

(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2008-220128
(P2008-220128A)

(43) 公開日 平成20年9月18日(2008.9.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 21/24 (2006.01)	H02K 21/24 M	3H076
H02K 1/14 (2006.01)	H02K 1/14 Z	5H601
H02K 1/27 (2006.01)	H02K 1/27 503	5H607
H02K 7/14 (2006.01)	H02K 7/14 B	5H621
F04B 35/04 (2006.01)	F04B 35/04	5H622

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-57400 (P2007-57400)
(22) 出願日 平成19年3月7日(2007.3.7)

(71) 出願人 00002853
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 100089233
弁理士 吉田 茂明

(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

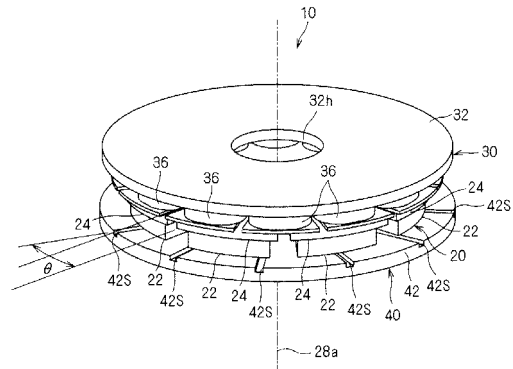
(72) 発明者 浅野 能成
滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アキシシャルギャップ型回転電機及び圧縮機

(57) 【要約】

【課題】 回転軸方向における回転子の一方側に巻線固定子を配設すると共に、他方側に非巻線固定子を配設したアキシシャルギャップ型回転電機において、コギングトルクをなるべく抑制すること。

【解決手段】 回転軸28a方向に沿って1つの回転子20の両側に巻線固定子30及び非巻線固定子40が配設されている。巻線固定子30側に溝部38Sが形成されると共に、非巻線固定子40には、非巻線固定子側凹部42Sが形成されている。非巻線固定子側凹部42Sは、巻線固定子側凹部としての溝部38Sを回転軸28aに沿って投影した位置から外れた位置に形成されている。



【選択図】 図2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸（28a）を中心として回転自在に配設され、前記回転軸方向における両面に前記回転軸周りに複数の磁極を呈する回転子（20、120）と、

前記回転軸方向における前記回転子の一方側にギャップを隔てて配設され、略円盤状の第1バックヨーク磁心（32、132）と、前記第1バックヨーク磁心の前記回転子側に前記回転軸周りに沿って配設された複数の固定子磁心（34）と、前記各固定子磁心のうち前記回転子に対向する面に回転磁界を発生させるコイル（36）とを有する巻線固定子（30、330）と、

前記回転軸方向における前記回転子の他方側にギャップを隔てて配設され、実質的に、略円盤状の第2バックヨーク磁心（42、242、342）のみ有する非巻線固定子（40、240、340）と、

を備え、

前記巻線固定子のうち前記回転子側の部分であって前記各固定子磁心間に、前記回転子に対して凹む巻線固定子側凹部（38S）が形成され、

前記非巻線固定子のうち前記回転子側の部分であって前記巻線固定子側凹部を前記回転軸に沿って投影した位置から外れた位置に、前記非巻線固定子の径方向に沿って延びる非巻線固定子側凹部（42S）が形成された、アキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 2】

請求項 1 記載のアキシアルギャップ型回転電機であって、

前記巻線固定子側凹部は、前記各固定子磁心（34）間の溝、又は、前記各固定子磁心の先端部に取付けられた幅広磁心（38）間の溝（38S）である、アキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 記載のアキシアルギャップ型回転電機であって、

前記各非巻線固定子側凹部（42S）と前記各巻線固定子側凹部（38S）とは、略同幅、略同間隔、同数設けられている、アキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載のアキシアルギャップ型回転電機であって、

前記各非巻線固定子側凹部（42S）の延在方向が前記回転軸を中心として前記各巻線固定子側凹部（38S）の延在方向に対してずれる角度が、 $(180 \div Nc)^\circ$ （但し、Nc は前記巻線固定子の前記各固定子磁心の数と前記回転子の片面側に現れる磁極数との最小公倍数）である、アキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載のアキシアルギャップ型回転電機であって、

前記回転子（120）は、前記回転軸周りに間隔を有して配設された永久磁石（122）を複数有しており、

前記各永久磁石間に、その各永久磁石とは磁氣的に独立する介在磁心（128）が介在する、アキシアルギャップ型回転電機。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれかに記載のアキシアルギャップ型回転電機を備えた圧縮機（80）。

【請求項 7】

請求項 6 記載の圧縮機であって、

前記アキシアルギャップ型回転電機の回転駆動を受けて圧縮動作を行う圧縮機構部（90）を備え、

前記非巻線固定子（40、340）は、前記回転子（20）に対して前記圧縮機構部側に設けられている、圧縮機。

【請求項 8】

請求項 7 記載の圧縮機であって、

10

20

30

40

50

前記回転子の回転軸部(28)の前記巻線固定子側端部は、前記巻線固定子を非貫通な位置に設けられており、前記各コイルのわたり配線部(37)は、前記コイルの回転軸側に設けられた、圧縮機。

【請求項9】

請求項7又は請求項8記載の圧縮機であって、

前記巻線固定子(330)の第1バックヨーク磁心(332)の内径(B1)は、前記非巻線固定子(340)の第2バックヨーク磁心(342)の内径(b2)よりも小さく

、前記巻線固定子の第1バックヨーク磁心の前記回転軸方向の厚み(c1)は、前記非巻線固定子の第2バックヨーク磁心の前記回転軸方向の厚み(c2)より小さい、圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、アキシアルギャップ型回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

アキシアルギャップ型モータは、固定子と回転子とが回転軸に沿ってギャップを隔てて設けられた構成とされている。このようなアキシアルギャップ型モータは、回転軸方向に薄型化しても、界磁用永久磁石の磁極面を広くすることができ、また、巻線の高占積率化も容易であり、大きさに比してトルクないし出力を大きくできる形態として、研究が進め

【0003】

しかしながら、アキシアルギャップ型モータでは、回転軸方向に沿って、固定子と回転子との間で吸引力が作用してしまうため、軸受損失が大きくなったり、軸受寿命が短くなってしまいう問題がある。

【0004】

なお、本発明に関連する従来技術として、特許文献1～3がある。

【0005】

特許文献1には、回転軸方向に沿って、コイルを有する固定子の両側に第1のヨーク及び第2のヨークを配設し、その第1のヨークに永久磁石を設けた構成が開示されている。

【0006】

また、特許文献2には、単相インダクションモータにおいて、回転軸方向に沿って、ロータの両側に第1のステータ及び第2のステータを設け、第1のステータに主巻線を設けると共に、第2のステータに補助巻線を設けた構成が開示されている。

【0007】

また、特許文献3には、ステータに、エアギャップを挟んでロータを対向配置し、ローラの反対側にエアギャップを挟んで補助ヨークを設けたアキシアルギャップ型回転電機が開示されている。

