

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7335803号
(P7335803)

(45)発行日 令和5年8月30日(2023.8.30)

(24)登録日 令和5年8月22日(2023.8.22)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 5/173(2006.01) H 0 2 K 5/173 A
H 0 2 K 11/215(2016.01) H 0 2 K 11/215

請求項の数 13 (全20頁)

| | | | |
|----------|-----------------------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願2019-224278(P2019-224278) | (73)特許権者 | 000114215 ミネベアミツミ株式会社 |
| (22)出願日 | 令和1年12月12日(2019.12.12) | | 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 |
| (65)公開番号 | 特開2021-93878(P2021-93878A) | | 0 6 - 7 3 |
| (43)公開日 | 令和3年6月17日(2021.6.17) | (74)代理人 | 100114890 弁理士 アイゼル・フェリックス＝ラ インハルト |
| 審査請求日 | 令和4年10月5日(2022.10.5) | (74)代理人 | 100116403 弁理士 前川 純一 |
| | | (74)代理人 | 100162880 弁理士 上島 類 |
| | | (72)発明者 | 久富 祐也 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 |
| | | (72)発明者 | 民辻 敏泰 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モータ、及び、モータの状態判定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸を有するロータと、
前記ロータの周方向に対向して配置されているステータと、
前記回転軸を回転可能に支持する一対の軸受部と、
を備え、
前記一対の軸受部は、
前記回転軸とともに回転可能な第 1 軸受、前記第 1 軸受とともに回転可能な第 2 軸受、
及び、前記第 1 軸受と前記第 2 軸受とが連動して回転するように結合しているカップリング部をそれぞれ有し、
前記一対の軸受部がそれぞれ有する前記カップリング部は、連動して回転するように結合している、
モータ。

【請求項 2】

前記第 1 軸受は、
前記回転軸とともに回転可能な第 1 内輪と、前記第 1 内輪の外周側に設けられている第 1 外輪と、前記第 1 内輪と前記第 1 外輪との間に配置されている第 1 転動体とを有し、
前記第 2 軸受は、
前記回転軸の軸線方向において前記第 1 軸受とは離れた位置に設けられていて、前記第 1 外輪とともに回転可能な第 2 内輪と、前記第 2 内輪の外周側に設けられている第 2 外輪

と、前記第 2 内輪と前記第 2 外輪との間に配置されている第 2 転動体とを有し、
前記カップリング部は、前記第 1 外輪と前記第 2 内輪とを回転可能に結合する、
請求項 1 に記載のモータ。

【請求項 3】

前記一对の軸受部のうち少なくとも一方の動作を検出する軸受動作検出部を備え、
前記軸受動作検出部は、前記第 1 外輪の回転動作に応じた軸受動作情報を出力する、
請求項 2 に記載のモータ。

【請求項 4】

前記軸受動作検出部は、
前記第 1 外輪とともに回転可能な軸受動作検出マグネットと、前記軸受動作検出マグネ
ットの回転動作に応じて前記軸受動作情報を出力する軸受動作検出センサと、を有する、
請求項 3 に記載のモータ。

10

【請求項 5】

前記軸受動作検出センサは、前記一对の軸受部のうちの前記軸受動作検出部が設けられ
た軸受部の外周側に設けられた基板に搭載されている、
請求項 4 に記載のモータ。

【請求項 6】

前記軸受動作検出部は、前記カップリング部の外周側に設けられている、
請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のモータ。

【請求項 7】

前記基板には、前記ロータの回転動作に応じたロータ動作情報を出力するロータ動作検
出部が搭載されている、
請求項 5 に記載のモータ。

20

【請求項 8】

モータの軸受部の状態を判定する状態判定装置であり、
前記モータは、
回転軸を有するロータと、
前記ロータの周方向に対向して配置されているステータと、
前記回転軸を回転可能に支持し、前記回転軸とともに回転可能な第 1 軸受、前記第 1 軸
受とともに回転可能な第 2 軸受、及び、前記第 1 軸受と前記第 2 軸受とが連動して回転す
るように結合しているカップリング部をそれぞれ有する一对の軸受部と、
前記一对の軸受部の少なくとも一方に設けられて、前記第 1 軸受の回転動作に応じた軸
受動作情報を出力する軸受動作検出部と、
を備え、

30

前記一对の軸受部は、

前記第 1 軸受は、前記回転軸とともに回転可能な第 1 内輪と、前記第 1 内輪の外周側に
設けられている第 1 外輪と、前記第 1 内輪と前記第 1 外輪との間に配置されている第 1 転
動体とを有し、

前記第 2 軸受は、前記回転軸の軸線方向において前記第 1 軸受とは離れた位置に設けら
れていて、前記第 1 外輪とともに回転可能な第 2 内輪と、前記第 2 内輪の外周側に設けら
れている第 2 外輪と、前記第 2 内輪と前記第 2 外輪との間に配置されている第 2 転動体と
を有し、

40

前記カップリング部は、前記第 1 外輪と前記第 2 内輪とを回転可能に結合し、
前記軸受動作検出部は、前記第 1 外輪の回転動作に応じた軸受動作情報を出力し、
前記状態判定装置は、

前記軸受動作検出部が出力した前記軸受動作情報に基づいて前記一对の軸受部の回転運
動の状態を判定する状態判定部を備える、

モータの状態判定装置。

【請求項 9】

前記状態判定装置は、

50

前記軸受動作情報に基づいて、前記一对の軸受部の少なくともいずれかが劣化しているか否か判定する、

請求項 8 に記載のモータの状態判定装置。

【請求項 10】

前記軸受動作検出部は、前記一对の軸受部の一方に設けられていて、

前記一对の軸受部の一方が劣化したとき、前記カップリング部の回転動作により、前記一对の軸受部のうちいずれか一方が有している前記第 1 軸受が劣化していると判定する、

請求項 8 または 9 に記載のモータの状態判定装置。

【請求項 11】

前記一对の軸受部の他方が劣化したとき、前記カップリング部の回転動作により、前記一对の軸受部のうちいずれか一方が有している前記第 1 軸受が劣化していると判定する、

請求項 10 に記載のモータの状態判定装置。

【請求項 12】

前記モータは、

ロータの回転動作に応じたロータ動作情報を出力するロータ動作検出部を備え、

前記状態判定部は、

前記軸受動作情報及び前記ロータ動作情報に基づいて前記第 1 軸受の回転運動の状態を判定する、

請求項 8 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のモータの状態判定装置。

【請求項 13】

前記軸受動作情報は、前記第 1 外輪の回転数に応じた情報であり、

前記ロータ動作情報は、前記ロータの回転数に応じた情報である、

請求項 12 に記載のモータの状態判定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ、及び、モータの状態判定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

モータは、その故障の一因として、ロータに取り付けられる回転軸を支持する軸受の故障などの異常が挙げられる。

【0003】

なお、モータにおける軸受の故障予兆の有無を適切に診断するために、電動機（モータ）の軸部材の一端側に設置される第 1 軸受の温度を検出する第 1 温度センサと、軸部材の他端側に設置される第 2 軸受の温度を検出する第 2 温度センサと、第 1 軸受の温度と第 2 軸受の温度との差に基づいて第 1 軸受及び第 2 軸受の故障予兆の有無を診断する軸受故障予兆診断手段と、を備えるものが知られている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2015 - 231295 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

モータにおいて、軸受に異常が発生した場合には、ロータの回転に支障が生じるため、軸受を交換する必要がある。特に、サーバの内部を冷却するための冷却ファン用のモータ（以下「ファンモータ」という）は、ファンモータが故障することでサーバの使用にも支障が出るため、高い信頼性が要求されている。ファンモータにおける軸受の高い信頼性とは、具体的には、軸受に異常が発生するまでの期間、つまり軸受の寿命が長いこと、あるいは、軸受の寿命を予測し得ることが挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 の技術では、軸受の寿命を予測して信頼性を向上し得るものの、2 つの軸受それぞれに温度センサを備える必要があるため、温度センサの取り付け場所の確保する必要があるなど、モータの構成が複雑になっていた。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述の課題を一例とするものであり、簡易な構成でモータにおける軸受の信頼性を向上することができる技術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 】

