

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月24日(24.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/189398 A1

(51) 国際特許分類:

H02K 5/16 (2006.01) H02K 5/173 (2006.01)
F16C 19/06 (2006.01) H02K 7/14 (2006.01)
F16C 19/52 (2006.01) H02K 11/215 (2016.01)
F16C 19/54 (2006.01) H02K 11/27 (2016.01)
F16C 41/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/010194

(22) 国際出願日: 2020年3月10日(10.03.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

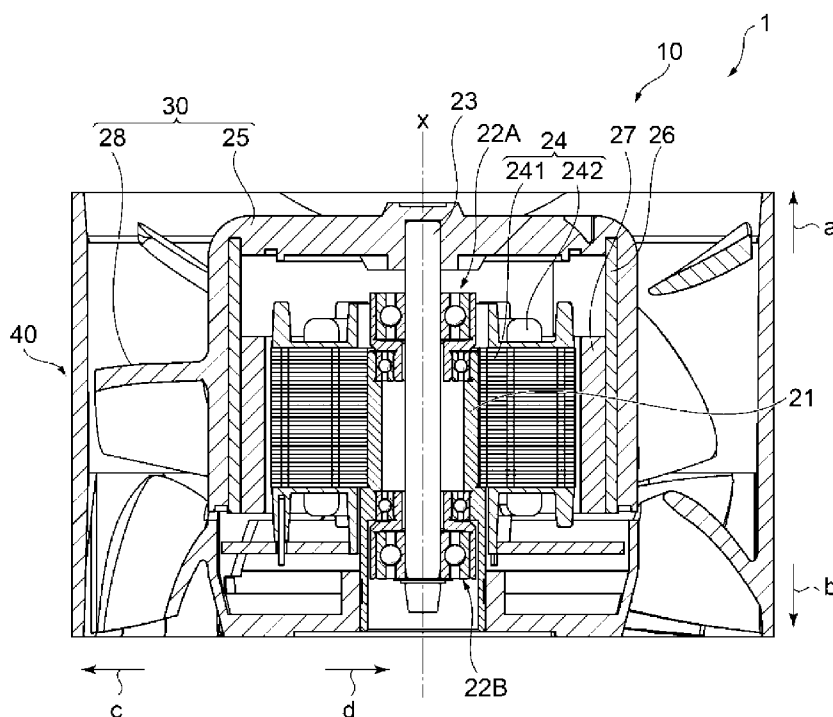
特願 2019-048311 2019年3月15日(15.03.2019) JP
特願 2019-048312 2019年3月15日(15.03.2019) JP
特願 2019-224278 2019年12月12日(12.12.2019) JP

(71) 出願人: ミネベアミツミ株式会社(MINEBEA MITSUMI INC.) [JP/JP]; 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 Nagano (JP).

(72) 発明者: 大野 裕菜(OHNO Yuma); 〒3890293 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 Nagano (JP). 民辻 敏泰(TAMITSUJI Toshihiro); 〒3890293 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 Nagano (JP). 久富 祐也(HISATOMI Yuya); 〒3890293 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 Nagano (JP).

(54) Title: MOTOR, MOTOR STATE DETECTING DEVICE, AND MOTOR STATE DETERMINING DEVICE

(54) 発明の名称: モータ、モータの状態検出装置、及び、モータの状態判定装置



(57) Abstract: The objective of the present invention is to improve the reliability of bearings in a motor. This motor is provided with a rotor including a rotating shaft (23), a stator (24) disposed facing the rotor in a circumferential direction, and a pair of bearing portions (22A, 22B) which rotatably support the rotating shaft (23), wherein: each of the pair of bearing portions (22A, 22B) is provided with a first bearing (221) capable of rotating together with the rotating shaft (23), and a second bearing (222) capable of rotating together with the first bearing (221); and when the first bearing (221) is



WO 2020/189398 A1

(74) 代理人: アインゼル・フェリックス＝ライ
インハルト, 外(EINSEL Felix-Reinhard et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2
号 新丸の内センタービルディング ゾンデルホ
フ&アインゼル法律特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

normal, the first bearing (221) rotates together with the rotating shaft (23), and when the first bearing (221) is abnormal, the second bearing (222) also rotates together with the rotating shaft (23) as well as the first bearing (221).

