

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7317267号
(P7317267)

(45)発行日 令和5年7月28日(2023.7.28)

(24)登録日 令和5年7月20日(2023.7.20)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 16/02 (2006.01) H 0 2 K 16/02
F 1 6 H 49/00 (2006.01) F 1 6 H 49/00 A

請求項の数 14 (全13頁)

(21)出願番号	特願2023-525479(P2023-525479)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和4年4月14日(2022.4.14)	(74)代理人	110002941 弁理士法人ばるも特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/017773	(72)発明者	佐保 康平 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	令和5年4月26日(2023.4.26)	(72)発明者	田宮 洋一 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
早期審査対象出願		(72)発明者	笹井 拓真 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
		審査官	津久井 道夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内側円筒部、中間円筒部および前記内側円筒部と相対的に回転する外側円筒部が回転軸を中心に同心円状に配置された回転装置であって、

前記中間円筒部は、スペーサと磁極片とが周方向に交互に配置された複数の環状部と、複数の前記環状部を軸方向に連結する1つまたは複数の補強リングとを備えており、前記補強リングの径方向の幅は前記環状部の径方向の幅よりも大きいことを特徴とする回転装置。

【請求項2】

前記中間円筒部は、軸方向両端に前記回転軸と軸受を介して接続された端板を備えたことを特徴とする請求項1に記載の回転装置。

【請求項3】

前記内側円筒部は、円筒形状の内側円筒コアと、前記内側円筒コアの外周面に周方向に並んで配置された複数の内側円筒磁石とを有することを特徴とする請求項1に記載の回転装置。

【請求項4】

複数の前記内側円筒磁石は、軸方向に複数に分割されていることを特徴とする請求項3に記載の回転装置。

【請求項5】

前記補強リングの内径側端部が、前記内側円筒磁石の外径側端部よりも内径側に位置す

ることを特徴とする請求項 4 に記載の回転装置。

【請求項 6】

前記補強リングの内径側端部が、前記内側円筒コアの外径側端部よりも内径側に位置することを特徴とする請求項 4 に記載の回転装置。

【請求項 7】

前記補強リングの軸方向の厚さは、前記内側円筒磁石と軸方向に対向する位置において最も小さいことを特徴とする請求項 5 に記載の回転装置。

【請求項 8】

前記補強リングの軸方向の厚さは、前記内側円筒磁石と軸方向に対向する位置において最も小さいことを特徴とする請求項 6 に記載の回転装置。

10

【請求項 9】

前記中間円筒部は、前記補強リングを 2 つ以上備え、軸方向の端部側に位置する前記環状部の軸方向の幅は、軸方向の中央側に位置する前記環状部の軸方向の幅よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の回転装置。

【請求項 10】

前記中間円筒部は、前記補強リングを 3 つ以上備え、軸方向の中央側に位置する前記補強リングの径方向の幅は、軸方向の端部側に位置する前記補強リングの径方向の幅よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の回転装置。

【請求項 11】

前記環状部の前記磁極片と接する部分の前記補強リングの径方向の幅は、前記環状部の前記スペーサと接する部分の前記補強リングの径方向の幅よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の回転装置。

20

【請求項 12】

前記外側円筒部は磁石と磁性体で構成された外側円筒コアとを有することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の回転装置。

【請求項 13】

請求項 1、3 から 11 のいずれか 1 項に記載の回転装置であって、前記中間円筒部は固定子であり、前記外側円筒部と前記内側円筒部とは相対的に回転する回転子であり磁気ギア装置として動作することを特徴とする回転装置。

【請求項 14】

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の回転装置であって、前記外側円筒部はコイルを含み、前記外側円筒部は固定子であり、前記中間円筒部は低速回転子であり、前記内側円筒部は高速回転子であり磁気ギアード回転電機として動作することを特徴とする回転装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、回転装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内側円筒部、中間円筒部および外側円筒部が同心円状に配置された三重の円筒構造を有する回転装置が知られている。このような回転装置においては、3 つの円筒部がそれぞれ固定子または回転子として機能する。例えば、中間円筒部が固定子となり、内側円筒部および外側円筒部が回転子となる回転装置は、磁気ギア装置と呼ばれる。磁気ギア装置は、磁極片が設けられた中間円筒部を介して内側円筒部と外側円筒部との間で回転トルクの伝達が行われる。そのため、磁気ギア装置は、例えば風力発電装置の増速機、自動車の変速機などに適用されている。また、外側円筒部が固定子となり、内側円筒部および中間円筒部が回転子となる回転装置は、磁気ギアード回転電機と呼ばれる。磁気ギアード回転電機においては、磁極片が設けられた中間円筒部が外部の動力で回転されると、磁石が設けられた内側円筒部が所定の増速比で回転する。この磁気ギアード回転電機においては、内側

