

(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2009-2464
(P2009-2464A)

(43) 公開日 平成21年1月8日(2009.1.8)

(51) Int.Cl. F 1 1 F 1 6 C 32/04 (2006.01) テーマコード (参考) 3 J 1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2007-165512 (P2007-165512)	(71) 出願人	000001247 株式会社ジェイテクト
(22) 出願日	平成19年6月22日 (2007. 6. 22)	(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	石神 隆之 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
		F ターム(参考)	3J102 AA01 BA03 BA17 BA18 CA19 DA02 DA03 DA09 DA12 DA16 DB05 DB10 DB11 DB38 GA07

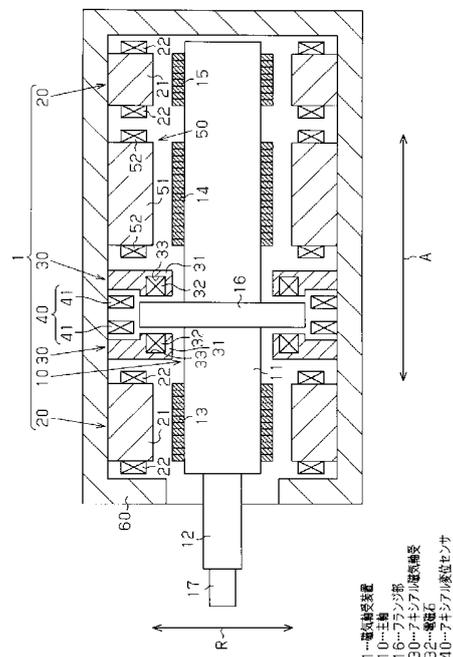
(54) 【発明の名称】 磁気軸受装置およびこれを備えた工作機械

(57) 【要約】

【課題】 アキシアル方向における主軸の長さを短くすることができる磁気軸受装置およびこれを備えた工作機械を提供する。

【解決手段】 磁気軸受装置 1 は、ラジアル方向 R へ延設されたフランジ部 16 を備える主軸 10 と、アキシアル方向 A においてフランジ部 16 と対向して配設され、電磁石 32 によって主軸 10 をアキシアル方向 A に支持するアキシアル磁気軸受 30 と、アキシアル方向 A における主軸 10 の位置を検出するアキシアル変位センサ 40 とを備える。アキシアル変位センサ 40 は、ラジアル方向 R においてフランジ部 16 と対向して配設されていることを特徴とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ラジアル方向へ延設されたフランジ部を備える主軸と、
アキシアル方向において前記フランジ部と対向して配設され、電磁石によって前記主軸をアキシアル方向に支持するアキシアル磁気軸受と、
アキシアル方向における前記主軸の位置を検出するアキシアル変位センサとを備える磁気軸受装置において、
前記アキシアル変位センサは、ラジアル方向において前記フランジ部と対向して配設されていることを特徴とする磁気軸受装置。

【請求項 2】

前記アキシアル変位センサは、一对のセンサコイルにより形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気軸受装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の磁気軸受装置を備えることを特徴とする工作機械。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、主軸を支持するアキシアル磁気軸受を備えた磁気軸受装置およびこれを備えた工作機械に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般に、例えば、研削装置や切削装置等の工作機械において、主軸（スピンドル）を高速で回転させるために、主軸を非接触支持するアキシアル磁気軸受を備えた磁気軸受装置が用いられている。磁気軸受装置のアキシアル磁気軸受は、より具体的には、アキシアル方向（即ち、主軸の回転軸に平行な方向）において主軸の一部と対向する電磁石を有し、電磁石が発生させる磁気によって、主軸に吸引力または反発力を付与する構成である。このような構成により、アキシアル磁気軸受は、主軸と非接触の状態、主軸をアキシアル方向に支持している。

【0003】

また、一般に、磁気軸受装置は、主軸とアキシアル磁気軸受が非接触の状態を保つために、アキシアル変位センサを備えている。即ち、上述の電磁石が発生させる磁力を制御して、アキシアル方向において主軸とアキシアル磁気軸受の間隔を調整するために、アキシアル方向における主軸の位置を検出するアキシアル変位センサを備えている。このようなアキシアル変位センサ（スラスト変位センサ）としては、例えば、センサ用コアと、センサ用コアに絶縁電線が巻回されてなるセンサコイルとを有しており、アキシアル方向における主軸の端部（即ち、回転軸の一方の軸方向端部）に取り付けられたセンサターゲットの表面を測定するものが開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

ここで、従来、アキシアル方向における主軸の端部に取り付けられたセンサターゲットに対向して、アキシアル変位センサを配置させる必要があるため、アキシアル変位センサの配置上の制約があるという問題があった。