(57) 要約: モータにおける軸受の信頼性を向上する。モータは、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、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(221)と、第1軸受(221)とともに回転可能な第2軸受(222)と、をそれぞれ備え、第1軸受(221)が正常であるときは第1軸受(221)が回転軸(23)とともに回転をし、第1軸受(221)が異常となったときは第1軸受(221)とともに第2軸受(222)も回転軸(23)とともに回転する。

明 細 書

発明の名称：

モータ、モータの状態検出装置、及び、モータの状態判定装置

技術分野

[0001] 本発明は、モータ、モータの状態検出装置、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] 特許文献1：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。

[0006] 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得るものの、軸受の寿命を長くすることは鑑みられていなかった。また、特許文献1の技術では、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を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。

[0007] 本発明は、上述の課題を一例とするものであり、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

[0008] 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对の軸受部と、を備え、前記一对の軸受部は、前記回転軸とともに回転可能な第1軸受と、前記第1軸受とともに回転可能な第2軸受と、をそれぞれ備え、前記第1軸受が正常であるときは前記第1軸受が前記回転軸とともに回転し、前記第1軸受が異常となったときは前記第1軸受とともに前記第2軸受も前記回転軸とともに回転する。

[0009] 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転動体とを有する。

[0010] 本発明の一態様に係るモータにおいて、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る。

[0011] 本発明の一態様に係るモータにおいて、前記第2軸受は、前記第1軸受の外周側に設けられている。

[0012] 本発明の一態様に係るモータにおいて、前記一对の軸受部は、前記第1外輪と前記第2内輪とを回転可能に結合するカップリング部をそれぞれ備える。

- [0013] 本発明の一態様に係るモータにおいて、前記第1軸受は、前記第2軸受の動粘度よりも低い動粘度である。
- [0014] 本発明の一態様に係るモータにおいて、前記軸受部の動作を検出する軸受動作検出部をさらに備え、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。
- [0015] 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。
- [0016] 本発明の一態様に係るモータにおいて、前記軸受部の外周側に設けられている第1基板を備え、前記軸受動作検出センサは、前記第1基板に搭載されている。
- [0017] 本発明の一態様に係るモータにおいて、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、前記一对の軸受部は、前記第1外輪と前記第2内輪とを回転可能に結合するカップリング部をそれぞれ備える。
- [0018] 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。
- [0019] 本発明の一態様に係るモータにおいて、前記回転軸の軸線方向において、前記第1基板とともに前記ステータを挟んだ状態で配置されている第2基板と、前記第2基板に搭載されている、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を備える。
- [0020] 上記目的を達成するために、本発明に係るモータは、前記一对の軸受部は

、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、前記一对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。

[0021] 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。

[0022] 本発明の一態様に係るモータにおいて、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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 上記目的を達成するために、本発明に係るモータの状態検出装置は、モータの前記軸受部の状態を検出する装置であり、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、前記モータの回転運動に基づく情報である回転情報を取得する情報取得部と、前記情報取得部が取得した回転情報に基づいて前記軸受部の回転運動の状態を検出する状態検出部と、を備える。

[0028] 本発明の一態様に係るモータの状態検出装置において、前記回転情報は、前記ロータの回転数に関する情報である。

[0029] 本発明の一態様に係るモータの状態検出装置において、前記回転情報は、前記モータのモータ電流に関する情報である。

[0030] 本発明の一態様に係るモータの状態検出装置において、前記回転情報に基づいて前記軸受部において前記第1軸受及び前記第2軸受のいずれが前記回転軸とともに回転しているのかを判定する。

[0031] 上記目的を達成するために、本発明に係るモータの状態判定装置は、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、ロータの回転軸とともに回転可能な第1内輪、前記第1内輪の外周側に設けられている第1外輪、及び、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転動体を有し、回転軸を回転可能に支持している第1軸受と、前記第1外輪とともに回転可能な第2内輪、前記第2内輪の外周側に設けられている第2外輪、及び、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転動体を有する第2軸受と、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軸受動作検出部と、を備え、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第1軸受の回転運動の状態を判定する状態判定部を備える。

[0032] 本発明の一態様に係るモータの状態判定装置において、前記状態判定部は

、前記軸受動作情報に基づいて、前記第 1 軸受が劣化しているか否かを判定する。

[0033] 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、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。

[0034] 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。

[0035] 本発明の一態様に係るモータの状態判定装置において、前記状態判定部は、前記第 1 外輪の回転数に応じた情報と、前記ロータの回転数に応じた情報とに基づいて、前記第 1 軸受が故障しているか否かを判定する。

[0036] 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を備え、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、前記一对の軸受部の少なくとも一方に設けられ、前記状態判定装置は、前記状態判定部が、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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