【0008】

【特許文献1】特開昭61-185040号公報

【特許文献2】特開平1-174248号公報

【特許文献3】特開2006-353078号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

アキシアルギャップ型モータにおいて、軸方向に作用する力を防止するためには、例えば、回転軸方向に沿って、1つの巻線固定子の両側に回転子を2つ設けるか、又は、同じく回転軸方向に沿って、1つの回転子の両側に2つの巻線固定子を設ける等して、複数箇所作用する吸引力をキャンセルするように相互作用させて、軸方向における全体吸引力を低減させるような構成が提案される。

10

20

30

40

50

【0010】

しかしながら、前者のように2つの回転子を2つ設ける構成では、軸受構成が複雑化する上、回転軸が長くなり、ねじり振動を生じ易いという問題がある。

【0011】

なお、特許文献1は、一方の回転子だけに永久磁石を設けた構成を開示しているが、2つの回転子を有する構成であるため、上記問題を解決することはできない。

【0012】

また、後者のように、2つの巻線固定子を設けた構成では、コイルを2つの巻線固定子に分けて設ける必要があるため、コイル数が2倍必要となり、組立工数増加及び各コイル間の結線によるデッドスペースが増大するという問題があった。

10

【0013】

ちなみに、特許文献2に開示の技術では、第1のステータに主巻線を設けると共に、第2のステータに補助巻線を設けている。しかしながら、単相インダクションモータでは、主巻線に流れる電流は、補助巻線に流れる電流よりも大きいため、それぞれによる磁気吸引力は十分にはキャンセルされない。つまり、特許文献2は、そもそも軸方向に作用する力を防止するための技術を開示しないし示唆するものではない。また、両方のステータに巻線を設けているため、結局は、上記2つの巻線固定子を設けた構成と同じと評価でき、上記問題の解決手段を提示するものではない。

【0014】

ここで、特許文献3には、ロータの一方側に、コイルを有するステータを、他方側に補助ヨークを配設している。このため、コイル数の増加を抑制しつつ、軸方向に作用する磁気吸引力をなるべくキャンセルすることができる。

20

【0015】

しかしながら、特許文献3では、補助ヨークの補助ヨークコアが、ステータの各ステータコアに対向する位置に形成されている。このため、ステータと補助ヨークとで、各コア間の各スリットがロータを挟んで対向する位置に形成されることになり、ロータが回転する際に比較的大きなコギングトルクが発生してしまう。

【0016】

そこで、本発明は、回転軸方向における回転子の一方側に巻線固定子を配設すると共に、他方側に非巻線固定子を配設したアキシアルギャップ型回転電機において、コギングトルクをなるべく抑制することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記課題を解決するため、このアキシアルギャップ型回転電機は、回転軸を中心として回転自在に配設され、前記回転軸方向における両面に前記回転軸周りに複数の磁極を呈する回転子と、前記回転軸方向における前記回転子の一方側にギャップを隔てて配設され、略円盤状の第1バックヨーク磁心と、前記第1バックヨーク磁心の前記回転子側に前記回転軸周りに沿って配設された複数の固定子磁心と、前記各固定子磁心のうち前記回転子に対向する面に回転磁界を発生させるコイルとを有する巻線固定子と、前記回転軸方向における前記回転子の他方側にギャップを隔てて配設され、実質的に、略円盤状の第2バックヨーク磁心のみに有する非巻線固定子と、を備え、前記巻線固定子のうち前記回転子側の部分であって前記各固定子磁心間に、前記回転子に対して凹む巻線固定子側凹部が形成され、前記非巻線固定子のうち前記回転子側の部分であって前記巻線固定子側凹部を前記回転軸に沿って投影した位置から外れた位置に、前記非巻線固定子の径方向に沿って延びる非巻線固定子側凹部が形成されたものである。

40

【0018】

この場合に、前記巻線固定子側凹部は、前記各固定子磁心間の溝、又は、前記各固定子磁心の先端部に取付けられた幅広磁心間の溝であってもよい。

【0019】

また、前記各非巻線固定子側凹部と前記各巻線固定子側凹部とは、略同幅、略同間隔、

50

同数設けられていてもよい。

【0020】

また、前記各非巻線固定子側凹部の延在方向が前記回転軸を中心として前記各巻線固定子側凹部の延在方向に対してずれる角度が、 $(180 \div Nc)^\circ$ （但し、 Nc は前記巻線固定子の前記各固定子磁心の数と前記回転子の片面側に現れる磁極数との最小公倍数）であってよい。

【0021】

また、前記回転子は、前記回転軸周りに間隔を有して配設された永久磁石を複数有しており、前記各永久磁石間に、その各永久磁石とは磁氣的に独立する介在磁心が介在するものであってもよい。

【0022】

また、上記課題を解決する圧縮機は、上記のいずれかのアキシアルギャップ型回転電機を備えたものである。

【0023】

この場合に、前記アキシアルギャップ型回転電機の回転駆動を受けて圧縮動作を行う圧縮機構部を備え、前記非巻線固定子は、前記回転子に対して前記圧縮機構部側に設けられていてもよい。

【0024】

また、前記回転子の回転軸部の前記巻線固定子側端部は、前記巻線固定子を非貫通な位置に設けられており、前記各コイルのわたり配線部は、前記コイルの回転軸側に設けられていてもよい。

【0025】

また、前記巻線固定子の第1バックヨーク磁心の内径は、前記非巻線固定子の第2バックヨーク磁心の内径よりも小さく、前記巻線固定子の第1バックヨーク磁心の前記回転軸方向の厚みは、前記非巻線固定子の第2バックヨーク磁心の前記回転軸方向の厚みより小さくてもよい。

【発明の効果】

【0026】

このアキシアルギャップ型回転電機によると、前記巻線固定子のうち前記回転子側の部分であって前記各固定子磁心間に、前記回転子に対して凹む巻線固定子側凹部が形成され、前記非巻線固定子のうち前記回転子側の部分であって前記巻線固定子側凹部を前記回転軸に沿って投影した位置から外れた位置に、前記非巻線固定子の径方向に沿って延びる非巻線固定子側凹部が形成されていると、回転軸方向における回転子の一方側に巻線固定子を配設すると共に、他方側に非巻線固定子を配設したアキシアルギャップ型回転電機において、巻線固定子側と非巻線固定子側とで磁気回路をなるべく同じにしつつ、コギングトルクをなるべく抑制することができる。

【0027】

また、前記各非巻線固定子側凹部と前記各巻線固定子側凹部とは、略同幅、略同間隔、同数設けられていると、巻線固定子側と非巻線固定子側とで磁気回路を同様にすることができる。

