

(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2013-126281

(P2013-126281A)

(43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 15/03 (2006.01)	H02K 15/03 G	5H622
H02K 1/27 (2006.01)	H02K 1/27 501C	
	H02K 1/27 501K	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-273100 (P2011-273100)
 (22) 出願日 平成23年12月14日 (2011.12.14)

(71) 出願人 000002853
 ダイキン工業株式会社
 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
 梅田センタービル
 (74) 代理人 100088672
 弁理士 吉竹 英俊
 (74) 代理人 100088845
 弁理士 有田 貴弘
 (74) 代理人 100103229
 弁理士 福市 朋弘
 (72) 発明者 浅野 能成
 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
 Fターム(参考) 5H622 AA03 CA02 CA07 CB03 CB05
 PP03 QB02 QB08

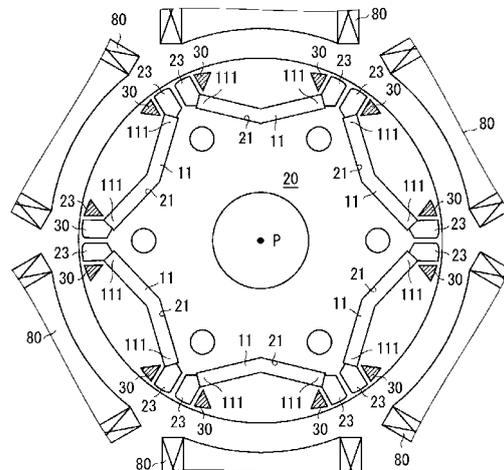
(54) 【発明の名称】 界磁子の製造方法及び界磁子用の端板

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石の着磁むらを抑制できる界磁子の製造方法を提供する。

【解決手段】 第1工程において、磁石格納孔21の少なくとも一つに、着磁によって永久磁石となる硬磁性体11を格納する。第2工程において、硬磁性体11と対応する第一空隙部分22に、軟磁性体30を挿入する。第3工程において、第1工程および第2工程の実行後に、軟磁性体30側から硬磁性体11に着磁を施して永久磁石を形成する。第3工程の実行後に、軟磁性体30を取り外す。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸(P)の周りで環状に配置され界磁磁束を発生させる界磁磁束発生面(10a)を有する複数の永久磁石(10)と、

前記永久磁石が格納される複数の格納孔(21)と、前記回転軸を中心とした径方向で前記複数の永久磁石と対面し、互いに極性の異なる第1磁極面と第2磁極面とが前記界磁磁束によって前記回転軸を中心とした周方向で交互に形成される側面(25)と、複数の空隙(26)とを有し、前記空隙の各々は、前記界磁磁束発生面の前記周方向における両端を通る第1直線(A1,A2)同士の間、前記周方向において前記永久磁石側であって前記径方向において前記側面側の領域(R1)に存在する第1空隙部分(22)を有し、前記第1直線の各々は、前記第1磁極面と前記第2磁極面との間の境界のうち自身に最も近い境界における前記径方向に平行である、界磁子用コア(20)と

10

を備える界磁子の製造方法であって、

前記格納孔の少なくとも一つに、着磁によって前記永久磁石となる硬磁性体(11)を格納する第1工程(S1)と、

前記硬磁性体と対応する前記第1空隙部分に、軟磁性体(30)を挿入する第2工程(S2)と

、
前記第1工程および前記第2工程の実行後に、前記軟磁性体側から前記硬磁性体に前記着磁を施して前記永久磁石を形成する第3工程(S3)と、

前記第3工程の実行後に、前記軟磁性体を取り外す第4工程(S4)とを備える、界磁子の製造方法。

20

【請求項 2】

前記空隙(26)は前記領域(R1)の外に設けられ前記軟磁性体(30)が挿入されない第2空隙部分(23)を有し、

前記第2空隙部分は前記硬磁性体(11)の前記周方向における端部側から前記側面(25)へと前記径方向に沿って延在する、請求項1に記載の界磁子の製造方法。

【請求項 3】

前記第1空隙部分(22)と前記第2空隙部分(23)とは前記周方向で互いに離間して設けられる、請求項2に記載の界磁子の製造方法。

【請求項 4】

前記第1工程(S1)において、前記格納孔(21)の全てに前記硬磁性体(11)を挿入し、前記第2工程(S2)において、前記第1空隙部分(22)の全てに前記軟磁性体(30)を挿入し

30

、
前記第3工程(S3)において、前記硬磁性体(11)の全てに対して並行して着磁用の磁界を印可し、

前記第4工程(S4)において、前記軟磁性体の全てを取り外す、請求項1から3の何れか一つに記載の界磁子の製造方法。

【請求項 5】

前記第1工程において、前記第1空隙部分(22)の少なくとも二つに前記軟磁性体(30)を挿入し、

前記第2工程(S2)において、前記軟磁性体の少なくとも二つが、前記回転軸(P)の一端側において連結部材(40)によって互いに連結された状態で、前記回転軸(P)に沿って前記第1空隙部分に挿入される、請求項1から4の何れか一つに記載の界磁子の製造方法。

40

【請求項 6】

前記連結部材(40)は非磁性を有する、請求項5に記載の界磁子の製造方法。

【請求項 7】

前記連結部材(40)は磁性を有し、

前記第3工程(S3)において、前記連結部材(40)と前記界磁子用コア(20)とは前記回転軸(P)に沿う軸方向において互いに離間する、請求項5に記載の界磁子の製造方法。

【請求項 8】

50

前記連結部材(40)は、磁性を有する第1及び第2の連結部(41,42)を有し、

前記第1の連結部は、前記第1磁極面を前記側面に形成する前記永久磁石(10)に対応した前記第1空隙部分(22)に挿入される前記軟磁性体(30)を連結し、

前記第2の連結部は、前記第2磁極面を前記側面に形成する前記永久磁石に対応した前記第1空隙部分に挿入される前記軟磁性体を連結し、

前記第3工程(S3)において、前記第1の連結部と前記第2の連結部とは互いに磁氣的に離間する、請求項7に記載の界磁子の製造方法。

【請求項9】

前記第2工程(S2)において、前記第1の連結部(41)によって連結された前記軟磁性体(30)と前記第2の連結部(42)によって連結された前記軟磁性体とは前記界磁子用コア(20)に対して前記回転軸について互いに反対側から挿入される、請求項8に記載の界磁子の製造方法。 10

【請求項10】

前記第2工程(S2)において、前記第1の連結部(41)によって連結された前記軟磁性体(30)と前記第2の連結部(42)によって連結された前記軟磁性体とは前記界磁子用コア(20)に対して前記回転軸について互いに同じ側から挿入される、請求項7に記載の界磁子の製造方法。

【請求項11】

前記第2工程の実行前に、前記第1及び前記第2の連結部(41,42)は樹脂により一体的にモールドされる、請求項10に記載の界磁子の製造方法。 20

【請求項12】

前記第2工程(S2)の実行前に、前記回転軸(P)に沿う軸方向において、前記界磁子用コア(20)の少なくとも一端側に端板(50)を取り付ける第5工程(S5,S6)を更に備え、

前記端板は前記第1空隙部分(22)に対応する位置に、前記軸方向で自身を貫通する貫通孔(51)が形成されている、請求項1から11の何れか一つに記載の界磁子の製造方法。

【請求項13】

前記第3工程の実行前に、前記界磁子によって駆動される機械要素に前記界磁子用コアを取り付ける第6工程を更に備え、

前記機械要素は前記回転軸に沿う軸方向において界磁子用コアと対面する表面を有し、前記表面には前記第1空隙部分(22)に対応する位置に挿入孔(71)が形成され、 30

前記第6工程において、前記界磁子用コアを前記機械要素に取り付けるに際して、前記第1空隙部分を介して前記軟磁性体を前記挿入孔に挿入固定する、請求項1から12の何れか一つに記載の界磁子の製造方法。