発明の効果

[0042] 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

[0043] [図1]本発明に係る第 1 の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回転軸及び軸受部の構成を概略的に示す断面図である。

[図4]図 1 に示すファン装置が備えるモータの軸受部の動作の推移を示すためのフローチャートである。

[図5]図 1 に示すファン装置が備えるモータの回転速度とモータ電流との推移を示す概略図である。

[図6]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7]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変形例を示すためのフローチャートである。

[図9]本発明の第 2 の実施の形態に係るモータが備える回転軸及び軸受部の構

成を概略的に示す断面図である。

[図10]本発明に係る第3の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断面図である。

[図11]図10に示すモータの構成を概略的に示す正面図である。

[図12]図10に示すモータの構成を概略的に示す断面図である。

[図13]図10に示すファン装置が備える回転軸及び軸受部の構成を概略的に示す断面図である。

[図14]本発明の第3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15]図10に示すファン装置が備えるモータにおける、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16]図14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17]図10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。

[図18]本発明に係る第4の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断面図である。

[図19]図18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20]図18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。

[図21]本発明の第4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22]図 1 8 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23]図 1 8 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。

発明を実施するための形態

[0044] 以下、本発明の実施の形態に係るモータ、モータの状態検出装置、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。

[0045] <モータの第 1 の実施の形態>

図 1 は、本発明に係る第 1 の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 が備える回転軸 23 及び軸受部 22 の構成を概略的に示す断面図である。

[0046] 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。

[0047] 図 1 乃至図 3 に示すように、本実施の形態に係るモータ 10 は、ファン装置 1 に備えられていて、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 22 A, 22 B と、を備え、一対の軸受部 22 A, 22 B は、回転軸 23 とともに回転可能な第 1 軸受 22 1 と、第 1 軸受 22 1 とともに回転可能な第 2 軸受 22 2 と、をそれぞれ備え、第 1 軸受 22 1 が正常であるときは第 1 軸受 22 1 が回転軸 23 とともに回転し、第 1 軸受 22 1 が異常

となったときは第１軸受２２１とともに第２軸受２２２も回転軸２３とともに回転する。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。

[0048] [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×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。

[0049] モータ１０は、例えば、回転軸２３と、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と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、一对の軸受部２２Ａ、２２Ｂ、ステータ２４、ロータヨーク２６、及びマグネット２７を備える。

[0050] 図２及び図３に示すように、回転軸２３は、軸線×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、一对の軸受部２２Ａ、２２Ｂを介して回転軸２３を回転可能に支持している。軸受ハウジング２１は、円筒状のハウジング本体２１１の軸線×方向の一端に軸受部２２Ａを支持する軸受支持部２１２と、ハウジング本体２１１の軸線×方向の他端に軸受部２２Ｂを支持する軸受支持部２１３とを備える。軸受支持部２１２、２１３は、それぞれ、ハウジング本体２１１の内周面に形成されている。

[0051] 一对の軸受部２２Ａ、２２Ｂは、具体的には、上述のように軸受ハウジング２１の軸線×方向の一端に設けられている軸受支持部２１２に支持される軸受部２２Ａと、軸受ハウジング２１の軸線×方向の他端に設けられている軸受支持部２１３に支持される軸受部２２Ｂとである。一对の軸受部２２Ａ

、 22Bは、それぞれ、第1軸受221、第2軸受222、及びカップリング部223を備える。図3に示すように、一对の軸受部22A、22Bそれぞれにおいて、第2軸受222は、回転軸23の軸線x方向において第1軸受221とは離れた位置に設けられている。

[0052] 第1軸受221は、第1内輪2211、第1外輪2212、及び第1転動体2213を備える。第1内輪2211は、回転軸23の外周面23a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2211は、回転軸23の外周面23aに装着されることにより、回転軸23とともに回転可能である。第1外輪2212は、第1内輪2211の外周側cに設けられている。第1外輪2212は、第1内輪2211と同軸で第1内輪2211よりも大径の環状の部材である。第1転動体2213は、第1内輪2211と第1外輪2212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221は、第1内輪2211、第1外輪2212、及び第1転動体2213の間に潤滑剤が封入されている。

[0053] 第2軸受222は、第2内輪2221、第2外輪2222、及び第2転動体2223を備える。第2内輪2221は、カップリング部223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2221は、カップリング部223に装着されることにより、カップリング部223を介して第1外輪2212とともに回転可能である。第2外輪2222は、第2内輪2221の外周側cに設けられている。第2外輪2222は、第2内輪2221と同軸で第2内輪2221よりも大径の環状の部材である。第2転動体2223は、第2内輪2221と第2外輪2222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222は、第2内輪2221、第2外輪2222、及び第2転動体2223の間に潤滑剤が封入されている。

