

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-109683

(P2006-109683A)

(43) 公開日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27 501A	5H621
HO2K 21/14 (2006.01)	HO2K 1/27 501K	5H622
	HO2K 1/27 501M	
	HO2K 21/14 M	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2004-296911 (P2004-296911)
 (22) 出願日 平成16年10月8日 (2004.10.8)

(71) 出願人 000101352
 アスモ株式会社
 静岡県湖西市梅田390番地
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 金子 陽一
 静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株
 式会社内
 (72) 発明者 森▲崎▼ 誠
 静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株
 式会社内

最終頁に続く

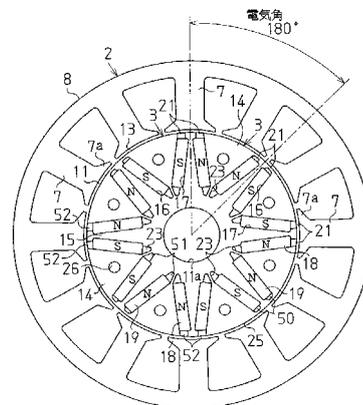
(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【要約】

【課題】 高回転時の信頼性を向上させた回転電機を提供すること。

【解決手段】 複数のティース7に巻線が巻回されたステータ2とロータ3を備え、リラクタンストルクを利用する埋込磁石型モータにおいて、ロータは、周方向に配置され軸方向に延びる複数の磁石収容孔16, 17を有するロータコア11と、磁石収容孔にそれぞれ埋め込まれた永久磁石18, 19とを備える。ロータコア11には、ロータコア11と、各磁石収容孔16, 17に埋め込まれた永久磁石18, 19との隙間に樹脂が充填された樹脂充填部50, 51, 52が設けられている。このため、埋込磁石型モータの回転中に、永久磁石18, 19が磁石収容孔16, 17内で移動するのが抑制され、永久磁石の割れ、欠けを防止し、永久磁石が飛び出したりが防止される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周方向に配置された複数のティースに巻線が巻回されたステータと、ロータとを備え、リラクタンストルクを利用する回転電機において、

前記ロータは、周方向に配置されロータの軸方向に延びる複数の磁石収容孔を有するロータコアと、前記複数の磁石収容孔にそれぞれ埋め込まれた永久磁石とを備え、

前記ロータコアと前記永久磁石の隙間に樹脂が充填されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

周方向に配置された複数のティースに巻線が巻回されたステータと、ロータとを備え、リラクタンストルクを利用する回転電機において、

前記ロータは、周方向に配置されロータの軸方向に延びる複数の磁石収容孔を有するロータコアと、前記複数の磁石収容孔にそれぞれボンド磁石を充填し、該充填された前記ボンド磁石を着磁して磁石としたボンド磁石充填部とを備え、

前記ロータコアと前記ボンド磁石充填部の隙間に樹脂が充填されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の回転電機において、

前記ロータコアは、前記ステータとの間のエアギャップに前記磁石収容孔より近い側にある磁路形成部とその他の磁路形成部とを接続する複数のブリッジ部を備え、

前記複数のブリッジ部は、各ブリッジ部の厚さ或いは断面積を他の部分よりも小さくするためのブリッジ切断部或いはブリッジ切除部を有し、

前記ブリッジ切断部或いはブリッジ切除部に樹脂が充填されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の回転電機において、

前記ロータコアは前記ステータの内側に回転可能に收容されており、前記複数の磁石収容孔の各々は、各磁極毎に設けられた周方向に連続する少なくとも 1 つの前記磁石収容孔を備え、

前記複数のブリッジ部は前記ロータコアの外周側に前記各磁極毎に複数設けられた外周側のブリッジ部を含み、前記各磁極の前記外周側のブリッジ部は、前記少なくとも 1 つの磁石収容孔の両側で、その磁石収容孔より径方向外側にある磁路形成部とその他の磁路形成部とを接続していることを特徴とする回転電機。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の回転電機において、

前記ロータコアは前記ステータの内側に回転可能に收容されており、前記複数の磁石収容孔の各々は、各磁極毎に周方向に沿って独立して設けられた 2 つ以上の磁石収容孔を含み、

前記複数のブリッジ部は前記ロータコアの外周側に前記各磁極毎に複数設けられた外周側のブリッジ部と、各磁極の前記 2 つ以上の磁石収容孔同士を接続する 1 つ以上の補強ブリッジ部とを含み、前記各磁極の前記外周側のブリッジ部は、前記 2 つ以上の磁石収容孔の両側で、その磁石収容孔より径方向外側にある磁路形成部とその他の磁路形成部とを接続していることを特徴とする回転電機。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の回転電機において、

前記各磁極の前記 2 つ以上の磁石収容孔は、前記エアギャップ側が開きかつ反エアギャップ側が前記補強ブリッジ部で接続された V 字配置の 2 つの磁石収容孔を含むことを特徴とする回転電機。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の回転電機において、

10

20

30

40

50

前記ロータのロータコアは複数のコアシートを積層した積層コアであり、前記複数のコアシートは、前記複数の磁石収容孔を形成する複数の磁石収容孔部と、前記ブリッジ切断部を有する前記複数のブリッジ部とをそれぞれ備えることを特徴とする回転電機。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の回転電機において、

前記積層コアは、前記ロータコアの外周側に前記各磁極毎に複数設けられた前記外周側のブリッジ部と、前記各磁極の前記 2 つ以上の磁石収容孔同士を接続する 1 つ以上の前記補強ブリッジ部との少なくとも一方を所定の角度毎に切断した 1 種類のコアシートを、前記外周側のブリッジ部各々の前記軸方向における厚さと、前記補強ブリッジ部各々の前記軸方向における厚さとがそれぞれ他の部分よりも小さくなるように、前記ロータの回転方向に 1 枚毎に或いは複数枚毎にずらして積層してなることを特徴とする回転電機。

10

【請求項 9】

請求項 7 に記載の回転電機において、

前記積層コアは、前記外周側のブリッジ部の全てを有しかつ前記補強ブリッジ部の一部或いは全てを切断した第 1 のコアシートと、前記補強ブリッジ部の全てを有しかつ前記外周側のブリッジ部の一部或いは全てを切断した第 2 のコアシートを含む 2 種類以上のコアシートを、前記外周側のブリッジ部各々の前記軸方向における厚さと、前記補強ブリッジ部各々の前記軸方向における厚さとがそれぞれ他の部分よりも小さくなるように、1 枚毎に或いは複数枚毎に交互に積層してなることを特徴とする回転電機。

20

【請求項 10】

請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の回転電機において、

前記積層コアである前記ロータコアは、前記複数のコアシートの各々を一定角度ずつずらして前記複数のコアシートを積層し、各コアシートの前記磁石収容孔部が連続して形成される前記磁石収容孔を前記ロータの回転中心に対してねじれた構造としたことを特徴とする回転電機。

【請求項 11】

請求項 7 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の回転電機において、

前記積層コアである前記ロータコアは、軸方向の両端部に、前記隙間に前記樹脂が充填された樹脂充填部と一体に樹脂成形された板状の樹脂成形コア端部を備えることを特徴とする回転電機。

30

【請求項 12】

請求項 11 に記載の回転電機において、

前記ロータコアの軸方向の両端部に設けられた 2 つの前記樹脂成形コア端部の少なくとも一方は、前記ロータの回転中心側から外径側へ向かって放射状に形成された多数のフィンを有することを特徴とする回転電機。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の回転電機において、

前記ロータのロータコアは所定の材料を焼結した粉体コアであり、

前記粉体コアは、前記複数のブリッジ部各々を、前記粉体コアが完全に分断しないようにかつ前記複数のブリッジ部各々の断面積がそれぞれ等しくなるように、部分的に切除した前記ブリッジ切除部を備えることを特徴とする回転電機。

40

【請求項 14】

請求項 13 に記載の回転電機において、

前記粉体コアの前記ブリッジ切除部は、前記複数のブリッジ部各々の軸方向両側或いは一側を切除した部分であることを特徴とする回転電機。

【請求項 15】

請求項 13 に記載の回転電機において、

前記粉体コアの前記ブリッジ切除部は、前記複数のブリッジ部各々の外周部に部分的に 1 以上の孔を開けた部分であることを特徴とする回転電機。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、マグネットトルクとリラクタンストルクを併用するモータや、リラクタンストルクのみを活用するモータ等のリラクタンストルクを利用する回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

リラクタンストルクを利用するモータとしては、マグネットトルクとリラクタンストルクを併用する埋込磁石型モータ等がある。埋込磁石型モータは、周方向に配置された複数のティースに巻線が巻回されたステータと、複数の永久磁石が磁石収容孔に埋め込まれたロータとを備える。

10

【0003】

従来、図21に示すようなロータを用いた埋込磁石型モータが知られている（例えば、特許文献1参照）。

図21に示すロータ140は、内転型の埋込磁石型モータに用いられる。このロータ140には、V字配置の2つの磁石収容孔141, 142が周方向に複数組設けられている。各組の2つの磁石収容孔141, 142には、図示を省略した永久磁石が埋め込まれる。各組の2つの磁石収容孔141, 142は、ステータとの間のエアギャップ側（径方向外側）が開きかつ反エアギャップ側（径方向内側）が補強ブリッジ部143でそれぞれ接続されている。また、ロータ140には、各組の2つの磁石収容孔141, 142の両側に、2つの磁石収容孔141, 142よりエアギャップに近い側にある磁路形成部144

20

【0004】

このような埋込磁石型モータは、ステータによる磁束がロータ内を通ることで発生するリラクタンストルクと、永久磁石による磁束が磁路形成部144を通してステータの巻線に鎖交することで発生するマグネットトルクとの両方を、モータのトルクとして利用する。

【0005】

一方、ブリッジ部の無いロータを用いる同期式モータのロータ構造が知られている（例えば、特許文献2参照）。このロータ構造は、図22に示すように、周方向へ磁化された複数のマグネット151と、複数のマグネット151の各々を周方向へ挟持する複数の積層ロータコア152とを、シャフト153の周囲に交互に配設してなる。

