 筒状壁の前記外周面と前記金属リングの前記内周面との間を封止するシール部材を収容する収容溝が形成されている、請求項 1 ～ 8 の何れか一項に記載の電動モータ。

【請求項 10】

前記コイルエンド冷却流路が、前記冷却液で満たされる、請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の電動モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電動モータに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

特許文献 1 には、ステータに設けられたコイルエンド部に対して、オイル（冷却媒体）を滴下することにより、コイルエンド部を冷却する回転機が提案されている。前記回転機では、ロータが配置される第 1 空間とコイルエンド部が配置される第 2 空間とを分離する円環形状のモールド部材が設けられる。モールド部材によって、ロータとステータとの間の隙間であるエアギャップに、オイルが侵入することが防止される。

【0003】

モールド部材の外周部は、回転機のハウジングを構成する胴体部材の内周に接触する。モールド部材の内周部は、ハウジングを構成する側壁部材から突出する隔壁部に接触する。すなわち、モールド部材は、接触シールとして機能する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第 5 7 7 2 8 3 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

モールド部材を形成する樹脂とハウジングを形成する鉄合金等とは、熱膨張係数の相違が大きい。このため、温度変化に伴う寸法変化の相違によって、接触シールの機能が低下する。接触シールの機能の低下によって、エアギャップにオイルが侵入した場合、回転機の機械損失が増大し、回転機の効率が低下する。

【0006】

そこで、この発明の一実施形態は、効率の高い電動モータを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の一実施形態は、ステータコアとコイルとを含むステータであって、前記ステータコアが、回転軸線に沿う軸方向に延びる軸状且つ前記回転軸線を取り囲む環状のヨークと、前記回転軸線周りの周方向に間隔を空けて前記ヨークの内周に配置された複数のティースと、隣り合うティース間に区画された複数のスロットとを有し、各スロットが、前記コイルを収容するコイル収容部と前記コイル収容部を径方向内方へ開放させるスロット開口部とを有し、前記コイルが、前記ステータコアの軸方向端面から前記軸方向に突出するコイルエンドを有する、ステータと、前記ステータの径方向内方にエアギャップを介して配置され、前記回転軸線周りに回転可能なロータと、前記ステータコアと同心に配置される第 1 筒状壁であって、前記ステータコアの前記軸方向端面に当接する当接部を前記軸方向の一端に有する、第 1 筒状壁と、前記ステータと前記ロータとを収容する金属製のハウジングであって、前記第 1 筒状壁に挿入嵌合される第 2 筒状壁を含み、前記第 1 筒状壁および前記第 2 筒状壁の径方向外方に、前記コイルエンドを冷却する冷却液が流されるコイルエンド冷却流路を区画する、ハウジングと、を含み、前記第 1 筒状壁は、前記第 2 筒状壁の外周面と嵌合される内周面を有する金属リングを含み、前記ステータコアに一体に形成され、前記金属リングを保持する樹脂部をさらに含み、前記樹脂部が、前記スロット開口部を塞ぐように前記軸方向に延びる部分を含む、電動モータを提供する。

【0008】

この構成によれば、ステータコアの軸方向端面に当接する当接部を軸方向の一端に有する第 1 筒状壁に、金属製のハウジングの第 2 筒状壁が挿入嵌合される。第 1 筒状壁に含まれる金属リングの内周面が、金属製の第 2 筒状壁の外周面に嵌合する。このため、温度変化に伴って、第 1 筒状壁と第 2 筒状壁とが、十分な密封性を確保できない嵌合状態になることが抑制される。これにより、冷却液がエアギャップに侵入することが防止され、機械損失の増大が抑制される。その結果、効率を高くすることができる。

【0009】

また、前記ステータコアに一体に形成され、前記金属リングを保持する樹脂部をさらに含む。このため、金属リングの保持剛性を高くすることができる。

10

20

30

40

50

また、前記樹脂部が、前記スロット開口部を塞ぐように前記軸方向に延びる第3部分を含む。このため、冷却液が、スロット内に侵入する場合であって、該冷却液は、スロット開口部を通してエアギャップへ侵入することが抑制される。このため、機械損失の増大が抑制され、効率を高くすることができる。

【0010】

1つの実施形態では、前記樹脂部が、前記ステータコアの前記軸方向端面を覆う第1部分と、前記金属リングの外周面の少なくとも一部を覆い前記第1筒状壁の一部を形成する第2部分と、前記スロット開口部を塞ぐように前記軸方向に延びる前記部分である第3部分と、を含む。この構造上の構成によれば、ステータコアの軸方向端面を覆う樹脂部によって金属リングの外周面の少なくとも一部を覆うことにより、金属リングの保持剛性を高くすることができる。

10

【0012】

1つの実施形態では、前記金属リングおよび前記第2部分が、前記ステータコアの前記軸方向の両側に一対ずつ配置されており、前記第3部分が、前記一対の第2部分どうしを連結する。この構成によれば、ステータコアの軸方向の両側に配置される一対の金属リングに対する保持剛性を高くすることができる。

【0013】

1つの実施形態では、前記金属リングが、前記ステータコアの前記軸方向端面に対して前記軸方向に対向する前記軸方向の一端部を含み、前記金属リングの前記一端部が、前記ステータコアの前記軸方向端面から離隔している。この構成によれば、ステータコアと金属リングとの接触を回避する。このため、金属リングにおける損失発生を抑制して、効率を高くすることができる。

20

【0014】

1つの実施形態では、前記樹脂部が、前記ステータコアの前記軸方向端面と前記金属リングの前記一端部との間に介在する介在部であって、前記第1筒状壁の一部を形成し、前記当接部が設けられる介在部を含む。この構成によれば、樹脂部の介在部によって、ステータコアと金属リングとの接触を回避する。このため、金属リングにおける損失発生を抑制して、効率を高くすることができる。

【0015】

1つの実施形態では、前記コイルが、複数のセグメントコイルによって形成され、前記ステータコアの前記軸方向端面からの前記軸方向の突出高さに関して、前記コイルエンドの最大突出高さが、前記金属リングの最大突出高さよりも高い。この構成によれば、セグメントコイルをステータコアに組み付けるときに、金属リングが影響しない。

30

【0016】

1つの実施形態では、前記コイルエンドにおいて、前記セグメントコイルが、径方向内方から見て前記軸方向に対して傾斜する傾斜部を含み、前記ステータコアの前記軸方向端面からの前記軸方向の突出高さに関して、前記傾斜部の最大突出高さが、前記金属リングの最大突出高さよりも高い。この構成によれば、傾斜部を有するセグメントコイルをステータコアに組み付けるときに、金属リングが影響しない。

【0017】

1つの実施形態では、前記コイルエンドにおいて、前記セグメントコイルが、他のセグメントコイルと接続される接合端部を含み、前記接合端部が、前記ステータコアの前記軸方向端面からの前記軸方向の突出高さに関して前記金属リングの最大突出高さよりも高い位置に配置される。この構成によれば、セグメントコイルの接合端部を他のセグメントコイルと接合させるときに、金属リングが影響しない。

40

【0018】

1つの実施形態では、前記第2筒状壁の前記外周面に、前記第2筒状壁の前記外周面と前記金属リングの前記内周面との間を封止するシール部材を収容する収容溝が形成されている。この構成によれば、金属リングと第2筒状壁との間のシール性を向上することができる。

50

【0019】

1つの実施形態では、前記コイルエンド冷却流路が、前記冷却液で満たされる。この構成によれば、冷却効果が高い。

【発明の効果】

【0020】

この発明によれば、効率の高い電動モータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、この発明の一実施形態に係る電動モータの正面図である。

【図2】図2は、電動モータの側面図である。

10

【図3】図3は、電動モータの縦断面図であり、図1のA-O-C断面図に相当する。

【図4】図4は、電動モータの縦断面図であり、図1のB-O-C断面図に相当する。

【図5】図5は、電動モータの横断面図であり、図1のD-D断面図に相当する。

【図6】図6は、電動モータの拡大横断面図であり、図5の一部を拡大した図に相当する。

【図7】図7は、電動モータの横断面図であり、図2のE-E断面図に相当する。

【図8】図8は、電動モータの横断面図であり、図2のF-F断面図に相当する。

【図9】図9は、電動モータの横断面図であり、図8からコイルを取り除いた図に相当する。

【図10】図10は、電動モータの横断面図であり、図2のG-G断面図に相当する。

【図11】図11は、ステータコアの軸方向端面の部分拡大図である。

20

【図12】図12は、ステータコア、樹脂部および金属リングを含むステータコアユニットの斜視図である。

【図13】図13は、ステータコアユニットの平面図である。

【図14】図14は、ステータコアユニットの側面図である。

【図15A】図15Aは、ステータコアユニットの縦断面図であり、図13のH-H断面図に相当する。

【図15B】図15Bは、ステータコアユニットの要部の拡大断面図である。

【図16】図16は、ステータコアユニットの横断面図であり、図14のI-I断面図に相当する。

【図17】図17は、セグメントコイルの配置例を示す模式図である。

30

【図18A】図18Aは、ステータコアの要部の横断面図であり、樹脂部の成形前にスロットに絶縁紙が配置された状態が示されている。

【図18B】図18Bは、ステータコアユニットの要部の横断面図であって、図16の一部を拡大した図に相当し、樹脂部が成形された状態が示している。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に従って説明する。