【請求項14】

前記軟磁性体(30)は前記界磁子用コア(20)と同じ材質で形成される、請求項1から13の何れか一つに記載の界磁子の製造方法。

【請求項15】

前記軟磁性体(30)は、前記周方向に沿って積層される複数の鋼板を有する、請求項1から14の何れか一つに記載の界磁子の製造方法。

【請求項16】 40

前記永久磁石(10)の前記周方向における両端の保磁力は、前記周方向における中央に比べて高い、請求項1から15の何れか一つに記載の界磁子の製造方法。

【請求項17】

前記永久磁石(10)は、重希土類を粒界拡散して形成される、請求項16に記載の界磁子の製造方法。

【請求項18】

回転軸(P)の周りで環状に配置され、交互に異なる第1及び第2の磁極を、前記回転軸を中心とした径方向に向けて発生する複数の永久磁石(10)と、

前記永久磁石が格納される複数の格納孔(21)と、複数の空隙(22)とが形成され、前記空隙の各々は、前記回転軸を中心とした周方向における前記永久磁石の各々の両端を通る第 50

1 直線(A1,A2)同士の間、前記永久磁石側の領域(R1)に存在し、前記第1直線の各々は、前記周方向で隣り合う前記永久磁石の相互間の midpointのうち自身に最も近い点と、前記回転軸とを通る第2直線(B1,B2)に平行である、界磁子用コア(20)とを備える界磁子に取り付けられる端板(50)であって、

前記界磁子用コアと前記回転軸に沿う軸方向で接触する本体部(52)と、

前記本体部(52)に形成され、前記空隙に対応する位置に前記軸方向で前記本体部を貫通する貫通孔(51)と

を備える、界磁子用の端板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、界磁子の製造方法及び界磁子用の端板に関し、特に界磁子用コアに硬磁性体を格納した状態で硬磁性体を着磁して永久磁石を形成する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1, 2は回転子について記載している。当該回転子は回転子用コアに永久磁石が埋設された、いわゆる永久磁石埋込型の回転子である。当該回転子用コアは例えば円柱形状を有し、その外周面と永久磁石とが回転軸を中心とした径方向で対面する。また回転子用コアには、その外周面と永久磁石との間に空隙が形成される。特許文献1の空隙は永久磁石の両端に設けられて、永久磁石で磁束が短絡することを防止する。特許文献2の空隙は永久磁石の両端のうち回転方向とは反対側の端に設けられ、回転方向側の磁束密度を増大させる。

20

【0003】

特許文献3ではモータの永久磁石を着磁する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2001-268873号公報

【特許文献2】特開2001-197694号公報

【特許文献3】特開平10-14180号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1, 2の回転子を次の手順で製造する場合について考慮する。即ち、硬磁性体を回転子用コアに格納し、この状態で外周側から硬磁性体を着磁して永久磁石を形成する。この場合、着磁用の磁束が空隙を介して硬磁性体を通るため、硬磁性体のうち空隙と径方向で対面する部分には着磁用の磁束が流れにくい。これによって永久磁石の着磁むらが生じえる。

【0006】

そこで、本発明は、永久磁石の着磁むらを抑制できる界磁子の製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第1の態様は、回転軸(P)の周りで環状に配置され界磁磁束を発生させる界磁磁束発生面(10a)を有する複数の永久磁石(10)と、前記永久磁石が格納される複数の格納孔(21)と、前記回転軸を中心とした径方向で前記複数の永久磁石と対面し、互いに極性の異なる第1磁極面と第2磁極面とが前記界磁磁束によって前記回転軸を中心とした周方向で交互に形成される側面(25)と、複数の空隙(26)とを有し、前記空隙の各々は、前記界磁磁束発生面の前記周方向における両端を通る第1直線(A1,A2)同士の間、前記周方向において前記永久磁石側であって前記径方向において前記側面側

50

の領域(R1)に存在する第1空隙部分(22)を有し、前記第1直線の各々は、前記第1磁極面と前記第2磁極面との間の境界のうち自身に最も近い境界における前記径方向に平行である、界磁子用コア(20)とを備える界磁子の製造方法であって、前記格納孔の少なくとも一つに、着磁によって前記永久磁石となる硬磁性体(11)を格納する第1工程(S1)と、前記硬磁性体と対応する前記第1空隙部分に、軟磁性体(30)を挿入する第2工程(S2)と、前記第1工程および前記第2工程の実行後に、前記軟磁性体側から前記硬磁性体に前記着磁を施して前記永久磁石を形成する第3工程(S3)と、前記第3工程の実行後に、前記軟磁性体を取り外す第4工程(S4)とを備える。

【0008】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第2の態様は、第1の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記空隙(26)は前記領域(R1)の外に設けられ前記軟磁性体(30)が挿入されない第2空隙部分(23)を有し、前記第2空隙部分は前記硬磁性体(11)の前記周方向における端部側から前記側面(25)へと前記径方向に沿って延在する。

10

【0009】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第3の態様は、前記第1空隙部分(22)と前記第2空隙部分(23)とは前記周方向で互いに離間して設けられる。

【0010】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第4の態様は、第1から第3の何れか一つの態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記第1工程(S1)において、前記格納孔(21)の全てに前記硬磁性体(11)を挿入し、前記第2工程(S2)において、前記第1空隙部分(22)の全てに前記軟磁性体(30)を挿入し、前記第3工程(S3)において、前記硬磁性体(11)の全てに対して並行して着磁用の磁界を印可し、前記第4工程(S4)において、前記軟磁性体の全てを取り外す。

20

【0011】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第5の態様は、第1から第4の何れか一つの態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記第1工程において、前記第1空隙部分(22)の少なくとも二つに前記軟磁性体(30)を挿入し、前記第2工程(S2)において、前記軟磁性体の少なくとも二つが、前記回転軸(P)の一端側において連結部材(40)によって互いに連結された状態で、前記回転軸(P)に沿って前記第1空隙部分に挿入される。

【0012】

30

本発明にかかる界磁子の製造方法の第6の態様は、第5の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記連結部材(40)は非磁性を有する。

【0013】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第7の態様は、第5の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記連結部材(40)は磁性を有し、前記第3工程(S3)において、前記連結部材(40)と前記界磁子用コア(20)とは前記回転軸(P)に沿う軸方向において互いに離間する。

【0014】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第8の態様は、第7の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記連結部材(40)は、磁性を有する第1及び第2の連結部(41,42)を有し、前記第1の連結部は、前記第1磁極面を前記側面に形成する前記永久磁石(10)に対応した前記第1空隙部分(22)に挿入される前記軟磁性体(30)を連結し、前記第2の連結部は、前記第2磁極面を前記側面に形成する前記永久磁石に対応した前記第1空隙部分に挿入される前記軟磁性体を連結し、前記第3工程(S3)において、前記第1の連結部と前記第2の連結部とは互いに磁氣的に離間する。

40

【0015】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第9の態様は、第8の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記第2工程(S2)において、前記第1の連結部(41)によって連結された前記軟磁性体(30)と前記第2の連結部(42)によって連結された前記軟磁性体とは前記界磁子用コア(20)に対して前記回転軸について互いに反対側から挿入される。

【0016】

50

本発明にかかる界磁子の製造方法の第10の態様は、第7の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記第2工程(S2)において、前記第1の連結部(41)によって連結された前記軟磁性体(30)と前記第2の連結部(42)によって連結された前記軟磁性体とは前記界磁子用コア(20)に対して前記回転軸について互いに同じ側から挿入される。

【0017】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第11の態様は、第10の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記第2工程の実行前に、前記第1及び前記第2の連結部(41,42)は樹脂により一体的にモールドされる。

【0018】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第12の態様は、第1から第11の何れか一つの態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記第2工程(S2)の実行前に、前記回転軸(P)に沿う軸方向において、前記界磁子用コア(20)の少なくとも一端側に端板(50)を取り付ける第5工程(S5,S6)を更に備え、前記端板は前記第1空隙部分(22)に対応する位置に、前記軸方向で自身を貫通する貫通孔(51)が形成されている。

10

【0019】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第13の態様は、第1から第12の何れか一つの態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記第3工程の実行前に、前記界磁子によって駆動される機械要素に前記界磁子用コアを取り付ける第6工程を更に備え、前記機械要素は前記回転軸に沿う軸方向において界磁子用コアと対面する表面を有し、前記表面には前記第1空隙部分(22)に対応する位置に挿入孔(71)が形成され、前記第6工程において、前記界磁子用コアを前記機械要素に取り付けるに際して、前記第1空隙部分を介して前記軟磁性体を前記挿入孔に挿入固定する。