上記目的を達成するために、本発明に係るモータは、回転軸を有するロータと、前記ロータの周方向に対向して配置されているステータと、前記回転軸を回転可能に支持する一対の軸受部と、を備え、前記一対の軸受部は、前記回転軸とともに回転可能な第 1 軸受、前記第 1 軸受とともに回転可能な第 2 軸受、及び、前記第 1 軸受と前記第 2 軸受とが連動して回転するように結合しているカップリング部をそれぞれ有し、前記一対の軸受部がそれぞれ有する前記カップリング部は、連動して回転するように結合している。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様に係るモータにおいて、前記第 1 軸受は、前記回転軸とともに回転可能な第 1 内輪と、前記第 1 内輪の外周側に設けられている第 1 外輪と、前記第 1 内輪と前記第 1 外輪との間に配置されている第 1 転動体とを有し、前記第 2 軸受は、前記回転軸の軸線方向において前記第 1 軸受とは離れた位置に設けられていて、前記第 1 外輪とともに回転可能な第 2 内輪と、前記第 2 内輪の外周側に設けられている第 2 外輪と、前記第 2 内輪と前記第 2 外輪との間に配置されている第 2 転動体とを有し、前記カップリング部は、前記第 1 外輪と前記第 2 内輪とを回転可能に結合する。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様に係るモータにおいて、前記一対の軸受部のうち少なくとも一方の動作を検出する軸受動作検出部を備え、前記軸受動作検出部は、前記第 1 外輪の回転動作に応じた軸受動作情報を出力する。

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様に係るモータにおいて、前記軸受動作検出部は、前記第 1 外輪とともに回転可能な軸受動作検出マグネットと、前記軸受動作検出マグネットの回転動作に応じて前記軸受動作情報を出力する軸受動作検出センサと、を有する。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様に係るモータにおいて、前記軸受動作検出センサは、前記一対の軸受部のうちの前記軸受動作検出部が設けられた軸受部の外周側に設けられた基板に搭載されている。

【 0 0 1 3 】

本発明の一態様に係るモータにおいて、前記軸受動作検出部は、前記カップリング部の外周側に設けられている。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様に係るモータにおいて、前記基板には、前記ロータの回転動作に応じたロータ動作情報を出力するロータ動作検出部が搭載されている。

40

【 0 0 1 5 】

上記目的を達成するために、モータの軸受部の状態を判定する状態判定装置であり、前記モータは、回転軸を有するロータと、前記ロータの周方向に対向して配置されているステータと、前記回転軸を回転可能に支持し、前記回転軸とともに回転可能な第 1 軸受、前記第 1 軸受とともに回転可能な第 2 軸受、及び、前記第 1 軸受と前記第 2 軸受とが連動して回転するように結合しているカップリング部をそれぞれ有する一対の軸受部と、前記一対の軸受部の少なくとも一方に設けられて、前記第 1 軸受の回転動作に応じた軸受動作情報を出力する軸受動作検出部と、を備え、前記一対の軸受部は、前記第 1 軸受は、前記回転軸とともに回転可能な第 1 内輪と、前記第 1 内輪の外周側に設けられている第 1 外輪と

50

、前記第1内輪と前記第1外輪との間に配置されている第1転動体とを有し、前記第2軸受は、前記回転軸の軸線方向において前記第1軸受とは離れた位置に設けられていて、前記第1外輪とともに回転可能な第2内輪と、前記第2内輪の外周側に設けられている第2外輪と、前記第2内輪と前記第2外輪との間に配置されている第2転動体とを有し、前記カップリング部は、前記第1外輪と前記第2内輪とを回転可能に結合し、前記軸受動作検出部は、前記第1外輪の回転動作に応じた軸受動作情報を出し、前記状態判定装置は、前記軸受動作検出部が出力した前記軸受動作情報に基づいて前記一对の軸受部の回転運動の状態を判定する状態判定部を備える。

【0016】

本発明の一態様に係るモータの状態判定装置において、前記状態判定装置は、前記軸受動作情報に基づいて、前記一对の軸受部の少なくともいずれかが劣化しているか否かを判定する。

10

【0017】

本発明の一態様に係るモータの状態判定装置において、前記軸受動作検出部は、前記一对の軸受部の一方に設けられていて、前記一对の軸受部の一方が劣化したとき、前記カップリング部の回転動作により、前記一对の軸受部のうちいずれか一方が有している前記第1軸受が劣化していると判定する。

【0018】

本発明の一態様に係るモータの状態判定装置において、前記一对の軸受部の他方が劣化したとき、前記カップリング部の回転動作により、前記一对の軸受部のうちいずれか一方が有している前記第1軸受が劣化していると判定する。

20

【0019】

本発明の一態様に係るモータの状態判定装置において、前記モータは、ロータの回転動作に応じたロータ動作情報を出し、前記状態判定部は、前記軸受動作情報及び前記ロータ動作情報に基づいて前記第1軸受の回転運動の状態を判定する。

【0020】

本発明の一態様に係るモータの状態判定装置において、前記軸受動作情報は、前記第1外輪の回転数に応じた情報であり、前記ロータ動作情報は、前記ロータの回転数に応じた情報である。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、モータにおける軸受の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る実施の形態のモータを備えるファン装置の構成を概略的に示す正面図である。

【図2】図1に示すファン装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図3】図1に示すファン装置が備える軸受部の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図4】図1に示すファン装置が備える軸受部の構成を概略的に示す断面図である。

40

【図5】本発明の実施の形態に係るモータの駆動制御装置の機能ブロック図である。

【図6】図1に示すファン装置が備えるモータにおける、下側の軸受部が劣化した場合の軸受部の動作、及び、軸受動作検出部の動作の推移を示すためのフローチャートである。

【図7】図1に示すファン装置が備えるモータにおける、上側の軸受部が劣化した場合の軸受部の動作、及び、軸受動作検出部の動作の推移を示すためのフローチャートである。

【図8】図6に示すモータの駆動制御装置による軸受部の状態検出処理の例を示すためのフローチャートである。

【図9】図1に示すファン装置が備えるモータにおける、(a)第1ホール信号に基づくロータ動作情報としてのFG信号、(b)第1軸受が正常に動作している状態における第2ホール信号に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号、(c)第1軸受が劣化した

50

状態における第 2 ホール信号に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号、及び、(d) 第 1 軸受が固着 (故障) した状態における第 2 ホール信号に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態に係るモータ及びモータの状態判定装置について図面を参照しながら説明する。

【0024】

<モータの実施の形態>

図 1 は、本発明に係る実施の形態のモータ 10 を備えるファン装置 1 の構成を概略的に示す正面図である。図 2 は、ファン装置 1 の構成を概略的に示す断面図である。図 3 は、ファン装置 1 が備える軸受部 22A, 22B の構成を概略的に示す分解斜視図である。図 4 は、ファン装置 1 が備える軸受部 22A, 22B の構成を概略的に示す断面図である。

10

【0025】

以下の説明では、便宜上、軸線 x 方向において矢印 a 方向を上側 a とし、矢印 b 方向を下側 b とする。また、軸線 x に垂直な径方向において、軸線 x から遠ざかる方向 (図 1 の矢印 c 方向) を外周側 c とし、軸線 x に向かう方向 (図 1 の矢印 d 方向) を内周側 d とする。以下の説明では、便宜上、図 1 に示す方向をモータの側面とする。また、以下の説明では、便宜上、モータを上側 a から下側 b に向かって見る方向を正面、下側 b から上側 a に向かって見る方向を底面とする。

20

【0026】

図 1 乃至図 4 に示すように、本実施の形態に係るモータ 10 は、回転軸 23 を有するロータと、ロータの周方向に対向して配置されているステータ 24 と、回転軸 23 を回転可能に支持する一対の軸受部 22A, 22B とを備える。一対の軸受部 22A, 22B は、回転軸 23 とともに回転可能な第 1 軸受 221A, 221B、第 1 軸受 221A, 221B とともに回転可能な第 2 軸受 222A, 222B、及び、第 1 軸受 221A, 221B と第 2 軸受 222A, 222B とが連動して回転するように結合しているカップリング部 223A, 223B をそれぞれ有し、一対の軸受部 22A, 22B がそれぞれ有するカップリング部 223A, 223B は、連動して回転するように結合している。以下、モータ 10 を備えるファン装置 1 の構成及び動作を具体的に説明する。

30

【0027】

[ファン装置の構成]

図 1 に示すように、ファン装置 1 は、ハブ 25 に複数の羽根 28 を備えるインペラ 30 と、インペラ 30 の外周を覆いファン装置 1 の外形形状を定めるケーシング 40 とを備える。インペラ 30 は、ハブ 25 がケーシング 40 の内部において軸線 x を中心とする中央部に配置されている。図 2 に示すように、ファン装置 1 は、インペラ 30 のハブ 25 の内部にモータ 10 が配置されている。