【0023】

図1は、この発明の一実施形態に係る電動モータ1の正面図である。図2は、電動モータ1の側面図である。図3～図5は、電動モータ1の横断面図である。図3は、図1のA-O-C断面図に相当する。図4は、図1のB-O-C断面図に相当する。図5は、図1のD-D断面図に相当する。

40

【0024】

図1～図3に示すように、電動モータ1は、ハウジング2と、ステータ3と、ロータ4と、樹脂部5と、出力軸6とを備える。図3に示すように、ハウジング2は、ステータ3とロータ4とを收容する。出力軸6は、回転軸線K1に沿う軸方向Xに延びている。出力軸6は、ハウジング2によって、回転軸線K1周りに回転可能に支持されている。

【0025】

ロータ4は、出力軸6と一体回転する。ロータ4は、ステータ3の径方向内方R1に、エアギャップAGを介して配置されている。ロータ4は、回転軸線K1周りに回転可能で

50

ある。ロータ４は、ロータコア４０と、ロータコア４０に取り付けられた図示しない永久磁石とを含む。

【００２６】

ステータ３は、ステータコア３０とコイル３１とを含む。コイル３１は、ステータコア３０の軸方向Ｘの両側に突出する一対のコイルエンドとしての第１コイルエンド３１ｂおよび第２コイルエンド３１ｃを含む。

【００２７】

以下では、回転軸線Ｋ１と直交し且つ回転軸線Ｋ１に向かう方向を径方向内方Ｒ１と言う。また、回転軸線Ｋ１と直交し且つ回転軸線Ｋ１から遠ざかる方向を径方向外方Ｒ２と言う。

【００２８】

まず、ハウジング２を説明する。

【００２９】

ハウジング２は金属製である。ハウジング２は、例えば、アルミニウム材で形成される。図２および図３に示すように、ハウジング２は、筒状のハウジング本体２０と、第１カバーハウジング２１と、第２カバーハウジング２２と、第１冷却液ポート２３と、第２冷却液ポート２４と、冷却液流路２５とを含む。

【００３０】

図３に示すように、ハウジング本体２０は、外周面２０ａと、内周面２０ｂと、第１端面２０ｃと、第２端面２０ｄとを含む。第１カバーハウジング２１は、固定ボルト１１（図２を参照）によって、ハウジング本体２０の第１端面２０ｃに締め付け固定される。第２カバーハウジング２２は、固定ボルト１２（図２を参照）によって、ハウジング本体２０の第２端面２０ｄに締め付け固定される。

【００３１】

図２のＥ－Ｅ断面図である図７に示すように、第１冷却液ポート２３および第２冷却液ポート２４のそれぞれは、ハウジング本体２０の外周面２０ａに開口する開口孔により形成されている。第１冷却液ポート２３および第２冷却液ポート２４のそれぞれには、Ｌ字状の管継手１６が、例えば、ねじ込み固定されている。

【００３２】

図３および図４に示すように、冷却液流路２５は、第１冷却液ポート２３と第２冷却液ポート２４との間で冷却液を流動させるように、ハウジング２によって区画される。第１冷却液ポート２３が、冷却液を冷却液流路２５に導入するための冷却液入口である。第２冷却液ポート２４が、冷却液流路２５を流動した冷却液を排出するための冷却液出口である。冷却液流路２５は、第１コイルエンド冷却流路Ｑ１および第２コイルエンド冷却流路Ｑ２と、第１連通流路６１および第２連通流路６２と、第１連絡流路７１および第２連絡流路７２とを含む。

【００３３】

第１コイルエンド冷却流路Ｑ１は、第１コイルエンド３１ｂを内包する。第２コイルエンド冷却流路Ｑ２は、第２コイルエンド３１ｃを内包する。第１コイルエンド冷却流路Ｑ１および第２コイルエンド冷却流路Ｑ２は、回転軸線Ｋ１を取り囲む環状をなす環状流路である。第１コイルエンド冷却流路Ｑ１および第２コイルエンド冷却流路Ｑ２は、冷却液で満たされている。

【００３４】

図８は、図２のＦ－Ｆ断面図であり、図９は、図８からコイルを取り除いた図に相当する。図３、図８および図９に示すように、第１連絡流路７１は、軸方向流路７３と、周方向流路７４とを含む。周方向流路７４は、周方向Ｙに有端である。周方向流路７４は、筒状のハウジング本体２０の第１端面２０ｃに形成された周方向溝２０ｅと、第１カバーハウジング２１の端面２１ｇとの間に形成されている。周方向溝２０ｅは、周方向Ｙに有端である。軸方向流路７３は、ハウジング本体２０の肉厚内を軸方向Ｘに延びる軸方向孔で形成される。軸方向流路７３は、第１冷却液ポート２３と連通される一端７３ａと、周方

10

20

30

40

50

向流路 7 4 と連通される他端 7 3 b とを含む。

【0035】

図 1 の B-O-C 断面図である図 4 に示すように、第 1 連通流路 6 1 は、第 1 端部 6 1 a と第 2 端部 6 1 b とを含む。第 1 連通流路 6 1 は、第 1 端部 6 1 a と第 2 端部 6 1 b との間に亘って延びる。第 1 連通流路 6 1 は、ハウジング本体 2 0 の肉厚内を軸方向 X に延びる。

【0036】

図 8 に示すように、回転軸線 K 1 周りの周方向 Y に離間する複数の第 1 軸方向孔 6 1 0 で形成される。第 1 軸方向孔 6 1 0 は、第 1 連通流路 6 1 の第 1 端部 6 1 a に相当する第 1 端部 6 1 0 a と、第 1 連通流路 6 1 の第 2 端部 6 1 b に相当する第 2 端部 6 1 0 b とを含む。

10

【0037】

図 2 の G-G 断面図である図 1 0 に示すように、複数の第 1 軸方向孔 6 1 0 の周方向 Y の配置間隔、および複数の第 1 軸方向孔 6 1 0 の断面積の少なくとも一方が不均一にされている。図 1 0 の例では、複数の第 1 軸方向孔 6 1 0 の周方向 Y の配置間隔、および複数の第 1 軸方向孔 6 1 0 の断面積の双方が不均一とされているが、これに限らず、配置間隔および断面積の何れか一方が不均一にされてもよいし、また、配置間隔および断面積の双方が均一にされてもよい。

【0038】

図 4 に示すように、第 1 連通流路 6 1 の第 1 端部 6 1 a は、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 から径方向外方 R 2 に離隔する状態で、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 に隣接して配置される。第 1 連通流路 6 1 は、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 よりも径方向外方 R 2 に配置されている。

20

【0039】

第 1 連絡流路 7 1 が、第 1 端部 6 1 a を第 1 冷却液ポート 2 3 (図 3 および図 7 を参照) に連通させる。具体的には、図 8 に示すように、第 1 連通流路 6 1 の第 1 端部 6 1 a は、第 1 連絡流路 7 1 の周方向流路 7 4 と連通される。周方向流路 7 4 は、複数の第 1 軸方向孔 6 1 0 (第 1 連通流路 6 1) の第 1 端部 6 1 0 a どうしを連結している。

【0040】

図 4 に示すように、第 1 連通流路 6 1 の第 2 端部 6 1 b (第 1 軸方向孔 6 1 0 の第 2 端部 6 1 0 b) は、第 2 コイルエンド冷却流路 Q 2 と連通される。図 4 および図 1 0 に示すように、第 1 連通流路 6 1 の第 2 端部 6 1 b は、ハウジング本体 2 0 の内周面 2 0 b に形成されて第 2 カバーハウジング 2 2 側に向く環状段部 2 0 g に開口されている。

30

【0041】

図 4 に示すように、第 2 連通流路 6 2 は、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 と第 2 コイルエンド冷却流路 Q 2 とを連通するように、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 と第 2 コイルエンド冷却流路 Q 2 との間に亘って延びる。第 2 連通流路 6 2 は、ハウジング本体 2 0 の内周面 2 0 b とステータコア 3 0 の外周面 3 0 c との間に形成される。具体的には、第 2 連通流路 6 2 は、ステータコア 3 0 の外周面 3 0 c に形成され、周方向 Y に離間する複数の軸方向溝 3 0 d (図 1 3 を参照) と、ハウジング本体 2 0 の内周面 2 0 b とによって形成される。第 1 連通流路 6 1 は、第 2 連通流路 6 2 よりも径方向外方 R 2 に配置される。