40

50

円筒部の回転による磁束変化で、外側円筒部に設けられたコイルに電流が発生する。そのため、磁気ギアード回転電機は、例えば風力発電装置の発電機などに適用されている。

【0003】

三重の円筒構造を有する回転装置においては、内側円筒部と外側円筒部との間の磁気的な結合を強くするために中間円筒部の径方向の幅は小さくなっている。また、中間円筒部は、周方向に配置された磁極片を有している。この磁極片は電磁鋼板などの磁性体を軸方向に積層した構造である。中間円筒部が固定子となる磁気ギア装置においては、中間円筒部の磁極片には径方向に電磁力が作用すると共に自重による重力が作用する。また、中間円筒部が回転子となる磁気ギアード回転電機においては、中間円筒部の磁極片には径方向に電磁力が作用すると共に自重による重力および回転による遠心力が作用する。そのため、中間円筒部には、磁極片に作用する電磁力および自重による重力などによって変形しない剛性が求められる。

10

【0004】

このような問題に対処した従来の回転装置として、周方向に交互に配置された連結部材と磁極片とが補強リングを介して軸方向に締結された中間円筒部を備えた回転装置がある。補強リングは、連結部材と共に中間円筒部の両端に配置された端板に貫通ボルトで連結されている。この回転装置においては、補強リングの外周部に径方向外側から連結部材および磁極片に接触する突出部が設けられている。このような突出部を設けることで、連結部材および磁極片に径方向外向きの遠心力が作用しても補強リングに設けられた突出部を介してその遠心力を端板に伝達することができる。その結果、中間円筒部の剛性を高めることができる（例えば、特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2010-17029号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら従来の回転装置においては、補強リングの径方向の幅が連結部材および磁極片の径方向の幅と同じであるため、補強リング自身の剛性が低いという問題があった。

30

【0007】

本願は上述のような課題を解決するためになされたもので、補強リング自身の剛性を高めることで中間円筒部の剛性を向上させた回転装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願の回転装置は、内側円筒部、中間円筒部および内側円筒部と相対的に回転する外側円筒部が回転軸を中心に同心円状に配置された回転装置であって、中間円筒部は、スペーサと磁極片とが周方向に交互に配置された複数の環状部と、複数の環状部を軸方向に連結する1つまたは複数の補強リングとを備えており、補強リングの径方向の幅が環状部の径方向の幅よりも大きく設定されている。

40

【発明の効果】

【0009】

本願の回転装置は、補強リングの径方向の幅が環状部の径方向の幅よりも大きく設定されているので、補強リング自身の剛性を高めることができ、中間円筒部の剛性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る回転装置の断面図である。

【図2】実施の形態1に係る回転装置の断面図である。

【図3】実施の形態1に係る回転装置を分解して示した斜視図である。

50

【図 4】実施の形態 2 に係る回転装置の断面図である。

【図 5】実施の形態 2 に係る回転装置の断面図である。

【図 6】実施の形態 2 に係る回転装置を分解して示した斜視図である。

【図 7】実施の形態 3 に係る回転装置の断面図である。

【図 8】実施の形態 4 に係る回転装置の断面図である。

【図 9】実施の形態 5 に係る回転装置の断面図である。

【図 10】実施の形態 6 に係る回転装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本願を実施するための実施の形態に係る回転装置について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一符号は同一もしくは相当部分を示している。

10

【0012】

実施の形態 1 .

図 1 および図 2 は、実施の形態 1 に係る回転装置の断面図である。図 1 は、回転装置 1 の回転軸と直交する面の断面図である。図 2 は、回転装置 1 の回転軸と平行な面の断面図である。本実施の形態において、回転装置 1 は磁気ギア装置である。本実施の形態の回転装置 1 は、内側円筒部 10 と、この内側円筒部 10 の外周側にギャップを挟んで配置された中間円筒部 20 と、この中間円筒部 20 の外周側にギャップを挟んで配置された外側円筒部 30 とを備えている。内側円筒部 10、中間円筒部 20 および外側円筒部 30 は、回転軸 40 を中心に同心円状に配置されている。なお、図 1 および図 2 において、内側円筒部 10、中間円筒部 20 および外側円筒部 30 を内部に収納するケースなどは省略されている。

20

【0013】

回転軸 40 は円柱形状である。回転軸 40 と平行な方向を軸方向、回転軸 40 と直交する方向を径方向、回転軸が回転する方向を周方向と称する。また、内径側とは径方向において回転軸 40 に近づく方向であり、外径側とは径方向において回転軸 40 から遠ざかる方向である。

【0014】

内側円筒部 10 は、内側円筒コア 11 と、内側円筒コア 11 の外周面に周方向に並んで配置された内側円筒磁石 12 とを有している。内側円筒コア 11 は、回転軸 40 に締結されている。内側円筒磁石 12 は永久磁石である。また、内側円筒磁石 12 は、周方向に S 極と N 極とが交互に配置されており、かつ軸方向に分割されている。内側円筒コア 11 は、例えば軸方向に積層された電磁鋼板などの磁性体で構成されている。