【0028】

図 2 に示すように、モータ 10 は、例えば、回転軸 23、回転軸 23 に接続されているロータヨーク 26、及びインペラ 30 がロータを構成するアウターロータ型のブラシレス DC (Direct Current) モータである。モータ 10 は、回転軸 23、軸受ハウジング 21、一対の軸受部 22A, 22B、ステータ 24、ロータヨーク 26、マグネット 27、基板 29、ロータ動作検出センサ (ロータ動作検出部の一例) 36、及び、軸受動作検出部 37 を備える。

40

【0029】

図 2 に示すように、回転軸 23 は、軸線 x 方向を長手方向として配置されている棒状部材である。軸受ハウジング 21 は、ケーシング 40 の中央部に支持される中空の筒状体である。軸受ハウジング 21 は、一対の軸受部 22A, 22B を介して回転軸 23 を回転可能に支持している。図 3 に示すように、軸受ハウジング 21 は、円筒状のハウジング本体 211 の軸線 x 方向の一端に軸受部 22A を支持する軸受支持部 212 と、ハウジング本

50

体 2 1 1 の軸線 x 方向の他端に軸受部 2 2 B を支持する軸受支持部 2 1 3 とを備える。軸受支持部 2 1 2 , 2 1 3 は、それぞれ、ハウジング本体 2 1 1 の内周面に形成されている。

【 0 0 3 0 】

図 3 及び図 4 に示すように、一对の軸受部 2 2 A , 2 2 B は、具体的には、上述のように軸受ハウジング 2 1 の軸線 x 方向の一端に設けられている軸受支持部 2 1 2 に支持される軸受部 2 2 A と、軸受ハウジング 2 1 の軸線 x 方向の他端に設けられている軸受支持部 2 1 3 に支持される軸受部 2 2 B とである。一对の軸受部 2 2 A , 2 2 B は、それぞれ、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B、第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B、及びカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B を備える。一对の軸受部 2 2 A , 2 2 B それぞれにおいて、第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B は、回転軸 2 3 の軸線 x 方向において第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B とは離れた位置に設けられている。

10

【 0 0 3 1 】

図 4 に示すように、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B は、第 1 内輪 2 2 1 1、第 1 外輪 2 2 1 2、及び第 1 転動体 2 2 1 3 を備える。第 1 内輪 2 2 1 1 は、図 2 に示す回転軸 2 3 の外周面 2 3 a に装着可能な内周面を有する環状の部材である。第 1 内輪 2 2 1 1 は、回転軸 2 3 の外周面 2 3 a に装着されることにより、回転軸 2 3 とともに回転可能である。第 1 外輪 2 2 1 2 は、第 1 内輪 2 2 1 1 の外周側 c に設けられている。第 1 外輪 2 2 1 2 は、第 1 内輪 2 2 1 1 と同軸で第 1 内輪 2 2 1 1 よりも大径の環状の部材である。第 1 転動体 2 2 1 3 は、第 1 内輪 2 2 1 1 と第 1 外輪 2 2 1 2 との間に複数配置されている球状の部材である。第 1 軸受 2 2 1 は、第 1 内輪 2 2 1 1、第 1 外輪 2 2 1 2、及び第 1 転動体 2 2 1 3 の間に潤滑剤が封入されている。

20

【 0 0 3 2 】

第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B は、第 2 内輪 2 2 2 1、第 2 外輪 2 2 2 2、及び第 2 転動体 2 2 2 3 を備える。第 2 内輪 2 2 2 1 は、カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B に装着可能な内周面を有する環状の部材である。第 2 内輪 2 2 2 1 は、カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B に装着されることにより、カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B を介して第 1 外輪 2 2 1 2 とともに回転可能である。第 2 外輪 2 2 2 2 は、第 2 内輪 2 2 2 1 の外周側 c に設けられている。第 2 外輪 2 2 2 2 は、第 2 内輪 2 2 2 1 と同軸で第 2 内輪 2 2 2 1 よりも大径の環状の部材である。第 2 転動体 2 2 2 3 は、第 2 内輪 2 2 2 1 と第 2 外輪 2 2 2 2 との間に複数配置されている球状の部材である。第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B は、第 2 内輪 2 2 2 1、第 2 外輪 2 2 2 2、及び第 2 転動体 2 2 2 3 の間に潤滑剤が封入されている。第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B は、例えば、ゴムシールタイプのベアリングを用いるなどの手法により、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B と比較して高回転でも回転しにくい性質を有していてもよい。

30

【 0 0 3 3 】

カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B は、それぞれ第 1 軸受收容部 2 2 3 1、第 2 軸受收容部 2 2 3 2、段差部 2 2 3 3、及び、結合部 2 2 3 4 を備える。カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B は、それぞれ径方向の寸法が異なる筒状の部分である第 1 軸受收容部 2 2 3 1 及び第 2 軸受收容部 2 2 3 2 と、第 1 軸受收容部 2 2 3 1 及び第 2 軸受收容部 2 2 3 2 を繋ぐ段差部 2 2 3 3 とにより、第 1 外輪 2 2 1 2 と第 2 内輪 2 2 2 1 とを回転可能に結合している。

40

【 0 0 3 4 】

第 1 軸受收容部 2 2 3 1 は、第 1 軸受 2 2 1 の第 1 外輪 2 2 1 2 を收容可能な内周面を有する。具体的には、第 1 軸受收容部 2 2 3 1 は、第 1 外輪 2 2 1 2 と協働して回転可能な形状及び寸法に形成されている。

【 0 0 3 5 】

第 2 軸受收容部 2 2 3 2 は、回転軸 2 3 の外周面 2 3 a に対して所定の空隙を有する形状及び寸法の内周面を有する。また、第 2 軸受收容部 2 2 3 2 は、第 2 軸受 2 2 2 の第 2 内輪 2 2 2 1 を收容可能な外周面を有する。第 2 軸受收容部 2 2 3 2 は、第 2 内輪 2 2 2 1 と協働して回転可能な形状及び寸法に形成されている。

50

【 0 0 3 6 】

また、軸線 x 方向において上側 a に設けられているカップリング部 2 2 3 A と下側 b に設けられているカップリング部 2 2 3 B とは、連動して回転するように結合している。カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B は、具体的には、軸線 x 方向において第 1 軸受収容部 2 2 3 1 とは反対側の端部に設けられている結合部 2 2 3 4 A , 2 2 3 4 B により、上側 a のカップリング部 2 2 3 A と、下側 b のカップリング部 2 2 3 B とが連動して回転するように結合している。上側 a のカップリング部 2 2 3 A に設けられている結合部 2 2 3 4 A と、下側 b のカップリング部 2 2 3 B に設けられている結合部 2 2 3 4 B とは、嵌合や接合などの構造により連動して回転するように結合している。結合部 2 2 3 4 A は、結合部 2 2 3 4 B の突部を受容可能な窪み部を有するように形成されている。結合部 2 2 3 4 B も、結合部 2 2 3 4 A の突部を受容可能な窪み部を有するように形成されている。カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B は、結合部 2 2 3 4 A の突部と結合部 2 2 3 4 B の突部が互いに収容しあうことにより、カップリング部 2 2 3 A またはカップリング部 2 2 3 B の一方が回転する際に結合部 2 2 3 4 A と結合部 2 2 3 4 B とが接してカップリング部 2 2 3 A またはカップリング部 2 2 3 B の他方とともに一体となって回転することができる。カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B がこのように構成されていることにより、軸線 x 方向上側 a の第 2 軸受 2 2 2 A と下側 b の第 2 軸受 2 2 2 B とが連動して回転することができる。

10

【 0 0 3 7 】

なお、結合部 2 2 3 4 A , 2 2 3 4 B の結合方法、それぞれの形状などは、特に限定されない。結合部 2 2 3 4 A , 2 2 3 4 B は、カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B のどちらか一方の回転に応じて、他方が一体となって回転できるように構成されていればよい。また、結合部 2 2 3 4 A , 2 2 3 4 B は、モータ 1 0 として組み立てることが可能であれば、一体で形成されていてもよい。

20

【 0 0 3 8 】

図 2 に示すように、ステータ 2 4 は、ケーシング 4 0 の例えば、下側 b に固定されている。ステータ 2 4 は、例えば、複数の電磁鋼板を積層して形成されたステータコア 2 4 1 と、ステータコア 2 4 1 上に巻回されたコイル 2 4 2 と、ステータコア 2 4 1 に設けられたインシュレータ 2 4 3 と、を備えている。