【0028】

また、上記アキシアルギャップ型回転電機では、回転子1回転あたり、前記巻線固定子の前記各固定子磁心の数と前記回転子の片面側に現れる磁極数との最小公倍数 Nc だけ、基本波形が現れる。そこで、前記非巻線固定子側凹部の延在方向が前記回転軸を中心として前記巻線固定子側凹部の延在方向に対してずれる角度を、 $(180 \div Nc)^\circ$ にすることで、巻線固定子側と非巻線固定子側とで、コギングトルクの基本波形を逆位相にすることができ、コギングトルクをより効果的に抑制することができる。

【0029】

また、各永久磁石間に、その各永久磁石とは磁氣的に独立する介在磁心が介在していると、その介在磁心を利用して、リラクタンストルクを併用できる。

10

20

30

40

50

【0030】

上記のいずれかのアキシアルギャップ型回転電機を備えた圧縮機によって、コギングトルクをなるべく抑制することができる。

【0031】

また、前記非巻線固定子は、前記回転子に対して前記圧縮機構部側に設けられていると、前記巻線固定子のコイルの結線やリード線の引出しを容易にすることができる。

【0032】

また、前記回転子の回転軸部の前記巻線固定子側端部は、前記巻線固定子を非貫通な位置に設けられており、前記各コイルのわたり配線部は、前記コイルの回転軸側に設けられていると、わたり線の短寸化、コンパクト化等を図ることができる。

10

【0033】

また、前記巻線固定子の第1バックヨーク磁心の内径は、前記非巻線固定子の第2バックヨーク磁心の内径よりも小さく、前記巻線固定子の第1バックヨーク磁心の前記回転軸方向の厚みは、前記非巻線固定子の第2バックヨーク磁心の前記回転軸方向の厚みより小さくすることで、両バックヨーク磁心の磁路断面積を同じようにすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

{第1実施形態}

以下、第1実施形態に係るアキシアルギャップ型回転電機について説明する。図1は第1実施形態に係るアキシアルギャップ型回転電機を示す分解斜視図であり、図2は同回転電機を示す斜視図であり、図3は同回転電機における巻線固定子側凹部と非巻線固定子側凹部との位置関係を示す図であり、図4は同回転電機を概念的に示す断面図である。

20

【0035】

このアキシアルギャップ型回転電機10は、1つの回転子20と、2つの固定子30, 40とを備えている。回転子20は略円盤状に形成されており、固定子30, 40も略円盤状に形成されている。2つの固定子30, 40は、回転子20の両面側に配設されている。これらの固定子30, 40のうちの一方は、コイル36を有する巻線固定子30であり、他方は巻線を有さない非巻線固定子40である。

【0036】

各部についてより詳細に説明する。

30

【0037】

回転子20は、回転軸部28(図4参照)を介して所定の回転軸28a周りに回転自在に配設されている。なお、回転軸28aは軸受29(図4参照)によって回転自在に支持されている。また、この回転子20は、前記回転軸28aにおける両面において前記回転軸28a周りに交互の磁極を呈する永久磁石22を、回転軸28a周りに複数有している。より具体的には、各永久磁石22は、回転軸28a周りのドーナツ板状部材を複数(ここでは8つ)に分割した形状、即ち、回転軸28a周りに延びる弧状かつ帯状の板形状に形成されており、それぞれの間に間隔をあけて配設されている。また、各永久磁石22は、回転軸28aに沿った方向、即ち、永久磁石22の厚み方向に着磁されており、回転軸28aの周囲で環状かつ交互の磁極を呈するように配設されている。

40

【0038】

また、各永久磁石22の一方面、つまり、巻線固定子30側の面だけに、それぞれ回転子磁心24が設けられている。各回転子磁心24は、各永久磁石22の形状に対応する弧状かつ帯状の板形状に形成されており、永久磁石22の一方面に重ね合せ状に配設されている。

【0039】

これにより、励磁された巻線固定子30の外部磁界によって回転子20に減磁界が作用した場合に、各回転子磁心24によって、各永久磁石22に作用する減磁界の影響を緩和し、もって、各永久磁石22が減磁するのを防止している。

【0040】

50

一方、非巻線固定子40は励磁されないので、非巻線固定子40からの減磁界を考慮する必要はないので、回転子20のうち非巻線固定子40側では、永久磁石22が直接露出している問題はない。このため、ここでは、各永久磁石22の他方面である非巻線固定子40側には、回転子磁心を設けていない。なお、非巻線固定子40側に回転子磁心を設けてもよく、この場合の回転子磁心は永久磁石22を保護する役割を有する。

【0041】

なお、上記回転子磁心24は、抵抗率が高い材質、例えば、圧粉鉄心で形成されていることが好ましい。これは次の理由による。つまり、次のような観点からして、各永久磁石22は、ネオジウム系の焼結の希土類磁石を用いると好適である。すなわち、ネオジウム系の希土類磁石は磁気エネルギー積が極めて高いため、アキシアルギャップ型回転電機をさらに小型化でき、銅損を減らすことにより高効率化を実現できるからである。ところが、このように各永久磁石22がネオジウム系の焼結の希土類磁石等、抵抗率が小さい材質で形成され、しかも、回転子磁心24も抵抗率が小さい材質で形成されていると、これら永久磁石22や回転子磁心24で生じた渦電流の減少効果はあまり期待できない。そこで、回転子磁心24を高抵抗率の材料で形成することで、回転子磁心24で生じた渦電流の減少効果を期待できる。特に、例えば、PWMインバータ駆動によって巻線固定子30が発生させるキャリア高周波数成分の磁束は、永久磁石22まで作用し難く、その磁束による渦電流は表皮効果によって回転子磁心24の表面近傍で発生し易い。そこで、回転子磁心24を高抵抗率の材料で形成することで、そのような高周波数成分の渦電流を有効に減少させることができる。永久磁石の渦電流損の低減は、鉄損の低減に加え、永久磁石の発熱による熱減磁を防止できるという効果を有する。さらに、特に、巻線固定子40の巻線方式が集中巻である場合や、巻線に流れる電流が大きい場合には、巻線に流れる電流が直接永久磁石22に作用せず、回転子磁心24を介して、場合によっては、永久磁石22ではなく、隣設する回転子磁心24に短絡して流れることにより、永久磁石22に作用する減磁界を低減する効果も有する。これは、磁石材質によらず得られる効果であるが、フェライト系の磁石や、希土類系であってもボンド磁石のように保磁力が比較的小さい材質の場合に特に効果を有する。

【0042】

なお、これらの各永久磁石22及び各回転子磁心24は、非磁性体によって形成されるホルダ26によって上記配設形態で保持されると共に、回転軸部28に固定されている(図4参照)。図1及び図2ではホルダ26及び回転軸部28の図示を省略している。ネオジウム系の希土類磁石は磁気エネルギー積が高いため、磁極の境界では大きな磁束密度の変化が発生し、コギングトルクが大きくなる傾向にある。特に焼結品であれば、形状の自由度が比較的小さいため、磁石形状のみでのコギング対策には限界がある。

【0043】

2つの固定子30, 40は、回転軸28a方向における回転子20の両側に、当該回転子20に対してギャップ(ここでは僅かなギャップ)を隔てて対向するように配設されている。各固定子30, 40は、図示省略のケーシング等に固定されている。