20

【0020】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第14の態様は、第1から第13の何れか一つの態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記軟磁性体(30)は前記界磁子用コア(20)と同じ材質で形成される。

【0021】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第15の態様は、第1から第14の何れか一つの態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記軟磁性体(30)は、前記周方向に沿って積層される複数の鋼板を有する。

30

【0022】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第16の態様は、第1から第15の何れか一つの態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記永久磁石(10)の前記周方向における両端の保磁力は、前記周方向における中央に比べて高い。

【0023】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第17の態様は、第16の態様にかかる界磁子の製造方法であって、前記永久磁石(10)は、重希土類を粒界拡散して形成される。

【0024】

本発明にかかる界磁子用の端板の第1の態様は、回転軸(P)の周りで環状に配置され、交互に異なる第1及び第2の磁極を、前記回転軸を中心とした径方向に向けて発生する複数の永久磁石(10)と、前記永久磁石が格納される複数の格納孔(21)と、複数の空隙(22)とが形成され、前記空隙の各々は、前記回転軸を中心とした周方向における前記永久磁石の各々の両端を通る第1直線(A1,A2)同士の間、前記永久磁石側の領域(R1)に存在し、前記第1直線の各々は、前記周方向で隣り合う前記永久磁石の相互間の中点のうち自身に最も近い点と、前記回転軸とを通る第2直線(B1,B2)に平行である、界磁子用コア(20)とを備える界磁子に取り付けられる端板(50)であって、前記界磁子用コアと前記回転軸に沿う軸方向で接触する本体部(52)と、前記本体部(52)に形成され、前記空隙に対応する位置に前記軸方向で前記本体部を貫通する貫通孔(51)とを備える。

40

【発明の効果】

【0025】

50

本発明にかかる界磁子の製造方法の第1の態様によれば、第1空隙部分に空隙が存在したままで着磁を行うことによる、永久磁石の着磁むらを抑制することができる。

【0026】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第2の態様によれば、第2空隙部分が着磁用の磁束を硬磁性体側へと導くので、着磁の効率を向上することができる。

【0027】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第3の態様によれば、第1空隙部分と第2空隙部分との間に界磁子用コアの一部が介在するので、界磁子用コアとしての強度を向上できる。

【0028】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第4の態様によれば、永久磁石毎に第1工程から第4の工程を繰り返すのではなく、纏めて第1工程から第4工程を実行しているので、着磁工程に要する期間を短縮できる。

10

【0029】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第5の態様によれば、一度に複数の軟磁性体を複数の空隙に挿入することができ、作業性を向上できる。よって、複数の永久磁石を着磁する場合の第2工程、例えば請求項4の製造方法における第2工程で有用である。

【0030】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第6の態様によれば、第1及び第2極性の永久磁石を形成するために複数の硬磁性体を並行して着磁する場合の第3工程、例えば請求項4における製造方法の第3工程において、複数の硬磁性体にそれぞれ異なる着磁用の磁界を印加したとしても、連結部材を介して磁束が短絡することを抑制できる。よって、着磁の効率の低下を抑制できる。

20

【0031】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第7の態様によれば、第1及び第2極性の永久磁石を形成するために複数の硬磁性体を並行して着磁する場合の第3工程、例えば請求項4の製造方法の第3工程において、複数の硬磁性体にそれぞれ異なる着磁用の磁界を印加したとしても、連結部材を介して磁束が短絡することを抑制できる。よって、着磁の効率の低下を抑制できる。

【0032】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第8の態様によれば、連結部材を介して磁束が短絡することを更に抑制できる。

30

【0033】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第9の態様によれば、第2工程において第1及び第2の連結部が互いに干渉しないので、第1及び第2の連結部の構造として、この干渉を回避できる複雑な構造を採用することなく、簡単な構造を採用できる。

【0034】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第10の態様によれば、第2工程において第1及び第2の連結部にそれぞれ連結された軟磁性体を界磁子用コアに対して互いに反対側から挿入できない作業空間であっても、軟磁性体を挿入できる。換言すれば、作業空間の選択性を向上できる。

40

【0035】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第11の態様によれば、第1及び第2の連結部が互いに樹脂によって固定されるので、第1及び第2の連結部によって連結される軟磁性体を一度に挿入しやすい。

【0036】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第12の態様によれば、端板を界磁子用コアに取り付けた状態で、軟磁性体を空隙に挿入でき、また空隙から取り外すことができる。

【0037】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第13の態様によれば、軟磁性体が第1空隙部分と挿入孔とに挿入されるので、界磁子用コアの機械要素に対する位置を容易に決めることが

50

できる。よって、機械要素に対して界磁子用コアを取り付けた状態での着磁に際して、作業性を向上できる。

【0038】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第14の態様によれば、更に着磁むらを抑制できる。

【0039】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第15の態様によれば、第4工程において着磁用の磁束が鋼板の積層面に沿って流れるので、着磁用の磁束の流れを阻害しにくい。

【0040】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第16の態様によれば、界磁子において永久磁石の両端に逆磁界が印加されたときの減磁を抑制できる。また硬磁性体の両端が着磁しやすい。

10

【0041】

本発明にかかる界磁子の製造方法の第17の態様によれば、少ない重希土類の量で保磁力を高めることができる。

【0042】

本発明にかかる界磁子用の端板の第1の態様によれば、第13の態様にかかる界磁子の製造方法の実行に資する。

【図面の簡単な説明】

【0043】

20

【図1】回転軸に垂直な断面での界磁子の概念的な構成の一例を示す図である。

【図2】界磁子の製造方法の一例を示す図である。

【図3】界磁子用コアに軟磁性体を挿入する様子の一例を示す斜視図である。

【図4】回転軸に垂直な断面での着磁の様子の一例を示す図である。

【図5】回転軸に垂直な断面での着磁の際の様子の一例を示す図である。

【図6】回転軸に垂直な断面での着磁の際の様子の一例を示す図である。

【図7】回転軸に垂直な断面での着磁の際の様子の一例を示す図である。

【図8】界磁子用コアに軟磁性体を挿入する様子の一例を示す斜視図である。

【図9】回転軸を含む断面での界磁子用コアに軟磁性体が挿入された状態の一例を示す図である。

30

【図10】界磁子用コアに軟磁性体を挿入する様子の一例を示す斜視図である。

【図11】界磁子用コアに軟磁性体を挿入する様子の一例を示す斜視図である。

【図12】界磁子の製造方法の一例を示す図である。

【図13】界磁子用コアに端板を取り付ける様子の一例と軟磁性体を挿入する様子の一例とを併せて示す斜視図である。

【図14】界磁子の製造方法の一例を示す図である。

【図15】回転軸を含む断面での着磁の様子の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0044】

40

第1の実施の形態

<界磁子1の構成の一例>

図1に例示するように、界磁子1は複数の永久磁石10と界磁子用コア20とを備える。以下では、回転軸Pを中心とした径方向を単に径方向と呼び、回転軸Pを中心とした周方向を単に周方向と呼び、回転軸Pに沿って延在する方向を軸方向と呼ぶ。

【0045】

複数の永久磁石10は例えば希土類磁石(例えばネオジム、鉄およびホウ素を主成分とした希土類磁石)であって、回転軸Pの周りで環状に配置される。各永久磁石10は径方向において互いに対向する一对の表面10a, 10bを有している。ここでは表面10aは表面10bに対して回転軸Pとは反対側に位置する。なお図1の例示では各永久磁石10は、軸方向に沿って見て、回転軸Pとは反対側(以下、外周側とも呼ぶ)に開口するV

50

字形状を有している。ただし各永久磁石 10 は必ずしも図 1 に示す形状で配置される必要はない。各永久磁石 10 は、例えば軸方向に見て、長方形形状を有していてもよく、回転軸 P 側（以下、内周側とも呼ぶ）へと開口する V 字形状、又は外周側若しくは内周側へと開口する円弧状の形状を有していてもよい。また、2 枚の長方形形状の磁石により V 字形状としてもよい。