【 0 0 3 9 】

ロータヨーク 2 6 は、例えば、インペラ 3 0 のハブ 2 5 の内周部に設けられている。ロータヨーク 2 6 は、マグネット 2 7 を収容するために、例えば、概略筒状に形成されている。ロータヨーク 2 6 は、ハブ 2 5 と別体で形成しても一体で形成してもよい。マグネット 2 7 は、ロータヨーク 2 6 の内周面に取り付けられている。マグネット 2 7 は、内周側 d に設けられているステータ 2 4 との間所定の隙間を有するように設けられている。

30

【 0 0 4 0 】

基板 2 9 は、図 2 に示すように、軸受部 2 2 A , 2 2 B の少なくとも一方、例えば、ステータ 2 4 の軸線 x 方向の他端にあたる下側の軸受部 2 2 B の外周側 c に設けられている。基板 2 9 は、例えば、軸受部 2 2 B の外周側 c に略円環形状に形成されている板状の基板である。基板 2 9 の上側 a には、ロータ動作検出部としてのロータ動作検出センサ 3 6 が搭載されている。また、基板 2 9 の下側 b には、軸受動作検出部 3 7 の軸受動作検出センサ 3 7 2 が搭載されている。

40

【 0 0 4 1 】

ロータ動作検出センサ 3 6 は、上述のように基板 2 9 の上側 a に搭載されている。ロータ動作検出センサ 3 6 は、ロータを構成しているインペラ 3 0 のハブ 2 5 の内周面に設けられているマグネット 2 7 の磁界範囲、例えば、マグネット 2 7 の下側 b に配置されている。ロータ動作検出センサ 3 6 は、ロータに取り付けられているマグネット 2 7 が回転するのに伴い、このマグネット 2 7 の回転動作に応じた位置信号であるロータ動作情報としての第 1 ホール信号 (ロータ動作情報の一例) を出力する。ロータ動作情報とは、具体的には、例えば、ロータの回転数あるいは回転速度の情報などのロータの回転数に応じた情報であり、具体的には、上述の第 1 ホール信号または第 1 ホール信号から算出したロータ

50

の回転数の情報（ロータ回転数信号）である。なお、ロータ動作検出センサ 36 の数は、本実施の形態に限定されない。

【0042】

軸受動作検出部 37 は、軸受動作検出マグネット 371 と軸受動作検出センサ 372 とにより構成されている。軸受動作検出マグネット 371 は、図 4 に示すように、下側 b の軸受部 22B の第 1 外輪 2212 の外周側 c、例えば、軸受部 22B の第 1 外輪 2212 の外周側 c を覆い第 1 外輪 2212 とともに回転可能なカップリング部 223B の第 1 軸受収容部 2231 の外周側 c に設けられている。軸受動作検出マグネット 371 は、このように配置されていることで、第 1 外輪 2212 とともに回転可能である。軸受動作検出センサ 372 は、軸受動作検出マグネット 371 の磁界範囲、具体的には、軸受動作検出マグネット 371 の外周側 c に位置する基板 29 の下側 b に搭載されている。軸受動作検出センサ 372 は、第 1 外輪 2212 とともに回転するカップリング部 223 に取り付けられている軸受動作検出マグネット 371 が回転するのに伴い、この軸受動作検出マグネット 371 の回転動作に応じたホール信号である軸受動作情報としての第 2 ホール信号を出力する。軸受動作情報とは、具体的には、例えば、軸受の回転数あるいは回転速度の情報であり、具体的には、第 2 ホール信号または第 2 ホール信号から算出した第 1 軸受 221 の回転数に応じた情報（軸受回転数信号）である。なお、軸受動作検出部 37 の数は、本実施の形態に限定されない。

10

【0043】

< モータの状態判定装置の構成 >

20

次に、モータの状態判定装置の構成について説明する。

【0044】

本実施の形態において、モータ 10 の駆動制御装置 3 は、モータ 10 の軸受部 22A、22B の状態を判定する状態判定装置として機能する。駆動制御装置 3 は、モータ 10 の軸受動作検出部 37 の軸受動作検出センサ 372 が出力した軸受動作情報と、ロータ動作検出センサ 36 が出力したロータ動作情報とを用いて第 1 軸受 221 の回転運動の状態を判定する状態判定部としての軸受異常判定部 35 を備える。後述するように、軸受異常判定部 35 は、軸受動作情報に基づいて、第 1 軸受 221 が劣化しているか否かを判定する。また、軸受異常判定部 35 は、軸受動作情報とロータ動作情報とに基づいて、第 1 軸受が故障しているか否かを判定する。以下、モータの状態判定装置として機能するモータ 10 の駆動制御装置 3 について説明する。

30

【0045】

図 5 は、本発明の実施の形態に係るモータ 10 の駆動制御装置 3 の機能ブロック図である。図 6 に示すように、モータ 10 の駆動制御装置（状態判定装置の一例）3 は、速度指令解析部 31、第 1 回転数算出部 321、第 2 回転数算出部 322、PWM（Pulse Width Modulation）指令部 33、PWM 信号生成部 34、軸受異常判定部（状態判定部の一例）35 を備える。駆動制御装置 3 は、例えば、MCU（Micro Controller Unit）のように、本発明に係る駆動制御装置 3 による下記の機能ブロックを実現するためのプログラムを含む各種コンピュータプログラムを実行可能な情報処理装置と、コンピュータプログラムやプログラム実行時のデータなどを記憶する ROM（Read Only Memory）のような記憶装置とにより実現される。また、ROM には、後述の軸受異常判定部 35 による処理で用いられる第 1 軸受 221 が劣化していると判定する際に用いられる閾値、及び、第 1 軸受 221 が故障していると判定される際の軸受回転数信号（軸受動作情報の一例）S5 に対するロータ回転数信号（ロータ動作情報の一例）S2 の比率に関する情報も格納されている。

40

【0046】

速度指令解析部 31 は、サーバの制御部など不図示の外部機器からのモータ 10 の速度指令信号 Sc を受信し、PWM 指令部 33 に指示を与えるための目標回転数信号 S1 を生成する。

【0047】

50

第1回転数算出部321は、モータ10に取り付けられてロータのマグネット27の回転数を検出するために設けられているロータ動作検出センサ36が取得した第1ホール信号Sh1（ロータの回転数に関する情報；ロータ動作情報の一例）を取得して、第1ホール信号Sh1に基づいてロータの回転数を算出してロータ回転数信号S2を出力する。第1回転数算出部321は、ロータ回転数信号S2をPWM指令部33及び軸受異常判定部35に出力する。また、第1回転数算出部321は、算出したロータの回転数をFG（Frequency Generator）信号FGとして外部機器に出力する。

【0048】

第2回転数算出部322は、モータ10において軸受部22A、22Bの第1軸受221A、221Bの第1外輪2212の回転数を検出するために設けられている軸受動作検出部37から取得した第2ホール信号Sh2（第1軸受221の第1外輪2212の回転数に関する情報）を取得して、第2ホール信号Sh2に基づいて第1外輪2212の回転数を算出して軸受回転数信号S5を出力する。第2回転数算出部322は、軸受回転数信号S5を軸受異常判定部35に出力する。

10

【0049】

PWM指令部33は、速度指令解析部31から出力された目標回転数信号S1、及び、第1回転数算出部321から出力されたロータ回転数信号S2に基づいて生成するPWM設定指示信号S3をPWM信号生成部34に出力する。PWM設定指示信号S3は、PWM信号生成部34が生成するPWM信号の設定、つまりモータ10を所望の回転数で駆動するのに必要なPWM信号のデューティ比を指示する信号である。

20

【0050】

PWM信号生成部34は、PWM指令部33が出力したPWM設定指示信号S3に基づいて、モータ駆動部2を制御する駆動制御信号Sd、つまり所望のデューティ比のPWM信号S4を生成し、出力する。

【0051】

モータ駆動部2は、駆動制御信号Sdに基づいてモータ10を駆動する。

【0052】

軸受異常判定部35は、第1回転数算出部321が算出したロータ動作情報、及び、第2回転数算出部322が算出した軸受動作情報に基づいて一对の軸受部22A、22Bの回転運動の状態を判定する状態判定部として機能する。

30

【0053】

軸受異常判定部35は、軸受動作検出センサ372から軸受動作情報、つまり第1外輪2212が回転していることを示すパルス信号の第2ホール信号Sh2が出力され、第2回転数算出部322から軸受回転数信号S5が出力された場合、軸受部22A、22Bにおいて第2軸受222が回転軸23とともに回転していると判定する。