【0044】

一方の巻線固定子30は、第1バックヨーク磁心32と、複数の固定子磁心34と、複数のコイル36とを有している。

【0045】

第1バックヨーク磁心32は、磁性体によって構成されており、略中央部に孔部32hが形成された略円盤板状に形成されている。孔部32hは、後述のように回転軸部28の端部が、巻線固定子の非貫通な位置に設けられている場合は必須ではない。第1バックヨーク磁心32は、圧粉鉄心、積層鋼板等のいずれで形成されていてもよい。この第1バックヨーク磁心32は、固定子磁心34を、上記回転子20とは反対側で支持している。

【0046】

各固定子磁心34は、第1バックヨーク磁心32の回転子20側の面に、回転軸28a周りの周方向に沿って間隔をあけて環状に配設されている。各固定子磁心34は、回転軸

10

20

30

40

50

28aと略直交する平面において、2等辺三角形の各頂点を丸めた形状を有する板状に形成されており、回転軸28aから外方向に向けて順次幅広になる姿勢で配設されている。この固定子磁心34は、圧粉鉄心、積層鋼板等のいずれで形成されていてもよい。なお、互いに周方向に隣接する各固定子磁心34間は、略等間隔である。

【0047】

各コイル36は、各固定子磁心34のうち回転子20に対向する面に回転磁界を発生させるものであり、ここでは、上記各固定子磁心34に巻回されている。なお、各コイル36同士を結線するわたり配線部37は、第1バックヨーク磁心32の略中央部であって回転子20側の部分に設けられている。また、このわたり配線部37からの外部配線37aは、孔部32h等を通して外部に引き出されている。回転軸部28は、非巻線固定子40の軸挿通孔部42hに挿通されて、回転子20を回転自在に支持しており、巻線固定子30に達しない程度の長さで形成されているため、第1バックヨーク磁心32の略中央部であって回転子20側の部分に結線用の空間を設けることができる。なお、各コイル36の巻線形態は、必ずしも上記のような集中巻形態である必要はなく、分布巻等の形態であっても構わない。

10

【0048】

なお、各コイル36同士を結線するわたり配線部37は、各固定子磁心34及びコイル36の外周側に設けられてもよく、このわたり配線部37からの外部配線37aも、第1バックヨーク磁心32の外側または、第1バックヨーク磁心32の外側に設けられた切り欠き等を通して外部に引き出されてもよい。

20

【0049】

また、この巻線固定子30では、各固定子磁心34の回転子20側の面に幅広磁心38がそれぞれ設けられている。各幅広磁心38は、回転軸28aと略直交する平面において、固定子磁心34よりも大きい（ここでは一回り大きな）広がりをもつ板状部材（ここでは略扇状の板状部材）に形成されており、本巻線固定子30と回転子20との対向面積を増す機能を果たす。

【0050】

また、各幅広磁心38間には、回転軸28aを中心とする円の径方向に沿って延びる等幅の溝部38Sが形成されている。この各溝部38Sは、固定子磁心34と同数（ここでは12個）設けられており、回転軸28a周りに沿って略等間隔で設けられている。この各溝部38Sは各幅広磁心38を磁氣的に分離する役割を有している。ここでは、これらの各溝部38Sが、巻線固定子30のうち回転子20側の部分であって各固定子磁心34間に形成され、回転子20に対して凹む巻線固定子側凹部として機能する。

30

【0051】

また、各幅広磁心38は、巻線固定子30の内周側と外周側で連結部38aにより連結されており、全ての幅広磁心38を一体物として取扱えるようになっている。もっとも、連結部38aは、各幅広磁心38間で容易に磁気飽和するように、薄肉に仕上げる等、十分に断面積が小さくなるように形成されており、各幅広磁心38は、実質的には、磁氣的に独立している。

【0052】

この幅広磁心38によって、回転子20と巻線固定子30との間で、磁束密度の向上を図ることができる。また、回転子20に対する巻線固定子30の平面度を高めることで、回転子20と巻線固定子30との間の実質的なギャップ長をより小さくできる。

40

【0053】

なお、連結部38aは必須ではなく、また、各幅広磁心38も必ずしも必要とはしない。

【0054】

非巻線固定子40は、実質的に、略円盤状の第2バックヨーク磁心42のみ有している。ここで、非巻線固定子40が、実質的に、第2バックヨーク磁心42のみ有しているとは、コイル等の電氣的な磁界発生に係る要素を持たないことを意味している。

50

【 0 0 5 5 】

第2バックヨーク磁心42は、略円板状に形成され、その略中央部に回転軸部28を挿通可能な軸挿通孔部42hが形成されている。第2バックヨーク磁心42は、圧粉鉄心、積層鋼板等のいずれで形成されていてもよい。なお、軸受が、軸挿通孔部42hにまで伸びていてもよく、軸挿通孔部42hにて軸受を保持しても良い。

【 0 0 5 6 】

また、この非巻線固定子40には、その回転子20側の部分であって上記巻線固定子側凹部としての溝部38Sを回転軸28aに沿って投影した位置から外れた位置に、非巻線固定子側凹部42Sが形成されている。

【 0 0 5 7 】

より具体的には、第2バックヨーク磁心42のうち回転子20側の面に、回転軸28aを中心とする円の径方向に沿って延びる非巻線固定子側凹部42Sが複数形成されている。各非巻線固定子側凹部42Sは、上記溝部38Sと略同幅であり、また、上記溝部38Sと同数(ここでは12個)設けられており、さらに、上記溝部38Sと略同間隔(ここでは、回転軸28a周りに30度間隔)で配設されている。これにより、回転子20の両側で同様の磁気回路を形成できるようになっている。

【 0 0 5 8 】

また、溝部38Sを回転軸28aに沿って投影した位置から外れた位置に各非巻線固定子側凹部42Sが配設される具体的態様は次のようになっている。すなわち、各非巻線固定子側凹部42Sの延在方向が、回転軸28aを中心として各溝部38Sの延在方向に対して所定角度ずれている。

【 0 0 5 9 】

そのずれ角度の好ましい値は、 $(180 \div N_c)^\circ$ (但し、 N_c は巻線固定子30の各固定子磁心34の数と回転子20の片面側に現れる磁極数との最小公倍数)である。このようなずれ角度が好ましい理由は次の通りである。すなわち、本実施形態に係る回転電機10では、回転子20が1回回転するあたり、巻線固定子30の各固定子磁心34の数(ここでは12個)と、回転子20の片面に現れる磁極数(ここでは8個)の最小公倍数 N_c だけ、コギングトルクの基本波形が現れる。そこで、上記のようにずれ角度を $(360 / N_c) / 2)^\circ$ つまり、 $(180 \div N_c)^\circ$ とすることで、巻線固定子30側の溝部38Sによるコギングトルクの基本波形と、非巻線固定子側凹部42S側の非巻線固定子側凹部42Sによるコギングトルクの基本波形とを逆位相にすることができ、全体として見た場合のコギングトルクを効果的に抑制することができる。ここでは、 N_c は、8と12の最小公倍数である24であるから、ずれ角度を $(180 \div N_c) = 7.5^\circ$ とすることで、それぞれのコギングトルクの基本波形を逆位相にすることができる。