30

【0015】

中間円筒部 20 は、スペーサ 21 と磁極片 22 とが周方向に交互に配置されて構成された複数の環状部 23 と、複数の環状部 23 を軸方向に連結する補強リング 24 とを有している。また、中間円筒部 20 は、軸方向の両端に端板 25 を有している。この端板 25 は、回転軸 40 と軸受 26 を介して接続されている。磁極片 22 は、例えば軸方向に積層された電磁鋼板などの磁性体で構成されている。スペーサ 21、補強リング 24 および端板 25 は、例えばオーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウムまたは樹脂などの非磁性体で構成されている。

40

【0016】

外側円筒部 30 は、円筒形状の外側円筒コア 31 と、外側円筒コア 31 の内周面に周方向に並んで配置された外側円筒磁石 32 とを有している。外側円筒磁石 32 は永久磁石である。また、外側円筒磁石 32 は、周方向に S 極と N 極とが交互に配置されている。外側円筒コア 31 は、例えば軸方向に積層された電磁鋼板などの磁性体で構成されている。

【0017】

図 3 は、本実施の形態の回転装置 1 を分解して示した斜視図である。なお、図 3 において、中間円筒部 20 の端板 25 および軸受 26 は省略されている。本実施の形態の回転装置 1 において、内側円筒磁石 12 は、周方向に 14 個、軸方向に 4 個に分割されている。

50

ただし、内側円筒磁石 1 2 は、軸方向には必ずしも分割されてなくてもよい。また、中間円筒部 2 0 の磁極片 2 2 は、周方向に 2 4 個に分割されている。また、中間円筒部 2 0 は、4 個の環状部 2 3 が 3 個の補強リング 2 4 で連結されている。さらに、外側円筒磁石 3 2 は、周方向に 1 8 個に分割されている。

【 0 0 1 8 】

本実施の形態の回転装置 1 は磁気ギア装置である。そのため、中間円筒部 2 0 が固定子であり、内側円筒部 1 0 および外側円筒部 3 0 が回転子である。したがって、内側円筒部 1 0 は、回転軸 4 0 と共に回転する。外側円筒部 3 0 と内側円筒部 1 0 とは相対的に回転する。中間円筒部 2 0 は、端板 2 5 を介してケースなどに固定されている。図示されていないが、外側円筒部 3 0 は、軸受を介して回転軸 4 0 に対して回転可能に支持されている。例えば、内側円筒部 1 0 が外部の動力で回転されると、中間円筒部 2 0 の磁極片 2 2 を介して内側円筒磁石 1 2 と外側円筒磁石 3 2 との間で引力および斥力が働く。この内側円筒磁石 1 2 と外側円筒磁石 3 2 との間で働く引力および斥力によって、内側円筒部 1 0 の回転トルクが外側円筒部 3 0 の回転トルクに伝達される。

10

【 0 0 1 9 】

磁気ギア装置において、内側円筒部 1 0 および外側円筒部 3 0 が回転しているときに、中間円筒部 2 0 には内側円筒磁石 1 2 および外側円筒磁石 3 2 の磁力によって径方向に電磁力が作用する。また、風力発電装置の増速機として磁気ギア装置が用いられる場合、中間円筒部 2 0 の外径は 1 0 m 以上となり、環状部 2 3 の径方向の厚さも約 4 0 mm となる。そのため、中間円筒部 2 0 には自重による重力の作用も無視できなくなる。その結果、中間円筒部 2 0 は、電磁力および重力によって変形する可能性がある。とくに中間円筒部 2 0 の軸方向の両端は端板で固定されているため変形しにくい、軸方向の中央部は径方向に変形し易い。

20

【 0 0 2 0 】

本実施の形態の回転装置においては、図 2 および図 3 に示すように、補強リング 2 4 の径方向の幅が環状部 2 3 の径方向の幅よりも大きくなっている。そのため、補強リング 2 4 自身の剛性を高めることができ、結果として中間円筒部 2 0 の剛性を向上させることができる。

【 0 0 2 1 】

図 2 に示すように、中間円筒部 2 0 の補強リング 2 4 の内径側端部が内側円筒部 1 0 の内側円筒磁石 1 2 の外径側端部よりも内径側に位置することが好ましい。このような構成とすることで、内側円筒部 1 0 の内側円筒磁石 1 2 と中間円筒部 2 0 の磁極片 2 2 との間のギャップが小さくなり、補強リング 2 4 の剛性を高めると同時にトルクの変換効率の低下を防ぐことができる。

30

【 0 0 2 2 】

図 3 は、補強リング 2 4 の内周面の直径が均一な形状を示しているが、補強リング 2 4 の内周面の直径は必ずしも均一でなくてもよい。環状部 2 3 の磁極片 2 2 には電磁力と自重とが作用し、スペーサ 2 1 には自重が作用する。そのため、補強リング 2 4 は、スペーサ 2 1 と接する位置よりも磁極片 2 2 と接する位置の方が大きな負荷を受ける。補強リング 2 4 において、磁極片 2 2 と接する位置における内周面の直径をスペーサ 2 1 と接する位置における内周面の直径よりも小さい構造にすることで、補強リング 2 4 の体積増加を抑制した上で中間円筒部 2 0 の剛性を高めることができる。すなわち、環状部 2 3 の磁極片 2 2 と接する部分の補強リング 2 4 の径方向の幅を、環状部 2 3 のスペーサ 2 1 と接する部分の補強リング 2 4 の径方向の幅よりも大きくすることで、中間円筒部 2 0 の剛性を高めることができる。