40

【0042】

図 5 の一部を拡大した図 6 に示すように、第 2 連通流路 6 2 は、第 1 端部 6 2 a と、第 2 端部 6 2 b とを含む。第 2 連通流路 6 2 の第 1 端部 6 2 a は、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 と連通される。第 2 連通流路 6 2 の第 2 端部 6 2 b は、第 2 コイルエンド冷却流路 Q 2 と連通される。

【0043】

図 3 に示すように、第 2 連絡流路 7 2 が、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 を冷却液出口である第 2 冷却液ポート 2 4 に連通させる。第 2 連絡流路 7 2 は、第 1 端部 7 2 a と、第 2 端部 7 2 b とを含む。第 2 連絡流路 7 2 の第 1 端部 7 2 a は、第 1 コイルエンド冷却流

50

路Ｑ１と連通される。第２連絡流路７２の第２端部７２ｂは、第２冷却液ポート２４と連通される。第２連絡流路７２は、ハウジング本体２０の肉厚内を軸方向Ｘに延びる第２軸方向孔７２０で形成される。第２軸方向孔７２０は、第２連絡流路７２の第１端部７２ａに相当する第１端部７２０ａと、第２連絡流路７２の第２端部７２ｂに相当する第２端部７２０ｂとを含む。

【００４４】

図２のＦ－Ｆ断面図である図８に示すように、第２軸方向孔７２０で形成される第２連絡流路７２の一端（第１端部７２ａ）は、周方向流路７４の一对の周方向端部７４ａ，７４ｂに対して、周方向Ｙに離間する位置に配置されている。

【００４５】

図３および図４に示すように、冷却液流路２５は、冷却液入口である第１冷却液ポート２３から流入した冷却液を、第１連絡流路７１、第２コイルエンド冷却流路Ｑ２、第２連通流路６２、第１コイルエンド冷却流路Ｑ１および第２連絡流路７２を順次に介して、冷却液出口である第２冷却液ポート２４（図７を参照）へと流動させる。これにより、第１および第２コイルエンド３１ｂ，３１ｃが冷却される。また、ハウジング２およびステータコア３０が冷却される。

【００４６】

図５および図６に示すように、第１カバーハウジング２１は、主板２１ａと、筒状壁２１ｂ（第２筒状壁Ｗ２）とを含む。主板２１ａは、外側面２１ｃと、内側面２１ｄと、軸受保持孔２１ｅと、環状突起２１ｆとを含む。

【００４７】

環状突起２１ｆは、内側面２１ｄに、回転軸線Ｋ１を中心とする環状に形成された突起である。環状突起２１ｆの端面２１ｇが、第１カバーハウジング２１の端面に相当する。

【００４８】

第１カバーハウジング２１の端面２１ｇが、ハウジング本体２０の第１端面２０ｃを図示しないガスケットを介して覆う。前記ガスケットが、ハウジング本体２０の第１端面２０ｃと第１カバーハウジング２１の端面２１ｇとの間を封止する。図示していないが、前記ガスケットは、図８において、周方向流路７４を形成する周方向溝２０ｅと第２連絡流路７２の第１端部７２ａの開口とをそれぞれ取り囲むことで、周方向流路７４と第２連絡流路７２とが連通しないようにしている。

【００４９】

図５および図６に示すように、筒状壁２１ｂは、内側面２１ｄから軸方向Ｘに延設されている。筒状壁２１ｂは、回転軸線Ｋ１を取り囲む筒状に形成されている。筒状壁２１ｂは、回転軸線Ｋ１を中心とする円筒面を含む外周面２１ｈと、外周面２１ｈに形成された収容溝２１ｊとを含む。収容溝２１ｊには、例えばＯリングであるシール部材１３が収容される。

【００５０】

図５および図６に示すように、第２カバーハウジング２２は、主板２２ａと、筒状壁２２ｂ（第２筒状壁Ｗ２）とを含む。主板２２ａは、外側面２２ｃと、内側面２２ｄと、環状突起２２ｆとを含む。

【００５１】

環状突起２２ｆは、主板２２ａの内側面２２ｄに、回転軸線Ｋ１を取り囲む環状に形成された突起である。環状突起２２ｆの端面２２ｇが、第２カバーハウジング２２の端面に相当する。第２カバーハウジング２２の端面２２ｇが、ハウジング本体２０の第２端面２０ｄを図示しないガスケットを介して覆う。前記ガスケットが、ハウジング本体２０の第２端面２０ｄと第２カバーハウジング２２の端面２２ｇとの間を封止する。

【００５２】

筒状壁２２ｂは、主板２２ａの内側面２２ｄから軸方向Ｘに延設されている。筒状壁２２ｂは、回転軸線Ｋ１を取り囲む筒状に形成されている。筒状壁２２ｂは、外周面２２ｈと、内周面２２ｉと、収容溝２２ｊと、軸受保持部２２ｋとを含む。

10

20

30

40

50

【0053】

筒状壁22bの外周面22hは、回転軸線K1を中心とする円筒面を含む。収容溝22jは、外周面22hの周方向に延びる。収容溝22jには、例えばOリングであるシール部材14が収容される。筒状壁22bの内周面22iは、回転軸線K1を中心とする円筒面を含む。軸受保持部22kは、筒状壁22bの内周面22iに設けられる。

【0054】

図5に示すように、出力軸6は、第1カバーハウジング21の軸受保持孔21eの内周面および第2カバーハウジング22の軸受保持部22kに保持された一対の軸受15、15を介して、ハウジング2に回転可能に支持されている。一対の軸受15、15は、例えば密封軸受である。ロータ4は、出力軸6と一体回転可能なロータコア40と、ロータコア40に周方向に等間隔に配置された図示しない永久磁石とを含む。

10

【0055】

次いで、ステータ3を説明する。

【0056】

図5に示すように、ステータ3は、ステータコア30と、コイル31と、絶縁紙32（図18Aも参照）とを含む。ステータコア30は、複数の板状の電磁鋼板が積層されることにより構成される。ステータコア30は、一対の軸方向端面としての第1軸方向端面30aおよび第2軸方向端面30bと、外周面30cとを含む。ステータコア30は、ハウジング2（ハウジング本体20）に、圧入または焼き嵌めされる場合がある。

【0057】

20

図11は、ステータコア30の要部の拡大図である。図11に示すように、ステータコア30は、ヨーク33と、複数のティース34と、複数のスロット35とを有する。ヨーク33は、回転軸線K1に沿う軸方向Xに延びる軸状且つ回転軸線K1を取り囲む環状に形成される。ヨーク33は、外周33aと、内周33bと、一対の軸方向端面33cとを含む。複数のティース34は、回転軸線K1周りの周方向Yに間隔を空けて、ヨーク33の内周33bに配置されている。

【0058】

第2連通流路62を形成するための軸方向溝30d（図8および図12を参照）は、ステータコア30の外周面30c（ヨーク33の外周33a）に、周方向Yに等間隔で配置されている。図11に示すように、軸方向溝30dは、ティース34の径方向外方R2に配置されている。具体的には、軸方向溝30dは、ティース34の周方向Yの中央位置の径方向外方R2に配置されている。軸方向溝30dは、全てのティース34の径方向外方R2に配置されてもよいし、周方向Yに1ないし複数個おきのティース34の径方向外方R2に配置されてもよい。

30

【0059】

図8に示すように、ハウジング本体20は、内周面20bから径方向内方R1に突出する複数の突起20fを含む。複数の突起20fは、周方向Yに離間している。突起20fは、ステータコア30の第1軸方向端面30aに当接することにより、ステータコア30を軸方向Xに位置決めする。突起20fは、第1軸方向端面30aに開口される軸方向溝30dの開口を避ける位置で、第1軸方向端面30aに当接する。

40

【0060】

ステータコア30を軸方向Xの位置決めは、組立工程において、図示しない治具を用いて行われてもよい。その場合、突起20fを設ける必要がない。

【0061】

複数のティース34は、ヨーク33の内周33bから、径方向内方R1に突出している。ティース34は、基端34aと、先端34bとを含む。基端34aは、ヨーク33と連結されている。先端34bは、基端34aに対して径方向内方R1に配置される。先端34bは、周方向Yの両側に突出する一対の凸部34cを含む。

【0062】

周方向Yに隣り合うティース34間に、スロット35が形成される。ティース34とス

50

ロット 3 5 とが、周方向 Y に交互に配置される。スロット 3 5 は、ステータコア 3 0 を軸方向 X に貫通している。

【 0 0 6 3 】

スロット 3 5 は、コイル収容部 3 5 a と、スロット開口部 3 5 b とを含む。コイル収容部 3 5 a にコイル 3 1 が収容される。スロット開口部 3 5 b は、隣接するティース 3 4 の凸部 3 4 c どうしの間に形成される。スロット開口部 3 5 b は、コイル収容部 3 5 a を径方向内方 R 1 に開放させる。