【0046】

界磁子用コア 20 は軟磁性体（例えば鉄）で形成される。図 1 の例示では、界磁子用コア 20 は例えば回転軸 P を中心とした円柱形状を有する。よって図 1 の例示では界磁子用コア 20 の側面（外周面）25 は円柱形状を有する。また界磁子用コア 20 には複数の永久磁石 10 を格納する複数の磁石格納孔 21 が形成される。側面 25 は径方向において永久磁石 10 と対向し、複数の永久磁石 10 は側面 25 に磁極面 25 a, 25 b を形成する。磁極面 25 a, 25 b はその極性が互いに相違し、周方向で交互に配置される。

10

【0047】

図 1 の例示では 6 個の永久磁石 10 が示されており、いわゆる 6 極の界磁子 1 が示されている。6 個の永久磁石 10 は周方向で交互に異なる極性の表面 10 a を側面 25 に向けて配置される。これによって、側面 25 には 6 個の磁極面が形成される。ただしこれに限らず、界磁子 1 は 4 極以下または 8 極以上の界磁子であってもよい。また図 1 の例示では、1 個の永久磁石 10 が 1 個の磁極面を形成しているものの、複数の永久磁石が 1 個の磁極面を形成してもよい。換言すれば、永久磁石 10 の各々が複数の永久磁石 10 に分割されていても良い。

20

【0048】

また図 1 の例示では、界磁子用コア 20 には回転軸 P を含む領域にシャフト孔 27 が形成されている。シャフト孔 27 は軸方向で界磁子用コア 20 を貫通する。シャフト孔 27 には不図示のシャフトが嵌合され、これによって界磁子 1 がシャフトに固定される。つまり図 1 では、回転子として機能する界磁子 1 が例示されている。ただし界磁子 1 は必ずしも回転子として機能する必要はなく、固定子として機能してもよい。また界磁子 1 が回転子として機能したとしても、例えば界磁子用コア 20 の軸方向における両側に端板を設けそれぞれの端板に異なるシャフトを取り付ける場合には、シャフトは界磁子用コア 20 を貫通しないので、シャフト孔 27 は不要である。

【0049】

図 1 の例示では、界磁子用コア 20 には永久磁石 10 よりも内周側に貫通孔 28 が形成されている。貫通孔 28 は例えば回転軸 P の周りで環状に配置され、界磁子用コア 20 を軸方向で貫通する。貫通孔 28 は例えば界磁子用コア 20 の両側に取り付けられる端板とともにリベットが貫通されて、両端板を界磁子用コア 20 に固定する。なお貫通孔 28 も必須要件ではない。

30

【0050】

界磁子用コア 20 は例えば軸方向に沿って積層された鋼板（例えば電磁鋼板、アモルファス鋼板などの鋼板）を有しても良い。これにより、軸方向における電気抵抗を高めることができ、ひいては界磁子用コア 20 を流れる磁束に起因する渦電流を低減できる。また界磁子用コア 20 は意図的に絶縁物を含んで成形される圧粉磁芯（例えば鉄系の圧粉磁芯又はフェライト系の圧粉磁芯など）によって形成されてもよい。これによっても電気抵抗を高めることができるので渦電流を低減できる。

40

【0051】

本界磁子 1 に対して外周側で不図示の電機子を配置することにより回転電機が実現される。この回転電機において、側面 25 がエアギャップを介して電機子と対面する。これにより、界磁子 1 は電機子へと界磁磁束を供給することができる。そして、電機子が界磁子 1 へと回転磁界を印加することにより、電機子と界磁子とは回転軸 P を中心として相対的に回転する。なお、表面 10 a, 10 b のうち電機子側に位置するものを、界磁磁束を発生する界磁磁束発生表面と把握することができる。図 1 の例示では、表面 10 a が界磁磁束発生表面に相当する。

50

【 0 0 5 2 】

図 1 の例示では、界磁子 1 の外周側に電機子が配置されるものの、界磁子 1 の内周側に電機子が配置されてもよい。この場合、界磁子用コア 2 0 はリング状の形状を有し、永久磁石 1 0 は界磁子用コア 2 0 の内周面よりも回転軸 P とは反対側（即ち外周側）に配置されて、その内周面に磁極面を形成する。つまり、内周面が側面 2 5 として機能する。そして、側面 2 5 が電機子とエアギャップを介して対面する。なお以下では、界磁子 1 として、その外周側に電機子が配置される構造について説明するものの、側面 2 5 を内周面と把握すればその内周側に電機子が配置される界磁子 1 についても以下の説明が妥当する。

【 0 0 5 3 】

さて、界磁子用コア 2 0 には空隙 2 6 が形成されている。空隙 2 6 は磁極面に対応して設けられ、少なくとも次で説明する領域 R 1 に存在する第一空隙部分 2 2 を有する。領域 R 1 は、永久磁石 1 0 の界磁磁束発生表面（表面 1 0 a）の周方向における両端を通る直線 A 1, A 2 によって挟まれる領域であって、周方向において永久磁石 1 0 側であり径方向で永久磁石 1 0 に対して側面 2 5 側の領域である。なお、ここでいう界磁磁束発生表面の周方向における両端とは、各磁極面に属する界磁磁束発生表面の全体の両端である。つまり一つの磁極面が複数の永久磁石によって形成される場合、当該両端は、この複数の永久磁石に属する複数の界磁磁束発生表面を一つとして把握したときの両端である。

【 0 0 5 4 】

直線 A 1 は、磁極面 2 5 a, 2 5 b の間の境界（いわゆる極間）のうち自身に最も近い境界における径方向（図では直線 B 1）に平行である。直線 A 2 は当該境界のうち自身に最も近い境界における径方向（図では直線 B 2）に平行である。

【 0 0 5 5 】

また図 1 の例示では、各磁極面 2 5 a, 2 5 b に対応して 2 つの第一空隙部分 2 2 が形成され、これらの 2 つの第一空隙部分 2 2 は領域 R 1 内の周方向における両側付近に形成されている。各第一空隙部分 2 2 はそれぞれ周方向に延在しており、自身に対応する磁極面の周方向における中心（磁極中心）に向かうに従って先細となる形状を有している。これによって、例えば側面 2 5 に生じる磁束密度の形状をより正弦波形状に近づけることができる。

【 0 0 5 6 】

図 1 の例示では、空隙 2 6 は領域 R 1 の外において第二空隙部分 2 3 を有している。第二空隙部分 2 3 は永久磁石 1 0 の周方向における両側から側面 2 5 へと向かって径方向に沿って延在する。これらの第二空隙部分 2 3 によって表面 1 0 a, 1 0 b の間で磁束が短絡することを抑制することができる。

【 0 0 5 7 】

図 1 の例示では、第一空隙部分 2 2 と第二空隙部分 2 3 とは周方向で互いに離間している。これによって、第一空隙部分 2 2 と第二空隙部分 2 3 との間には界磁子用コア 2 0 の一部が介在するので、界磁子用コア 2 0 の強度を向上することができる。さらに、第一空隙部分 2 2 と第二空隙部分 2 3 との間を通る磁束により磁束の高調波成分を低減することも可能である。

【 0 0 5 8 】

図 1 の例示では、第二空隙部分 2 3 と磁石格納孔 2 1 とは連続している。ただしこれに限らず、第二空隙部分 2 3 と磁石格納孔 2 1 とが互いに離間していても良い。第二空隙部分 2 3 と磁石格納孔 2 1 との間に界磁子用コア 2 0 の一部が介在すれば、界磁子用コア 2 0 の強度を向上することができる。

【 0 0 5 9 】

< 界磁子 1 の製造方法の一例 >

図 2 に例示するように、ステップ S 1 にて、着磁されて永久磁石 1 0 となる硬磁性体 1 1 を磁石格納孔 2 1 の少なくとも一つに格納する（図 4 もご参照）。より詳細な一例として、全ての磁石格納孔 2 1 に対して硬磁性体 1 1 を軸方向に沿って挿入する。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