40

【 0 0 2 3 】

なお、本実施の形態の回転装置においては、回転子である内側円筒部と回転軸とが締結されている。これと異なる構成として、固定子である中間円筒部と回転軸とが締結され、回転子である内側円筒部が軸受を介して回転軸に接続されていてもよい。この場合、回転軸は回転せず固定された状態となる。また、本実施の形態の回転装置において、中間円筒

50

部 2 0 は補強リング 2 4 を 3 つ備えているが、1 つ以上備えていればよい。

【 0 0 2 4 】

実施の形態 2 .

図 4 および図 5 は、実施の形態 2 に係る回転装置の断面図である。図 4 は、回転装置 1 の回転軸と直交する面の断面図である。図 5 は、回転装置の回転軸と平行な面の断面図である。本実施の形態において、回転装置 1 は磁気ギアード回転電機である。本実施の形態の回転装置 1 は、内側円筒部 1 0 と、この内側円筒部 1 0 の外周側にギャップを挟んで配置された中間円筒部 2 0 と、この中間円筒部 2 0 の外周側にギャップを挟んで配置された外側円筒部 3 0 とを備えている。内側円筒部 1 0、中間円筒部 2 0 および外側円筒部 3 0 は、回転軸 4 0 を中心に同心円状に配置されている。なお、図 4 および図 5 において、内側円筒部 1 0、中間円筒部 2 0 および外側円筒部 3 0 を内部に収納するケースなどは省略されている。

10

【 0 0 2 5 】

内側円筒部 1 0 および中間円筒部 2 0 の構成は、実施の形態 1 の回転装置と同様な構成である。外側円筒部 3 0 は、円筒形状の外側円筒コア 3 1 と、外側円筒磁石 3 2 と、外側円筒コイル 3 3 とを有している。外側円筒コア 3 1 は、円筒形状のコアバックから内径側に突出する複数のティース 3 1 a を有している。複数のティース 3 1 a 同士の間にはスロットが形成されている。外側円筒コイル 3 3 は、このスロットを利用してティース 3 1 a に巻き回されている。外側円筒磁石 3 2 は、外側円筒コイル 3 3 の内径側のスロット内に配置されている。

20

【 0 0 2 6 】

図 6 は、本実施の形態の回転装置 1 を分解して示した斜視図である。なお、図 6 において、中間円筒部 2 0 の端板 2 5 および軸受 2 6 は省略されている。また、煩雑を避けるために、図 6 において、外側円筒コイル 3 3 も省略されている。本実施の形態の回転装置 1 において、内側円筒磁石 1 2 は、周方向に 1 4 個、軸方向に 4 個に分割されている。また、中間円筒部 2 0 の磁極片 2 2 は、周方向に 2 4 個に分割されている。また、中間円筒部 2 0 は、4 個の環状部 2 3 が 3 個の補強リング 2 4 で連結されている。さらに、外側円筒磁石 3 2 および外側円筒コイル 3 3 は、周方向にそれぞれ 1 8 個配置されている。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態の回転装置 1 は磁気ギアード回転電機である。そのため、外側円筒部 3 0 が固定子であり、内側円筒部 1 0 が高速回転子であり、中間円筒部 2 0 が低速回転子である。したがって、内側円筒部 1 0 は、回転軸 4 0 と共に回転する、中間円筒部 2 0 は、軸受 2 6 を介して回転軸 4 0 に対して回転可能に支持されている。図示されていないが、外側円筒部 3 0 は、ケースに固定されている。例えば、中間円筒部 2 0 が外部の動力で回転されると、中間円筒部 2 0 の磁極片 2 2 を介して内側円筒磁石 1 2 と外側円筒磁石 3 2 との間で引力および斥力が働く。この内側円筒磁石 1 2 と外側円筒磁石 3 2 との間で働く引力および斥力によって、中間円筒部 2 0 の回転トルクが内側円筒部 1 0 の回転トルクに伝達される。

30

【 0 0 2 8 】

磁気ギアード回転電機において、中間円筒部 2 0 が回転しているときに、中間円筒部 2 0 には内側円筒磁石 1 2 および外側円筒磁石 3 2 の磁力によって径方向に電磁力が作用する。また、中間円筒部 2 0 には遠心力も作用する。さらに、中間円筒部 2 0 が大型の場合、自重による重力の作用も無視できなくなる。その結果、中間円筒部 2 0 は、電磁力、遠心力および重力によって変形する可能性がある。とくに中間円筒部 2 0 の軸方向の両端は端板で固定されているため変形しにくい、軸方向の中央部は径方向に変形し易い。