【 0 0 6 0 】

このアキシシャルギャップ型回転電機10は、例えば、3相のインバータにより駆動される。一般に3相インバータにより駆動される3相の回転電機は、電気角1周期につき相数の2倍、すなわち、 $3 \times 2 = 6$ のトルク脈動を発生する。即ち1回転では、極対数4に6をかけた24のトルク脈動となる。従って、ずれ角度を $(360 / 24) / 2 = 7.5^\circ$ とすることで、トルク波形も逆位相にしてトルク脈動を低減することができる。

【 0 0 6 1 】

このように構成されたアキシシャルギャップ型回転電機10は、回転軸28a方向に沿って1つの回転子20の両側に2つの固定子30, 40を設けた構成であるため、従来のように、回転子を2つ設けた構成と比べて、軸受構成の簡易化、及び、回転軸部の短尺化を図ることができ、また、回転軸部のねじり振動を防止できる。

【 0 0 6 2 】

また、かかる構成を前提として、回転軸28a方向における回転子20の両側に、巻線固定子30及び非巻線固定子40が配設されており、巻線固定子30及び非巻線固定子40は、回転子20を介して共通の磁気回路を形成しているため、回転子20の両側のギャップを通過する磁束量はほぼ同じとなる。これにより、両ギャップで働く磁気吸引力がな

10

20

30

40

50

るべくキャンセルされ、回転子 20 及び回転軸部 28 に作用するスラスト力を小さくすることができる。これにより、軸受損失を低減し、また、軸受寿命を延すこともできる。

【0063】

また、2つの固定子 30, 40のうち、一方の巻線固定子 30だけがコイル 36を有し、非巻線固定子 40は、実施的に、第2バックヨーク磁心 42のみを有しているため、固定子を2個としても、コイル数の増加を抑制することもできる。これにより、工程の短縮、結線の簡素化、コイルとコアとの間の絶縁の総量を低減すること等が可能となる。

【0064】

また、巻線固定子 30側に溝部 38Sが形成されると共に、非巻線固定子 40には、非巻線固定子側凹部 42Sが形成されているため、巻線固定子 30側と非巻線固定子 40側とで磁気回路をなるべく同じにすることができる。しかも、非巻線固定子側凹部 42Sは、その回転子 20側の部分であって上記巻線固定子側凹部としての溝部 38Sを回転軸 28aに沿って投影した位置から外れた位置に形成されているため、巻線固定子 30側と非巻線固定子 40側とでコギングトルクの発生タイミングをずらして、コギングトルクをなるべく抑制することができる。つまり、巻線固定子 30側と非巻線固定子 40側とで磁気回路をなるべく同じにしつつ、コギングトルクをなるべく抑制することができる。

【0065】

しかも、溝部 38Sと非巻線固定子側凹部 42Sとが、略同幅、略同間隔、同数設けられているため、巻線固定子 30側と非巻線固定子 40側とで磁気回路をより同じにすることができる。また、各非巻線固定子側凹部 42Sの延在方向が、回転軸 28aを中心として各溝部 38Sの延在方向に対して所定角度ずれており、そのずれ角度が $(180 \div Nc)^\circ$ であるため、巻線固定子 30側の溝部 38Sによるコギングトルクの基本波形と、非巻線固定子側凹部 42S側の非巻線固定子側凹部 42Sによるコギングトルクの基本波形とを逆位相にすることができる。これにより、コギングトルクをより効果的に抑制することができる。なお、非巻線固定子側凹部 42Sの深さは、第二バックヨーク磁心の磁束を妨げない程度の深さ、溝部 38Sに比べて十分に浅くなる。

【0066】

本アキシアルギャップ型回転電機の基本的構成は上記の通りである。以下では、上記構成を前提にして、変形例、好ましい具体的構成等について説明する。

【0067】

上記実施形態では、幅広磁心 38がある例で説明したが、幅広磁心 38を省略してもよい。この場合、上記各非巻線固定子側凹部 42Sは、各固定子磁心 34間の溝を回転軸 28aに沿って投影した位置から外れた位置に形成すればよい。また、各非巻線固定子側凹部 42Sを、各固定子磁心 34間の溝と略同幅、略同間隔及び同数設けるとよい。さらに、各非巻線固定子側凹部 42Sの延在方向を、各固定子磁心 34間の溝の延在方向を基準にして上記角度ずらすとよい。

【0068】

つまり、上記幅広磁心 38間の溝部 38Sや、幅広磁心 38を省略した場合の各固定子磁心 34間の溝等、巻線固定子 30のうち回転子 20側の部分であって各固定子磁心 34間で回転子 20に対して凹む巻線固定子側凹部を基準として、非巻線固定子側凹部 42Sの位置や形状、大きさ、個数等を設定すればよい。

【0069】

図5は回転子に介在磁心を設けた例を示す図である。

【0070】

すなわち、この回転子 120は、回転軸 28a周りに間隔を有して配設された永久磁石 122を複数(ここでは4つ)有している。また、各永久磁石 122の巻線固定子 30側の面には回転子磁心 124が設けられている。なお、永久磁石 122及び回転子磁心 124は、回転軸 28a周りの方向に沿った寸法が異なる点を除いて、上記永久磁石 22及び回転子磁心 24と同様構成である。また、回転子 120は、各永久磁石 122間に、各永久磁石 122とは磁氣的に独立する介在磁心 128を有している。この介在磁心 128は

10

20

30

40

50

、巻線固定子 30 及び非巻線固定子 40 の双方に面している。つまり、各永久磁石 122 と介在磁心 128 とは、回転軸 28 a 周りで環状かつ交互に配置されている。これらの各永久磁石 122 と介在磁心 128 とは、非磁性体によって形成されたホルダ 126 によって磁氣的に独立した状態で保持されている。上記介在磁心 128 としては、例えば、圧粉鉄心のように、等方性の軟磁性材料を用いることが好ましい。なお、図 5 では理解を容易にするため、ホルダ 126 を部分的に切り欠いている。

【0071】

上記介在磁心 128 を設けることで、永久磁石 122 の中心を示す d 軸のインダクタンス L_d よりも、極間を示す q 軸のインダクタンス L_q を大きくすることができ、逆突極性 ($L_q > L_d$) を示す。このため、電流位相を q 軸に対して適当な進み角をもって制御することで、いわゆるマグネットトルクに対して、いわゆるリラクタンストルクを更に加えて、トルクやエネルギー効率を高めることができる。