30

【特許文献1】特開2002-345189号公報

【特許文献2】特公平8-17543号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、図21に示す上記従来埋込磁石型モータでは、2つの磁石収容孔141, 142に埋め込まれた各永久磁石による磁束の一部が磁路形成部144から左右のブリッジ部146に流れる漏れ磁束が発生する。これにより、ロータ140内で磁束が閉じてしまい、永久磁石の磁束を有効に使用できないので、その漏れ磁束の分だけマグネットトルクが低下してしまい、高いトルクを得ることができない、という問題があった。同様に、ロータ内を上述した経路で通るステータによる磁束についても、その一部がブリッジ部146を通して磁路形成部144に流れる漏れ磁束が発生するおそれがある。この場合、その漏れ磁束の分だけリラクタンストルクが低下してしまい、高いトルクを得ることができない、という問題があった。

40

【0007】

一方、図22に示す従来ロータ構造では、図21に示す埋込磁石型モータのロータ140におけるブリッジ部146のように永久磁石を保持するものが無いため、高回転に対応できないという問題があった。

50

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、高回転時の信頼性を向上させた回転電機を提供することにある。

本発明の別の目的は、ブリッジ部における漏れ磁束を減らして高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させた回転電機を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、請求項1に係る発明は、周方向に配置された複数のティースに巻線が巻回されたステータと、ロータとを備え、リラクタンストルクを利用する回転電機において、前記ロータは、周方向に配置されロータの軸方向に延びる複数の磁石収容孔を有するロータコアと、前記複数の磁石収容孔にそれぞれ埋め込まれた永久磁石とを備え、前記ロータコアと前記永久磁石の隙間に樹脂が充填されていることを要旨とする。

10

【0010】

なお、ここにいう「リラクタンストルクを利用する回転電機」は、リラクタンストルクのみを活用する回転電機と、リラクタンストルクとマグネットトルクを併用する回転電機とを含む意味で用いる。

【0011】

これによれば、ロータコアと複数の磁石収容孔にそれぞれ埋め込まれた永久磁石の隙間に樹脂が充填されているので、ロータの回転中に、各永久磁石が各磁石収容孔内で移動するのが抑制される。このため、永久磁石の割れ、欠けを防止し、永久磁石が飛び出したりするのを防止することができる。したがって、高回転時の信頼性を向上させた回転電機を実現することができる。

20

【0012】

請求項2に係る発明は、周方向に配置された複数のティースに巻線が巻回されたステータと、ロータとを備え、リラクタンストルクを利用する回転電機において、前記ロータは、周方向に配置されロータの軸方向に延びる複数の磁石収容孔を有するロータコアと、前記複数の磁石収容孔にそれぞれボンド磁石を充填し、該充填された前記ボンド磁石を着磁して磁石としたボンド磁石充填部とを備え、前記ロータコアと前記ボンド磁石充填部の隙間に樹脂が充填されていることを要旨とする。

【0013】

これによれば、ロータコアの各磁石収容孔にボンド磁石を充填し、該充填された各ボンド磁石を着磁して磁石としたボンド磁石充填部を備え、ロータコアとボンド磁石充填部の隙間に樹脂が充填されているので、ロータの回転中に、各ボンド磁石充填部が各磁石収容孔内で移動するのが抑制される。このため、ボンド磁石充填部の割れ、欠けを防止し、ボンド磁石充填部が飛び出したりするのを防止することができる。したがって、高回転時の信頼性を向上させた回転電機を実現することができる。

30

【0014】

請求項3に係る発明は、請求項1又は2に記載の回転電機において、前記ロータコアは、前記ステータとの間のエアギャップに前記磁石収容孔より近い側にある磁路形成部とその他の磁路形成部とを接続する複数のブリッジ部を備え、前記複数のブリッジ部は、各ブリッジ部の厚さ或いは断面積を他の部分よりも小さくするためのブリッジ切断部或いはブリッジ切除部を有し、前記ブリッジ切断部或いはブリッジ切除部に樹脂が充填されていることを要旨とする。

40

【0015】

これによれば、各ブリッジ部の厚さ或いは断面積を他の部分よりも小さくするためのブリッジ切断部或いはブリッジ切除部を設けたので、各ブリッジ部での磁気抵抗が大になる。これにより、リラクタンストルクのみを活用する回転電機では、ステータによる磁束が各ブリッジ部を通して漏れる磁束漏れ量を減らすことができる。また、リラクタンストルクとマグネットトルクを併用する回転電機では、ステータによる磁束が各ブリッジ部を通して漏れる磁束漏れ量と、永久磁石による磁束が各ブリッジ部を通して漏れる磁束漏れ量

50

の両方を減らすことができる。そのため、リラクタンストルク、或いはリラクタンストルクとマグネットトルクの両方を有効に利用することができ、高いトルクを得ることができる。

【0016】

また、ロータコアのブリッジ切断部或いはブリッジ切除部に樹脂が充填されているので、複数のブリッジ部各々の一部を切断或いは切除したことによるロータコアの強度低下を補うことができるとともに、ロータコアの外周がより真円度の高い形状となり、その真円度化によりロータ回転時の空気抵抗を低減することができる。

【0017】

請求項4に係る発明は、請求項3に記載の回転電機において、前記ロータコアは前記ステータの内側に回転可能に收容されており、前記複数の磁石收容孔の各々は、各磁極毎に設けられた周方向に連続する少なくとも1つの前記磁石收容孔を備え、前記複数のブリッジ部は前記ロータコアの外周側に前記各磁極毎に複数設けられた外周側のブリッジ部を含み、前記各磁極の前記外周側のブリッジ部は、前記少なくとも1つの磁石收容孔の両側で、その磁石收容孔より径方向外側にある磁路形成部とその他の磁路形成部とを接続していることを要旨とする。

10

【0018】

これによれば、ロータの外周側にのみブリッジ部があるタイプの回転電機において、高いトルクを得ることができるとともに、高回転時における回転電機の信頼性を高めることができる。

20

【0019】

請求項5に係る発明は、請求項3に記載の回転電機において、前記ロータコアは前記ステータの内側に回転可能に收容されており、前記複数の磁石收容孔の各々は、各磁極毎に周方向に沿って独立して設けられた2つ以上の磁石收容孔を含み、前記複数のブリッジ部は前記ロータコアの外周側に前記各磁極毎に複数設けられた外周側のブリッジ部と、各磁極の前記2つ以上の磁石收容孔同士を接続する1つ以上の補強ブリッジ部とを含み、前記各磁極の前記外周側のブリッジ部は、前記2つ以上の磁石收容孔の両側で、その磁石收容孔より径方向外側にある磁路形成部とその他の磁路形成部とを接続していることを要旨とする。

【0020】

これによれば、各磁極毎に複数設けられた外周側のブリッジ部と、各磁極の2つの磁石收容孔同士を接続する1つ以上の補強ブリッジ部とがあるタイプの回転電機において、各外周側のブリッジ部を通して漏れる磁束漏れ量と、各補強ブリッジ部を通して漏れる磁束漏れ量との両方を減らすことができる。これにより、高いトルクを得ることができるとともに、高回転時における回転電機の信頼性を高めることができる。

30

【0021】

請求項6に係る発明は、請求項5に記載の回転電機において、前記各磁極の前記2つ以上の磁石收容孔は、前記エアギャップ側が開きかつ反エアギャップ側が前記補強ブリッジ部で接続されたV字配置の2つの磁石收容孔を含むことを要旨とする。

【0022】

これによれば、内転型でかつ永久磁石がV字配置のもので、リラクタンストルクとマグネットトルクを併用する埋込磁石型の回転電機において、高いトルクを実現することができる。

40

【0023】

請求項7に係る発明は、請求項1～6のいずれか1つに記載の回転電機において、前記ロータのロータコアは複数のコアシートを積層した積層コアであり、前記複数のコアシートは、前記複数の磁石收容孔を形成する複数の磁石收容孔部と、前記ブリッジ切断部を有する前記複数のブリッジ部とをそれぞれ備えることを要旨とする。

【0024】

これによれば、ロータコアを積層コアとした回転電機において、高いトルクを得ること

50

ができるとともに、高回転時の信頼性を向上させることができる。

請求項 8 に係る発明は、請求項 7 に記載の回転電機において、前記積層コアは、前記ロータコアの外周側に前記各磁極毎に複数設けられた前記外周側のブリッジ部と、前記各磁極の前記 2 つ以上の磁石収容孔同士を接続する 1 つ以上の前記補強ブリッジ部との少なくとも一方を所定の角度毎に切断した 1 種類のコアシートを、前記外周側のブリッジ部各々の前記軸方向における厚さと、前記補強ブリッジ部各々の前記軸方向における厚さとがそれぞれ他の部分よりも小さくなるように、前記ロータの回転方向に 1 枚毎に或いは複数枚毎にずらして積層してなることを要旨とする。

【0025】

これによれば、各磁極毎に複数設けられた外周側のブリッジ部各々の厚さと、各磁極の 2 つ以上の磁石収容孔同士を接続する 1 つ以上の補強ブリッジ部各々の厚さとを他の部分よりも小さくした積層コアを、1 種類のコアシートを用いて容易にかつ低コストで作製することができる。

10

【0026】

請求項 9 に係る発明は、請求項 7 に記載の回転電機において、前記積層コアは、前記外周側のブリッジ部の全てを有しかつ前記補強ブリッジ部の一部或いは全てを切断した第 1 のコアシートと、前記補強ブリッジ部の全てを有しかつ前記外周側のブリッジ部の一部或いは全てを切断した第 2 のコアシートを含む 2 種類以上のコアシートを、前記外周側のブリッジ部各々の前記軸方向における厚さと、前記補強ブリッジ部各々の前記軸方向における厚さとがそれぞれ他の部分よりも小さくなるように、1 枚毎に或いは複数枚毎に交互に積層してなることを要旨とする。

20

【0027】

これによれば、各磁極毎に複数設けられた外周側のブリッジ部各々の厚さと、各磁極の 2 つ以上の磁石収容孔同士を接続する 1 つ以上の補強ブリッジ部各々の厚さとを他の部分よりも小さくした積層コアを、第 1 のコアシートと第 2 のコアシートを含む 2 種類以上のコアシートを用いて容易に作製することができる。

【0028】

請求項 10 に係る発明は、請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の回転電機において、前記積層コアである前記ロータコアは、前記複数のコアシートの各々を一定角度ずつずらして前記複数のコアシートを積層し、各コアシートの前記磁石収容孔部が連続して形成される前記磁石収容孔を前記ロータの回転中心に対してねじれた構造としたことを要旨とする。

30

【0029】

これによれば、コギングトルクとリップルが低減され、ロータの回転むらを低減できる。

請求項 11 に係る発明は、請求項 7 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の回転電機において、前記積層コアである前記ロータコアは、軸方向の両端部に、前記隙間に前記樹脂が充填された樹脂充填部と一体に樹脂成形された板状の樹脂成形コア端部を備えることを要旨とする。