40

【 0 0 2 9 】

本実施の形態の回転装置においては、図 5 および図 6 に示すように、補強リング 2 4 の径方向の幅が環状部 2 3 の径方向の幅よりも大きくなっている。そのため、補強リング 2 4 自身の剛性を高めることができ、結果として中間円筒部 2 0 の剛性を向上させることができる。

50

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すように、中間円筒部 2 0 の補強リング 2 4 の内径側端部が内側円筒部 1 0 の内側円筒磁石 1 2 の外径側端部よりも内径側に位置することが好ましい。このような構成とすることで、内側円筒部 1 0 の内側円筒磁石 1 2 と中間円筒部 2 0 の磁極片 2 2 との間のギャップが小さくなり、補強リング 2 4 の剛性を高めると同時に回転変換効率の低下を防ぐことができる。なお、本実施の形態の回転装置において、中間円筒部 2 0 は補強リング 2 4 を 3 つ備えているが、1 つ以上備えていればよい。

【 0 0 3 1 】

実施の形態 3 .

図 7 は、実施の形態 3 に係る回転装置の断面図である。図 7 は、回転装置の回転軸と平行な面の断面図である。本実施の形態の回転装置 1 は、磁気ギア装置として説明する。そのため、本実施の形態の回転装置の基本的な構成は、実施の形態 1 の回転装置の構成と同様である。

10

【 0 0 3 2 】

図 7 に示すように、本実施の回転装置 1 においては、内側円筒部 1 0 の内側円筒コア 1 1 の全周に渡って切り欠き部 1 1 a が形成されている。この切り欠き部 1 1 a は、中間円筒部 2 0 の補強リング 2 4 と対向する位置に形成されている。また、内側円筒磁石 1 2 は、切り欠き部 1 1 a に対応して軸方向に 4 つに分割されている。補強リング 2 4 は、この切り欠き部 1 1 a の内壁から離間して配置されている。そのため、中間円筒部 2 0 の補強リング 2 4 の内径側端部は、内側円筒コア 1 1 の外径側端部よりも内径側に位置することができる。その結果、補強リング 2 4 の径方向の幅をさらに大きくすることができる。

20

【 0 0 3 3 】

このように構成された回転装置においては、補強リング 2 4 の径方向の幅をさらに大きくすることができるので、補強リング 2 4 自身の剛性をさらに高めることができ、結果として中間円筒部 2 0 の剛性をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 4 】

なお、本実施の形態の回転装置において、中間円筒部 2 0 は補強リング 2 4 を 3 つ備えているが、1 つ以上備えていればよい。また、本実施の形態の回転装置は磁気ギア装置として説明したが、磁気ギアード回転電機であっても同様な効果が得られる。

【 0 0 3 5 】

実施の形態 4 .

図 8 は、実施の形態 4 に係る回転装置の断面図である。図 8 は、回転装置の回転軸と平行な面の断面図である。本実施の形態の回転装置の基本的な構成は、実施の形態 3 の回転装置の構成と同様である。

30

【 0 0 3 6 】

図 8 に示すように、本実施の回転装置 1 においては、内側円筒部 1 0 の内側円筒コア 1 1 の全周に渡って切り欠き部 1 1 a が形成されている。この切り欠き部 1 1 a は、中間円筒部 2 0 の補強リング 2 4 と対向する位置に形成されている。また、内側円筒磁石 1 2 は、切り欠き部 1 1 a に対応して軸方向に 4 つに分割されている。補強リング 2 4 は、この切り欠き部 1 1 a の内壁から離間して配置されている。そのため、中間円筒部 2 0 の補強リング 2 4 の内径側端部は、内側円筒コア 1 1 の外径側端部よりも内径側に位置することができる。その結果、補強リング 2 4 の径方向の幅をさらに大きくすることができる。

40

【 0 0 3 7 】

また、本実施の回転装置 1 においては、中間円筒部 2 0 は補強リング 2 4 を 3 つ備えている。そして、軸方向の中央側に位置する補強リング 2 4 の径方向の幅を、軸方向の端部側に位置する補強リング 2 4 の径方向の幅よりも小さくしている。そのため、中間円筒部 2 0 の軸方向の質量分布は中央側よりも端部側の方が大きくなる。

【 0 0 3 8 】

中間円筒部 2 0 は、軸方向の両端は端板 2 5 で固定されている。そのため、中間円筒部 2 0 の重力に起因する変形は、軸方向の中央部が大きくなる。本実施の形態の回転装置に

50

おいては、中間円筒部 20 の軸方向の質量分布が中央側よりも端部側の方が大きくなっているため、重力に起因する中間円筒部 20 の中央部の変形を小さくすることができる。

【0039】

なお、本実施の形態の回転装置において、中間円筒部 20 は補強リング 24 を 3 つ備えているが、4 つ以上備えていてもよい。また、本実施の形態の回転装置は磁気ギア装置として説明したが、磁気ギアード回転電機であっても同様な効果が得られる。

【0040】

実施の形態 5 .