【 0 0 6 4 】

スロット 3 5 の内壁面は、底壁面 3 5 c と、一对の側壁面 3 5 d と、一对の保持壁面 3 5 e とを含む。底壁面 3 5 c は、ヨーク 3 3 の内周 3 3 b で形成され、径方向内方 R 1 に向く。一对の側壁面 3 5 d は、隣接するティース 3 4 の側面で形成され、周方向 Y に対向する。一对の保持壁面 3 5 e は、一对の凸部 3 4 c の壁面であり、径方向外方 R 2 に向く面である。

【 0 0 6 5 】

一对の側壁面 3 5 d と、底壁面 3 5 c とで、一对のコーナ部 3 5 f が形成されている。各コーナ部 3 5 f を形成する、側壁面 3 5 d の部分は、湾曲凹状の内面 3 5 g を含む。これにより、各コーナ部 3 5 f は、周方向 Y に拡げられている。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 は、ステータコア 3 0 を含むステータコアユニット U の斜視図である。図 1 3 は、ステータコアユニット U の平面図である。図 1 4 は、ステータコアユニット U の側面図である。図 1 5 A は、ステータコアユニット U の縦断面図であり、図 1 3 の H-H 断面図に相当する。図 1 5 B は、図 1 5 A の一部を拡大した拡大断面図である。図 1 6 は、図 1 4 の I-I 断面図である。

【 0 0 6 7 】

図 1 2、図 1 3 および図 1 4 に示すように、ステータコアユニット U は、ステータコア 3 0 と、樹脂部 5 と、金属リング 7 と、絶縁紙 3 2 (図 1 5 A および図 1 8 A を参照) とを含むユニットである。ステータコアユニット U は、コイル 3 1 が装着される前の段階で、サブアセンブリとして形成される。すなわち、製造時において、サブアセンブリとしてのステータコアユニット U に対して、コイル 3 1 が装着されることになる。

【 0 0 6 8 】

次いで、コイル 3 1 を説明する。

【 0 0 6 9 】

図 5 に示すように、コイル 3 1 は、被収容部 3 1 a と、一对のコイルエンドとしての第 1 コイルエンド 3 1 b および第 2 コイルエンド 3 1 c とを有する。被収容部 3 1 a は、スロット 3 5 のコイル収容部 3 5 a に収容される。第 1 コイルエンド 3 1 b および第 2 コイルエンド 3 1 c は、それぞれ、ステータコア 3 0 の第 1 軸方向端面 3 0 a および第 2 軸方向端面 3 0 b から軸方向 X に突出する。

【 0 0 7 0 】

コイル 3 1 は、複数のスロット 3 5 内に一部が収容された状態でステータコア 3 0 に装着されている。コイル 3 1 は、U 相、V 相および W 相からなる三相コイルである。各相のコイルは、スロット 3 5 に配置される絶縁紙 3 2 を介して、ステータコア 3 0 と絶縁されている。

【 0 0 7 1 】

各相のコイル 3 1 は、例えば、複数のセグメントコイル 3 6 (図 7 を参照) を相互に接続することで構成される。図 1 7 は、ステータコア 3 0 を径方向内方 R 1 から見たときの、セグメントコイル 3 6 の配置例を示す模式図である。図 1 7 に示すように、セグメントコイル 3 6 は、一对の挿入部 3 6 a と、架橋部 3 6 b と、一对の延設部 3 6 c , 3 6 d とを含む。一对の挿入部 3 6 a は、異なるスロット 3 5 に挿入される。架橋部 3 6 b は、一对の挿入部 3 6 a の一端どうしを連結する。一对の延設部 3 6 c , 3 6 d は、それぞれ、一对の挿入部 3 6 a の他端から延設される。

【0072】

架橋部36bは、ステータコア30の何れか一方の軸方向端面（例えば第1軸方向端面30a）から突き出して配置され、コイルエンドの一部を形成する。一对の延設部36cは、ステータコア30の他方の軸方向端面（例えば第2軸方向端面30b）から突き出して配置され、コイルエンドの一部を形成する。各延設部36c、36dは、他のセグメントコイル36の延設部36c、36dと溶接等によって接続される。

【0073】

具体的には、第1コイルエンド31bにおいて、セグメントコイル36の架橋部36bは、径方向内方R1から見て、軸方向Xに対して互いに逆向きに傾斜する一对の傾斜部36eを含む。一对の傾斜部36eどうしの交差部分に、架橋部36bの頂部36hが形成される。

10

【0074】

第2コイルエンド31cにおいて、セグメントコイル36が、一方の延設部36cに、傾斜部36fおよび接合端部36jを含む。傾斜部36fは、径方向内方R1から見て軸方向Xに対して傾斜する。接合端部36jは、一方の延設部36cの延設端部を構成しており、例えば軸方向Xに延びる。接合端部36jは、他のセグメントコイル36の接合端部36jと例えば溶接により接合される。

【0075】

また、第2コイルエンド31cにおいて、セグメントコイル36が、他方の延設部36dに、傾斜部36gおよび接合端部36kを含む。傾斜部36gは、径方向内方R1から見て軸方向Xに対して傾斜する。接合端部36kは、他方の延設部36dの延設端部を構成しており、例えば軸方向Xに延びる。接合端部36kは、他のセグメントコイル36の接合端部36kと例えば溶接により接合される。

20

【0076】

ここで、ステータコア30の第1軸方向端面30aからの、セグメントコイル36の傾斜部36eの最大突出高さをH1とする。また、ステータコア30の第2軸方向端面30bからの、セグメントコイル36の一方の延設部36cの傾斜部36fの最大突出高さをH2とする。また、ステータコア30の第2軸方向端面30bからの、セグメントコイル36の他方の延設部36dの傾斜部36gの最大突出高さをH3とする。

【0077】

次いで、絶縁紙32を説明する。

30

【0078】

図15Aに示すように、絶縁紙32は、被収容部32aと、一对の突出部32bとを含む。被収容部32aは、スロット35のコイル収容部35aに収容される。一对の突出部32bのそれぞれは、ステータコア30の対応する軸方向端面30a、30bから軸方向Xに突出する。

【0079】

図18Aに示すように、絶縁紙32は、軸方向Xから見て、底部32cと一对の側部32dとを含む溝形に形成されている。絶縁紙32の底部32cが、底壁面35cに沿って配置される。絶縁紙32の一对の側部32dのそれぞれが、対応する側壁面35dに沿って配置される。

40

【0080】

なお、図示していないが、絶縁紙32に代えて、スロット35の内壁面に被覆される絶縁樹脂層が用いられてもよい。

【0081】

次いで、樹脂部5を説明する。

【0082】

図15Aに示すように、樹脂部5は、ステータコア30と一体に形成される。樹脂部5は、複数の閉塞部51（第3部分。図16を参照）と、一对の筒状壁52（第2部分）と、一对の覆い部53（第1部分）と、複数の補強部54（図18Bを参照）とを含む。各

50

覆い部 5 3 は、環状覆い部 5 5 と、複数の腕部 5 6 とを含む。

【0083】

図 1 6 の一部を拡大した図 1 8 B に示すように、各閉塞部 5 1 は、対応するスロット 3 5 のスロット開口部 3 5 b を塞ぐように軸方向 X に延びる。各閉塞部 5 1 は、スロット 3 5 の内側から、すなわち径方向内方 R 1 から、スロット開口部 3 5 b を閉塞する。各閉塞部 5 1 は、周方向 Y に隣接するティース 3 4 の先端 3 4 b よりも径方向内方 R 1 へ突出することがないように、スロット開口部 3 5 b を塞ぐ。各閉塞部 5 1 は、軸方向 X の一端 5 1 a および他端 5 1 b を有する。

【0084】

閉塞部 5 1 は、スロット開口部 3 5 b 内で一对の凸部 3 4 c の頂面によって保持されている。また、閉塞部 5 1 の一部は、コイル収容部 3 5 a 内に入り込んでいる。閉塞部 5 1 は、コイル収容部 3 5 a 内で、一对の側壁面 3 5 d と、一对の凸部 3 4 c の一对の保持壁面 3 5 e とによって保持されている。このため、閉塞部 5 1 がステータコア 3 0 に強固に保持される。

【0085】

図 1 5 A に示すように、一对の筒状壁 5 2 は、ステータコア 3 0 の軸方向 X の両側に配置されている。一对の筒状壁 5 2 は、ステータコア 3 0 の対応する第 1 軸方向端面 3 0 a および第 2 軸方向端面 3 0 b から軸方向 X に突出している。一对の筒状壁 5 2 は、ステータコア 3 0 と同心に配置される。各筒状壁 5 2 は、軸方向 X の一端 5 2 a と、軸方向 X の他端 5 2 b とを含む。各筒状壁 5 2 の一端 5 2 a は、ステータコア 3 0 の対応する軸方向端面（第 1 軸方向端面 3 0 a または第 2 軸方向端面 3 0 b）と当接する当接部 5 2 c を含む。