【0005】

そこで、アキシアル変位センサの配置上の制約を少なくするため、ラジアル方向（即ち、アキシアル方向に垂直な方向）において主軸と対向するようにアキシアル変位センサ（1 対のリング状の磁気センサ）を配設した磁気軸受装置が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【特許文献 1】 特開平 6 - 2 6 5 2 1 号公報

【特許文献 2】 登録実用新案第 2 5 5 7 4 8 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

しかし、上記特許文献 2 に記載の磁気軸受装置においては、アキシアル変位センサの配置上の制約が少なくなるものの、主軸がアキシアル方向において長くなるという問題があった。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、アキシアル方向における主軸の長さを短くすることができる磁気軸受装置およびこれを備えた工作機械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】

【 0 0 0 8 】

請求項 1 に記載の発明は、ラジアル方向へ延設されたフランジ部を備える主軸と、アキシアル方向においてフランジ部と対向して配設され、電磁石によって主軸をアキシアル方向に支持するアキシアル磁気軸受と、アキシアル方向における主軸の位置を検出するアキシアル変位センサとを備える磁気軸受装置において、アキシアル変位センサは、ラジアル方向においてフランジ部と対向して配設されていることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

同構成によれば、アキシアル変位センサは、アキシアル方向における主軸の位置を検出するために、ラジアル方向においてフランジ部と対向して配設されているため、アキシアル変位センサを配設するためのスペースを別途設ける必要がない。従って、アキシアル方向における主軸の長さを短くすることができる。また、主軸の長さが短くなるため、主軸の固有振動数を高くして、共振の発生を抑えることができる。なお、アキシアル方向とは主軸の回転軸に平行な方向であり、ラジアル方向とはアキシアル方向に垂直な方向である。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の磁気軸受装置であって、アキシアル変位センサは、一对のセンサコイルにより形成されていることを特徴とする。

同構成によれば、請求項 1 に記載の発明と同様の作用効果を得ることができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載の磁気軸受装置を備えることを特徴とする。

同構成によれば、請求項 1 または請求項 2 に記載の磁気軸受装置を備えるため、上記請求項 1 または請求項 2 に記載の発明と同じ効果を得ることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、アキシアル方向における主軸の長さを短くことができ、固有振動数を高くして、共振の発生を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の具体的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本実施形態では、本発明の磁気軸受装置を備え、ワーク（加工対象物）を加工する工作機械を例に挙げて説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように、磁気軸受装置 1 は、主軸 10 と、主軸 10 をラジアル方向（図中の矢印 R の方向）に支持する一对のラジアル磁気軸受 20 と、主軸 10 をアキシアル方向（図中の矢印 A の方向）に支持する一对のアキシアル磁気軸受 30 と、アキシアル方向 A における主軸 10 の位置を検出するためのアキシアル変位センサ 40 を備えている。

【 0 0 1 5 】

主軸 10 は、図 1 に示すように、大径部 11 と、大径部 11 からアキシアル方向 A へ突出した小径部 12 を有している。大径部 11 の外周には、積層された珪素鋼板 13, 14, 15 が設けられるとともに、磁性材料により形成され、大径部 11 の外周から円盤状の

10

20

30

40

50

フランジ部 16 がラジアル方向 R へ延設されている。また、小径部 12 の先端には、研削用の工具 17 が設けられている。

【0016】

ラジアル磁気軸受 20 は、アキシアル方向 A における両端の珪素鋼板 13, 15 と対向して配設されるとともに、鉄心 21 と、鉄心 21 に巻かれた導線からなるコイル 22 とから構成された電磁石である。ラジアル磁気軸受 20 は、珪素鋼板 13, 15 と対向して、主軸 10 の円周方向に沿って均等な間隔で複数配置されている。このため、コイル 22 に電流を供給することによって、ラジアル磁気軸受 20 は、珪素鋼板 13, 15 を吸引する磁気吸引力を発生させて、主軸 10 をラジアル方向 R に非接触支持する。

【0017】

アキシアル磁気軸受 30 は、アキシアル方向 A においてフランジ部 16 を挟むように、アキシアル方向 A においてフランジ部 16 と対向して配設されるとともに、環状の凹部 33 が形成されたヨーク部材 31 と、凹部 33 に収容された電磁石 32 とを有している。電磁石 32 は、磁性体（不図示）と、磁性体に導線を巻くことによって形成されたコイル（不図示）とから構成されている。このため、電磁石 32 のコイルに電流を供給することによって、アキシアル磁気軸受 30 は、磁性材料により形成されたフランジ部 16 を吸引する磁気吸引力を発生させて、主軸 10 をアキシアル方向 A に非接触支持する。また、各電磁石 32 のコイルに供給される電流を制御して、アキシアル方向 A における主軸 10 の位置を調整することができる。