10

【0072】

回転軸 28 a 方向において回転子 20 の両側のギャップ長について説明する。両側のギャップ長については、機械加工上可能な最小の寸法を採用して、両ギャップ長を略同一とすることで、磁気抵抗を当該両ギャップでの磁気抵抗を最小とすることができる。これにより、動作点磁束密度を向上させ、永久磁石 22 のエネルギーを有効に利用することができる。しかしながら、非巻線固定子 40 は、実質的に第 2 バックヨーク磁心 42 のみ有する構成であるため、巻線固定子 30 と比べると、加工精度や組立精度上、少ない誤差で最終的に仕上げられる。従って、実際には、非巻線固定子 40 と回転子 20 との間のギャップ長を、巻線固定子 30 と回転子 20 との間のギャップ長よりも小さくすることができ、そのような構成であっても構わない。

20

【0073】

もっとも、巻線固定子 30 では、各固定子磁心 34 間の磁束漏洩防止のため、幅広磁心 38 間にスリットが形成されている。このため、巻線固定子 30 が回転子 20 と対向する面積は、非巻線固定子 40 が回転子 20 と対向する面積よりも小さくなっている。

【0074】

このため、各ギャップでのパーミアンスを考慮すると、巻線固定子 30 側のギャップ長を、非巻線固定子 40 側のギャップ長よりも小さくするのが好ましいことになる。

【0075】

また、両ギャップでの磁気吸引力に着目しても、両ギャップ長が同一であれば、上記対向面積の相違により、巻線固定子 30 と回転子 20 との間に作用する磁気吸引力は、非巻線固定子 40 と回転子との間に作用する磁気吸引力よりも小さくなる傾向にある。このため、両ギャップでの磁気吸引力をなるべく同じにするためには、上記と同様に、巻線固定子 30 側のギャップ長を、非巻線固定子 40 側のギャップ長よりも小さくするのが好ましいことになる。

30

【0076】

これらの理由により、両ギャップでの磁気吸引力をなるべくキャンセルして、回転子 20 及び回転軸部 28 のスラスト力を低減するためには、巻線固定子 30 側のギャップ長を、非巻線固定子 40 側のギャップ長よりも小さくすることがより好ましいということになる。

40

【0077】

なお、回転電機 10 は、電動機（モータ）としてだけではなく、発電機としても適用し得る。

【0078】

{ 第 2 実施形態 }

以下、第 2 実施形態に係る圧縮機について説明する。図 6 は、上記アキシシャルギャップ型回転電機としてのモータを適用した圧縮機を示す断面図である。

【0079】

この圧縮機 80 は、いわゆる高圧ドーム型の圧縮機であり、ケーシングとしての略筒状

50

の密閉容器 8 2 内に、回転電機 1 0 及び圧縮機構部 9 0 を備えている。密閉容器 8 2 の下部には、油溜部 8 3 が設けられている。

【 0 0 8 0 】

圧縮機構部 9 0 は、吸入管 9 1 から供給された冷媒を、上記回転電機 1 0 の駆動を受けて圧縮動作を行い、圧縮した高圧冷媒を吐出管 9 2 から吐出する。

【 0 0 8 1 】

回転電機 1 0 は、上記第 1 実施形態で、図 1 ~ 図 4 を参照して説明したものと同様構成である。この回転電機 1 0 は、回転軸部 2 8 (シャフト) を介して圧縮機構部 9 0 を駆動する。なお、第 1 パックヨーク磁心 3 2 は、外周部において、密閉容器 8 2 内側に溶接等により固定される。また、第 2 パックヨークも同様に、外周部において、密閉容器 8 2 内側

10

【 0 0 8 2 】

この回転電機 1 0 は、上記密閉容器 8 2 内で高圧の冷媒ガスが満たされる高圧領域 H、ここでは、圧縮機構部 9 0 の上側に設けられている。つまり、この圧縮機 8 0 は、縦置き

【 0 0 8 3 】

回転電機 1 0 の設置構成について説明する。この回転電機 1 0 は、回転軸部 2 8 を、密閉容器 8 2 の中心軸に沿わせた姿勢で配設されている。また、巻線固定子 3 0 は、回転子 2 0 に対して圧縮機構部 9 0 よりも遠い側に配設され、非巻線固定子 4 0 は、回転子 2 0 に対して圧縮機構部 9 0 に近い側に配設されている。

20

【 0 0 8 4 】

また、回転子 2 0 に連結された回転軸部 2 8 は、非巻線固定子 4 0 を貫通して圧縮機構部 9 0 に連結されている。そして、回転子 2 0 の回転運動を、回転軸部 2 8 を介して圧縮機構部 9 0 に伝達する。なお、回転軸部 2 8 は、巻線固定子 3 0 を貫通しておらず、つまり、回転軸部 2 8 及び回転子 2 0 は、実質的に、圧縮機構部 9 0 側だけで保持される片側支持構造とされている。第 1 実施形態で説明したように、回転軸部 2 8 の短尺化が図られているため、このように片側支持構造としても、回転軸部 2 8 の傾斜等による影響は小さい。

【 0 0 8 5 】

また、この圧縮機 8 0 では、回転軸部 2 8 の端部は、巻線固定子 3 0 を非貫通な位置、つまり、巻線固定子 3 0 よりも回転子 2 0 側にあるため、巻線固定子 3 0 のうち、各コイル 3 6 の中央よりの部分に、配線用のスペースを確保できる。そこで、各コイル 3 6 同士を結線するわたり配線部 3 7 を、固定子磁心 3 4 の内側に設けている。また、わたり配線部 3 7 からの外部配線 3 7 a は、巻線固定子 3 0 の略中央の孔部 3 2 h 等を通して外部に引出されている (図 4 も参照) 。なお、上記孔部 3 2 h は、冷媒や冷凍機油の通路としても使用される。もちろん、第 1 パックヨーク磁心 3 2 及び第 2 パックヨーク磁心 4 2 の内周部や外周部 (回転子 2 0 と対向しない部分) に、冷媒や冷凍機油を通すための孔を任意に設けることができる。

30

【 0 0 8 6 】

このように構成された圧縮機 8 0 では、上記第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 8 7 】

しかも、回転子 2 0 の回転軸部 2 8 は、実質的に、圧縮機構部 9 0 だけで支持されており、非巻線固定子 4 0 は、回転子 2 0 に対して圧縮機構部 9 0 側に設けられているため、回転子 2 0 をより短尺化することができる。

40

【 0 0 8 8 】

さらに、わたり配線部 3 7 を、固定子磁心 3 4 の内側に設けているので、わたり線の短尺化、及び、回転電機 1 0 のコンパクト化を図ることができる。また、外部への配線を、巻線固定子 3 0 から集中して引出すことができるので、配線作業の容易化、及び、外部配線のコンパクト化を図ることができる。

50

【0089】

本圧縮機の基本的構成は上記の通りである。以下では、上記構成を前提にして、好ましい変形例について説明する。なお、以下の説明では、上記したものと同様要素については同一符号を付してその説明を省略する。