【0086】

一对の筒状壁 5 2 は、複数の閉塞部 5 1 と連結される。一方の筒状壁 5 2 が、複数の閉塞部 5 1 の一端 5 1 a と連結される。他方の筒状壁 5 2 が、複数の閉塞部 5 1 の他端 5 1 b と連結される。すなわち、複数の閉塞部 5 1 が、一对の筒状壁 5 2 どうしを連結している。

【0087】

次いで、金属リング 7 を説明する。

【0088】

図 1 5 A に示すように、一对の筒状壁 5 2 のそれぞれの内周面 5 2 d に、金属リング 7 が保持されている。金属リングは、例えば、ステンレス製である。金属リング 7 は、外周面 7 a と、内周面 7 b と、一端部 7 c と、他端部 7 d とを含む。

【0089】

金属リング 7 の外周面 7 a の少なくとも一部が、樹脂部 5 の筒状壁 5 2 によって覆われてモールドされている。金属リング 7 は、筒状壁 5 2 と一体化されて、ステータコア 3 0 に保持されている。互いに一体化された筒状壁 5 2 と金属リング 7 とを含む第 1 筒状壁 W 1 が、一对で形成されている。一对の第 1 筒状壁 W 1 は、ステータコア 3 0 と同心に配置されている。樹脂部 5 の筒状壁 5 2 は、第 1 筒状壁 W 1 の一部を形成する。

【0090】

金属リング 7 の一端部 7 c は、ステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a , 3 0 b に対して、軸方向 X に対向している。金属リング 7 の一端部 7 c は、ステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a , 3 0 b から離隔している。

【0091】

具体的には、図 1 5 B に示すように、筒状壁 5 2 の一端 5 2 a が、金属リング 7 の一端部 7 c とステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a , 3 0 b との間に介在する介在部 5 2 e を含む。介在部 5 2 e は、周方向 Y の全周に設けられてもよいし、周方向 Y の一部に設けられてもよい。

【0092】

また、図 6 に示すように、ステータコア 3 0 の対応する軸方向端面 3 0 a , 3 0 b から

10

20

30

40

50

の軸方向Xの突出高さに関して、コイルエンド31b, 31cの最大突出高さが、金属リング7の最大突出高さよりも高くされている。

【0093】

具体的には、図17に示すように、ステータコア30の第1軸方向端面30aからの軸方向Xの突出高さに関して、セグメントコイル36の傾斜部36eの最大突出高さH1（架橋部36bの頂部36hの最大突出高さ）が、第1コイルエンド31bの最大突出高さに相当する。第1コイルエンド31bの最大突出高さ（傾斜部36eの最大突出高さH1）は、金属リング7の最大突出高さH4（図15Aを参照）よりも高くされている。

【0094】

また、ステータコア30の第2軸方向端面30bからの軸方向Xの突出高さに関して、第2コイルエンド31cの最大突出高さは、セグメントコイル36の接合端部36jの最大突出高さおよび接合端部36jの最大突出高さのうちの高い方（互いに等しい高さの場合は双方）に相当する。第2コイルエンド31cの最大突出高さは、金属リング7の最大突出高さH4よりも高くされている。

10

【0095】

また、ステータコア30の第2軸方向端面30bからの軸方向Xの突出高さに関して、セグメントコイル36の傾斜部36fの最大突出高さH2および傾斜部36gの最大突出高さH3が、金属リング7の最大突出高さH4よりも高くされている。

【0096】

また、セグメントコイル36の各接合端部36j, 36kは、ステータコア30の第2軸方向端面30bからの軸方向Xの突出高さに関して、金属リング7の最大突出高さH4よりも高い位置に配置されている。

20

【0097】

図6に示すように、一方の第1筒状壁W1に対して、第1カバーハウジング21の筒状壁21b（第2筒状壁W2）が、挿入嵌合されている。一方の第1筒状壁W1は、第1カバーハウジング21の筒状壁21bの外周面21hと嵌合される。具体的には、一方の第1筒状壁W1の金属リング7の内周面7bが、第1カバーハウジング21の筒状壁21b（第2筒状壁W2）の外周面21hと嵌合されている。

【0098】

第1カバーハウジング21の筒状壁21b（第2筒状壁W2）の外周面21hの収容溝21jに収容されたシール部材13によって、一方の第1筒状壁W1の金属リング7の内周面7bと、筒状壁21b（第2筒状壁W2）の外周面21hとの間が封止されている。

30

【0099】

他方の第1筒状壁W1に対して、第2カバーハウジング22の筒状壁22b（第2筒状壁W2）が、挿入嵌合されている。他方の第1筒状壁W1は、第2カバーハウジング22の筒状壁22bの外周面22hと嵌合される。具体的には、他方の第1筒状壁W1の金属リング7の内周面7bが、第2カバーハウジング22の筒状壁22b（第2筒状壁W2）の外周面22hと嵌合されている。

【0100】

第2カバーハウジング22の筒状壁22b（第2筒状壁W2）の外周面22hの収容溝22jに収容されたシール部材14によって、一方の第1筒状壁W1の金属リング7の内周面7bと、筒状壁22b（第2筒状壁W2）の外周面22hとの間が封止されている。

40

【0101】

ハウジング2は、互いに嵌合される第1筒状壁W1および第2筒状壁W2の径方向外方R2に、第1コイルエンド冷却流路Q1および第2コイルエンド冷却流路Q2を区画している。第1コイルエンド冷却流路Q1および第2コイルエンド冷却流路Q2に、第1および第2コイルエンド31b, 31cを冷却する冷却液が流される。

【0102】

図15Aに示すように、一对の覆い部53は、対応する筒状壁52と連結され、ステータコア30の一对の軸方向端面（第1軸方向端面30aおよび第2軸方向端面30b）を

50

それぞれ覆う。図 1 2 および図 1 3 に示すように、覆い部 5 3 に含まれる環状覆い部 5 5 は、ヨーク 3 3 の軸方向端面 3 3 c を覆う。複数の腕部 5 6 は、ティース 3 4 の軸方向端面 3 4 d (図 1 1 を参照) に沿う。図 1 5 A に示すように、覆い部 5 3 に含まれる複数の腕部 5 6 は、筒状壁 5 2 の軸方向端部である一端 5 2 a と環状覆い部 5 5 とを連結する。

【0103】

環状覆い部 5 5 は、ヨーク 3 3 の軸方向端面 3 3 c の一部を覆う。図 6 および図 1 3 に示すように、ヨーク 3 3 の軸方向端面 3 3 c は、第 1 コイルエンド冷却流路 Q 1 および第 2 コイルエンド冷却流路 Q 2 に露出する露出部 3 3 d を含む。露出部 3 3 d は、環状覆い部 5 5 の径方向外方 R 2 に配置される。

【0104】

図 1 5 A に示すように、絶縁紙 3 2 の突出部 3 2 b は、覆い部 5 3 によって保持される。具体的には、絶縁紙 3 2 の突出部 3 2 b は、環状覆い部 5 5 によって保持される。また、ステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a, 3 0 b からの軸方向 X の突出高さに関し、覆い部 5 3 の最大突出高さに相当する、環状覆い部 5 5 の最大突出高さ H 5 が、突出部 3 2 b の最大突出高さ H 6 よりも高くされている。

【0105】

図 1 8 B に示すように、補強部 5 4 は、各スロット 3 5 に一対ずつ配置されている。補強部 5 4 は、スロット 3 5 の各コーナ部 3 5 f に沿って軸方向 X (図 1 8 B で紙面と直交する方向) に延び、覆い部 5 3 の腕部 5 6 と連結される。補強部 5 4 は、一対の覆い部 5 3 の腕部 5 6 どうしを連結している。

【0106】

スロット 3 5 に絶縁紙 3 2 が挿入される場合、図 1 8 A および図 1 8 B に示すように、補強部 5 4 は、コーナ部 3 5 f の湾曲凹状の内面 3 5 g と、絶縁紙 3 2 の対応する側部 3 2 d との間を塞ぐように軸方向 X に延びる。

【0107】

この実施形態によれば、図 1 5 A に示すように、ステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a, 3 0 b に当接する当接部 5 2 c を軸方向 X の一端に有する第 1 筒状壁 W 1 に対して、図 6 に示すように、金属製のハウジング 2 の第 2 筒状壁 W 2 (筒状壁 2 1 b, 2 2 b) が挿入嵌合される。第 1 筒状壁 W 1 に含まれる金属リング 7 の内周面 7 b が、金属製の第 2 筒状壁 W 2 である筒状壁 2 1 b, 2 2 b の外周面 2 1 h, 2 2 h に嵌合する。このため、温度変化に伴って、第 1 筒状壁 W 1 と第 2 筒状壁 W 2 とが十分な密封性を確保できない嵌合状態になることが抑制される。これにより、コイルエンド冷却流路 Q 1, Q 2 内の冷却液が、エアギャップ A G に侵入することが防止され、機械損失の増大が抑制される。その結果、効率を高くすることができる。