【0018】

アキシアル変位センサ 40 は、インダクタンスの等しい一対のセンサコイル 41 により形成され、アキシアル方向 A における主軸 10 の位置を検出するために、ラジアル方向 R においてフランジ部 16 と対向して配設されている。また、図 2 に示すように、アキシアル方向 A における一対のセンサコイル 41 の中心間の距離を、アキシアル方向 A におけるフランジ部 16 の幅 D と一致させることにより、センサコイル 41 間の中間位置 P1 は、アキシアル方向 A におけるフランジ部 16 の中心位置 P2 と一致している。従って、一対のセンサコイル 41 に交流電圧を印加し、各センサコイル 41 における電圧降下の差を測定することでフランジ部 16 の変位（即ち、アキシアル方向 A における主軸 10 の位置）を検出することができる。即ち、フランジ部 16 の中心位置 P2 が、センサコイル 41 間の中間位置 P1 からずれることにより、各センサコイル 41 のインダクタンスが変化するように各センサコイル 41 における電圧降下の量が変化する。従って、各センサコイル 41 における電圧降下の差が大きいほど、フランジ部 16 の中心位置 P2 は、センサコイル 41 間の中間位置 P1 からアキシアル方向 A にずれていることになる。

【0019】

上記構成の磁気軸受装置 1 を備える工作機械は、磁気軸受装置 1 の他に、主軸 10 をロータ（回転子）として回転させるための回転磁界を発生させるステータ（固定子）50 と、ラジアル磁気軸受 20、アキシアル磁気軸受 30、アキシアル変位センサ 40 およびステータ 50 を保護するためのハウジング 60 とを備えている。即ち、ロータである主軸 10 とステータ 50 により、電動機（モータ）が構成されている。

【0020】

ステータ 50 は、珪素鋼板 14 と対向して配設されるとともに、円筒状のステータコア 51 と、ステータコア 51 に巻かれた導線からなるコイル 52 とから構成されている。ステータコア 51 は軟質磁性材料により形成されているため、コイル 52 に電流を供給することによって回転磁界を発生させることができる。

【0021】

ハウジング 60 は、円筒状に形成されるとともに、その内周には、ラジアル磁気軸受 20、アキシアル磁気軸受 30、アキシアル変位センサ 40 およびステータ 50 が固定されている。

【0022】

次に、磁気軸受装置 1 を備える工作機械の動作について説明する。

10

20

30

40

50

ラジアル磁気軸受 20 とアキシアル磁気軸受 30 によって、主軸 10 を非接触支持するとともに、ステータ 50 が発生させる回転磁界によって、磁性体である珪素鋼板 14 にトルクが生じて、非接触支持された主軸 10 が回転する。そして、主軸 10 の回転に伴い、主軸 10 の先端に取り付けられた工具 17 も回転する。この回転する工具 17 をワーク（不図示）に押し付けることにより、工作機械はワークを研削して加工することができる。また、主軸 10 がアキシアル磁気軸受 30 と非接触の状態を維持して回転するために、アキシアル変位センサ 40 によって検出された、アキシアル方向 A における主軸 10 の位置に基づいて、アキシアル磁気軸受 30 の電磁石 32 のコイルに供給される電流を制御する。

【0023】

ここで、本実施形態においては、主軸 10 がラジアル方向 R へ延設されたフランジ部 16 を備え、アキシアル変位センサ 40 がラジアル方向 R においてフランジ部 16 と対向して配設されていることに特徴がある。

【0024】

上記実施形態の磁気軸受装置 1 によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) アキシアル変位センサ 40 がラジアル方向 R においてフランジ部 16 と対向して配設されているため、このため、アキシアル変位センサ 40 を配設するためのスペースを別途設ける必要がない。従って、アキシアル方向 A における主軸 10 の長さを短くすることができる。また、主軸 10 の長さが短くなるため、主軸 10 の固有振動数を高くして、共振の発生を抑えることができる。

【0025】

また、上記実施形態において、工作機械は磁気軸受装置 1 を備えているため、上記(1)に記載の効果と同じ効果を得ることができる。

【0026】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の設計変更をすることが可能であり、それらを本発明の範囲から除外するものではない。例えば、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

【0027】

・上記実施形態においては、一对(2つの)のラジアル磁気軸受 20 を備えていたが、ラジアル磁気軸受 20 は3つ以上であってもよく、ラジアル磁気軸受 20 を備えずに、主軸 10 をラジアル方向 R に支持する他の軸受(例えば、フォイル軸受)を備えるようにしてもよい。