【0090】

図7は非巻線固定子の変形例を示す図である。この変形例に係る非巻線固定子240(上記非巻線固定子40に対応する)は、積層鋼板部242aと圧粉鉄心リング部242bとを有する第2バックヨーク磁心242(上記第2バックヨーク磁心42に対応する)とを備えている。

【0091】

積層鋼板部242aは、十分に強度のある鋼板を回転軸28a方向に積層した積層鋼板により形成されている。また、積層鋼板部242aは、第2バックヨーク磁心42と同様の外周形状を有する略円板状に形成されると共に、回転子20の各永久磁石22と対向する環状部分に環状凹部242ahが形成されている。

【0092】

圧粉鉄心リング部242bは、圧粉鉄心により形成されており、環状凹部242ahに嵌め込み可能なリング状に形成されている。この圧粉鉄心リング部242bは、環状凹部242ahに、焼きばめや溶接等により嵌め込んで固定されている。

【0093】

この変形例では、積層鋼板部242aによって、非巻線固定子240を密閉容器82内に固定保持するために必要な強度を得ることができる。一方、積層鋼板が回転子20に対向していると、回転子20との磁束のやりとりの際に、積層間の隙間や絶縁皮膜によって磁気抵抗が大きくなってしまふ。そこで、上記のように、圧粉鉄心リング部242bを用いることで、磁気抵抗の増加を防止している。

【0094】

図8は圧縮機の変形例を示す断面図である。ここでは、巻線固定子330(巻線固定子30に対応する)の第1バックヨーク磁心332(第1バックヨーク磁心32に対応する)孔332hの内径b1を、非巻線固定子340(非巻線固定子40に対応する)の第2バックヨーク磁心342(第2バックヨーク磁心42に対応する)の内径b2よりも小さくしている。また、巻線固定子330の第1バックヨーク磁心332の厚み寸法c1を、非巻線固定子340の第2バックヨーク磁心342の厚み寸法c2よりも小さくしている。

【0095】

つまり、非巻線固定子340は、コイルを有していないため、形状に対する制約が少ないので、上記のように軸挿通孔部342hの内径を大きくすることができる。例えば、回転軸部28との接触防止の隙間を設けたり、冷媒の通路としたり、また、軸受を軸挿通孔742hにまで伸すことで回転子20の傾きをより低減することも可能である。このように軸挿通孔部342hの内径を大きくすると、第2バックヨーク磁心342での磁路断面積が減少してしまう。そこで、第2バックヨーク磁心342の厚みを比較的大きく、つまり、第1バックヨーク磁心332の厚みよりも大きくするようにすればよい。これにより、第1バックヨーク磁心332を必要以上に厚くして使用材料を増加させることなく、両バックヨーク磁心332, 342で磁路断面積を同じようにすることができる。なお、非巻線固定子340の軸挿通孔部342hの内径を大きくすることは、負荷(圧縮機構部)と回転子を繋ぐのに必要な太い回転軸部28を挿通する必要性があることから必然的に要求されることとなる。また、非巻線固定子340の第2バックヨーク磁心342は、径方向に積層、例えば巻回した電磁鋼板を用いても良い。その場合、巻回数を減らすためにも、上記寸法b1を寸法b2よりも小さくし、寸法c1を寸法c2よりも小さくする構成は望ましい。

【図面の簡単な説明】

【0096】

10

20

30

40

50

【図 1】第 1 実施形態に係るアキシアルギャップ型回転電機を示す分解斜視図である。

【図 2】同上の回転電機を示す斜視図である。

【図 3】同上の回転電機における巻線固定子側凹部と非巻線固定子側凹部との位置関係を示す図である。

【図 4】同上の回転電機を概念的に示す断面図である。

【図 5】回転子に介在磁心を設けた例を示す図である。

【図 6】第 2 実施形態に係る圧縮機を示す断面図である。

【図 7】非巻線固定子の変形例を示す図である。

【図 8】圧縮機の変形例を示す断面図である。

【符号の説明】

【0097】

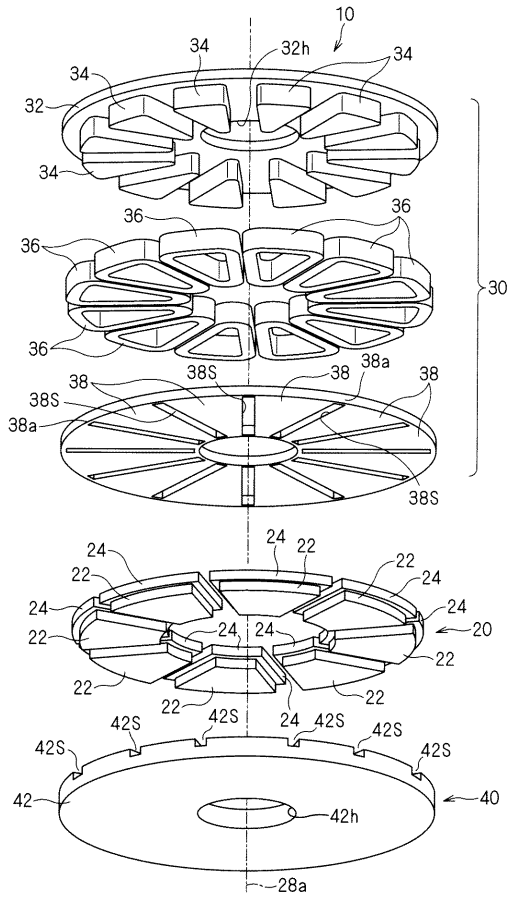
- | | | |
|------------|----------------|----|
| 10 | アキシアルギャップ型回転電機 | |
| 20、120 | 回転子 | |
| 22、122 | 永久磁石 | |
| 24、124 | 回転子磁心 | |
| 28a | 回転軸 | |
| 30、330 | 巻線固定子 | |
| 32、332 | 第 1 バックヨーク磁心 | |
| 34 | 固定子磁心 | |
| 36 | コイル | 20 |
| 37 | 配線部 | |
| 37a | 外部配線 | |
| 38 | 幅広磁心 | |
| 38a | 連結部 | |
| 38S | 溝部 | |
| 40、240、340 | 非巻線固定子 | |
| 42、242、342 | 第 2 バックヨーク磁心 | |
| 42S | 非巻線固定子側凹部 | |
| 80 | 圧縮機 | |
| 90 | 圧縮機構部 | 30 |
| 128 | 介在磁心 | |