【0108】

また、金属リング 7 が、ステータコア 3 0 に一体に形成される樹脂部 5 によって保持される。このため、金属リング 7 の保持剛性を高くすることができる。

【0109】

また、樹脂部 5 が、ステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a, 3 0 b を覆う第 1 部分としての覆い部 5 3 と、金属リング 7 の外周面 7 a の少なくとも一部を覆い且つ第 1 筒状壁 W 1 の一部を形成する第 2 部分としての筒状壁 5 2 とを含む。樹脂部 5 によって、金属リング 7 の外周面 7 a の少なくとも一部を覆うことにより、金属リング 7 の保持剛性を高くすることができる。

【0110】

また、図 6 および図 1 8 B に示すように、樹脂部 5 が、スロット開口部 3 5 b を塞ぐように軸方向 X に延びる第 3 部分としての閉塞部 5 1 を含む。このため、冷却液が、スロット 3 5 内に侵入する場合であっても、該冷却液は、スロット開口部 3 5 b を通してエアギャップ A G へ侵入することが抑制される。このため、機械損失の増大が抑制され、効率を高くすることができる。

【0111】

10

20

30

40

50

また、図 15 A に示すように、金属リング 7 および樹脂部 5 の筒状壁 5 2（第 2 部分）が、ステータコア 3 0 の軸方向 X の両側に一対ずつ配置されている。閉塞部 5 1（第 3 部分）が、一対の筒状壁 5 2（第 2 部分）どうしを連結する。このため、ステータコア 3 0 の軸方向 X の両側に配置される一対の金属リング 7 に対する保持剛性を高くすることができる。

【0112】

また、図 15 B に示すように、金属リング 7 において、ステータコアの軸方向端面 3 0 a，3 0 b に対向する軸方向 X の一端部 7 c を含み、該一端部 7 c は、軸方向端面 3 0 a，3 0 b から離隔している。これにより、ステータコア 3 0 と金属リング 7 との接触が回避される。このため、金属リング 7 における損失発生を抑制して、効率を高くすることができる。

10

【0113】

また、図 15 B に示すように、樹脂部 5 が、ステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a，3 0 b と金属リング 7 の一端部 7 c との間に介在する介在部 5 2 e を含む。介在部 5 2 e は、第 1 筒状壁 W 1 の一部を形成する。介在部 5 2 e に、ステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a，3 0 b と当接する当接部 5 2 c が設けられる。樹脂部 5 の介在部 5 2 e によって、ステータコア 3 0 と金属リング 7 との接触を回避する。このため、金属リング 7 における損失発生を抑制して、効率を高くすることができる。

【0114】

また、図 7 に示すように、コイル 3 1 が、複数のセグメントコイル 3 6 によって形成される。図 17 に示すように、ステータコア 3 0 の第 1 軸方向端面 3 0 a からの軸方向 X の突出高さに関して、第 1 コイルエンド 3 1 b の最大突出高さ（傾斜部 3 6 e の最大突出高さ H 1）が、金属リング 7 の最大突出高さ H 4（図 15 A を参照）よりも高い。このため、傾斜部 3 6 e を有するセグメントコイル 3 6 をステータコア 3 0 に組み付けるときに、金属リング 7 が影響しない。

20

【0115】

また、ステータコア 3 0 の第 2 軸方向端面 3 0 b からの軸方向 X の突出高さに関して、セグメントコイル 3 6 の傾斜部 3 6 f の最大突出高さ H 2 および傾斜部 3 6 g の最大突出高さ H 3 が、金属リング 7 の最大突出高さ H 4（図 15 A を参照）よりも高い。さらに、セグメントコイル 3 6 の各接合端部 3 6 j，3 6 k が、ステータコア 3 0 の第 2 軸方向端面 3 0 b からの軸方向 X の突出高さに関して、金属リング 7 の最大突出高さ H 4 よりも高い位置に配置されている。このため、セグメントコイル 3 6 の接合端部 3 6 j，3 6 k を他のセグメントコイル 3 6 と接合するとき、金属リング 7 が影響しない。

30

【0116】

また、図 6 に示すように、第 2 筒状壁 W 2（筒状壁 2 1 b，2 2 b）の外周面 2 1 h，2 2 h に形成される收容溝 2 1 j，2 2 j に收容されるシール部材 1 3，1 4 によって、第 2 筒状壁 W 2（筒状壁 2 1 b，2 2 b）の外周面 2 1 h，2 2 h と金属リング 7 の内周面 7 b との間が封止される。このため、金属リング 7 と第 2 筒状壁 W 2 との間のシール性を向上することができる。

【0117】

また、コイルエンド冷却流路 Q 1，Q 2 が、冷却液で満たされる。このため、冷却効果が高い。

40

【0118】

本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、例えば、樹脂部 5 の補強部 5 4 が、設けられなくてもよい。また、コイル 3 1 を構成するセグメントコイル 3 6 が、導体の表面を絶縁層で被覆した導線で形成される場合、絶縁紙 3 2 が設けられなくてもよい。また、金属リング 7 の一端部 7 c とステータコア 3 0 の軸方向端面 3 0 a，3 0 b との間に、介在部 5 2 e が設けられなくてもよい。また、第 2 連通流路 6 2 を形成するための溝（例えば軸方向溝）が、ステータコア 3 0 の外周面 3 0 c に形成されずに、ハウジング本体 2 0 の内周面 2 0 b に形成されてもよい。

50

【0119】

その他、本発明は、特許請求の範囲記載の範囲内で種々の変更を施すことができる。

【符号の説明】

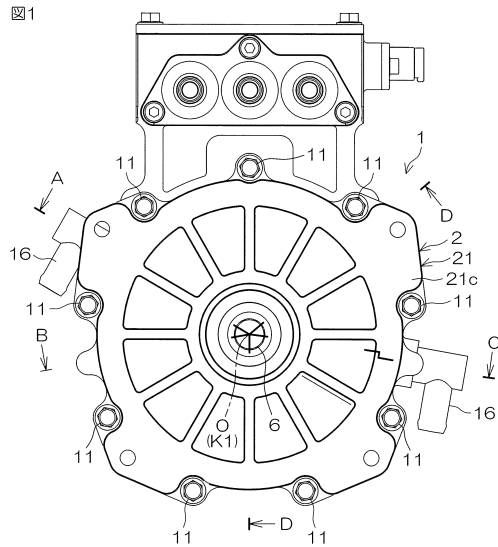
【0120】

1	電動モータ	
2	ハウジング	
3	ステータ	
4	ロータ	
5	樹脂部	
7	金属リング	10
7 a	外周面	
7 b	内周面	
7 c	一端部	
13	シール部材	
14	シール部材	
20	ハウジング本体	
21	第1カバーハウジング	
21 b	筒状壁	
21 h	外周面	
21 j	収容溝	20
22	第2カバーハウジング	
22 b	筒状壁	
22 h	外周面	
22 j	収容溝	
23	第1冷却ポート	
24	第2冷却ポート	
25	冷却液流路	
30	ステータコア	
30 a	第1軸方向端面	
30 b	第2軸方向端面	30
31	コイル	
31 b	第1コイルエンド	
31 c	第2コイルエンド	
33	ヨーク	
33 b	内周	
34	ティース	
35	スロット	
35 a	コイル収容部	
35 b	スロット開口部	
36	セグメントコイル	40
36 e	傾斜部	
36 f	傾斜部	
36 g	傾斜部	
36 j	接合端部	
36 k	接合端部	
51	閉塞部（第3部分）	
51 a	一端（軸方向端部）	
52	筒状壁（第2部分）	
52 a	一端（軸方向端部）	
52 c	当接部	50

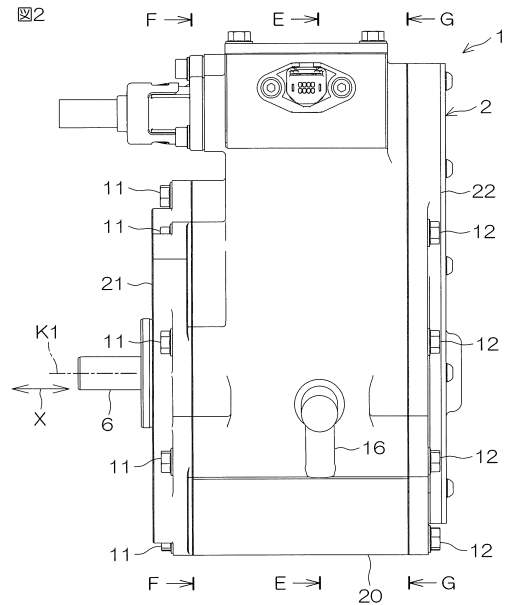
- 5 2 e 介在部
- 5 3 覆い部（第 1 部分）
- 5 4 補強部
- 5 5 環状覆い部
- 5 6 腕部
- A G エアギャップ
- H 1 ～ H 4 最大突出高さ
- K 1 回転軸線
- Q 1 第 1 コイルエンド冷却流路
- Q 2 第 2 コイルエンド冷却流路
- R 1 径方向内方
- R 2 径方向外方
- W 1 第 1 筒状壁
- W 2 第 2 筒状壁
- X 軸方向
- Y 周方向