【0054】

軸受異常判定部35は、軸受動作情報（例えば、軸受回転数信号S5）とロータ動作情報（例えば、ロータ回転数信号S2）とを比較することによって、軸受部22A、22Bの第1軸受221に劣化や故障などの異常が生じているか否かを検出する。具体的には、軸受異常判定部35は、軸受動作情報とロータ動作情報とを比較することによって、第1外輪2212が回転している場合であり、第1外輪2212の回転数に対するロータの回転数の比率が所定の数値未満である場合に、第1軸受221の劣化（機能低下）が生じていると判定する。また、軸受異常判定部35は、軸受動作情報とロータ動作情報とを比較することによって、第1外輪2212の回転数に対するロータの回転数の比率が所定の数値以上である場合に、第1軸受221の異常状態、すなわち劣化が進行し、回転軸23と第1軸受221とが固着、つまり故障していると判定する。軸受異常判定部35は、検出した軸受部22A、22Bの状態の情報を異常報知信号Saとして外部機器に出力する。なお、軸受異常判定部35は、ロータ動作情報と軸受動作情報とを用いて第1軸受221の劣化または故障を判定するものであればよい。このため、軸受異常判定部35は、ロータ回転数信号S2に代えて、例えば、第1ホール信号Sh1またはFG信号を処理に用い

40

50

てもよい。また、軸受異常判定部 3 5 は、軸受回転数信号 S 5 に代えて、例えば、第 2 ホール信号 S h 2 を処理に用いてもよい。

【 0 0 5 5 】

[ファン装置及び駆動制御装置の動作]

次に、以上説明した構成を備えるファン装置 1 及びファン装置 1 のモータ 1 0 の駆動制御装置 3 の動作について説明する。

【 0 0 5 6 】

図 6 は、ファン装置 1 が備えるモータ 1 0 における、下側 b の軸受部 2 2 B が劣化した場合の軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作、及び、軸受動作検出部 3 7 の動作の推移を示すためのフローチャートである。図 7 は、ファン装置 1 が備えるモータ 1 0 における、上側 a の軸受部 2 2 A が劣化した場合の軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作、及び、軸受動作検出部 3 7 の動作の推移を示すためのフローチャートである。図 8 は、モータ 1 0 の駆動制御装置 3 による軸受部 2 2 A , 2 2 B の状態検出処理の例を示すためのフローチャートである。図 9 は、ファン装置 1 が備えるモータ 1 0 における、(a) 第 1 ホール信号 S h 1 に基づくロータ動作情報としての F G 信号、(b) 第 1 軸受 2 2 1 が正常に動作している状態における第 2 ホール信号 S h 2 に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号 S 5、(c) 第 1 軸受が劣化した状態における第 2 ホール信号 S h 2 に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号 S 5、及び、(d) 第 1 軸受が固着 (故障) した状態における第 2 ホール信号 S h 2 に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号 S 5 の模式図である。

【 0 0 5 7 】

以下、図 6、及び、図 9 を参照して、ファン装置 1 が備えるモータ 1 0 における、下側 b の軸受部 2 2 B が劣化した場合の軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作、及び、軸受動作検出部 3 7 の動作の推移を説明する。

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すように、モータ 1 0 は、駆動電流が流れることで、回転軸 2 3 の回転が開始する (ステップ S 1)。モータ 1 0 の回転軸 2 3 は、図 2 に示すように、軸受ハウジング 2 1 に装着された一対の軸受部 2 2 A , 2 2 B によって回転可能に支持されている。また、回転軸 2 3 は、上側 a の一端がインペラ 3 0 のハブ 2 5 と結合している。このため、モータ 1 0 が駆動されることによって回転軸 2 3 が軸線 x を中心に回転し、それに伴ってインペラ 3 0 も軸線 x を中心に回転する。

【 0 0 5 9 】

モータ 1 0 は、一対の軸受部 2 2 A , 2 2 B が、回転軸 2 3 とともに回転可能な第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B と、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B とともに回転可能な第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B と、をそれぞれ備える。ここで、一対の軸受部 2 2 A , 2 2 B は、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B の第 1 内輪 2 2 1 1 と回転軸 2 3 の外周面 2 3 a とが接しているため、第 1 内輪 2 2 1 1 と回転軸 2 3 とがともに回転する。第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B は、第 1 外輪 2 2 1 2 がカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B の第 1 軸受収容部 2 2 3 1 と接している。第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B は、第 2 内輪 2 2 2 1 がカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B の第 2 軸受収容部 2 2 3 2 と接している。このため、軸受部 2 2 A , 2 2 B は、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B が劣化または故障して第 1 内輪 2 2 1 1 と第 1 外輪 2 2 1 2 とが一体となって回転すると、第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B が回転軸 2 3 とともに回転する。

【 0 0 6 0 】

以上のように構成されているモータ 1 0 の軸受部 2 2 A , 2 2 B において、通常 (稼働後の所定時間) の状態では、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B が正常な動作機能を有しているため、第 1 内輪 2 2 1 1 が第 1 転動体 2 2 1 3 及び第 1 外輪 2 2 1 2 に支持されて回転軸 2 3 とともに回転する。この場合において、ロータ動作検出センサ 3 6 は、ロータが、例えば、所定の回転数で回転しているときに図 9 (a) のように回転動作に応じたパルス信号 (第 1 ホール信号 S h 1) を出力する。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

つまり、モータ10では、通常の状態において、第1内輪2211が回転軸23とともに回転するため、第1外輪2212及び第1外輪2212とともに回転可能なカップリング部223A、223Bは回転しない。このため、カップリング部223Bの外周側cに取り付けられている軸受動作検出マグネット371も回転しない(ステップS11)。軸受動作検出マグネット371が回転しないため、軸受動作検出センサ372から出力される第2ホール信号Sh2は、図9(b)に示すように、パルス信号ではなくHighまたはLowの一定の信号として出力される(ステップS12)。

【0062】

その後、モータ10において、軸受部22A、22Bのうち、下側b、すなわち、軸線x方向において軸受動作検出マグネット371が設けられている側の軸受部22Bの第1軸受221Bの動作機能の劣化が開始する(ステップS2)。軸受部22Bにおいて、第1軸受221Bの回転トルクが第2軸受222Aの起動トルクを上回ると、カップリング部223B及び第2軸受222Bの回転が開始する(ステップS3)。具体的には、軸受部22Bでは、第1軸受221Bの第1内輪2211と、第1外輪2212及び第1転動体2213が一体となって回転軸23とともに回転する。モータ10では、このように第1軸受221Bの動作機能が劣化、あるいは故障したなどの異常が発生した状態に、第1軸受221Bでは、その劣化や故障状況に応じて、第1軸受221Bの回転トルクが上昇し、第1内輪2211とともに第1外輪2212が回転する。このため、第1外輪2212及び第1外輪2212とともに回転可能なカップリング部223Bも、第1外輪2212とともに回転する。そして、カップリング部223Bの外周側cに取り付けられている軸受動作検出マグネット371も回転を開始する(ステップS31)。この場合、第1軸受221Bは、第1内輪2211と第1転動体2213とが完全に固着していないため、ロータとは異なる比率で回転動作を継続している。つまり、第1軸受221Bにおいて、第1外輪2212の回転が回転軸23(ロータ)に対して低回転数で回転してロータの回転数とは同期していないため、軸受動作検出センサ372から出力される第2ホール信号Sh2は、図9(c)に示すように、図9(a)に示したFG信号とは異なる周期で出力されている(ステップS32)。

【0063】

カップリング部223A、223Bは、上述のように第1軸受収容部2231の内周面が第1軸受221A、221Bの第1外輪2212とともに回転可能に接続している。このように、第1軸受221Bにおいて第1内輪2211とともに第1外輪2212が回転する(共回りする)状態になる(ステップS4)と、第1軸受221Bの回転トルクが第2軸受222Bの起動トルクを上回る。このとき、軸受部22Bでは、カップリング部223Bを介して第2軸受222Bが回転軸23とともに回転を開始する。すなわち、第2軸受222Bの第2内輪2221は、上述のようにカップリング部223Bの第2軸受収容部2232の外周面に取り付けられていて、カップリング部223Bの回転に応じて回転可能である。このため、モータ10において、カップリング部223B、及び第2軸受222Bが回転軸23とともに回転する(ステップS5)。