次にステップS 2にて、図3に例示するように、格納された硬磁性体11についての第一空隙部分22に軟磁性体30を挿入する。図3の例示では、全ての磁石格納孔21に対して硬磁性体11が格納される場合が想定されている。よって図3の例示では全ての第一空隙部分22に軟磁性体30が軸方向に沿って挿入されている。なお図3では図示の簡略化のために、紙面奥側の軟磁性体30の一部を省略している。

【0061】

またステップS 2は必ずしもステップS 1の後に実行される必要はなく、ステップS 1に先だって実行されてもよい。

【0062】

次にステップS 3にて、図4に例示するように、硬磁性体11を軟磁性体30側から着磁する。図4の例示では、全ての磁石格納孔21に格納された硬磁性体11を並行して着磁できる着磁器80が示されている。換言すれば、この着磁器80は全ての硬磁性体11に対して一括して着磁用の磁界を印加することができる。例えば着磁器80において、全ての硬磁性体11に対応してティースが配置され、これらのティースに巻線が巻回され、これらのティースが界磁子用コア20と反対側でバックヨークによって互いに連結される。そして、巻線に適切な電流を流すことにより、全ての硬磁性体11に対して一括的に着磁用の磁界を印加することができる。

10

【0063】

なお必ずしも硬磁性体11を並行して着磁する必要はなく、少なくとも一つ以上の硬磁性体11を着磁すればよい。例えば硬磁性体11の個数毎に、繰り返しステップS 1～S 3を実行してもよい。ただし、並行して複数の硬磁性体11を着磁すれば、異なる時間帯で個々に硬磁性体11を着磁する場合に比べて、着磁に要する時間を低減できる。

20

【0064】

次にステップS 4において、軟磁性体30を界磁子用コア20から取り外す。これにより、界磁子1としての第一空隙部分22を機能させることができる。

【0065】

本界磁子の製造方法によれば、第一空隙部分22に軟磁性体30が挿入された状態で硬磁性体11が着磁される。第一空隙部分22は着磁用の磁束の流れを阻害する磁気抵抗として機能するので、軟磁性体30を挿入しない状態で硬磁性体11を着磁した場合、硬磁性体11のうち第一空隙部分22と略径方向で対向する部分111には着磁用の磁束が流れにくい。一方で本製造方法によれば、第一空隙部分22に軟磁性体30が挿入されるので第一空隙部分22による部分111へと流れる磁束の低減を抑制することができる。部分111に対する着磁不足を抑制することができる。換言すれば、着磁むらを抑制することができる。

30

【0066】

なお図1から図4の例示では、軟磁性体30は、軸方向に沿って見て、第一空隙部分22とほぼ同じ形状を有している。ただしこれに限らず、軟磁性体30は第一空隙部分22に挿入可能な任意の形状を有していれば良い。第一空隙部分22において軟磁性体30が存在すれば、第一空隙部分22において空気が占める断面積を低減することができるので、第一空隙部分22の磁気抵抗を低減することができるからである。勿論、第一空隙部分22と軟磁性体30がほぼ同じ形状を有していれば、第一空隙部分22における磁気抵抗を最小化することができるので望ましい。

40

【0067】

また、ステップS 3において第二空隙部分23に軟磁性体が挿入されない状態で着磁が行われることが望ましい。第二空隙部分23にも軟磁性体が挿入されると、当該軟磁性体を經由して、着磁用の磁束が硬磁性体11を迂回しやすいからである。より詳細には、図4を参照して、着磁器80の一のティースから流れる着磁用の磁束が硬磁性体11を經由せず、軟磁性体30と第二空隙部分23に挿入される軟磁性体とを經由して、隣のティースへと流れやすい。一方で、第二空隙部分23に軟磁性体が挿入されていない状態で硬磁性体11を着磁すると、磁気抵抗として機能する第二空隙部分23がこのような磁束を

50

硬磁性体 11 へと導くことができる。

【0068】

なお第二空隙部分 23 の上述の作用を招来するという観点では、第二空隙部分 23 の一部に軟磁性体が挿入されても構わない。要するに、第二空隙部分 23 のうち軟磁性体 30 によって挿入されない部分が、永久磁石 10 の両端側から側面 25 へと径方向に延在すればよい。

【0069】

< 界磁子の他の一例 >

図 5, 6 の例示にかかる界磁子用コア 20 は空隙 26 という点で図 1 の例示にかかる界磁子用コア 20 と相違する。なお図 5, 6 では、磁石格納孔 21 の一つのみに挿入された硬磁性体 11 と、この硬磁性体 11 に対応する空隙 26 に挿入された軟磁性体 30 とが示されている。ただし、これは硬磁性体 11 の一つのみが着磁されることを示している訳ではなく、ステップ S3 にて一度に着磁される硬磁性体 11 の個数は任意である。

10

【0070】

図 5, 6 の例示では、第一空隙部分 22 と第二空隙部分 23 とは周方向で互いに連続する。言い換えると、空隙 26 は永久磁石 10 (硬磁性体 11) の周方向における両端側から側面 25 に向けて径方向に延在しつつ、領域 R1 内へと周方向に延在する。より詳細には、例えば図 5 の空隙 26 は図 1 の第一空隙部分 22 と第二空隙部分 23 とを周方向で連続させて得られる形状を有している。図 6 の空隙 26 においては、第一空隙部分 22 が領域 R1 内において径方向における幅をほぼ一定に維持しつつ周方向に延在している。

20

【0071】

軟磁性体 30 は図 5 に例示するように領域 R1 において空隙 26 に挿入されつつも、領域 R1 の外にまではみ出てもよい。また図 6 に例示するように、軟磁性体 30 は領域 R1 内において空隙 26 の一部のみ挿入されてもよい。ここでいう第一空隙部分 22 とは領域 R1 において軟磁性体 30 に挿入される部分であり、ここでいう第二空隙部分 23 とは領域 R1 の外において軟磁性体 30 に挿入されない部分である。

【0072】

図 5, 6 のいずれにおいても、ステップ S3 において軟磁性体 30 が領域 R1 に存在する状態で着磁が行われるので、永久磁石 10 の着磁むらを低減できる。また第二空隙部分 23 が軟磁性体に挿入されない状態で着磁が行われることで、着磁用の磁束を硬磁性体 11 へと導くことができる。

30

【0073】

< 軟磁性体 30 >

軟磁性体 30 は界磁子用コア 20 と同じ材質で形成されていることが望ましい。これによって、特に第一空隙部分 22 が軟磁性体 30 によってほぼ充填されている場合に、更に着磁むらを低減することができる。

【0074】

また界磁子用コア 20 が軸方向に積層された複数の鋼板 (例えば電磁鋼板、アモルファス鋼板などの鋼板、以下同様) を備える場合、軟磁性体 30 も積層された複数の鋼板を備えていてもよい。軟磁性体 30 を構成する鋼板は例えば回転軸 P に垂直な方向で積層される。より望ましくは、図 7 に例示するように、その積層方向は略周方向に沿うことが望ましい。なぜなら、着磁用の磁束は軟磁性体 30 において略径方向に沿って流れるので、当該磁束が鋼板の積層面に沿って流れ、当該磁束の流れを阻害しにくいからである。

40

【0075】

なお、図 7 の例示では、軟磁性体 30 を構成する鋼板の 10 枚程度が示されているものの、その枚数は任意である。ただし、軟磁性体 30 と界磁子用コア 20 の磁気特性を揃えると言う点では、界磁子用コア 20 を構成する鋼板の軸方向の厚みと、軟磁性体 30 を構成する鋼板の周方向における厚みとが互いに等しくても構わない。

【0076】

またこの軟磁性体 30 は、第一空隙部分 22 が軸方向にみて周方向に長い長形状を有

50

している場合に特に有用である。同じ形状の鋼板を周方向に積層することで第一空隙部分 22 の形状に合わせた軟磁性体 30 を実現できるからである。

【0077】

また軟磁性体 30 を構成する鋼板はワニス、接着又は電着等を用いて相互に固定されていることが望ましい。軟磁性体 30 を一体で扱うことができるからである。

【0078】

< 2 回着磁 >

図 2 を参照して、ステップ S 2 の実行前に硬磁性体 11 の着磁を行い、ステップ S 3 にて軟磁性体 30 を第一空隙部分 22 に挿入してから再びステップ S 4 にて硬磁性体 11 の着磁を行っても良い。或いは、ステップ S 4 の実行後に、再び硬磁性体 11 の着磁を行っても良い。ステップ S 2 の実行前の着磁では例えば磁石の中央付近を、ステップ S 4 の着磁では例えば磁石の端部付近を主として着磁することになる。

10

【0079】

第 2 の実施の形態 .