【0030】

40

これによれば、ロータコアは、樹脂充填部と一体に樹脂成形されて軸方向の両端部に設けられた板状の樹脂成形コア端部が、積層された複数のコアシートからなる積層コアを両側から押さえる構造となっている。このため、従来積層されたコアを押さえるために用いられるリベットを廃止することができ、部品数を低減することができる。したがって、製造コストを低減することができる。

【0031】

請求項 12 に係る発明は、請求項 11 に記載の回転電機において、前記ロータコアの軸方向の両端部に設けられた 2 つの前記樹脂成形コア端部の少なくとも一方は、前記ロータの回転中心側から外径側へ向かって放射状に形成された多数のフィンを有することを要旨とする。

50

【0032】

これによれば、ロータコアの2つの樹脂成形コア端部の少なくとも一方に形成された多数のフィンにより、ロータ回転時に空冷効果を持たせることができ、ロータコアの発熱を抑え、発熱による性能の低下を抑制することができる。

【0033】

請求項13に係る発明は、請求項1～6のいずれか1つに記載の回転電機において、前記ロータのロータコアは所定の材料を焼結した粉体コアであり、前記粉体コアは、前記複数のブリッジ部各々を、前記粉体コアが完全に分断しないようにかつ前記複数のブリッジ部各々の断面積がそれぞれ等しくなるように、部分的に切除した前記ブリッジ切除部を備えることを要旨とする。

10

【0034】

これによれば、各ブリッジ部を、粉体コアが完全に分断しないように部分的に切除しているので、十分な強度を持つ粉体コア（ロータコア）を得ることができる。

請求項14に係る発明は、請求項13に記載の回転電機において、前記粉体コアの前記ブリッジ切除部は、前記複数のブリッジ部各々の軸方向両側或いは一側を切除した部分であることを要旨とする。

【0035】

これによれば、複数のブリッジ部各々の断面積を他の部分よりも小さくした粉体コアを作製することができる。

請求項15に係る発明は、請求項13に記載の回転電機において、前記粉体コアの前記ブリッジ切除部は、前記複数のブリッジ部各々の外周部に部分的に1以上の孔を開けた部分であることを要旨とする。

20

【0036】

これによれば、各ブリッジ部の外周部に部分的に1以上の孔を開いているので、十分な強度を持つ粉体コア（ロータコア）を得ることができる。

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、高回転時の信頼性を向上させた回転電機を実現することができる。また、ブリッジ部における漏れ磁束を減らして高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させた回転電機を実現することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

以下、本発明を具体化した埋込磁石型モータの各実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各実施形態の説明において同様の部位には同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【0039】

(第1実施形態)

第1実施形態に係る埋込磁石型モータを、図1～図6に基づいて説明する。

図1に示す回転電機としての埋込磁石型モータは、ハウジング1と、周方向に配置された複数のティースに巻線が巻回されたステータ2と、ロータ3とを備え、マグネットトルクとリラクタンストルクを回転トルクとして併用する内転型モータである。

40

【0040】

本実施形態に係る埋込磁石型モータの特徴は、以下の構成を有する点にある。

・ロータ3は、周方向に配置されロータ3の軸方向に延びる複数の磁石収容孔を有するロータコア11と、複数の磁石収容孔16, 17にそれぞれ埋め込まれた永久磁石18, 19とを備え、ロータコア11と永久磁石18, 19の隙間に樹脂が充填されている。

【0041】

・ロータコア11は、ステータ2との間のエアギャップ13に磁石収容孔16, 17より近い側にある磁路形成部14とその他の磁路形成部15とを接続する複数のブリッジ部21を備える。複数のブリッジ部21は、各ブリッジ部21の厚さを他の部分よりも薄く

50

する（小さくする）ためのブリッジ切断部（開口部）21B，21Bを有する。

【0042】

・各ブリッジ切断部21Bに樹脂が充填されている。

ハウジング1は、図1に示すように、有底筒状のケース4と、ケース4の開口部を閉塞する蓋体5とを備える。ステータ2はケース4の内周面に固定されている。ロータ3は、その回転軸6がケース4及び蓋体5にそれぞれ設けられた軸受4a及び軸受5aに支持されることで、ステータ2の内側に回転可能に収容されている。

【0043】

ステータ2は、図1～図3に示すように、円筒状に形成され、周方向に等角度で軸中心に向かって伸びるように形成された複数のティース7を有するステータコア8と、各ティース7にインシュレータ9を介して巻回された巻線10とを備える。なお、本実施形態のステータは、12個のティース7を有する12スロットのステータである。また、図2及び図3においては、インシュレータ9及び巻線10の図示を省略している。また、巻線10はティース7に集中巻にて巻回されている。

10

【0044】

ロータ3は、図1及び図2に示すように、回転軸6と、ロータコア11と、2つの永久磁石18，19を1組として周方向に等角度で配置された8組の永久磁石18，19とを備える8極のロータとなっている。ロータコア11は、複数の円盤状のコアシートを積層して形成した積層コアである（図3，図4参照）。なお、図1に示すロータ3のロータコア11には、複数のコアシートの境界線の図示を省略している。また、ロータコア11の軸中心には回転軸6が嵌着される中心孔11aが形成されている。

20

【0045】

また、ロータ3のロータコア11は、図2及び図3に示すように、8組（周方向に各磁極毎に2つずつ、合計で16個）の磁石収容孔16，17と、複数の（ $2 \times 8 = 16$ 個の）ブリッジ部21とを備える。各組（各磁極）の2つのブリッジ部（外周側のブリッジ部）21，21は、各組（各磁極）の2つの磁石収容孔16，17の両側で、ステータ2との間のエアギャップ13に磁石収容孔16，17より近い側にある8つの磁路形成部14と、その他の磁路形成部15とを接続している。

【0046】

このロータコア11では、16個の磁石収容孔16，17の各々に外周側のブリッジ部21が形成されているので、ロータコア11には全体で16個のブリッジ部21が設けられている。つまり、ロータコア11には、3相駆動の場合における電気角で 180° 毎（各磁極毎）に2つのブリッジ部（外周側のブリッジ部）21，21が設けられていることになる。

30

【0047】

なお、「エアギャップ13」は、ステータ2の各ティース7の先端部（回転中心側端部）に形成され、周方向左右に幅の広いチップ部7aの内周面と、ロータコア11の外周面との間にそれぞれできるギャップである。

【0048】

そして、ロータ3のロータコア11は、複数の外周側のブリッジ部21各々の厚さを、他の部分よりも薄くした構成になっている。

40

各磁極の2つの磁石収容孔16，17は、図2及び図3に示すように、エアギャップ13側（径方向外側）が開きかつ反エアギャップ側（径方向内側）が補強ブリッジ部23で接続されたV字配置の構成となっている。各磁極の2つの磁石収容孔16，17には、2つの永久磁石18，19がそれぞれ埋め込まれている。

【0049】

永久磁石18，19はそれぞれ、直方体形状を有し、ロータ3の軸方向における両端部を磁極としている。そして、各磁極の2つの永久磁石18，19は、図2に示すように、同じ組では同じ磁極の端部が並び、かつ、隣接する組では異なる磁極の端部が並ぶように埋め込まれている。つまり、ある1つの組の2つの永久磁石18，19はN極の端部が並

50

び、その両側にある各磁極の2つの永久磁石18, 19はそれぞれS極の端部が並ぶように、2つの永久磁石18, 19を1組とする8組の永久磁石が配置されている。こうして、8極のロータ3が構成されている。

【0050】

なお、8つの磁路形成部14は、V字配置の2つの磁石収容孔16, 17の間にできる三角形の磁性体領域である。また、その他の磁路形成部15は、8組の磁石収容孔16, 17よりも径方向内側にできる磁性体領域である。

【0051】

このように、本実施形態に係る埋込磁石型モータは、各磁極毎に周方向に沿って独立してV字配置された8組の磁石収容孔16, 17にそれぞれ埋め込まれた8組の永久磁石18, 19を含む。また、ロータ3には、複数のブリッジ部として、その外周側に各磁極毎に2つずつ設けられた16個の外周側のブリッジ部21と、各磁極の2つの磁石収容孔16, 17同士を接続する8つの補強ブリッジ部23とが設けられている。各磁極の外周側のブリッジ部21, 21は、2つの磁石収容孔16, 17の両側で、その磁石収容孔より径方向外側にある磁路形成部14とその他の磁路形成部15とを接続している。

【0052】

本実施形態に係る埋込磁石型モータの特徴の1つは、上述したように、ロータ3のロータコア11における複数の外周側のブリッジ部21各々の厚さを他の部分よりも薄くした構成にある。この構成を得るために、積層コアであるロータコア11を構成する複数の(本例では16枚の)円盤状のコアシートとして、16個の外周側のブリッジ部21を電気角360°毎に切断した1種類のコアシート25(図5参照)を用いている。

【0053】

このコアシート25では、図5に示すように、2つのブリッジ部21A, 21Aと、2つのブリッジ部を切断してできる2つのブリッジ切断部(開口部)21B, 21Bとが、電気角180°毎に交互に設けられている。このよう形状を持つ16枚のコアシート25を、図6(a), (b)に示すように、ロータコア11における16個の外周側のブリッジ部21各々の厚さがそれぞれ等しくかつ他の部分より薄くなるように、ロータ3の回転方向に電気角180°だけ1枚毎にずらして積層して、ロータコア11が構成されている(図4参照)。なお、「ブリッジ部21各々の厚さ」は、ロータコア11の軸方向(図3で紙面に垂直な方向)における厚さをいう。

【0054】

各コアシート25をロータ3の回転方向において電気角180°ずらして積層することで、積層された各コアシート25における、2つのブリッジ部21A, 21Aと2つのブリッジ切断部21B, 21Bとが一致するようになる(図6(a), (b)参照)。このように作製されたロータコア11では、16個のブリッジ部21各々の厚さが他の部分よりも薄くなっている。

【0055】

また、このロータコア11では、図6(a)から分かるように、16枚(同図では4枚のみを示してある。)のコアシート25の各磁石収容孔部16a, 17a(図5参照)が連続してできる磁石収容孔16, 17は、直方体形状の永久磁石18, 19を収容できるように、ロータ3の回転中心に平行に延びる直方体形状の空間となっている。