【0064】

モータ10では、このように第1軸受221Bの動作機能が劣化、あるいは故障した状態が進行すると、第1軸受221Bにおいて、第1内輪2211、第1転動体2213、及び第1外輪2212の回転数は、徐々に上昇し最終的に回転軸23と一体となって回転軸23と同一の回転数で回転する。このため、第1外輪2212及び第1外輪2212とともに回転可能なカップリング部223Bも、第1外輪2212とともに回転軸23と同一の回転数で回転する。また、カップリング部223Bの外周側cに取り付けられている軸受動作検出マグネット371の回転数も第1外輪2212の回転数と同様に上昇し、回転軸23と同一の回転数で回転する(ステップS51)。つまり、第1軸受221Bにおいて、第1外輪2212の回転が回転軸23(ロータ)とは同期しているため、軸受動作検出センサ372から出力される第2ホール信号Sh2は、周波数が上昇し、図9(d)に示すように、図9(a)に示したFG信号とはほぼ同様の周波数で出力される(ステッ

10

20

30

40

50

プ S 5 2)。

【 0 0 6 5 】

次に、図 7、及び、図 9 を参照して、ファン装置 1 が備えるモータ 1 0 における、上側 a の軸受部 2 2 A が劣化した場合の軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作、及び、軸受動作検出部 3 7 の動作の推移を説明する。なお、以下の説明において、先に説明した下側 b の軸受部 2 2 B が劣化した場合の軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作、及び、軸受動作検出部 3 7 の動作の推移と共通の処理については同一の番号を用い、相違点のみを説明する。

【 0 0 6 6 】

図 7 に示すように、モータ 1 0 は、駆動電流が流れることで、回転軸 2 3 の回転が開始し、ステップ S 1 からステップ S 1 2 までの動作及び処理が行われる。

【 0 0 6 7 】

その後、モータ 1 0 において、軸受部 2 2 A , 2 2 B のうち、上側 a、すなわち、軸線 x 方向において軸受動作検出マグネット 3 7 1 が設けられている側とは反対側の軸受部 2 2 A の第 1 軸受 2 2 1 A の動作機能の劣化が開始する (ステップ S 2 0)。軸受部 2 2 A において、第 1 軸受 2 2 1 A の回転トルクが第 2 軸受 2 2 2 A の起動トルクを上回ると、カップリング部 2 2 3 A 及び第 2 軸受 2 2 2 A の回転が開始する (ステップ S 3 0)。具体的には、軸受部 2 2 A では、第 1 軸受 2 2 1 A の第 1 内輪 2 2 1 1 と、第 1 外輪 2 2 1 2 及び第 1 転動体 2 2 1 3 が一体となって回転軸 2 3 とともに回転する。モータ 1 0 では、このように第 1 軸受 2 2 1 A の動作機能が劣化、あるいは故障したなどの異常が発生した状態において、第 1 軸受 2 2 1 A では、その劣化や故障状況に応じて、第 1 軸受 2 2 1 A の回転トルクが上昇し、第 1 内輪 2 2 1 1 とともに第 1 外輪 2 2 1 2 が回転する。このため、第 1 外輪 2 2 1 2 及び第 1 外輪 2 2 1 2 とともに回転可能なカップリング部 2 2 3 A も、第 1 外輪 2 2 1 2 とともに回転する。

【 0 0 6 8 】

結合部 2 2 3 4 A , 2 2 3 4 B により、カップリング部 2 2 3 A とともに回転可能に結合されているカップリング部 2 2 3 B も回転する (ステップ S 6)。そして、カップリング部 2 2 3 B の外周側 c に取り付けられている軸受動作検出マグネット 3 7 1 も回転を開始する (ステップ S 6 1)。この場合、第 1 軸受 2 2 1 A は、第 1 内輪 2 2 1 1 と第 1 転動体 2 2 1 3 とが完全に固着していないため、ロータとは異なる比率で回転動作を継続している。つまり、第 1 軸受 2 2 1 A において、第 1 外輪 2 2 1 2 の回転が回転軸 2 3 (ロータ) に対して低回転数で回転していてロータの回転数とは同期していないため、軸受動作検出センサ 3 7 2 から出力される第 2 ホール信号 S h 2 は、図 9 (c) に示すように、図 9 (a) に示した F G 信号とは異なる周期で出力されている (ステップ S 6 2)。

【 0 0 6 9 】

カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B は、上述のように第 1 軸受収容部 2 2 3 1 の内周面が第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B の第 1 外輪 2 2 1 2 とともに回転可能に接続している。このように、第 1 軸受 2 2 1 A において第 1 内輪 2 2 1 1 とともに第 1 外輪 2 2 1 2 が回転する (共回りする) 状態になる (ステップ S 4 0) と、第 1 軸受 2 2 1 A の回転トルクが第 2 軸受 2 2 2 A の起動トルクを上回る。このとき、軸受部 2 2 A では、カップリング部 2 2 3 A を介して第 2 軸受 2 2 2 A が回転軸 2 3 とともに回転を開始する。すなわち、第 2 軸受 2 2 2 A の第 2 内輪 2 2 2 1 は、上述のようにカップリング部 2 2 3 A の第 2 軸受収容部 2 2 3 2 の外周面に取り付けられていて、カップリング部 2 2 3 A の回転に応じて回転可能である。このため、モータ 1 0 において、カップリング部 2 2 3 A、及び第 2 軸受 2 2 2 A が回転軸 2 3 とともに回転する。また、カップリング部 2 2 3 A に結合されている下側 b のカップリング部 2 2 3 B も、カップリング部 2 2 3 A と一体となって回転する (ステップ S 7)。

【 0 0 7 0 】

モータ 1 0 では、このように第 1 軸受 2 2 1 A の動作機能が劣化、あるいは故障した状態が進行すると、第 1 軸受 2 2 1 A において、第 1 内輪 2 2 1 1、第 1 転動体 2 2 1 3、及び第 1 外輪 2 2 1 2 の回転数は、徐々に上昇し最終的に回転軸 2 3 と一体となって回転

10

20

30

40

50

軸 2 3 と同一の回転数で回転する。このため、第 1 外輪 2 2 1 2 及び第 1 外輪 2 2 1 2 とともに回転可能なカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B も、第 1 外輪 2 2 1 2 とともに回転軸 2 3 と同一の回転数で回転する。また、カップリング部 2 2 3 B の外周側 c に取り付けられている軸受動作検出マグネット 3 7 1 の回転数も第 1 外輪 2 2 1 2 の回転数と同様に上昇し、回転軸 2 3 と同一の回転数で回転する（ステップ S 7 1）。つまり、第 1 軸受 2 2 1 A において、第 1 外輪 2 2 1 2 の回転が回転軸 2 3（ロータ）とは同期しているため、軸受動作検出センサ 3 7 2 から出力される第 2 ホール信号 S h 2 は、周波数が上昇し、図 9（d）に示すように、図 9（a）に示した F G 信号とはほぼ同様の周波数で出力される（ステップ S 7 2）。

【 0 0 7 1 】

図 8 は、モータ 1 0 の駆動制御装置 3 による軸受部 2 2 A , 2 2 B の状態検出処理の例を示すためのフローチャートである。図 8 に示す駆動制御装置 3 による軸受部 2 2 A , 2 2 B の状態検出処理の例では、軸受異常判定部 3 5 は、上述のように、第 1 外輪 2 2 1 2 が回転している場合であり、第 1 外輪 2 2 1 2 の回転数に対するロータの回転数の比率が所定の数値未満である場合に、第 1 軸受 2 2 1 の劣化（機能低下）が生じていると判定する。また、軸受異常判定部 3 5 は、第 1 外輪 2 2 1 2 の回転数に対するロータの回転数の比率が所定の数値以上である場合に、第 1 軸受 2 2 1 の劣化が進行し、回転軸 2 3 と第 1 軸受 2 2 1 とが固着、つまり故障していると判定する。図 8 に示す軸受部 2 2 A , 2 2 B の状態検出処理の例では、軸受動作情報として軸受動作検出部 3 7 から出力される第 2 ホール信号 S h 2 を用いる。また図 8 に示す軸受部 2 2 A , 2 2 B の状態検出処理の例では、ロータ動作情報として F G 信号を用いる。

【 0 0 7 2 】

軸受異常判定部 3 5 は、第 2 回転数算出部 3 2 2 を介して第 2 ホール信号 S h 2 について、図 9（c）または図 9（d）で示したパルス出力波形であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 1）。