第 2 の実施の形態にかかる界磁子の製造方法は第 1 の実施の形態で説明したとおりである。ただし、図 8 に例示するように、軟磁性体 30 は軸方向における一端側において連結部材 40 によって互いに連結されている。図 8 の例示では、図 1 の界磁子用コア 20 と、これに対応する軟磁性体 30 とが示されており、全ての第一空隙部分 22 に挿入される軟磁性体 30 の全てが連結部材 40 によって互いに連結されている。なお、連結部材 40 は必ずしも全ての軟磁性体 30 を連結する必要はなく、少なくとも 2 つ以上の軟磁性体 30 を連結すればよい。例えば図 1 を参照して、一の磁極面についての領域 R 1 内に存在する 2 つの第一空隙部分 22 に挿入される 2 つの軟磁性体 30 のみを連結しても良い。

20

【0080】

図 8 の例示では、連結部材 40 は円柱状の平板形状を有する部分 401 と、部分 401 に固定され、部分 401 と同心であって部分 401 よりも小さい径を含む円柱状の形状を有する部分 402 とを有している。作業員は部分 402 を掴んで軟磁性体 30 を一体として取り扱うことができる。勿論、連結部材 40 の形状はこれに限らず、連結部材 40 が軟磁性体 30 を軸方向の一端側で連結していれば任意であって、例えば部分 402 は省略することができる。

【0081】

連結部材 40 によって複数の軟磁性体 30 が連結されていれば、ステップ S 2 において、複数の軟磁性体 30 を一括して複数の第一空隙部分 22 に挿入することができる。よって作業性を向上することができる。特に、全ての第一空隙部分 22 に軟磁性体 30 を挿入する場合に有用である。

30

【0082】

また連結部材 40 は非磁性であることが望ましい。これにより、例えば連結部材 40 が硬磁性体 11 の外周側および内周側において界磁子用コア 20 と接触していたとしても、着磁用の磁束の一部 81 が連結部材 40 を経由して流れ、硬磁性体 11 を迂回することを抑制できる。或いは、例えば連結部材 40 と界磁子用コア 20 とが、周方向において複数の硬磁性体 11 に跨る幅で、互いに接触していたとしても、着磁用の磁束の一部 80 が連結部材 40 を経由して流れて硬磁性体 11 を迂回することを抑制できる。

40

【0083】

一方で連結部材 40 は磁性を有していても良い。この場合、図 9 に例示するように、連結部材 40 と界磁子用コア 20 とが軸方向において互いに離間し、連結部材 40 と界磁子用コア 20 との間に非磁性部 90 が介在することが望ましい。上述したように磁束の一部 80, 81 は界磁子用コア 20 から連結部材 40 へと流れ得るところ、非磁性部 90 によってこれらの磁束を低減することができるからである。なお図 9 の例示では非磁性部 90 は空気である。

【0084】

しかしながら、図 9 の態様では、着磁用の磁束の一部が軟磁性体 30 と連結部材 40 と

50

を經由して流れ、硬磁性体 11 を迂回し得る。したがって、磁性を有する連結部材 40 は、同じ一の極性に着磁される硬磁性体 11 についての軟磁性体 30 のみを連結することが望ましい(図 10 も参照)。磁束は互いに極性が異なる磁極同士を繋ぐように流れるのであって、同じ極性の磁極同士を繋ぐようには流れない。よって上記の連結を行うことで、着磁用の磁束が連結部材 40 を介した軟磁性体 30 同士の間を流れない。

【0085】

なお、この場合、他の極性に着磁される硬磁性体 11 についての軟磁性体 30 は、第 1 の実施の形態のように互いに分離していればよい。或いは図 10 に例示するように、これらの軟磁性体 30 も互いに連結されても良い。この態様について以下に詳述する。

【0086】

連結部材 40 は磁性を有する連結部 41, 42 を有している。連結部 41 は極性が同じ第 1 磁極に着磁される硬磁性体 11 についての軟磁性体 30 のみを連結し、連結部 42 は極性が第 1 磁極とは異なる第 2 磁極に着磁される硬磁性体 11 についての軟磁性体 30 のみを連結する。そして、これらの軟磁性体 30 が第一空隙部分 22 に挿入された状態で、連結部 41, 42 は互いに磁氣的に離間する。即ち連結部 41, 42 の間に非磁性部(例えば空気)が介在する。図 10 の例示では、連結部 41, 42 にそれぞれ属する軟磁性体 30 は界磁子用コア 20 に対して互いに反対側から軸方向に沿って第一空隙部分 22 に挿入される。よって連結部 41, 42 は界磁子用コア 20 に対して互いに反対側に配置される。そして、連結部 41 と界磁子用コア 20 との間には非磁性部(例えば空気)が介在し、連結部 42 と界磁子用コア 20 との間には非磁性部(例えば空気)が介在する。

【0087】

これにより、硬磁性体 11 を迂回する磁束を抑制することができる。しかも、連結部 41, 42 が界磁子用コア 20 に対して互いに反対側に位置する。よって連結部 41, 42 同士が空間的に互いに干渉しあうことがない。したがって、連結部 41, 42 として簡単な形状を採用することができる。例えば図 10 の例示では、連結部 41, 42 はリング形状の平板形状を有している。

【0088】

図 11 の例示では、連結部 41, 42 が界磁子用コア 20 に対して同じ側に位置する。これにより、連結部 41, 42 にそれぞれ属する軟磁性体 30 を界磁子用コア 20 に対して互いに反対側から挿入できない場合であっても、軟磁性体 30 を挿入することができる。換言すれば、作業空間の選択性を向上できる。

【0089】

図 11 の例示では、連結部 41, 42 は径方向及び周方向において互いに磁氣的に離間する。即ち径方向におけるこれらの間に非磁性部(例えば空気、以下同様)が介在する。図 11 の例示では連結部 41 は連結部 42 に対して外周側に位置している。以下、より詳細な連結部 41, 42 の形状の一例について説明する。

【0090】

図 11 の例示では、連結部 41 は固定部分 411 と接続部分 412 とを備え、連結部 42 は固定部分 421 と接続部分 422 とを備える。固定部分 411, 421 はそれぞれ周方向において各磁極面 25a, 25b に対応する位置でそれぞれ軟磁性体 30 の一端と固定される。図 11 の例示では、各磁極面 25a, 25b に対応して 2 つの第一空隙部分 22 が設けられているので、固定部分 411, 421 はそれぞれ 2 つの軟磁性体 30 の一端と固定される。固定部分 411, 412 は周方向で交互に隣り合う。固定部分 411, 412 の相互間には非磁性部が介在する。

【0091】

接続部分 412 は固定部分 421 よりも外周側で固定部分 411 を連結する。接続部分 412 と固定部分 421 との間には非磁性部が介在する。接続部分 422 は固定部分 411 よりも内周側で固定部分 421 を連結する。接続部分 422 と固定部分 411 との間には非磁性部が介在する。

【0092】

10

20

30

40

50

これによって、連結部 4 1 , 4 2 を界磁子用コア 2 0 に対して軸方向において同じ側に配置しつつも、連結部 4 1 , 4 2 を径方向で互いに磁氣的に離間させることができる。なお連結部 4 1 , 4 2 は図 1 1 の態様に限らない。要するに、連結部 4 1 , 4 2 が互いに磁氣的に離間していればよい。例えば連結部 4 1 , 4 2 が軸方向で磁氣的に離間していても良い。

【 0 0 9 3 】

また連結部 4 1 , 4 2 は樹脂により一体的にモールドされていてもよい。よって連結部 4 1 , 4 2 によって連結される軟磁性体 3 0 を一度に挿入しやすい。これにより、作業性を向上できる。

【 0 0 9 4 】

なお、ここでいう第 1 部材と第 2 部材との磁氣的な離間は、磁性を有する薄肉部を介して第 1 部材と第 2 部材とが互いに連結されることを含む。この薄肉部は容易に磁束飽和する程度に薄い。この場合であっても、薄肉部を介して第 1 部材と第 2 部材との間を流れる磁束が低減されるからである。

【 0 0 9 5 】

第 3 の実施の形態 .