【0056】

また、本例の磁石埋込型モータでは、図2~図4に示すように、ロータコア11と永久磁石18, 19の隙間に樹脂が充填されている。

ロータコア11と永久磁石18, 19の隙間には、以下の3種類の隙間がある。

【0057】

(1)ロータコア11において、各磁極の2つの永久磁石18, 19の外側端部(径方向外側端部)と、16枚のコアシート25の各ブリッジ部21Aとの間にできる隙間。この隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部50である(図2~図4参照)。

【0058】

10

20

30

40

50

(2) ロータコア 11 において、各磁極の 2 つの永久磁石 18, 19 の内側端部 (径方向内側端部) と、16 枚のコアシート 25 の各 8 つの補強ブリッジ部 23 との間にできる隙間。これらの隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部 51 である (図 2 ~ 図 4 参照)。

【0059】

(3) ロータコア 11 において各ブリッジ切断部 21B にできる隙間。つまり、ロータコア 11 において、各磁極の 2 つの永久磁石 18, 19 の外側端部と、16 枚のコアシート 25 の各ブリッジ切断部 21B との間にできる隙間。これらの隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部 52 である。

【0060】

なお、上記樹脂充填部 50, 51, 52 の樹脂として、例えば、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂、ABS 樹脂等の熱可塑性樹脂等、各種の樹脂が使用可能である。

なお、図 6 (a), (b) では、図示を簡略化するために 16 枚のコアシート 25 のうちの 4 枚のコアシート 25 のみを示している。また、図 2 ~ 図 6 において、符号 26 は、複数枚のコアシート 25 を積層した後、これらのコアシート 25 をリベットかしめにより固定してロータコア 11 を作製する際に、リベット (図示省略) を挿入するために各コアシート 25 に設けた貫通孔である。

【0061】

以上のように構成された第 1 実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

(イ) ロータコア 11 には、ロータコア 11 と、各磁極の 2 つの磁石収容孔 16, 17 にそれぞれ埋め込まれた永久磁石 18, 19 との隙間に樹脂が充填された樹脂充填部 50, 51, 52 が設けられている。このため、埋込磁石型モータの回転中に、各永久磁石 18, 19 が各磁石収容孔 16, 17 内で移動するのが抑制され、永久磁石の割れ、欠けを防止し、永久磁石が飛び出したりするのを防止することができる。したがって、高回転時の信頼性を向上させた埋込磁石型モータを実現することができる。

【0062】

(ロ) ロータコア 11 の複数のブリッジ部 21 の各々にブリッジ切断部 21B を設けて各ブリッジ部 21 の厚さを他の部分よりも薄くしたので各ブリッジ部 21 での磁気抵抗が大になる。これにより、ステータ 2 による磁束が各ブリッジ部 21 を通って漏れる磁束漏れ量と、永久磁石 18, 19 による磁束が各ブリッジ部 21 を通って漏れる磁束漏れ量の両方を減らすことができる。そのため、リラクタンストルクとマグネットトルクの両方を有効に利用することができ、高いトルクを得ることができる (図 20 参照)。

【0063】

図 20 は、図 21 示す上述した従来の埋込磁石型モータと、第 1 実施形態に係る埋込磁石型モータのそれぞれについて、同じ励磁電流で駆動した時のトルク特性を示している。図 20 において、曲線 31 は従来の埋込磁石型モータで得られるトルクを、曲線 32 は本実施形態に係る埋込磁石型モータのトルクをそれぞれ示している。なお、各曲線 31, 32 で示すトルクは、リラクタンストルクとマグネットトルクを加算したトルクを示している。

【0064】

この図 20 から明らかなように、本実施形態に係る埋込磁石型モータは、従来の埋込磁石型モータよりも高いトルクが得られることが分かる。

(ハ) したがって、各ブリッジ部 21 における漏れ磁束を減らして高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させた埋込磁石型モータを実現することができる。

【0065】

(ニ) ロータコア 11 は、各ブリッジ切断部 21B に樹脂が充填された樹脂充填部 52 を有するので、複数の外周側のブリッジ部 21 各々の一部を切断したことによるロータコア 11 の強度低下を補うことができる。

【0066】

10

20

30

40

50

(ホ)ロータコア11に、各ブリッジ切断部21Bに樹脂が充填された樹脂充填部52を設けたことにより、ロータコア11外周がより真円度の高い形状となり、その真円度化によりモータ回転時の空気抵抗を低減することができる。

【0067】

(ヘ)ロータ3は、ステータ2の内側に回転可能に收容されている。また、各磁極の磁石收容孔16, 17の2つの永久磁石18, 19は、同じ組の磁石收容孔16, 17内では同じ磁極の端部が並び、かつ、隣接する組の磁石收容孔16, 17では異なる磁極の端部が並ぶように埋め込まれている。このような構成により、内転型でかつ永久磁石がV字配置のもので、リラクタンストルクとマグネットトルクを併用する埋込磁石型モータにおいて、高いトルクを実現することができる。

【0068】

(ト)ロータ3のロータコア11を積層コアとした埋込磁石型モータにおいて、高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させることができる。

(チ)ロータコア11を構成する複数のコアシートとして、2つのブリッジ部21A, 21Aと、2つのブリッジ部を切断してできる2つのブリッジ切断部21B, 21Bとが、電気角180°毎に交互に設けられた1種類のコアシート25を用いている。このコアシート25を、ロータコア11における各ブリッジ部21の軸方向における厚さがそれぞれ等しくかつ他の部分より薄くなるように、ロータ3の回転方向に電気角180°だけ1枚毎にずらして積層して、ロータコア11を構成している。そのため、各ブリッジ部21の厚さを他の部分よりも薄くした積層コアを、1種類のコアシート25を用いて容易にかつ低コストで作製することができる。

【0069】

(リ)複数枚のコアシート25を積層した後、これらのコアシート25をリベットかしめにより固定してロータコア11を作製することで、ロータコア11の強度を向上させることができる。

【0070】

(第2実施形態)

次に、第2実施形態に係る埋込磁石型モータを、図7に基づいて説明する。

図7は、第2実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Aを示している。

【0071】

このロータ3Aのロータコア11Aは、図4に示す上記第1実施形態に係る埋込磁石型モータのロータコア11と同じ構成の積層コアであり、軸方向の両端部に、樹脂充填部50, 51, 52と一体に樹脂成形された板状の樹脂成形コア端部60, 61を備えている。

【0072】

ロータコア11Aは、1種類のコアシート25(図5参照)を図4に示すロータコア11と同様の積層方法で16枚積層した積層コアである。

このロータコア11Aの板状の樹脂成形コア端部60, 61は、ロータコア11Aと永久磁石18, 19の隙間(上述した3種類の隙間)に樹脂をそれぞれ充填して樹脂充填部50, 51, 52を樹脂成形する際に、これらの樹脂充填部と一体に軸方向の両端部まで樹脂成形して作られている。

【0073】

本実施形態に係る埋込磁石型モータのその他の構成は、上記第1実施形態に係る埋込磁石型モータと同じである。

以上のように構成された第2実施形態によれば、上記第1実施形態の奏する作用効果(イ)~(チ)に加えて、以下の作用効果を奏する。

【0074】

ロータ3Aのロータコア11Aは、樹脂充填部50, 51, 52と一体に樹脂成形されて軸方向の両端部に設けられた板状の樹脂成形コア端部60, 61が、積層された16枚のコアシート25からなる積層コアを両側から押さえる構造となっている。このため、

10

20

30

40

50

従来積層されたコアを押さえるために用いられるリベットを廃止することができ、部品数を低減することができる。したがって、製造コストを低減することができる。

【0075】

(第3実施形態)

次に、第3実施形態に係る埋込磁石型モータを、図8に基づいて説明する。

図8は、第3実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Bを示している。

【0076】

このロータ3Bのロータコア11Bは、図7に示す上記第2実施形態に係る埋込磁石型モータのロータコア11Aの樹脂成形コア端部60, 61と同様の樹脂成形コア端部60B, 61Bを有する。これら2つの樹脂成形コア端部60B, 61Bにはそれぞれ、多数のフィン62がロータ3Bの回転中心側から外径側へ向かって放射状に形成されている。

10

【0077】

以上のように構成された第3実施形態によれば、上記第2実施形態の奏する作用効果に加えて、以下の作用効果を奏する。

ロータコア11Bの2つの樹脂成形コア端部60B, 61Bにそれぞれ形成された多数のフィン62により、ロータ3Bの回転時に空冷効果を持たせることができ、ロータコア11Bの発熱を抑え、発熱による性能の低下を抑制することができる。

【0078】

(第4実施形態)

次に、第4実施形態に係る埋込磁石型モータを、図9～図12に基づいて説明する。

20

図9は第4実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Cを示している。

【0079】

この埋込磁石型モータでは、ロータ3Cのロータコア11Cは、図10に示す第1のコアシート35と図11に示す第2のコアシート45を図9に示すように交互に16枚積層した積層コアとなっている。その他の構成は図4に示す上記第1実施形態に係る埋込磁石型モータのロータコア11と同様である。

【0080】

第1のコアシート35は、複数の(2×8=16個の)外周のブリッジ部21Aの全てを有しかつ補強ブリッジ部23の全てを切断した形状を有する。第1のコアシート35には、図10に示すように、2つのブリッジ部21A, 21Aが電気角180°毎に8箇所

30

に設けられている。

【0081】

一方、第2のコアシート45は、補強ブリッジ部23の全てを有しかつ外周側のブリッジ部21Aの全てを切断した形状を有する。第2のコアシート45には、図11に示すように、2つのブリッジ部を切断してできる2つのブリッジ切断部(開口部)21B, 21Bが電気角180°毎に8箇所に設けられている。また、この第2のコアシート45には、各磁極におけるV字配置の2つの磁石収容孔16, 17の反エアギャップ側(径方向内側)を接続する補強ブリッジ部23の全てが設けられている。

【0082】

そして、ロータコア11Cは、2種類のコアシート35, 45を、各外周側のブリッジ部21及び各補強ブリッジ部23の軸方向における厚さがそれぞれ他の部分よりも薄くなるように、1枚毎に交互に複数枚(16枚)積層して構成されている。つまり、2種類のコアシート35, 45は、図12(a), (b)に示すように、コアシート35の各ブリッジ部21Aとコアシート45の各ブリッジ切断部21Bとがそれぞれ一致しかつコアシート35の補強ブリッジ部23の無い部分とコアシート45の補強ブリッジ部23とがそれぞれ一致するように、1枚毎に交互に複数枚積層されている。なお、図12(a), (b)では、図示を簡略化するために2種類のコアシート35, 45を4枚積層した状態が示されている。