10

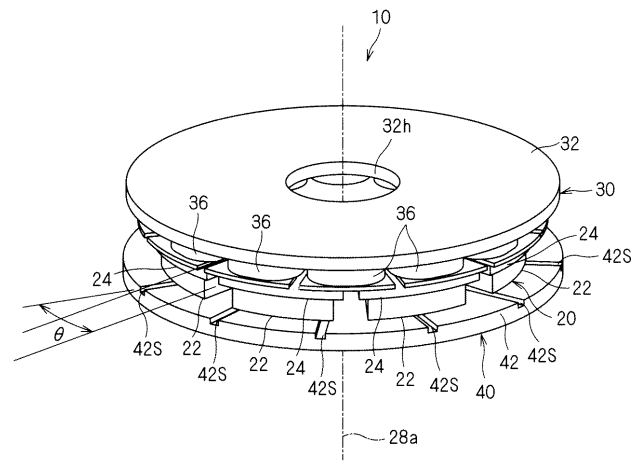
20

30

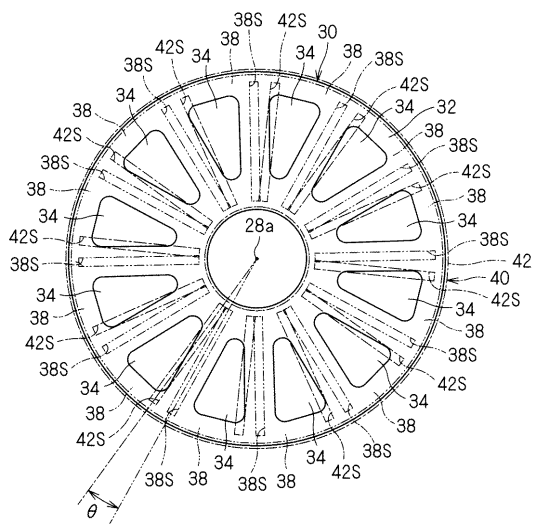
【 図 1 】



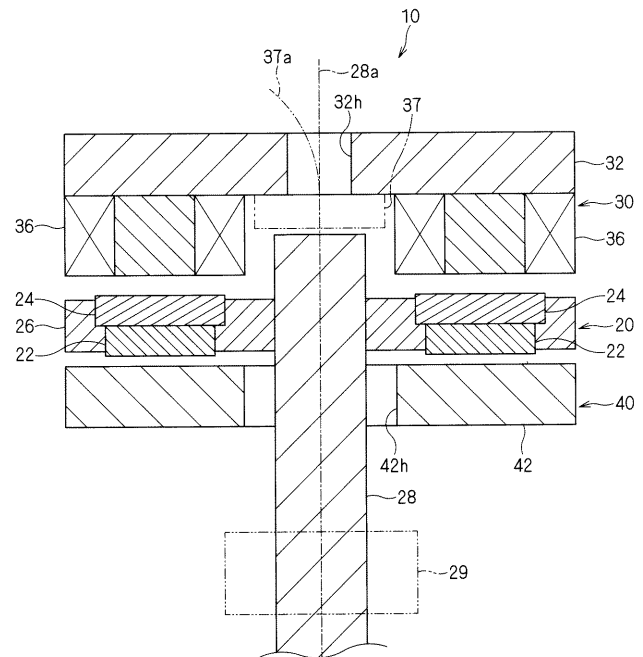
【 図 2 】



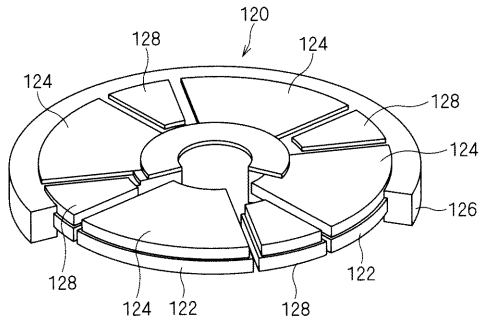
【 図 3 】



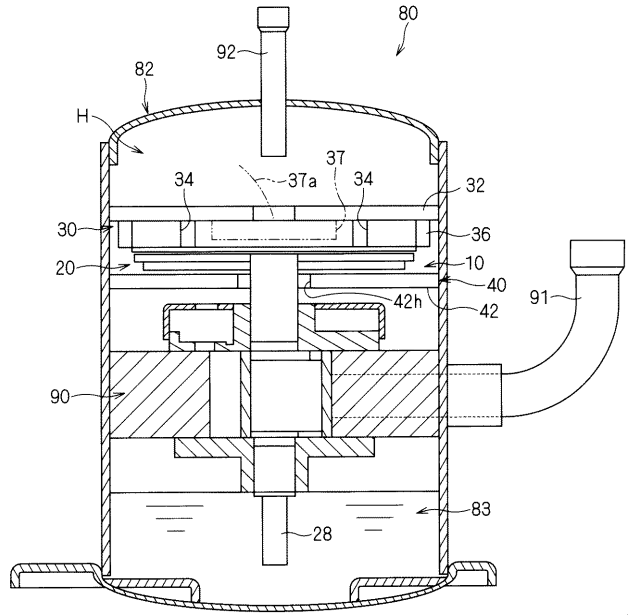
【 図 4 】



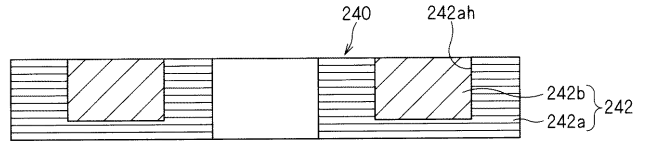
【 図 5 】



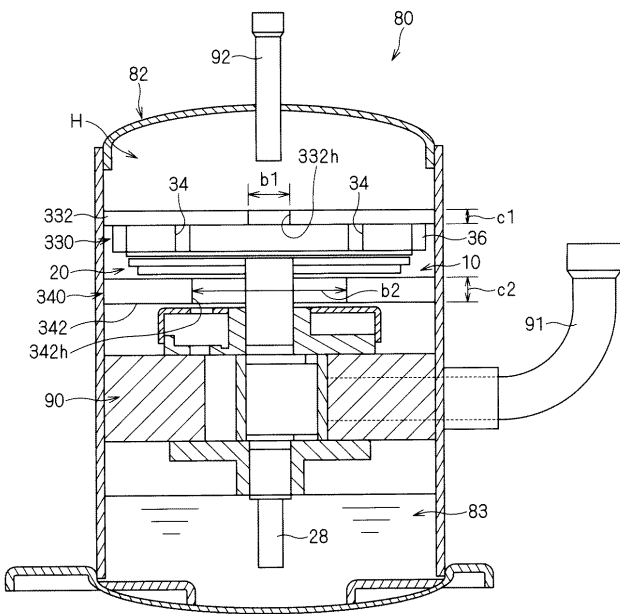
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 中増 伸

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72)発明者 木藤 敦之

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 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) 3H076 AA16 BB43 CC07

5H601 AA06 AA22 AA24 BB11 CC01 CC15 DD09 DD12 DD18 DD22

DD41 DD47 EE18 EE30 GA02 GA32 GA50 GB12 GB20 GB22

GB26 GB33 GB48 GD09 HH02 JJ07 KK11

5H607 AA04 BB01 BB07 BB13 BB25 CC01 CC05 CC09 DD01 DD03

DD15 FF07 GG01

5H621 AA02 BB07 GA04 GA13 GB10 HH01 JK05 JK07 JK13

5H622 AA02 CA02 CA06 CA10 CB01 CB04 CB05 PP03