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

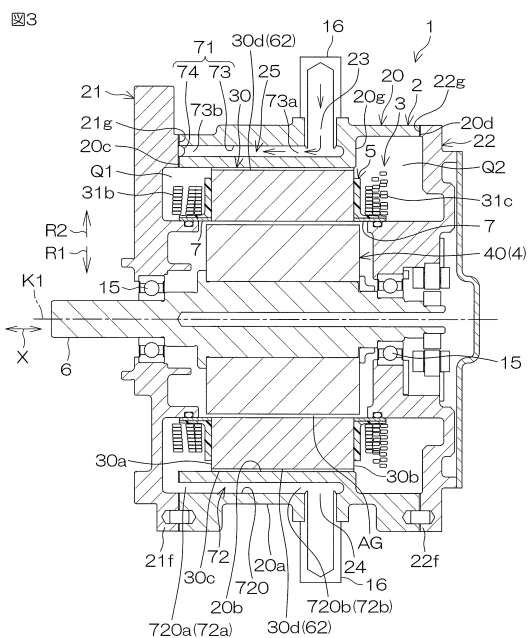
20

30

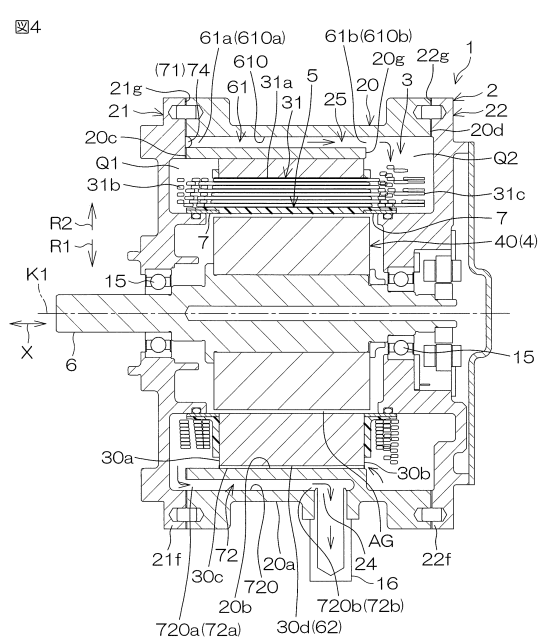
40

50

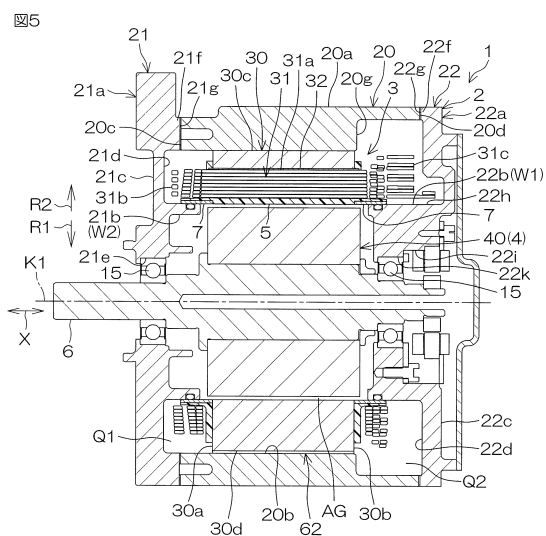
【圖 3】



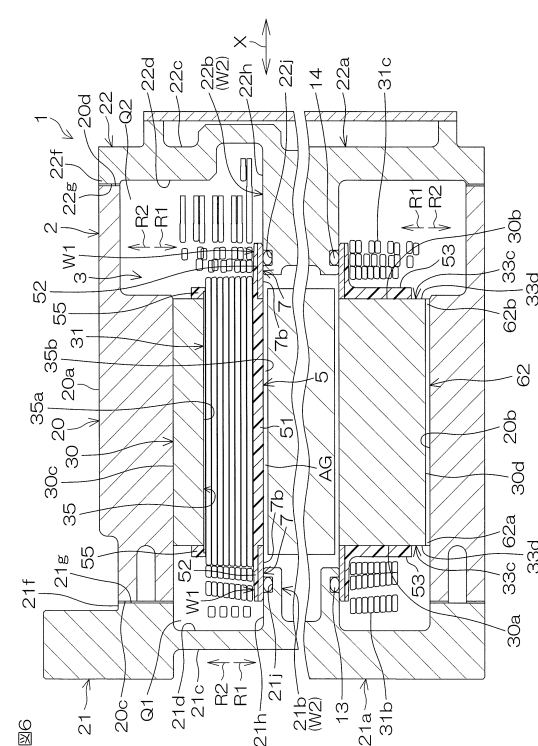
【図 4】



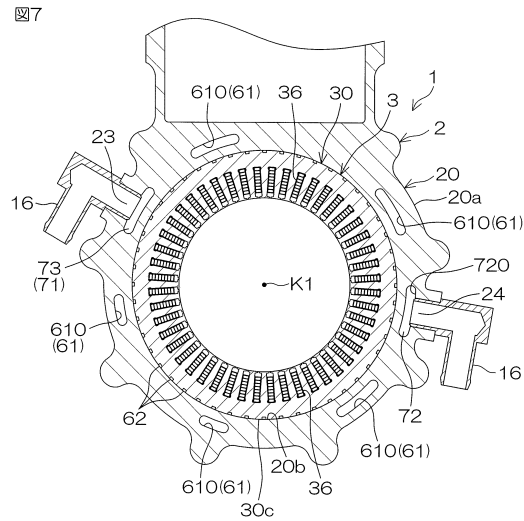
【図 5】



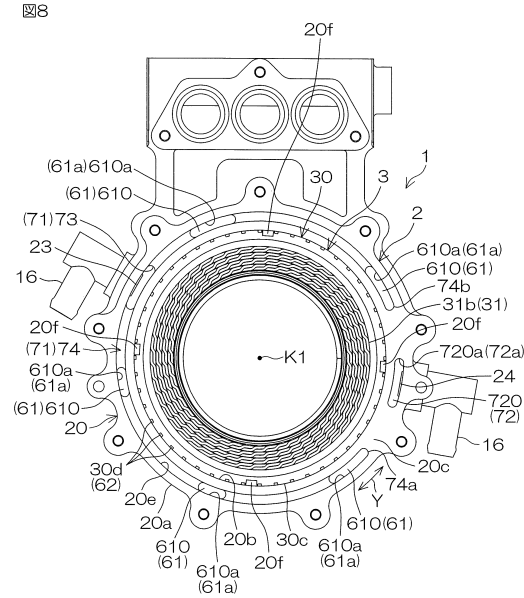
【図 6】



【図 7】

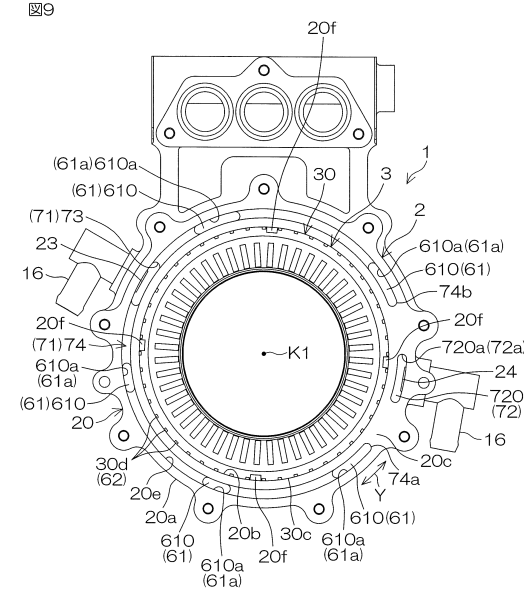


【図 8】

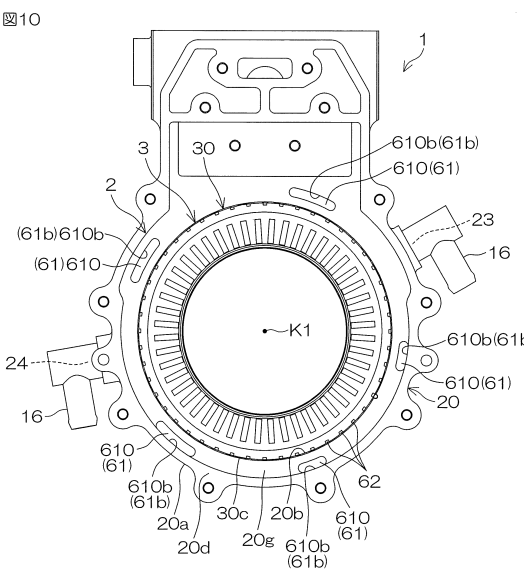


10

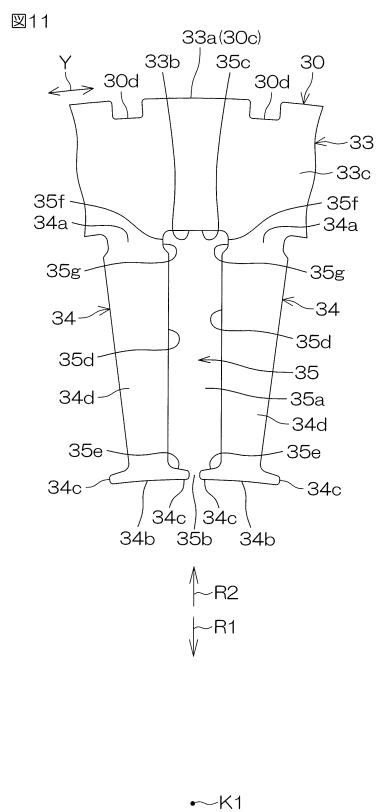
【図 9】



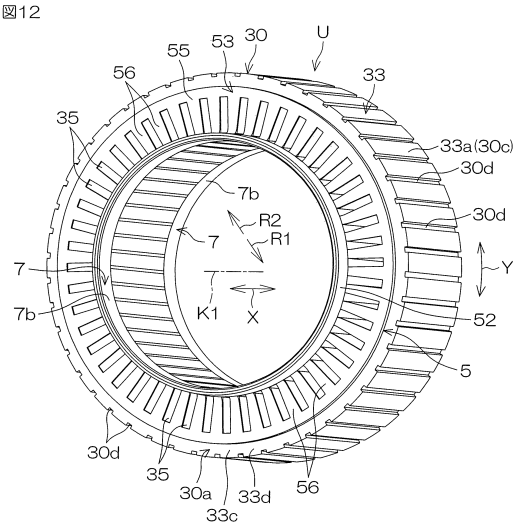
【図 10】



【図 1 1】



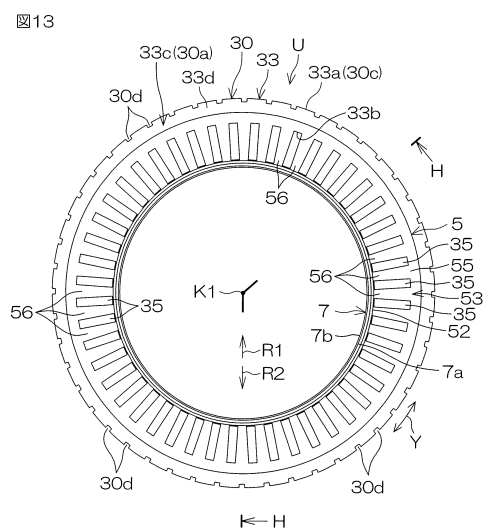
【図 12】