図 9 は、実施の形態 5 に係る回転装置の断面図である。図 9 は、回転装置の回転軸と平行な面の断面図である。本実施の形態の回転装置の基本的な構成は、実施の形態 3 の回転装置の構成と同様である。

10

【0041】

図 9 に示すように、本実施の回転装置 1 においては、内側円筒部 10 の内側円筒コア 11 の全周に渡って切り欠き部 11 a が形成されている。この切り欠き部 11 a は、中間円筒部 20 の補強リング 24 と対向する位置に形成されている。また、内側円筒磁石 12 は、切り欠き部 11 a に対応して軸方向に 4 つに分割されている。補強リング 24 は、この切り欠き部 11 a の内壁から離間して配置されている。そのため、中間円筒部 20 の補強リング 24 の内径側端部は、内側円筒コア 11 の外径側端部よりも内径側に位置することができる。その結果、補強リング 24 の径方向の幅をさらに大きくすることができる。

【0042】

また、本実施の回転装置 1 においては、中間円筒部 20 は補強リング 24 を 3 つ備えている。そして、軸方向の端部側に位置する補強リング 24 と端板 25 との間の長さ L1 とし、軸方向の中央側に位置する補強リング 24 同士の間隔を L2 とすると、L1 は L2 よりも小さくなっている。言い換えると、軸方向の端部側に位置する環状部 23 の軸方向の幅は、軸方向の中央側に位置する環状部 23 の軸方向の幅よりも小さくなっている。そのため、中間円筒部 20 の軸方向の質量分布は中央側よりも端部側の方が大きくなる。

20

【0043】

中間円筒部 20 は、軸方向の両端は端板 25 で固定されている。そのため、中間円筒部 20 の重力に起因する変形は、軸方向の中央部が大きくなる。本実施の形態の回転装置においては、中間円筒部 20 の軸方向の質量分布が中央側よりも端部側の方が大きくなっているため、重力に起因する中間円筒部 20 の中央部の変形を小さくすることができる。

30

【0044】

なお、本実施の形態の回転装置において、中間円筒部 20 は補強リング 24 を 3 つ備えているが、2 つ以上備えていればよい。また、本実施の形態の回転装置は磁気ギア装置として説明したが、磁気ギアード回転電機であっても同様な効果が得られる。

【0045】

実施の形態 6 .

図 10 は、実施の形態 6 に係る回転装置の断面図である。図 10 は、回転装置の回転軸と平行な面の断面図である。本実施の形態の回転装置の基本的な構成は、実施の形態 3 の回転装置の構成と同様である。

40

【0046】

図 10 に示すように、本実施の回転装置 1 においては、内側円筒部 10 の内側円筒コア 11 の全周に渡って切り欠き部 11 a が形成されている。この切り欠き部 11 a は、中間円筒部 20 の補強リング 24 と対向する位置に形成されている。また、内側円筒磁石 12 は、切り欠き部 11 a に対応して軸方向に 4 つに分割されている。補強リング 24 は、この切り欠き部 11 a の内壁から離間して配置されている。そのため、中間円筒部 20 の補強リング 24 の内径側端部は、内側円筒コア 11 の外径側端部よりも内径側に位置することができる。その結果、補強リング 24 の径方向の幅をさらに大きくすることができる。

【0047】

また、本実施の回転装置 1 においては、切り欠き部 11 a の軸方向の幅は、補強リング

50

24が内側円筒コア11に接触しないように十分大きく設定されている。しかし、切り欠き部11aの幅に合わせて内側円筒磁石12の軸方向の幅を小さくすると、磁気ギア装置としてのトルク伝達効率が低下する。

【0048】

本実施の回転装置1においては、内側円筒磁石12同士の軸方向の隙間の幅を切り欠き部11aの幅よりも小さくしている。そして、補強リング24の軸方向の厚さは、内側円筒磁石12と軸方向に対向する位置において最も小さく設定されている。

【0049】

このように構成された回転装置においては、補強リング24と内側円筒コア11および内側円筒磁石12との軸方向の隙間を大きくすることができるので、補強リング24と内側円筒部10との接触を防ぐことができる。また、内側円筒磁石12の軸方向の幅を小さくする必要がないため、磁気ギア装置としてのトルク伝達効率の低下を防ぐことができる。

【0050】

なお、本実施の形態の回転装置において、中間円筒部20は補強リング24を3つ備えているが、1つ以上備えていればよい。また、本実施の形態の回転装置は磁気ギア装置として説明したが、磁気ギアード回転電機であっても同様な効果が得られる。

【0051】

また、実施の形態3から6の回転装置において、内側円筒コアに切り欠き部を設けて補強リングの内径側端部が内側円筒コアの外径側端部よりも内径側に位置するように構成している。別の構成として、内側円筒コアに切り欠き部を設ける代わりに内側円筒コアを軸方向に複数に分割した分割コアで構成してもよい。