[0054] 第1軸受221と第2軸受222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する。本実施の形態において、第1軸受221は、例えば、第2軸受222の動粘度よりも低い動粘度である。

[0055] カップリング部 223 は、第 1 軸受収容部 2231、第 2 軸受収容部 2232、及び段差部 2233 を備える。カップリング部 223 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 軸受収容部 2231 及び第 2 軸受収容部 2232 と、第 1 軸受収容部 2231 及び第 2 軸受収容部 2232 を繋ぐ段差部 2233 とにより、第 1 外輪 2212 と第 2 内輪 2221 とを回転可能に結合している。

[0056] 第 1 軸受収容部 2231 は、第 1 軸受 221 の第 1 外輪 2212 を収容可能な内周面を有する。具体的には、第 1 軸受収容部 2231 は、第 1 外輪 2212 と協働して回転可能な形状及び寸法に形成されている。

[0057] 第 2 軸受収容部 2232 は、回転軸 23 の外周面 23a 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 軸受収容部 2232 は、第 2 軸受 222 の第 2 内輪 2221 を収容可能な外周面を有する。第 2 軸受収容部 2232 は、第 2 内輪 2221 と協働して回転可能な形状及び寸法に形成されている。

[0058] ステータ 24 は、ケーシング 40 の、例えば、下側 b に固定されている。ステータ 24 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 241 と、ステータコアに設けられたインシュレータと、インシュレータを介してステータコア 241 上に巻回されたコイル 242 と、を備えている。

[0059] ロータヨーク 26 は、例えば、インペラ 30 のハブ 25 の内周部に設けられている。ロータヨーク 26 は、マグネット 27 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 26 は、ハブ 25 と別体で形成しても一体で形成してもよい。マグネット 27 は、ロータヨーク 26 の内周面に取り付けられている。マグネット 27 は、内周側 d に設けられているステータ 24 との間に所定の空隙を有するように設けられている。

[0060] [ファン装置の動作]

次に、以上説明した構成を備えるファン装置 1 の動作について説明する。

[0061] 図 4 は、ファン装置 1 が備えるモータ 10 の軸受部 22A、22B の動作

の推移を示すためのフローチャートである。図4に示すように、モータ10は、駆動電流が流れることで、回転軸23の回転が開始する（ステップS11）。モータ10の回転軸23は、図2及び図3に示すように、軸受ハウジング21に装着された一对の軸受部22A、22Bによって回転可能に支持されている。また、回転軸23は、上側aの一端がインペラ30のハブ25と結合している。このため、モータ10が駆動されることによって回転軸23が軸線xを中心に回転し、それに伴ってインペラ30も軸線xを中心に回転する。

[0062] ここで、モータ10は、一对の軸受部22A、22Bが、回転軸23とともに回転可能な第1軸受221と、第1軸受221とともに回転可能な第2軸受222と、をそれぞれ備える。ここで、一对の軸受部22A、22Bは、第1軸受221の動粘度と第2軸受222の動粘度が異なる。つまり、モータ10は、一对の軸受部22A、22Bにそれぞれ備える2つの軸受（第1軸受221及び第2軸受222）の動粘度の相違により、第1軸受221と第2軸受222のうち、動粘度の低いもの（例えば、第1軸受221）の方が回転しやすい。このように構成されているモータ10の軸受部22A、22Bにおいて、通常（稼働後の所定時間）の状態では、動粘度の低い第1軸受221が正常な動作機能を有しているため、第1内輪2211が第1転動体2213及び第1外輪2212に支持されて回転軸23とともに回転する。このように、第1軸受221において、第1内輪2211が第1転動体2213及び第1外輪2212に支持されて回転軸23とともに回転する状態を、正常な状態とする。

[0063] その後、モータ10において、軸受部22A、22Bでは、第1軸受221の動作機能が劣化、あるいは故障を開始すると、第1軸受221の摩擦係数が上昇する（ステップS12）。このように、第1軸受221において、動作機能に劣化または故障が発生して異常が発生し、摩擦係数が上昇する状態を、異常な状態とする。軸受部22A、22Bにおいて、第1軸受221の回転トルクが第2軸受222の起動トルクを上回ると、カップリング部2