40

【0083】

また、このロータコア11Cでは、図12(a)から分かるように、16枚(同図では

50

4枚)のコアシート35, 45の各磁石収容孔部16a, 17a(図10, 図11参照)が連続してできる磁石収容孔16, 17は、直方体形状の永久磁石18, 19を収容できるように、ロータ3Cの回転中心に平行に延びる直方体形状の空間となっている。

【0084】

また、本例の磁石埋込型モータのロータコア11Cは、図4に示す上記第1実施形態のロータコア11と同様に、ロータコア11Cと永久磁石18, 19の隙間に樹脂が充填された樹脂充填部50, 51, 52を有する。

【0085】

本実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Cのその他の構成は、上記第1実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3と同じである。

以上のように構成された第4実施形態によれば、上記第1実施形態の奏する作用効果(イ)~(ト)及び(リ)に加えて、以下の作用効果を奏する。

【0086】

各外周側のブリッジ部21の厚さを他の部分よりも薄くしたロータコア11Aを、ブリッジ部21Aの全てを有しかつ補強ブリッジ部23の全てを切断した第1のコアシート35と、補強ブリッジ部23の全てを有しかつブリッジ部21Aの全てを切断した第2のコアシート45の2種類のコアシートを用いて容易に作製することができる。

【0087】

ロータコア11Aは、上記第1のコアシート35(図7参照)と、上記第2のコアシート45(図8参照)とを、図6(a), (b)に示すように交互に積層して構成されている。これにより、ロータ3のロータコア11Aにおける、複数の外周側のブリッジ部21各々の厚さだけでなく、複数の補強ブリッジ部23各々の厚さも他の部分よりも薄くなるので、各補強ブリッジ部23を通して漏れる磁束漏れ量も減らすことができる。そのため、より高いトルクを得ることができる。

【0088】

(第5実施形態)

次に、第5実施形態に係る埋込磁石型モータを、図13に基づいて説明する。

図13は第5実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Dを示している。

【0089】

このロータ3Dのロータコア11Dは、各磁石収容孔16, 17に、上記第1実施形態のように永久磁石18, 19を埋め込む代わりに、それぞれボンド磁石を充填し、該充填されたボンド磁石を着磁して磁石としたボンド磁石充填部180, 190を備えている。

【0090】

ここで使用されるボンド磁石は、例えば、フェライト系ボンド磁石、Nd-Fe-B系ボンド磁石、Sm-Fe-N希土類ボンド磁石等である。

ロータコア11Dには、ボンド磁石充填部180, 190が、図2に示すロータコア11の永久磁石18, 19と同様に、各磁極毎に2つずつ、合計で16個設けられている。また、各磁極の2つのボンド磁石充填部180, 190は、図13に示すように、図2に示すロータコア11の各永久磁石18, 19と同様に着磁されている。

【0091】

また、本例の埋込磁石型モータのロータコア11Dは、図4に示す上記第1実施形態のロータコア11と同様に、ロータコア11Dとボンド磁石充填部180, 190の隙間に樹脂が充填された樹脂充填部50, 51, 52を有する。

【0092】

本実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Dのその他の構成は、上記第1実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3と同じである。

以上のように構成された第5実施形態によれば、上記第1実施形態の奏する作用効果(ロ)~(リ)に加えて、以下の作用効果を奏する。

【0093】

ロータ3Dは、ロータコア11Dの各磁石収容孔16, 17にボンド磁石をそれぞれ

10

20

30

40

50

充填し、該充填された各ボンド磁石を着磁して磁石としたボンド磁石充填部 180, 190 を備え、ロータコア 11D とボンド磁石充填部 180, 190 の隙間に樹脂が充填されている。このため、ロータ 3D の回転中に、各ボンド磁石充填部 180, 190 が各磁石収容孔 16, 17 内で移動するのが抑制される。このため、ボンド磁石充填部 180, 190 の割れ、欠けを防止し、ボンド磁石充填部 180, 190 が飛び出したりするのを防止することができる。したがって、高回転時の信頼性を向上させた埋込磁石型モータを実現することができる。

【0094】

(第6実施形態)

次に、第6実施形態に係る埋込磁石型モータを、図14及び図15に基づいて説明する 10

【0095】

図14は第6実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Eを示す斜視図であり、図15は同ロータ3Eを示す平面図である。

このロータ3Eのロータコア11Eは、図2～図4に示す上記第1実施形態に係る埋込磁石型モータのロータコア11と同様に、図5に示す1種類のコアシート25を複数(16枚)積層した積層コアである。

【0096】

このロータコア11では、上述したように、16枚のコアシート25の各磁石収容孔部 16a, 17a (図5参照)が連続してできる磁石収容孔16, 17は、直方体形状の永久磁石18, 19を収容できるように、ロータ3の回転中心に平行に延びる直方体形状の空間となっている(図6(a)参照)。 20

【0097】

これに対して、本実施形態のロータコア11Eでは、16枚のコアシート25の各々を一定角度ずつずらして積層することで、各コアシート25の磁石収容孔部16a, 17a (図5参照)が連続して形成される磁石収容孔160, 170は、ロータ3Eの回転中心に対してねじれた構造となっている。

【0098】

なお、「16枚のコアシート25の各々を一定角度ずつずらして積層する」は、コアシート25を1枚ずつロータ3Eの回転中心に関して一定角度ずつ回転させて積層することを意味する。また、その一定角度は、コギングトルクやリップルが最も低減される最適な角度である。 30

【0099】

図14には、ロータコア11Eに各磁極ごとに2つずつ、合計で16個設けられている磁石収容孔160, 170のうちの一つ(磁石収容孔160)が、ロータ3Eの回転中心に対してねじれている構造を透視的に示してある。また、図15には、その一つの磁石収容孔160がロータ3Eの回転中心に対してねじれている構造を平面図で示してある。

【0100】

以上のように構成された第6実施形態によれば、図13に示す上記第5実施形態の奏する作用効果に加えて、以下の作用効果を奏する。 40

ロータコア11Eでは、複数のコアシート25の各磁石収容孔部16a, 17aが連続して形成される磁石収容孔160, 170が、ロータ3Eの回転中心に対してねじれた構造となっているので、コギングトルクとリップルが低減され、ロータ3Eの回転むらを低減することができる。

【0101】

(第7実施形態)

次に、第7実施形態に係る埋込磁石型モータを、図16～図18に基づいて説明する。

図16は第7実施形態に係る埋込磁石型モータのロータ3Fを示す斜視図で、永久磁石18, 19が複数の磁石収容孔16, 17にそれぞれ埋め込まれた状態を示している。図16はそのロータ3Fを示す平面図で、永久磁石18, 19が複数の磁石収容孔16, 1 50

7にそれぞれ埋め込まれていない状態を示している。

【0102】

本実施形態に係る埋込磁石型モータは、図16～図18に示すように、複数の外周側のブリッジ部21各々の断面積と、複数の補強ブリッジ部23各々の断面積とを他の部分よりも小さくしたロータ3Fを備える。このロータ3Fのロータコア11Fは、所定の材料を焼結した粉体コアで構成されている。

【0103】

このロータコア11F（粉体ロータ）は、各ブリッジ部21及び各補強ブリッジ部23の断面積を他の部分よりも小さくするために、各ブリッジ部21及び各補強ブリッジ部23を、ロータコア11Fが完全に分断しないようにかつ各ブリッジ部21及び各補強ブリッジ部23の断面積がそれぞれ等しくなるように、部分的に切除してある。

10

【0104】

本実施形態では、ロータコア11Fにおける各ブリッジ部21の軸方向両側を、同じ深さで切除して、各ブリッジ部21の断面積を他の部分よりも小さくしてある。つまり、ロータコア11Fにおける各ブリッジ部21の軸方向両側には、同じ深さの溝21C（図16参照）が設けられている。また、ロータコア11Fにおける各補強ブリッジ部23の軸方向両側を、図18に示すように同じ深さで切除して、各補強ブリッジ部23の断面積を他の部分よりも小さくしてある。つまり、ロータコア11Fにおける各補強ブリッジ部23の軸方向両側には、同じ深さの溝23Cが設けられている。

【0105】

また、ロータ3のロータコア11Fには、上記第1実施形態と同様に、周方向に等角度で8組設けられたV字配置の2つの磁石収容孔16, 17と、各磁石収容孔16, 17に埋め込まれた2つの永久磁石18, 19とが設けられている。

20

【0106】

また、本例の磁石埋込型モータでは、図16に示すように、ロータコア11Fと永久磁石18, 19の隙間に樹脂が充填されている。

ロータコア11Fと永久磁石18, 19の隙間には、以下の2種類の隙間がある。

【0107】

(1)ロータコア11Fと、各磁極の2つの永久磁石18, 19の内側端部（ロータコア11Fの径方向内側端部）との間にできる隙間。この隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部70である（図16参照）。この樹脂充填部70は、各補強ブリッジ部23の軸方向両側を同じ深さで切除したブリッジ切除部である溝23Cを埋めている（図16参照）。

30

【0108】

(2)ロータコア11Fと、各磁極の2つの永久磁石18, 19の外側端部（ロータコア11Fの径方向内側端部）との間にできる隙間。この隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部71である（図16参照）。この樹脂充填部71は、ロータコア11Fにおける各ブリッジ部21の軸方向両側を、同じ深さで切除したブリッジ切除部である溝21C（図16, 図17参照）を埋めている。

【0109】

以上のように構成された第7実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

ロータコア11Fには、ロータコア11Fと永久磁石18, 19の隙間に樹脂が充填された樹脂充填部70, 71が設けられている。このため、埋込磁石型モータの回転中に、各永久磁石18, 19が各磁石収容孔16, 17内で移動するのが抑制され、永久磁石の割れ、欠けを防止し、永久磁石が飛び出したりするのを防止することができる。したがって、高回転時の信頼性を向上させた埋込磁石型モータを実現することができる。

40

【0110】

ロータ3のロータコア11Fにおける複数のブリッジ部21各々の断面積を他の部分よりも小さくしたので、各ブリッジ部21での磁気抵抗が大になる。これとともに、ロータコア11Fにおける複数の補強ブリッジ部23各々の断面積を他の部分よりも小さくし

50

たので、各補強ブリッジ部 2 3 での磁気抵抗も大になる。これにより、リラクタンストルクとマグネットトルクの両方を有効に利用することができ、高いトルクを得ることができる。