第 3 の実施の形態では、界磁子用コア 2 0 の軸方向における一端側に端板を取り付ける場合を想定する。図 1 2 は本界磁子の製造方法のフローチャートの一例を示し、図 1 3 は端板を取り付ける様子と、軟磁性体 3 0 を挿入する様子とを併せて示す。

【 0 0 9 6 】

端板 5 0 は、界磁子用コア 2 0 と軸方向で接触する本体部 5 2 と、本体部 5 2 に形成される貫通孔 5 1 とを備えている。本体部 5 2 は例えばリング状の平板形状を有している。貫通孔 5 1 は本体部 5 2 を軸方向で貫通し、端板 5 0 が界磁子用コア 2 0 に取り付けられた状態で、第一空隙部分 2 2 と軸方向で対向する。例えば軸方向に見た貫通孔 5 1 の輪郭は、軸方向に見た第一空隙部分 2 2 の輪郭を囲む。

【 0 0 9 7 】

端板 5 0 は非磁性体であることが望ましい。連結部材 4 0 と同様にして界磁子用コア 2 0 と軸方向で接触しても、端板 5 0 を介して永久磁石 1 0 の磁束が短絡することを抑制できるからである。なお着磁の際の着磁用の磁束が端板 5 0 を介して硬磁性体 1 1 を迂回することも抑制される。

【 0 0 9 8 】

図 1 3 の例示では、軸方向において端板 5 0 とは反対側においても界磁子用コア 2 0 に端板 5 5 が取り付けられている。端板 5 5 は例えばリング状の平板形状を有し、貫通孔 5 1 を有していない。勿論、端板 5 0 が界磁子用コア 2 0 の両側に取り付けられても構わない。特に例えば図 1 0 のように軸方向の両側から軟磁性体 3 0 を第一空隙部分 2 2 に挿入し、第一空隙部分 2 2 から取り外す場合には、端板 5 0 が両側に取り付けられる。

【 0 0 9 9 】

次に界磁子 1 の製造方法の一例について説明する。ステップ S 1 に先だって、ステップ S 5 にて下側の端板 5 5 を界磁子用コア 2 0 に取り付ける。次に、ステップ S 1 にて硬磁性体 1 1 を磁石格納孔 2 1 に挿入する。次にステップ S 6 にて上側の端板 5 0 を界磁子用コア 2 0 に取り付ける。これによって、硬磁性体 1 1 が軸方向で端板 5 0 , 5 5 によって挟まれる。したがって硬磁性体 1 1 が軸方向で界磁子用コア 2 0 から抜けることを防止できる。

【 0 1 0 0 】

次にステップ S 2 にて貫通孔 5 1 を経由して軟磁性体 3 0 を第一空隙部分 2 2 に挿入する。その後の手順は第 1 の実施の形態と同じである。

【 0 1 0 1 】

以上のように、本端板 5 0 によれば、端板 5 0 を界磁子用コア 2 0 に取り付けた後に軟磁性体 3 0 を第一空隙部分 2 2 に挿入することができ、しかも着磁が終了すれば貫通孔 5 1 を経由して軟磁性体 3 0 を取り外すことができる。換言すれば、本端板 5 0 は本界磁子

10

20

30

40

50

の製造方法に用いるのに好適である。

【0102】

第4の実施の形態。

第4の実施の形態では、図15に例示するように、界磁子用コア20を、界磁子1が駆動する機械要素70に取り付けた状態で硬磁性体11を着磁する。第4の実施の形態では界磁子1は回転子として機能する。よって界磁子1は機械要素70に属するシャフト60に固定される。界磁子1の回転に伴ってシャフト60が回転し、機械要素70が駆動される。なお図15の例示では、図示の簡略化のためにシャフト60の回転に伴って回転する機構の図示は省略した。

【0103】

機械要素70は例えば圧縮機構であって、図15に例示するように、表面72を有する。表面72は界磁子用コア20と軸方向で対向する。表面72には軸方向で第一空隙部分22と対向する位置において、界磁子用コア20側に開口する挿入孔71が形成されている。

【0104】

次に、本界磁子の製造方法の一例について説明する。図14に例示するように、例えばステップS1の実行前あるいはその後に、ステップS7にて界磁子用コア20を機械要素70に取り付ける。これは機械要素70に属するシャフト60に界磁子用コア20を固定することで実現される。

【0105】

次に、ステップS2において、界磁子用コア20をシャフト60の周りで回転させて位置あわせをしつつ、軟磁性体30を第一空隙部分22に貫通させて挿入孔71に挿入する。即ち、界磁子用コア20を回転させて第一空隙部22と貫通孔71とを軸方向で対面させた上で、軟磁性体30を挿入する。その後は第1の実施の形態で説明した製造方法と同様であるので、繰り返しの説明を避ける。

【0106】

このような製造方法によれば、軟磁性体30が第一空隙部分22および挿入孔71に挿入される。よって界磁子用コア20の機械要素70に対する回転位置を容易に合わせることができる。しかも、硬磁性体11の着磁の際には着磁に起因して界磁子用コア20が回転軸Pの周りで回転し得るところ、軟磁性体30が機械要素70に対する当該回転を抑制

【0107】

第5の実施の形態。

電機子からの逆磁界は永久磁石10の周方向における両端に集中するので、永久磁石10はその両端で減磁しやすい。そこで、第5の実施の形態では永久磁石10の保磁力は周方向においてその中心よりも両端側が高い。これにより、永久磁石の両端で生じやすい減磁を抑制することができる。

【0108】

しかし、従来の技術においてこのような保磁力を有する永久磁石10を採用して着磁する場合、両端側の保磁力が高い一方で、ここには十分な着磁磁束が供給されないため、着磁が不十分となる。着磁が不十分であれば、硬磁性体11が後述するような材料であって両端分の保磁力が高まることが期待されていても、初磁化曲線の途中を通るループでの保磁力しか実現されない。

【0109】

これに対し、第1乃至第4の実施の形態で説明されたような軟磁性体30を用いた着磁を行うことにより、高い保磁力を有する端部も含め、永久磁石10を十分に着磁することができ、磁化曲線のメジャーループにおける保磁力を発揮することができる。

【0110】

また硬磁性体11は重希土類（例えばジスプロシウム）を粒界拡散して形成されること

10

20

30

40

50

が望ましい。より詳細には、硬磁性体 11 の両端において重希土類を粒界拡散する。この粒界拡散法では、所定の組成物を焼結して焼結物を形成し、その焼結物に重希土類加工物を塗布した後に、焼結温度よりも低い温度で熱処理を行って、硬磁性体 11 を製造する。この粒界拡散法によれば、重希土類の添加量を低減して保磁力を高めることができる。重希土類の添加量が多いほど残留磁束密度を低下させるところ、粒界拡散ではこのような低下を抑制できる。

【 0 1 1 1 】

なお、第 1 から第 5 の実施の形態の技術は、それぞれ適宜に組み合わせて行うことができる。

【 符号の説明 】

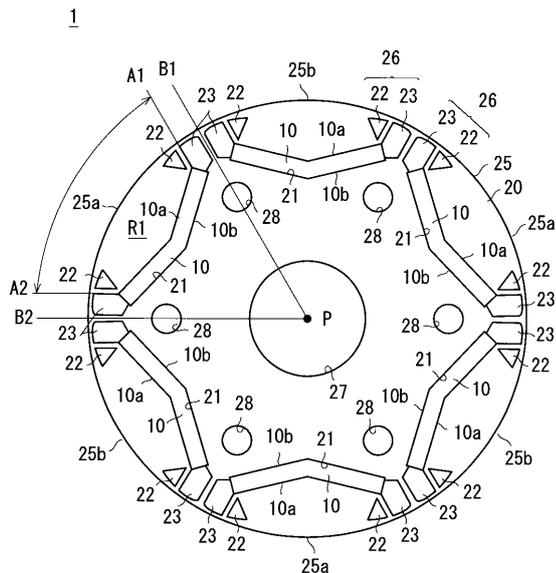
【 0 1 1 2 】

- 1 界磁子
- 10 永久磁石
- 10 a 表面
- 20 界磁子用コア
- 22, 23 空隙部分
- 25 側面
- 26 空隙
- 30 軟磁性体
- 40 連結部材
- 41, 42 連結部