【0052】

本願は、様々な例示的な実施の形態が記載されているが、1つまたは複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、および機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

したがって、例示されていない無数の変形例が、本願に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

【符号の説明】

【0053】

1 回転装置、10 内側円筒部、11 内側円筒コア、11a 切り欠き部、12 内側円筒磁石、20 中間円筒部、21 スペース、22 磁極片、23 環状部、24 補強リング、25 端板、26 軸受、30 外側円筒部、31 外側円筒コア、31a ティース、32 外側円筒磁石、33 外側円筒コイル、40 回転軸。

10

20

30

40

50

【要約】

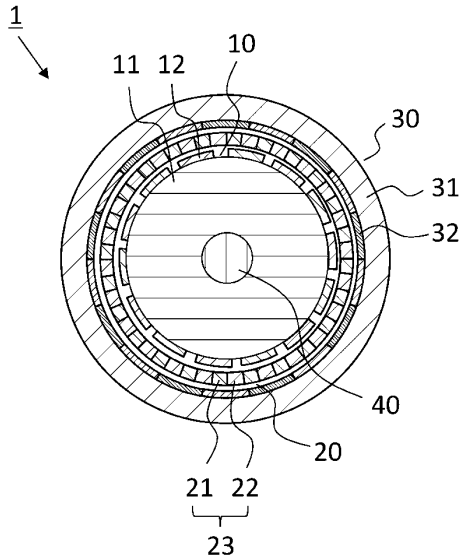
補強リング自身の剛性を高めることで中間円筒部の剛性を向上させた回転装置を提供する。

内側円筒部（10）、中間円筒部（20）および外側円筒部（30）が回転軸（40）を中心に同心円状に配置された回転装置（1）であって、中間円筒部は、スペーサ（21）と磁極片（22）とが周方向に交互に配置された複数の環状部（23）と、複数の環状部を軸方向に連結する1つまたは複数の補強リング（24）とを備えており、補強リングの径方向の幅は環状部の径方向の幅よりも大きい。