【0111】

したがって、各ブリッジ部 2 1 における漏れ磁束を減らして高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させた埋込磁石型モータを実現することができる。

【0112】

内転型でかつ永久磁石が V 字配置のもので、リラクタンストルクとマグネットトルクを併用する埋込磁石型モータにおいて、高いトルクを実現することができる。

10

ロータ 3 のロータコア 1 1 F を粉体コアとした埋込磁石型モータにおいて、高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させることができる。

【0113】

各ブリッジ部 2 1 を、ロータコア 1 1 F が完全に分断しないように部分的に切除しているので、十分な強度を持つロータコア 1 1 F を得ることができる。

各外周側のブリッジ部 2 1 の軸方向両側と、各補強ブリッジ部 2 3 の軸方向両側とを、それぞれ同じ深さで切除することで、各ブリッジ部 2 1 の断面積と各補強ブリッジ部 2 3 の断面積とを他の部分よりも小さくしたロータコア 1 1 F を作製することができる。

【0114】

(第 8 実施形態)

20

次に、第 8 実施形態に係る埋込磁石型モータを、図 19 に基づいて説明する。

本実施形態に係る埋込磁石型モータは、図 19 に示すように、複数のブリッジ部 (外周側のブリッジ部) 2 1 各々の断面積を他の部分よりも小さくしたロータ 3 G を備える。このロータ 3 G のロータコア 1 1 G は、所定の材料を焼結した粉体コアで構成されている。

【0115】

このロータコア 1 1 G (粉体ロータ) は、各ブリッジ部 2 1 の断面積を他の部分よりも小さくするために、各ブリッジ部 2 1 を、ロータコア 1 1 G が完全に分断しないようにかつ各ブリッジ部 2 1 の断面積がそれぞれ等しくなるように、部分的に切除してある。

【0116】

本実施形態では、ロータコア 1 1 G における各ブリッジ部 2 1 の外周部に複数 (本例では 5 つ) の孔 2 1 D をそれぞれ開けることで、各ブリッジ部 2 1 の断面積を他の部分よりも小さくしている。各ブリッジ部 2 1 の外周部には、5 つの孔 2 1 D が等ピッチで穿設されている。これらの孔 2 1 D は、同じ形状でかつ同じ大きさである。

30

【0117】

また、ロータ 3 のロータコア 1 1 G には、上記第 1 実施形態と同様に、周方向に等角度で 8 組設けられた V 字配置の 2 つの磁石収容孔 1 6, 1 7 と、各磁石収容孔 1 6, 1 7 に埋め込まれた 2 つの永久磁石 1 8, 1 9 とが設けられている。

【0118】

また、本例の磁石埋込型モータでは、図 19 に示すように、ロータコア 1 1 G と永久磁石 1 8, 1 9 の隙間に樹脂が充填されている。

40

ロータコア 1 1 G と永久磁石 1 8, 1 9 の隙間には、以下の 2 種類の隙間がある。

【0119】

(1) ロータコア 1 1 G と、各磁極の 2 つの永久磁石 1 8, 1 9 の外側端部との間にできる隙間。この隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部 8 0 である。

(2) ロータコア 1 1 G と、各磁極の 2 つの永久磁石 1 8, 1 9 の内側端部との間にできる隙間。この隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部 8 1 である。

【0120】

また、ロータコア 1 1 G における各ブリッジ部 2 1 の外周部に開けたブリッジ切除部である複数の孔 2 1 D 内の隙間 (凹部) にも、樹脂がそれぞれ充填されている。この隙間に樹脂が充填された部分が樹脂充填部 8 2 である。

50

【0121】

以上のように構成された第8実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

上記第7実施形態と同様に、高回転時の信頼性を向上させた埋込磁石型モータを実現することができるとともに、リラクタンストルクとマグネットトルクの両方を有効に利用することができる、高いトルクを得ることができる。したがって、各ブリッジ部21における漏れ磁束を減らして高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させた埋込磁石型モータを実現することができる。

【0122】

内転型でかつ永久磁石がV字配置のもので、リラクタンストルクとマグネットトルクを併用する埋込磁石型モータにおいて、高いトルクを実現することができる。

10

ロータコア11Gを粉体コアとした埋込磁石型モータにおいて、上記第7実施形態と同様に、高いトルクを得ることができるとともに、高回転時の信頼性を向上させることができる。

【0123】

ロータコア11Gにおける各ブリッジ部21の外周部に複数(5つ)の孔21Dを開けることで、各ブリッジ部21の断面積を他の部分よりも小さくしたロータコア11Gを作製することができる。

【0124】

各ブリッジ部21の外周部に部分的に孔21Dを開けているので、十分な強度を持つロータコア11Gを得ることができる。

20

なお、この発明は以下のように変更して具体化することもできる。

【0125】

・上記各実施形態では、リラクタンストルクを利用する回転電機の一例として、リラクタンストルクとマグネットトルクを併用する埋込磁石型モータについて説明したが、リラクタンストルクのみを活用するリラクタンスマータにも本発明は適用可能である。

【0126】

・上記各実施形態では、回転電機の一例として、内転型の埋込磁石型モータについて説明したが、外転型の埋込磁石型モータ或いはリラクタンスマータにも本発明は適用可能である。

【0127】

・上記各実施形態では、回転電機の一例として、ロータに周方向に配置された複数の永久磁石がV字配置の埋込磁石型モータについて説明した。しかし、本発明は、直線状、円弧状、或いはU字形状等、任意の形状の複数の永久磁石が周方向に配置されたロータを備えた埋込磁石型モータにも適用可能である。

30

【0128】

・上記各実施形態では、ロータ3は、各磁極毎に周方向に沿って独立して設けられた2つの磁石収容孔16, 17と、各磁極の2つの磁石収容孔16, 17同士を接続する1つの補強ブリッジ部23を備える構成について一例として説明した。しかし、本発明は、ロータが、各磁極毎に周方向に沿って独立して設けられた2つ以上の磁石収容孔と、各磁極毎に設けられ、各磁極の2つ以上の磁石収容孔同士を接続する1以上の補強ブリッジ部を備えるモータにも適用可能である。

40

【0129】

・上記各実施形態において、外周側のブリッジ部各々の厚さ或いは断面積と、補強ブリッジ部各々の厚さ或いは断面積は、同じであっても良いし、また、異なっても良い。ただし、外周側のブリッジ部各々の厚さ或いは断面積は等しく、かつ、補強ブリッジ部各々の厚さ或いは断面積は等しいことが望ましい。

【0130】

・上記各実施形態では、12スロットのステータと8極構成のロータ3とを備えた埋込磁石型モータについて説明したが、ステータのスロット数とロータの極数を適宜変更した埋込磁石型モータにも本発明は適用可能である。

50

【0131】

・上記第1実施形態では、上述した3種類の隙間全てにそれぞれ樹脂を充填したが、ロータコア11において、各磁極の2つの永久磁石18, 19の外側端部と、各コアシート25のブリッジ部21Aとの間にできる隙間に樹脂を充填しない構成にも本発明は適用可能である。つまり、樹脂充填部50が無く、各磁極の2つの永久磁石18, 19の外側端部と各コアシート25のブリッジ部21Aとの間にできる隙間がそのまま残っている構成であってもよい。このような構成は、各永久磁石18, 19が樹脂充填部51での樹脂で径方向外側へ押されることで、高回転時に各磁石収容孔16, 17内で移動しない場合に許容される。

【0132】

・上記第2実施形態では、1種類のコアシート25を16枚積層した積層コアに板状の樹脂成形コア端部60, 61を設けた構成を一例として説明した。第2実施形態とは異なる構成を有する積層コアの軸方向の両端部に、同様の樹脂成形により板状の樹脂成形コア端部60, 61を設けたロータコアを有する埋込磁石型モータにも本発明は適用可能である。

【0133】

・上記第6実施形態では、図2～図4に示す上記第1実施形態に適用した構成を一例として説明したが、他の構成の埋込磁石型モータ、例えば2種類のコアシート35, 45を積層したロータコア11Cを有する構成の埋込磁石型モータにも適用可能である。

【0134】

・上記各実施形態では、回転電機の一例として埋込磁石型モータについて説明したが、本発明は、埋込磁石型モータやリラクタンスモータだけでなく、発電機にも適用可能である。つまり、本発明は、複数のティースに巻線が巻回されたステータとロータとを備え、ロータは、周方向に配置された複数の磁石収容孔と、各磁石収容孔の両側で、ステータとの間のエアギャップに磁石収容孔より近い側にある磁路形成部と、その他の磁路形成部とを接続する複数のブリッジ部とを備える発電機にも適用可能である。

【0135】

・上記第1実施形態では、ロータコア11を構成する複数のコアシート25として、2つのブリッジ部21A, 21Aと、2つのブリッジ部を切断してできる2つのブリッジ切断部21B, 21Bとが、電気角180°毎に交互に設けられている1種類のコアシートを用いている。しかし、本発明は、複数個のブリッジ部21を電気角180°以外の所定の角度毎に切断した1種類のコアシートを用いる構成に適用可能である。

【0136】

・上記第1実施形態では、1種類のコアシート25を、ロータコア11における16個のブリッジ部21各々の軸方向における厚さがそれぞれ等しくかつ他の部分より薄くなるように、ロータ3の回転方向に電気角180°だけ1枚毎にずらして積層して、ロータコア11を構成している。しかし、本発明は、1種類のコアシート25を、各ブリッジ部21の軸方向における厚さがそれぞれ等しくかつ他の部分より薄くなるように、複数枚毎に、回転方向に電気角180°だけずらして積層する構成にも適用可能である。

【0137】

・上記第1実施形態では、2つのブリッジ部21A, 21Aと、2つのブリッジ切断部21B, 21Bとが、電気角180°毎に交互に設けられている1種類のコアシートを用いている。しかし、本発明は、2つのブリッジ部21A, 21Aと2つのブリッジ切断部21B, 21Bとが、180°以外の電気角毎に交互に設けられている1種類のコアシートを用いている構成にも適用可能である。

【0138】

・上記第2実施形態では、ロータコア11Aは、2種類のコアシート35, 45を、各外周側のブリッジ部21の軸方向における厚さ及び各補強ブリッジ部23の軸方向における厚さがそれぞれ他の部分よりも薄くなるように、1枚毎に交互に複数枚積層して構成されている。しかし、本発明は、コアシート35, 45を含む2種類以上のコアシートを、