【0028】

・上記実施形態においては、磁気軸受装置 1 は、フランジ部 16 を挟むように配設された一对(2つの)のアキシアル磁気軸受 30 を備えていたが、アキシアル磁気軸受 30 が2つではなく、1つのアキシアル磁気軸受 30 により主軸 10 をアキシアル方向 A に支持するようにしてもよい。

【0029】

・上記実施形態においては、アキシアル変位センサ 40 は、センサコイル 41 により形成され、各々のセンサコイル 41 における電圧降下の差を測定して、主軸 10 の位置を検出するものであったが、ラジアル方向 R において主軸 10 と対向して配設されるアキシアル変位センサであれば、上記のように主軸 10 の位置を検出するものでなくてもよい。例えば、フランジ部 16 が永久磁石により形成され、永久磁石により形成されたフランジ部 16 の磁束の大きさを検出して主軸 10 の位置を検出するアキシアル変位センサであってもよい。

【0030】

・磁気軸受装置は、図3に示すように、さらに、主軸 10 を支持するためにタッチダウン軸受 70 を備えていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0031】

10

20

30

40

50

【図1】本発明の実施形態に係る磁気軸受装置を備えた工作機械を示す断面図。

【図2】本発明の実施形態に係る磁気軸受装置の一部拡大図。

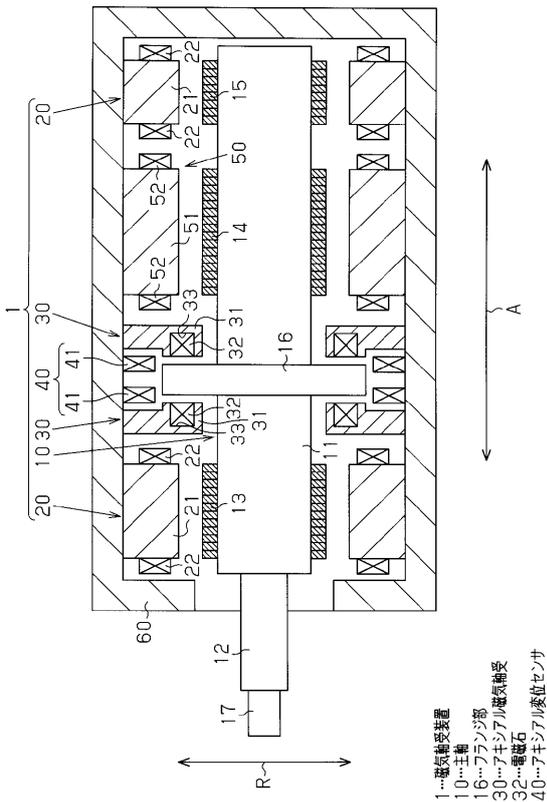
【図3】本発明の実施形態に係る磁気軸受装置を備えた工作機械の変形例を示す断面図。

【符号の説明】

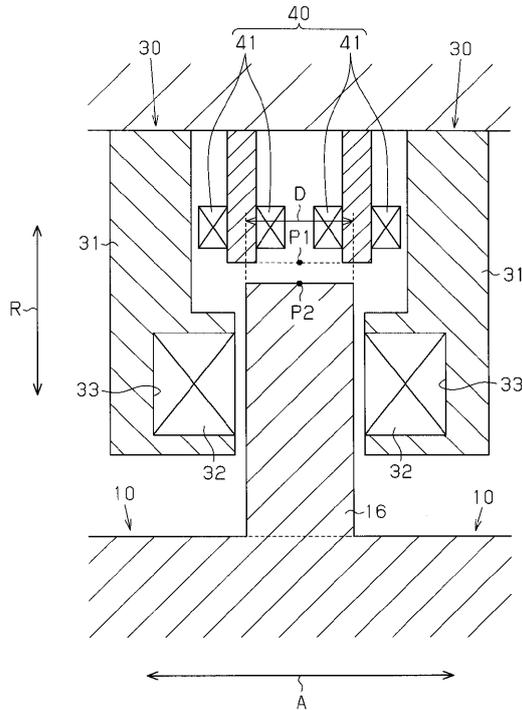
【0032】

A ... アキシャル方向、R ... ラジアル方向、1 ... 磁気軸受装置、10 ... 主軸、16 ... フランジ部、30 ... アキシャル磁気軸受、32 ... 電磁石、40 ... アキシャル変位センサ、41 ... センサコイル。

【図1】



【図2】



【 図 3 】