【 0 0 7 3 】

第 2 ホール信号 S h 2 がパルス出力波形ではない場合、つまり図 9（b）で示した正常な状態の信号である場合（ステップ S 1 0 1：NO）、軸受異常判定部 3 5 は、第 2 ホール信号 S h 2 に基づいて、モータ 1 0 の軸受部 2 2 A , 2 2 B において第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B は正常（第 1 内輪 2 2 1 1 が回転軸 2 3 と回転し、第 1 外輪 2 2 1 2 が回転していない状態）であると判定する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 7 4 】

第 2 ホール信号 S h 2 がパルス出力波形である場合、つまり図 9（c）または図 9（d）で示した第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B が劣化や故障したときに出力される信号である場合（ステップ S 1 0 1：YES）、軸受異常判定部 3 5 は、第 2 ホール信号 S h 2 と F G 信号とを比較し、ロータの回転数に対する第 1 外輪の回転数の比率が所定の値であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 3）。例えば、第 1 軸受 2 2 1 A が劣化した場合は、第 1 軸受 2 2 1 A の回転トルクが徐々に高まることにより、第 2 ホール信号 S h 2 のパルス信号の周期が F G 信号のようにパルス信号の周期に近づく。すなわち、言い換えると、第 1 軸受 2 2 1 A が劣化した場合は、第 1 軸受 2 2 1 A の回転数が、モータ 1 0 の実回転数である所定の回転数に近づく。本ステップでは、第 2 ホール信号 S h 2 と F G 信号 F G の周期の比率に基づき、第 1 軸受 2 2 1 A が劣化しているか、あるいは、第 1 軸受 2 2 1 A が故障しているかのいずれかを判定する。

【 0 0 7 5 】

第 2 ホール信号 S h 2 の周期が、図 9（c）で示したように F G 信号の周期と比較して所定の比率のパルス出力波形ではない（本実施の形態では、図 9（a）の F G 信号よりも長い周期）場合（ステップ S 1 0 3：NO）、軸受異常判定部 3 5 は、第 1 外輪 2 2 1 2 が回転しているが、その回転が回転軸 2 3（ロータ）の回転とは同期していないため、第 1 軸受 2 2 1 が所定回転数未満で回転している劣化状態であると判定する（ステップ S 1 0 4）。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

一方、第 2 ホール信号 S h 2 の周期が、図 9 (d) で示したように F G 信号の周期と比較して所定の比率 (本実施の形態では、図 9 (a) の F G 信号と同じ周期) のパルス出力波形である場合 (ステップ S 1 0 3 : Y E S) 、軸受異常判定部 3 5 は、第 1 軸受 2 2 1 において、第 1 外輪 2 2 1 2 の回転が回転軸 2 3 (ロータ) の回転と同期している (第 1 軸受 2 2 1 が回転軸 2 3 と同じ所定の回転数で回転している) と判定し、第 1 軸受 2 2 1 A の第 1 内輪 2 2 1 1 、第 1 外輪 2 2 1 2 、及び第 1 転動体 2 2 1 3 が固着している故障状態であると判定する (ステップ S 1 0 4) 。

【 0 0 7 7 】

以上のように構成されているモータ 1 0 によれば、第 1 軸受 2 2 1 及び第 2 軸受 2 2 2 を有する一对の軸受部 2 2 A , 2 2 B により回転軸 2 3 を支持しているモータ 1 0 において、第 1 軸受 2 2 1 の第 1 外輪 2 2 1 2 の動作状況を検出する軸受動作検出部 3 7 から第 2 ホール信号 S h 2 を出力することができる。また、モータ 1 0 の駆動制御装置 3 によれば、モータ 1 0 から出力された第 2 ホール信号 S h 2 に基づく軸受回転数信号 S 5 から軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作状態を判定している。このため、軸受部 2 2 A , 2 2 B において第 1 軸受 2 2 1 または第 2 軸受 2 2 2 のいずれが動作しているか、すなわち軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作状態を容易に判定することができる。つまり、以上のように構成されているモータ 1 0 の駆動制御装置 3 によれば、モータ 1 0 の軸受部 2 2 A , 2 2 B の動作状態を容易に判定することができるため、軸受部 2 2 A , 2 2 B の交換時期、寿命を予測することができる。

【 0 0 7 8 】

モータ 1 0 によれば、軸線 x 方向において上側 a と下側 b とに離れて設けられている一对の軸受部 2 2 A , 2 2 B それぞれが有しているカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B が連動して回転するように結合しているため、一方の軸受部、例えば、軸受部 2 2 B の異常発生状況を軸受動作検出部 3 7 の軸受動作検出マグネット 3 7 1 と軸受動作検出センサ 3 7 2 により監視することにより、一对の軸受部 2 2 A , 2 2 B のいずれか一方で発生する故障を検出することができる。つまり、モータ 1 0 によれば、簡易な構造で軸受部 2 2 A , 2 2 B の故障を検出して軸受の信頼性を向上することができる。また、モータ 1 0 によれば、カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B の結合部 2 2 3 4 A , 2 2 3 4 B が噛み合うことにより一体となって回転可能になる構造のため、高回転時でもカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B 、カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B に取り付けられている第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B が回転しにくくなる。

【 0 0 7 9 】

従って、以上のように構成されているモータ 1 0 の駆動制御装置 3 によれば、軸受の信頼性を向上することができる。

【 0 0 8 0 】

その他、当業者は、従来公知の知見に従い、本発明のモータ及びモータの状態判定装置を適宜変更することができる。かかる変更によってもなお本発明の構成を具備する限り、勿論、本発明の範疇に含まれるものである。例えば、以上説明した実施の形態において、モータ 1 0 は、アウトロータ型のブラシレス DC モータであったが、本発明においてモータの種類や構造はこれに限定されない。また、以上説明した実施の形態では、軸受部 2 2 A , 2 2 B の第 1 軸受 2 2 1 と第 2 軸受 2 2 2 とが軸線 x 方向に離れた位置に配置されている場合には、カップリング部 2 2 3 を用いて第 1 外輪 2 2 1 2 と第 2 内輪 2 2 2 1 とを接続していたが、本発明はこれに限定されない。例えば、第 1 外輪 2 2 1 2 と第 2 内輪 2 2 2 1 とを溶接などで連結して同様の作用を得てもよい。また、モータ 1 0 の駆動制御装置 3 において、異常報知信号 S a と F G 信号とが共通の出力ラインで出力されてもよい。また、モータ 1 0 の駆動制御装置 3 において、異常判定に用いるモータ 1 0 のロータ回転数信号 S 2 と軸受回転数信号 S 5 の所定値は、上述の例には限定されず、任意の値を採用することができる。また、軸受回転数信号 S 5 の周期とロータ回転数信号 S 2 の周期とが同等であるか否かの判定は、軸受回転数信号 S 5 の周期とロータ回転数信号 S 2 の周期

10

20

30

40

50

との相関関係に基づいて判定すればよいため、両周期が同一でなくてもよい。さらに、本実施の形態において、軸受部 2 2 A , 2 2 B の回転動作を検出する軸受動作検出部 3 7 は、下側 b の軸受部 2 2 B にのみ取り付けられていたが、上側 a の軸受部 2 2 A に軸受動作検出部 3 7 が取り付けられていても、一对の軸受部 2 2 A , 2 2 B にそれぞれ軸受動作検出部 3 7 が取り付けられていてもよい。

【 0 0 8 1 】

第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B は、上述したゴムシールタイプのベアリングを用いる以外の手法により、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B と比較して高回転でも回転しにくい性質を有していてもよい。具体的には、第 2 軸受 2 2 2 B の外周側 c に設けられている軸受動作検出マグネット 3 7 1 の近傍に鉄板などの磁性部材を例えば、軸受ハウジング 2 1 の内周側 d に付加する構造とし、カップリング部 2 2 3 B が回転しにくくなるようにしてもよい。また、第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B の第 2 内輪 2 2 2 1 の内周側 d に設けられている、カップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B の外周側 c にマグネットを配置し、ステータ 2 4 に対して磁力を発生させてカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B が回転しづらくなるような吸引力を与えるようにしてカップリング部 2 2 3 A , 2 2 3 B が回転しにくくなるようにしてもよい。

10

【 0 0 8 2 】

また、例えば、第 1 軸受 2 2 1 A , 2 2 1 B と第 2 軸受 2 2 2 A , 2 2 2 B は、それぞれに用いられる構成要素の機械的摩擦係数や潤滑剤の粘度の相違などにより、互いの動粘度が相違してもよい。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