【図面】

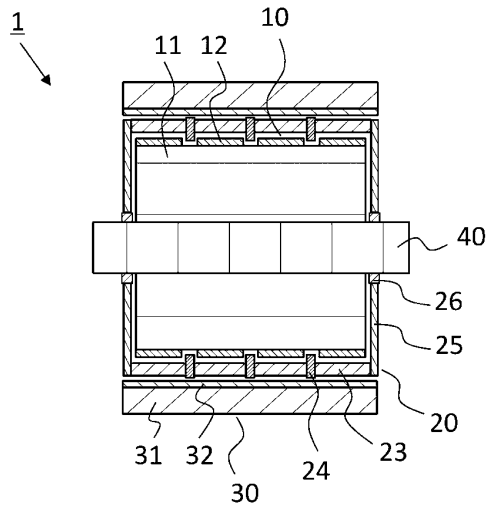
【図1】

図1



【図2】

図2



10

20

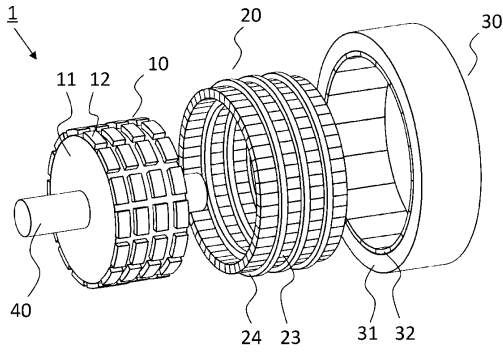
30

40

50

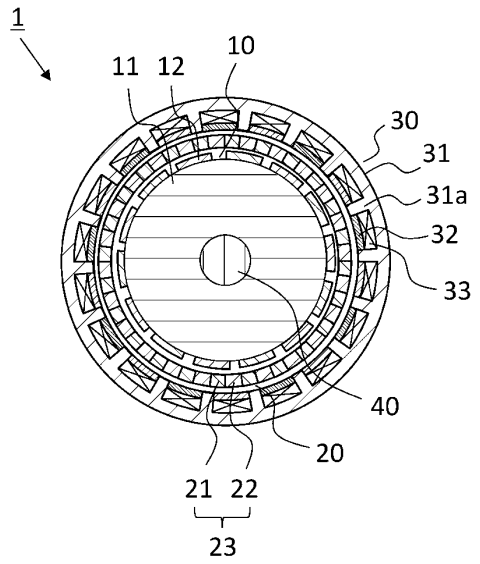
【図3】

図3



【図4】

図4

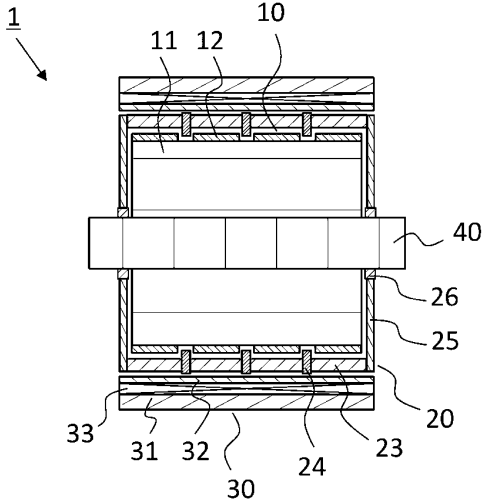


10

20

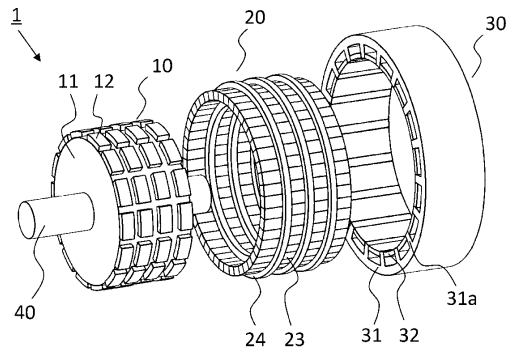
【図5】

図5



【図6】

図6



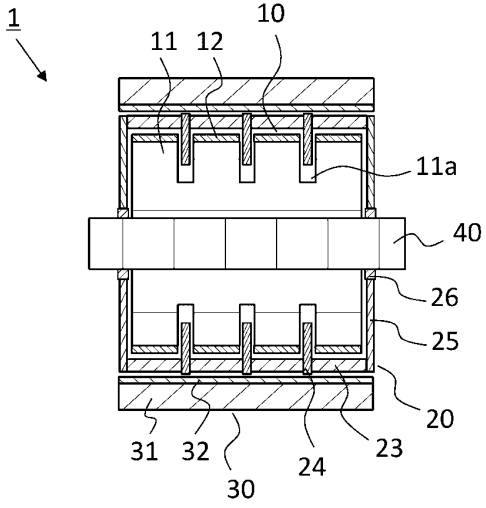
30

40

50

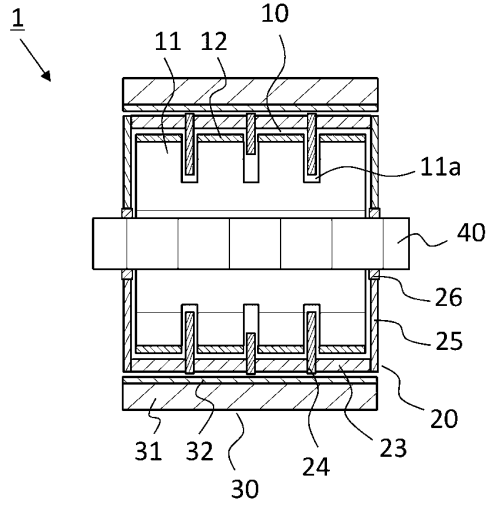
【図7】

図7



【図8】

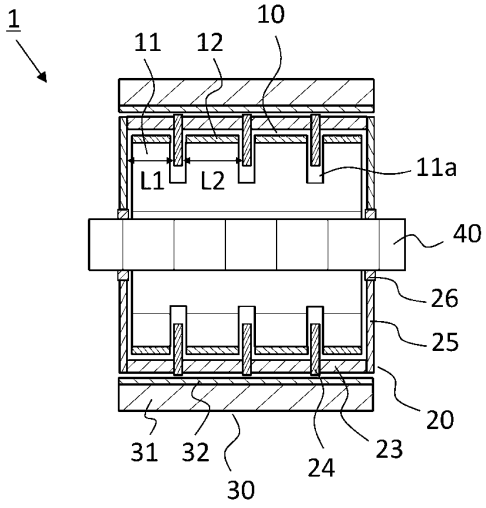
図8



10

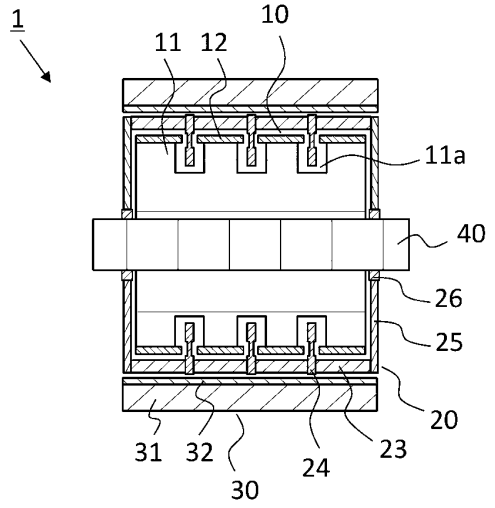
【図9】

図9



【図10】

図10



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-50218(JP,A)
特開平5-244741(JP,A)
国際公開第2014/162804(WO,A1)
特許第6804700(JP,B1)
国際公開第2020/174936(WO,A1)
国際公開第2017/104359(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02K16/00
F16H49/00