10

20

30

40

50

各ブリッジ部 2 1 及び各補強ブリッジ部 2 3 の軸方向における厚さがそれぞれ他の部分よりも薄くなるように、1 枚毎に或いは複数枚毎に交互に積層したロータコアを備えた回転電機にも適用可能である。

【0 1 3 9】

・上記第 2 実施形態において、補強ブリッジ部 2 3 の全部を切断した第 1 のコアシート 3 5 に代えて、その一部を切断した第 1 のコアシートを用いてもよく、また外周側のブリッジ部 2 1 A の全てを切断した第 2 のコアシート 4 5 に代えて、その一部を切断した第 2 のコアシートを用いても良い。

【0 1 4 0】

・上記第 7 実施形態では、ロータコア 1 1 F における各ブリッジ部 2 1 の軸方向両側を同じ深さで切除してあるが、各ブリッジ部 2 1 の軸方向片側を同じ深さで切除した構成にも本発明は適用可能である。 10

【0 1 4 1】

・上記第 8 実施形態では、ロータコア 1 1 G における各ブリッジ部 2 1 の外周部に 5 つの孔 2 1 D を開けてあるが、その孔 2 1 D の数は「5」に限らず、適宜変更可能である。

・上記第 8 実施形態では、ロータコア 1 1 G における各ブリッジ部 2 1 の外周部には、5 つの孔 2 1 D が等ピッチで穿設されているが、各ブリッジ部 2 1 の軸方向の断面積がそれぞれ同じになるのであれば、複数の孔 2 1 D が不等ピッチで穿設される構成にも本発明は適用可能である。

【図面の簡単な説明】 20

【0 1 4 2】

【図 1】第 1 実施形態に係る埋込磁石型モータの概略構成を示す縦断面図。

【図 2】同モータのステータとロータを示す平面図。

【図 3】同モータのステータとロータを示す斜視図。

【図 4】同モータのロータを示す斜視図。

【図 5】同ロータのロータコアを構成するコアシートを示す平面図。

【図 6】(a) 同ロータコアの一部の積層構造を示す斜視図、(b) 同ロータコアの分解斜視図。

【図 7】第 2 実施形態に係る埋込磁石型モータのロータを示す斜視図。

【図 8】第 3 実施形態に係る埋込磁石型モータのロータを示す斜視図。 30

【図 9】第 4 実施形態に係る埋込磁石型モータのロータを示す斜視図。

【図 1 0】図 9 の埋込磁石型モータで用いる第 1 のコアシートを示す平面図。

【図 1 1】同モータで用いる第 2 のコアシートを示す平面図。

【図 1 2】(a) 同モータのロータコアの一部の積層構造を示す斜視図、(b) 同ロータコアの分解斜視図。

【図 1 3】第 5 実施形態に係る埋込磁石型モータのロータを示す平面図。

【図 1 4】第 6 実施形態に係る埋込磁石型モータのロータを示す斜視図。

【図 1 5】同ロータのロータコアの積層方法を示す説明図。

【図 1 6】第 7 実施形態に係る埋込磁石型モータのロータを示す斜視図。

【図 1 7】同ロータを示す平面図。 40

【図 1 8】図 1 7 の A - A 線に沿った断面図。

【図 1 9】第 8 実施形態に係る埋込磁石型モータのロータを示す斜視図。

【図 2 0】第 1 実施形態に係る埋込磁石型モータと図 2 1 に示す従来の埋込磁石型モータのトルク特性を比較するためのグラフ。

【図 2 1】従来の埋込磁石型モータを示す斜視図。

【図 2 2】別の従来例を示す平面図。

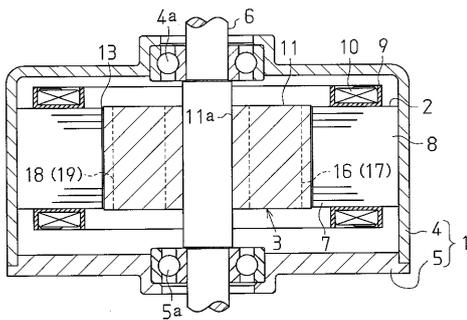
【符号の説明】

【0 1 4 3】

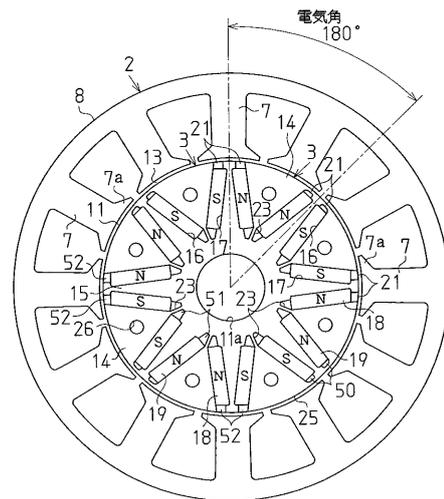
2 ... ステータ、3, 3 A, 3 B, 3 C, 3 D, 3 E, 3 F, 3 G ... ロータ、7 ... ティース、1 0 ... 巻線、1 1, 1 1 A, 1 1 B, 1 1 C, 1 1 D, 1 1 E, 1 1 F, 1 1 G ... 口 50

ータコア、13...エアギャップ、14, 15...磁路形成部、16, 17, 160, 170...磁石収容孔、16a, 17a...磁石収容孔部、18, 19...永久磁石、21, 21A...ブリッジ部、21B...ブリッジ切断部、21D...孔、23...補強ブリッジ部、25, 35, 45...コアシート、35...第1のコアシート、45...第2のコアシート、50, 51, 52, 70, 71, 80, 81, 82...樹脂充填部、60, 60B, 61, 61B...樹脂成形コア端部、62...フィン、180, 190...ボンド磁石充填部。