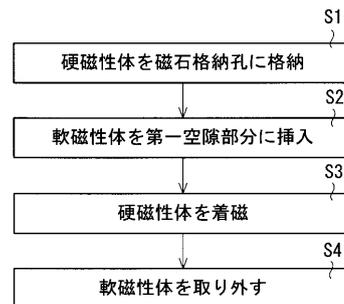
10

20

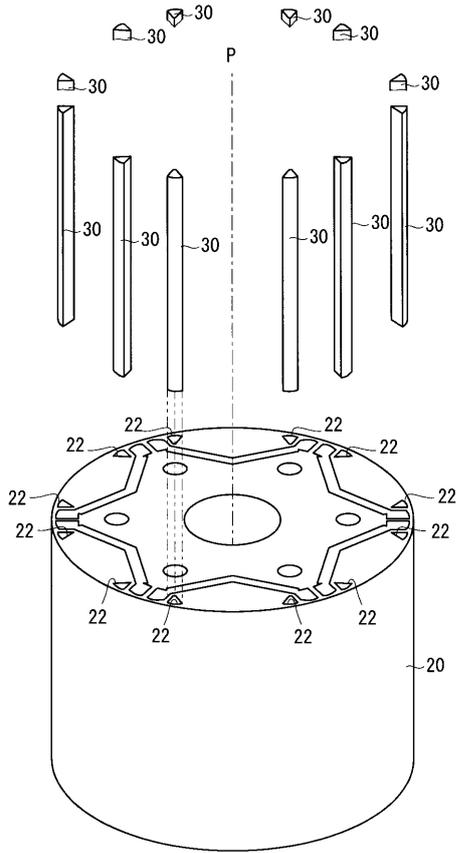
【 図 1 】



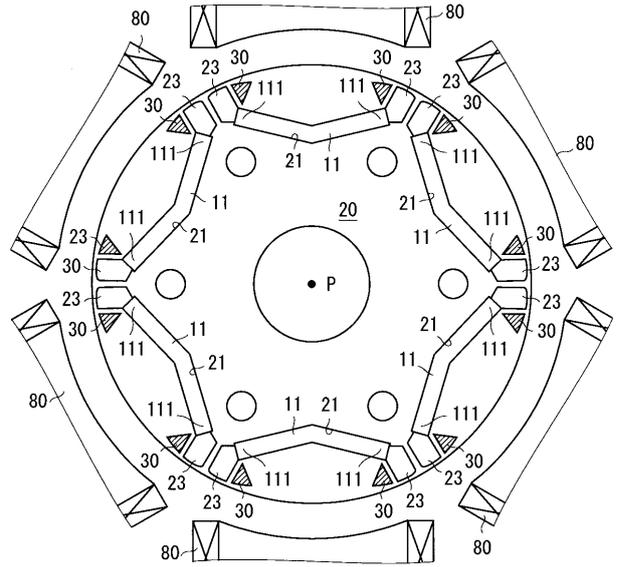
【 図 2 】



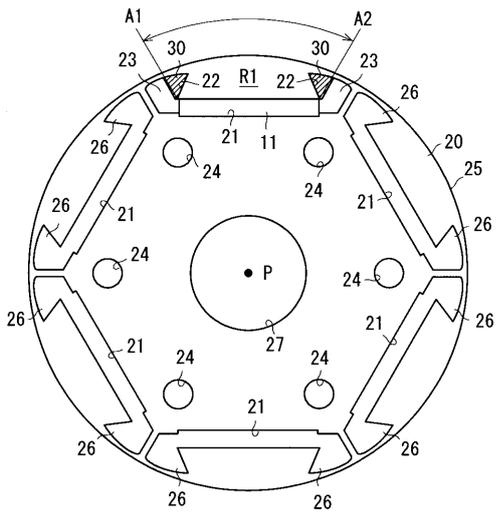
【 図 3 】



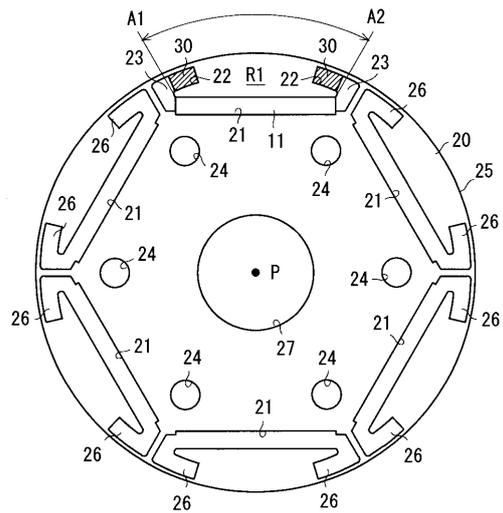
【 図 4 】



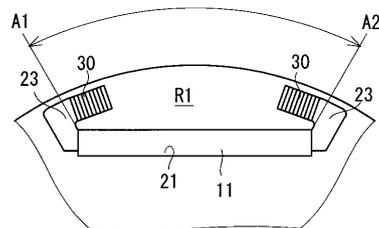
【 図 5 】



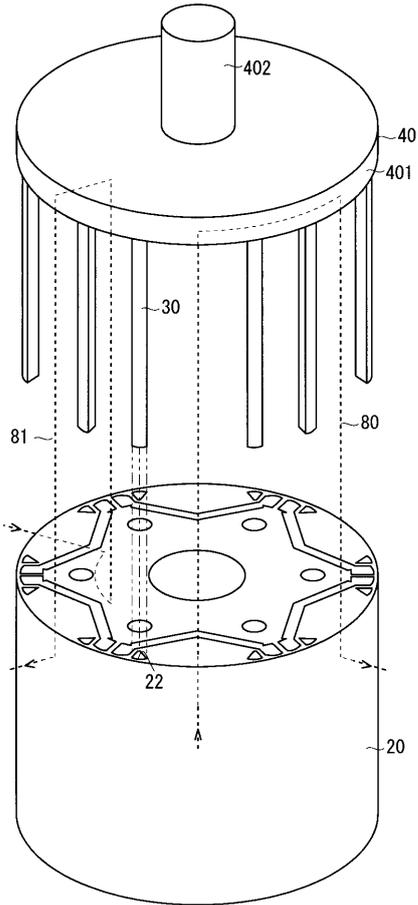
【 図 6 】



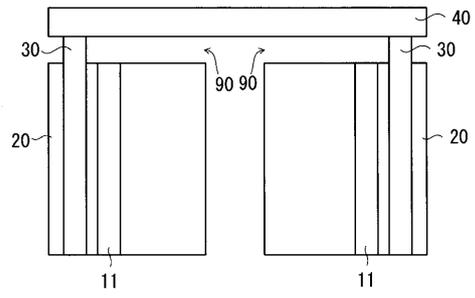
【 図 7 】



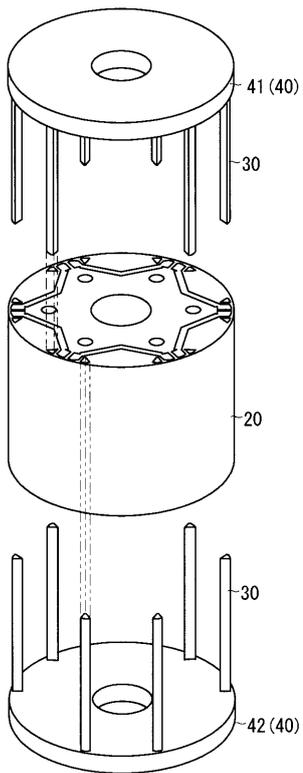
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