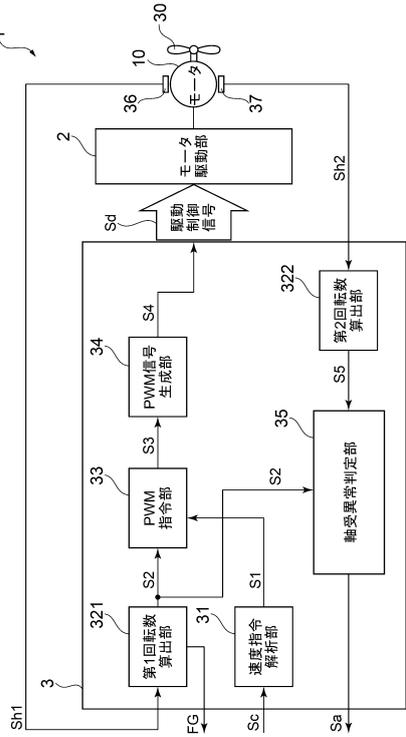
1 ... ファン装置、 2 ... モータ駆動部、 3 ... 駆動制御装置（状態判定装置の一例）、 1 0 ... モータ、 2 1 ... 軸受ハウジング、 2 2 A , 2 2 B ... 軸受部、 2 3 ... 回転軸、 2 3 a ... 外周面、 2 4 ... ステータ、 2 5 ... ハブ、 2 6 ... ロータヨーク、 2 7 ... マグネット、 2 8 ... 羽根、 2 9 ... 基板、 3 0 ... インペラ、 3 1 ... 速度指令解析部、 3 3 ... P W M 指令部、 3 4 ... P W M 信号生成部、 3 5 ... 軸受異常判定部（状態判定部の一例）、 3 6 ... ロータ動作検出センサ（ロータ動作検出部の一例）、 3 7 ... 軸受動作検出部、 4 0 ... ケーシング、 2 1 1 ... ハウジング本体、 2 1 2 ... 軸受支持部、 2 1 3 ... 軸受支持部、 2 2 1 A , 2 2 1 B (2 2 1) ... 第 1 軸受、 2 2 2 A , 2 2 2 B (2 2 2) ... 第 2 軸受、 2 2 3 A , 2 2 3 B ... カップリング部、 2 4 1 ... ステータコア、 2 4 2 ... コイル、 2 4 3 ... インシュレータ、 3 2 1 ... 第 1 回転数算出部、 3 2 2 ... 第 2 回転数算出部、 3 7 1 ... 軸受動作検出マグネット、 3 7 2 ... 軸受動作検出センサ、 2 2 1 1 ... 第 1 内輪、 2 2 1 2 ... 第 1 外輪、 2 2 1 3 ... 第 1 回転体、 2 2 2 1 ... 第 2 内輪、 2 2 2 2 ... 第 2 外輪、 2 2 2 3 ... 第 2 回転体、 2 2 3 1 ... 第 1 軸受収容部、 2 2 3 2 ... 第 2 軸受収容部、 2 2 3 3 ... 段差部、 2 2 3 4 A , 2 2 3 4 B (2 2 3 4) ... 結合部、 S c ... 速度指令信号、 S 1 ... 目標回転数信号、 S 2 ... ロータ回転数信号（ロータ動作情報の一例）、 S 3 ... P W M 設定指示信号、 S 4 ... P W M 信号、 S 5 ... 軸受回転数信号（軸受動作情報の一例）、 S d ... 駆動制御信号、 S h 1 ... 第 1 ホール信号（ロータ動作情報の一例）、 S h 2 ... 第 2 ホール信号（軸受動作情報の一例）、 S a ... 異常報知信号、 F G ... F G 信号

30

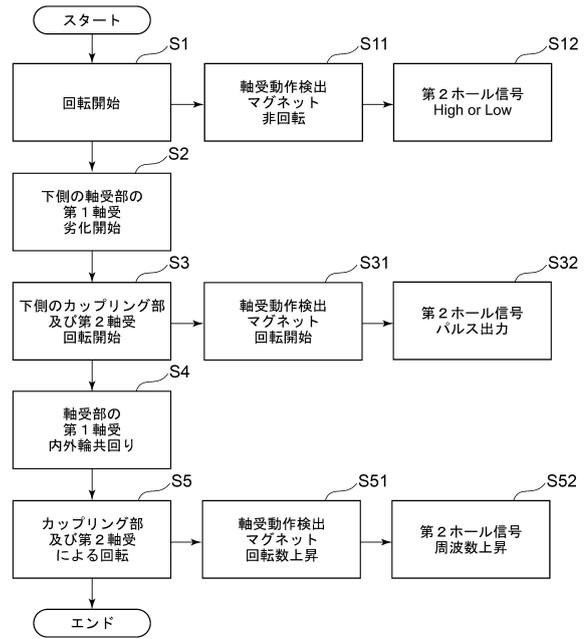
40

50

【図5】



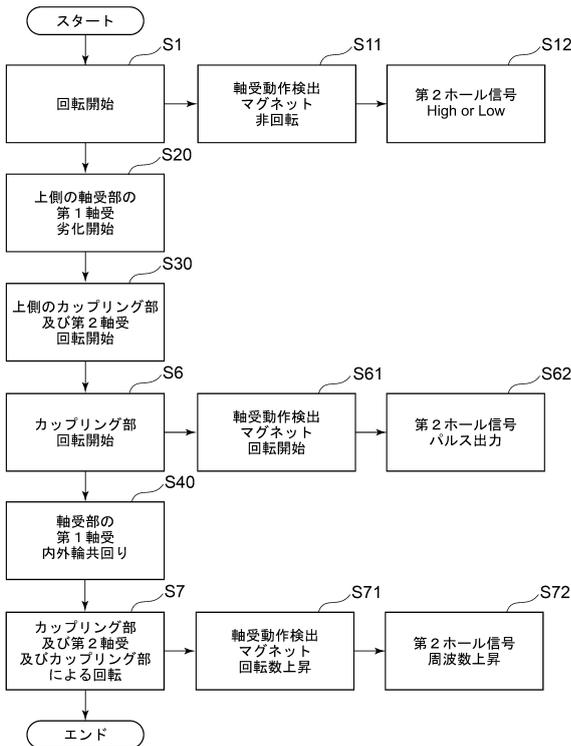
【図6】



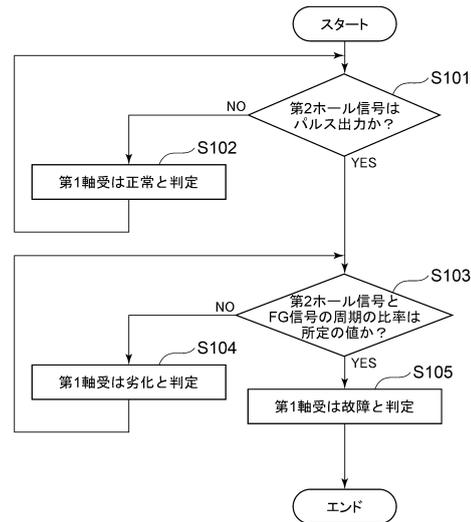
10

20

【図7】



【図8】

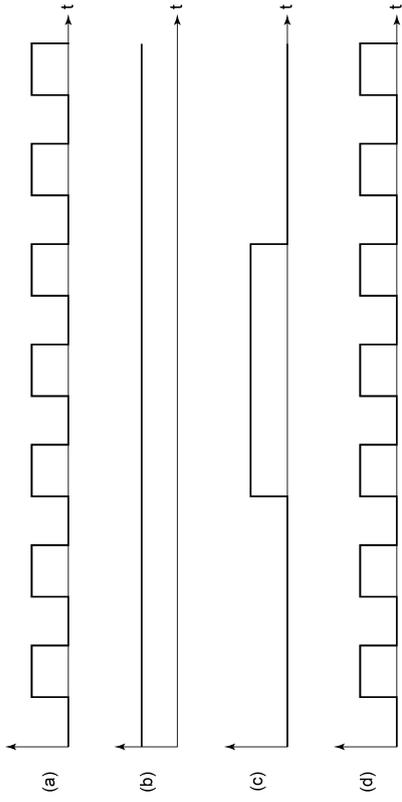


30

40

50

【 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開平 0 9 - 2 7 3 5 4 7 (J P , A)
実開昭 4 9 - 1 4 0 5 4 6 (J P , U)
米国特許第 5 9 9 8 8 9 4 (U S , A)
特開 2 0 0 4 - 1 5 6 7 7 9 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 2 5 0 4 5 (J P , A)
実公昭 1 6 - 0 0 1 3 8 4 (J P , Y 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 K 5 / 1 7 3
H 0 2 K 1 1 / 2 1 5