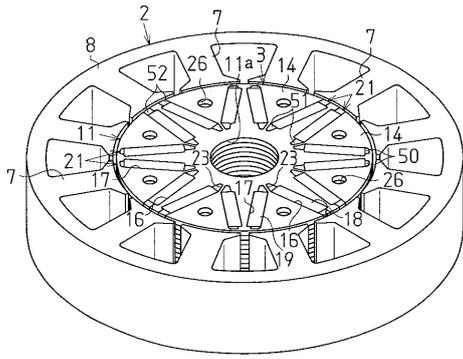
【図1】



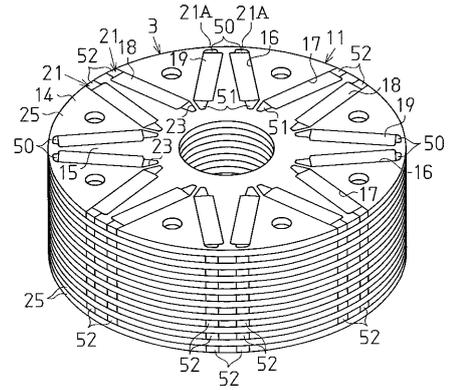
【図2】



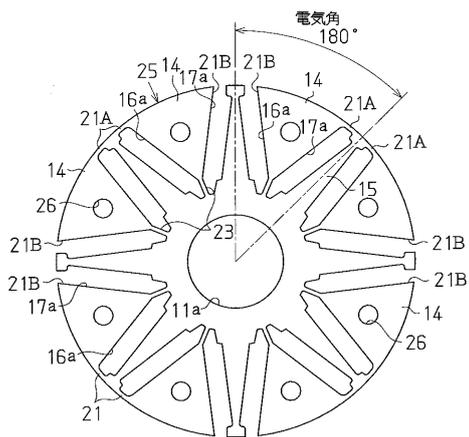
【 図 3 】



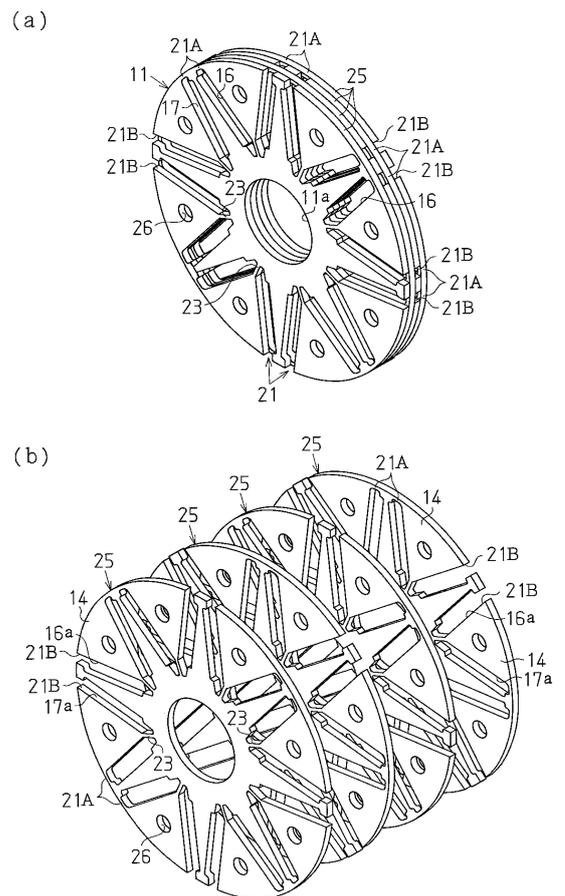
【 図 4 】



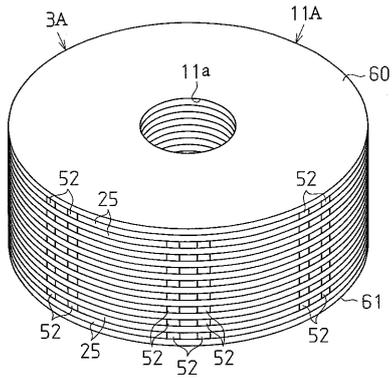
【 図 5 】



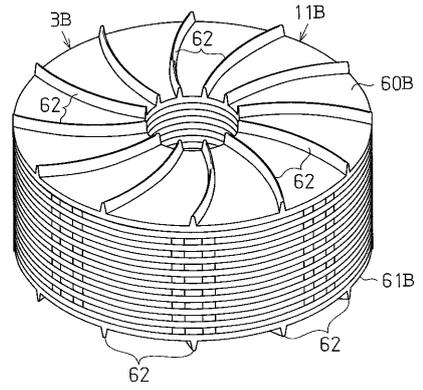
【 図 6 】



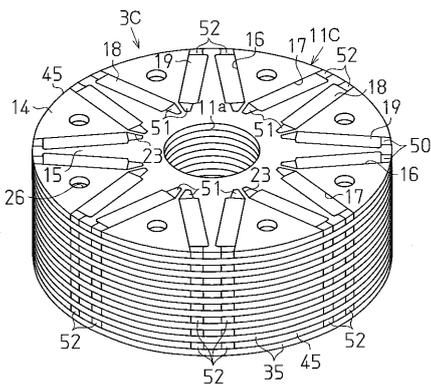
【 図 7 】



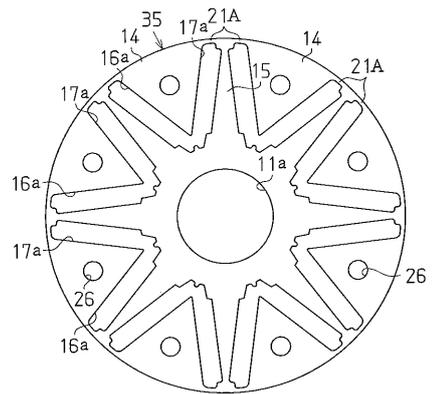
【 図 8 】



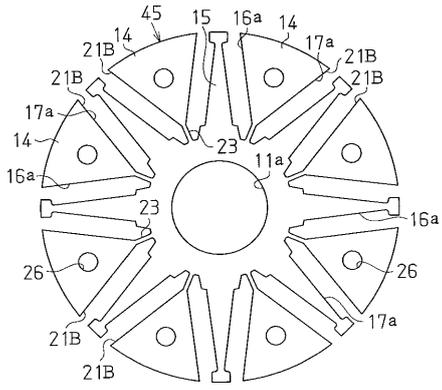
【 図 9 】



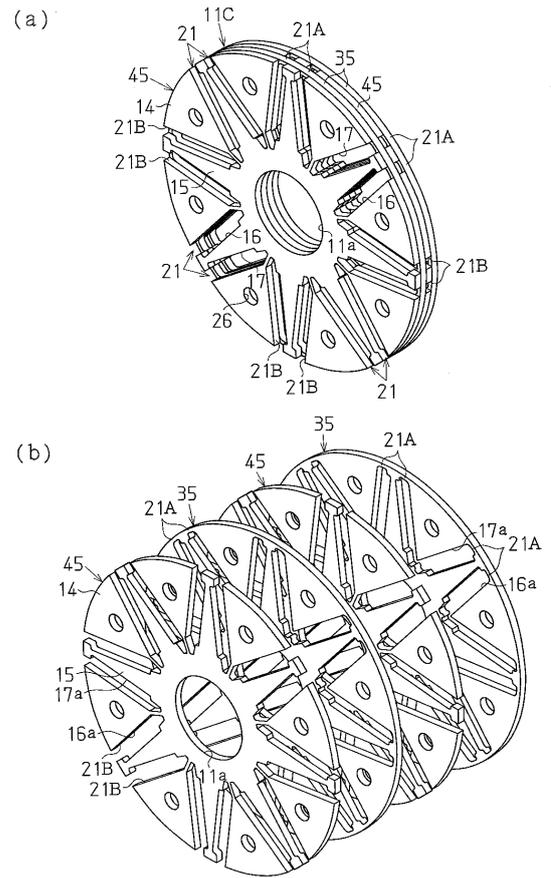
【 図 10 】



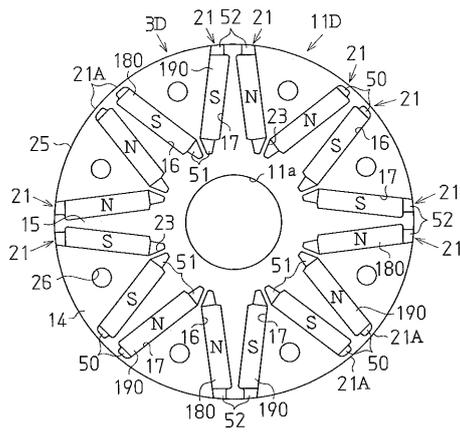
【 図 1 1 】



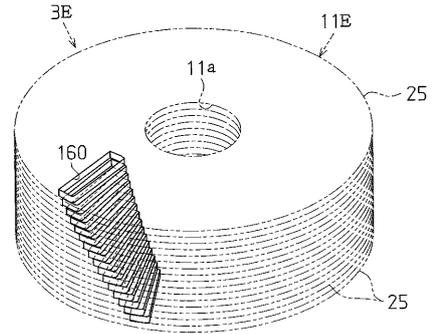
【 図 1 2 】



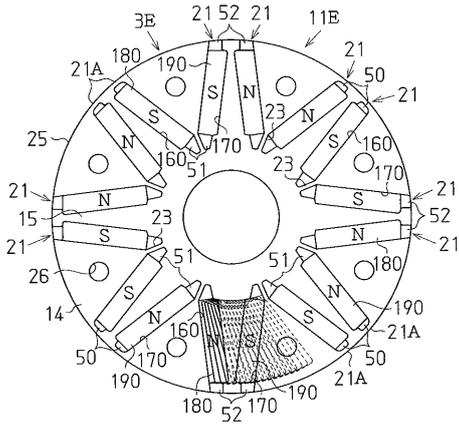
【 図 1 3 】



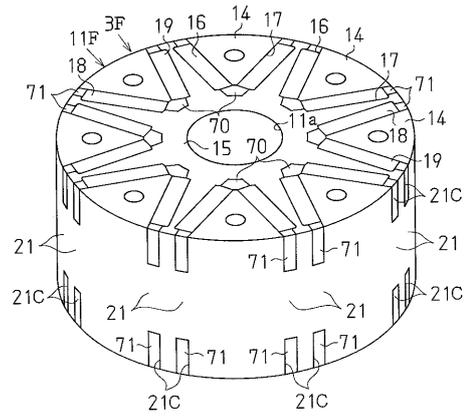
【 図 1 4 】



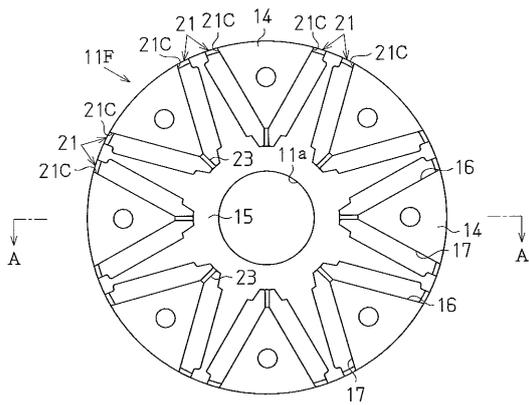
【 図 1 5 】



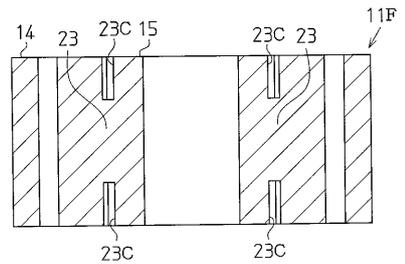
【 図 1 6 】



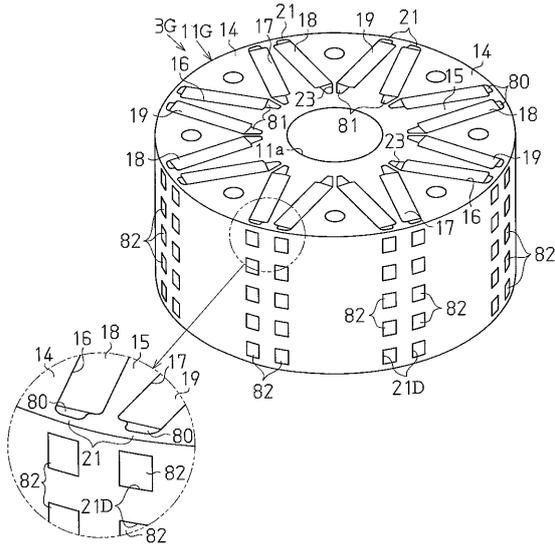
【 図 1 7 】



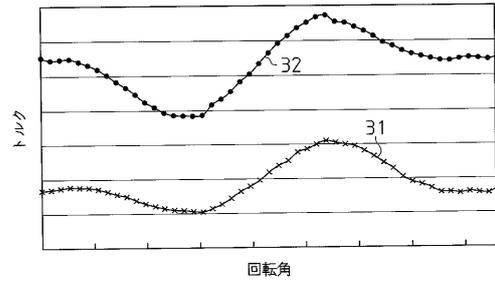
【 図 1 8 】



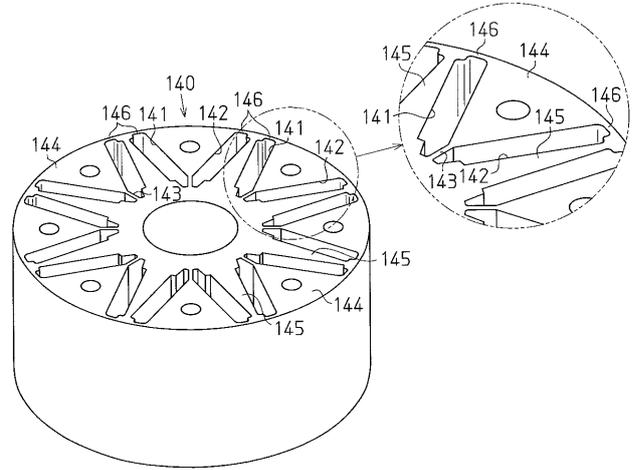
【 図 1 9 】



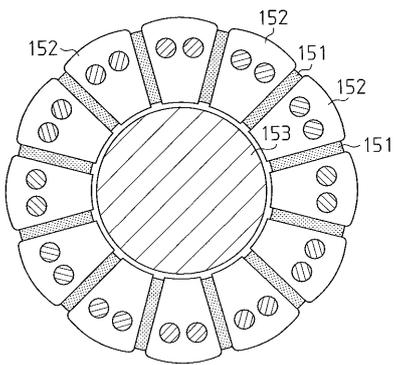
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 中山 孝博

静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株式会社内

(72)発明者 高 部 義之

静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株式会社内

(72)発明者 江川 要

静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株式会社内

Fターム(参考) 5H621 GA01 GA04 GA11 HH01 JK01 JK03

5H622 AA03 CA02 CA05 CA10 CA14 CB03 CB05 DD02 DD04 PP10

PP19 PP20