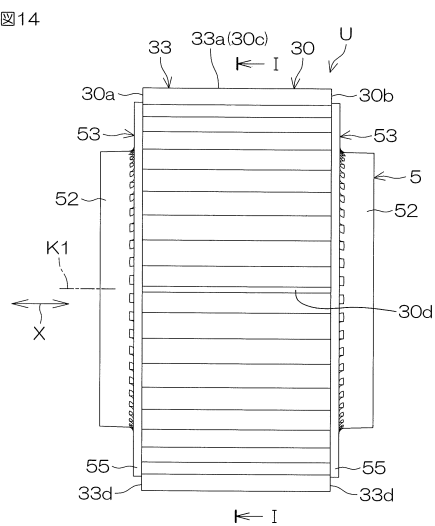
10

20

【図 13】



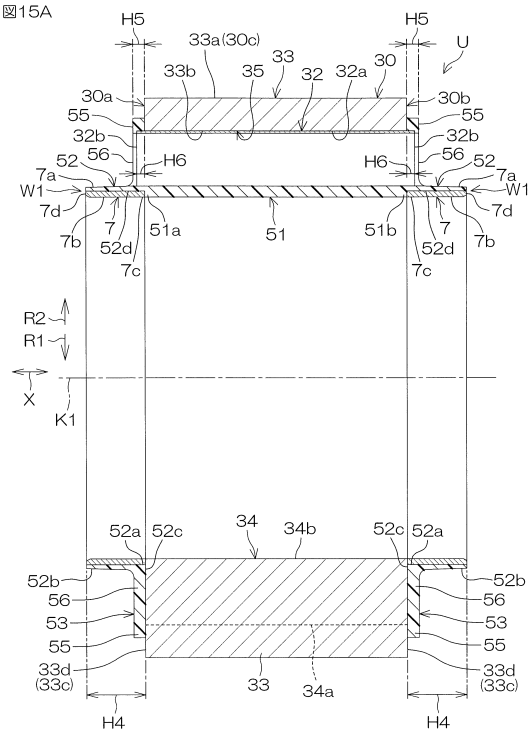
【図 14】



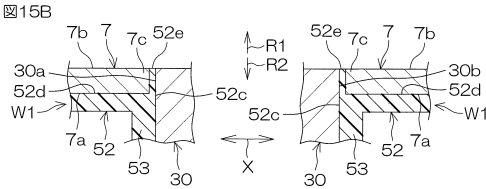
30

40

【図 1 5 A】



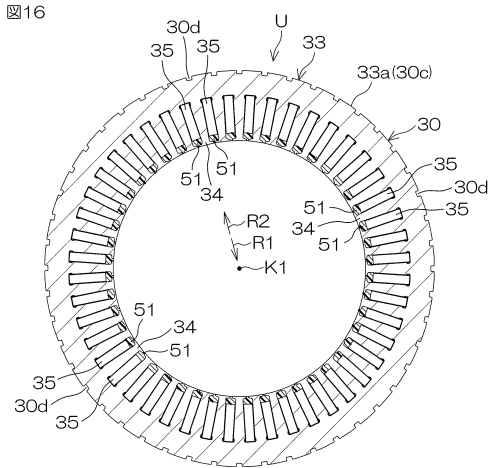
【図 1 5 B】



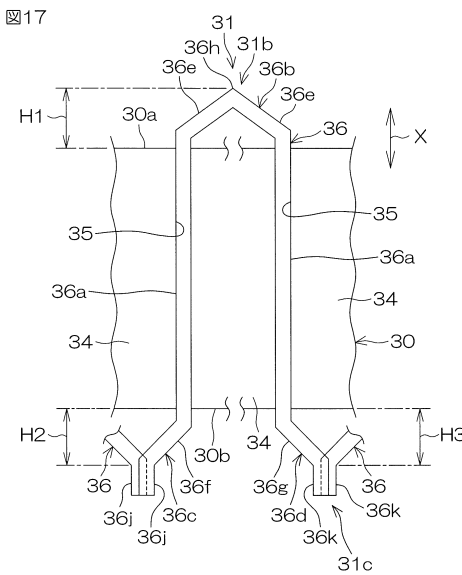
10

20

【図 1 6】



【図 1 7】

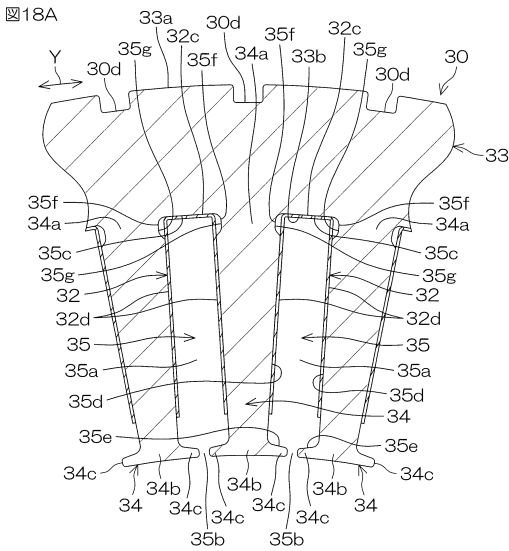


30

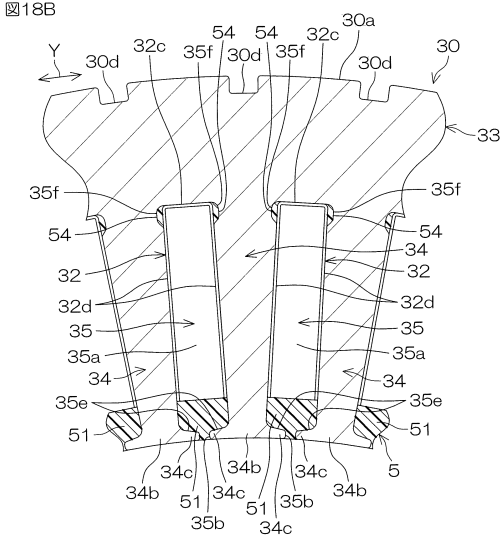
40

50

【図 18 A】



【図 18 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭59-222057(JP, A)
特開2003-224945(JP, A)
特開2016-220329(JP, A)
特開2003-244896(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02K 9/00-9/28
H02K 3/00-3/28