2 3 及び第2軸受2 2 2の回転が開始する（ステップS 1 3）。具体的には、軸受部2 2 A, 2 2 Bでは、第1軸受2 2 1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。カップリング部2 2 3は、第1軸受収容部2 2 3 1の内周面が第1軸受2 2 1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が回転するような状態になると、カップリング部2 2 3を介して第2軸受2 2 2が回転軸2 3とともに回転（共回り）を開始する（ステップS 1 4）。つまり、第2軸受2 2 2の第2内輪2 2 2 1は、カップリング部2 2 3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るため、カップリング部2 2 3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及び第2軸受2 2 2が回転軸2 3とともに回転する（ステップS 1 5）。

[0064] 以上のように構成されているモータ1 0、及びモータ1 0を備えるファン装置1によれば、動粘度の異なる第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を支持しているため、第1軸受2 2 1が劣化や故障などの異常な状態になった場合であっても、軸受部品の交換を行うことなく運転を継続することができる。つまり、以上のように構成されているモータ1 0、及びモータ1 0を備えるファン装置1によれば、例えば、サーバの冷却用ファンのように、常時運転され、かつ、部品交換作業などの整備作業の時期が限定されている用途であっても、軸受の寿命を長くすることができる。

[0065] 図5は、ファン装置1が備えるモータ1 0の回転速度とモータ電流との推移を示す概略図である。図5では、モータ1 0の運転開始時からの軸受部2 2 A, 2 2 Bの劣化状況に応じたモータ1 0の回転速度とモータ電流の値の変化の様子を示している。図5において、 t_0 ：モータ1 0の運転開始時、 t_1 ：第1軸受2 2 1が正常な動作状態ではなくなる（第1軸受2 2 1故障開始）時、 t_2 ：第1軸受2 2 1がカップリング部2 2 3とともに回転軸2

3と一体となって回転し始める（第1軸受221内外輪共回り）時、をそれぞれ示している。図5に示すように、モータ10は、 t_0 から t_1 までの期間において、第1軸受221が正常に動作していることにより、回転速度： R_2 、モータ電流値： A_1 で運転されている。しかし、 t_1 経過後 t_2 までの期間において、モータ10は、第1軸受221が劣化し第1軸受221の回転トルクが徐々に高まることにより、回転速度が R_2 から低下し、モータ電流値が A_1 から上昇している。 t_2 経過後において、第1軸受221の回転トルクが第2軸受222の起動トルクを上回ることにより、軸受部22A、22Bは第2軸受222が動作することになるため、回転速度： R_1 、モータ電流値： A_2 となる。

[0066] 以上のように構成されているモータ10、及びモータ10を備えるファン装置1によれば、動粘度の異なる第1軸受221及び第2軸受222を有する一对の軸受部22A、22Bにより回転軸23を支持しているため、例えば、モータ10の回転速度やモータ電流を計測することにより、軸受部22A、22Bにおいて第1軸受221または第2軸受222のいずれが動作しているかを容易に認識することができる。つまり、以上のように構成されているモータ10、及びモータ10を備えるファン装置1によれば、軸受部22A、22Bの動作状態を容易に認識することができるため、軸受部22A、22Bの交換時期、寿命を予測することができる。

[0067] 従って、以上のように構成されているモータ10、及びモータ10を備えるファン装置1によれば、軸受の信頼性を向上することができる。

[0068] また、モータ10、及びモータ10を備えるファン装置1によれば、カップリング部223により第1軸受221が劣化した場合に回転軸23の回転を第2軸受222に伝達できるため、軸受の信頼性を向上することができる。また、カップリング部223は、第1軸受221が正常に動作している場合には第2軸受222に回転を伝達しないため、軸受部22A、22Bにおいて損失を生じることなく軸受の信頼性を向上することができる。

[0069] <第1の実施の形態のモータの状態検出装置>

次に、第１の実施の形態のモータの状態検出装置について説明する。

[0070] 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の状態を検出する状態検出装置として機能する。駆動制御装置３は、モータ１０の回転運動に基づく情報である回転情報を取得する情報取得部としての回転数算出部３２と、回転数算出部３２が取得した回転情報に基づいて軸受部２２Ａ、２２Ｂの回転運動の状態を検出する状態検出部としての軸受異常判定部３５とを備える。以下、モータの状態検出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。

[0071] 図６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３は、速度指令解析部３１、回転数算出部３２、PWM（Pulse Width Modulation）指令部３３、PWM信号生成部３４、軸受異常判定部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回転情報の所定値に関する情報も格納されている。

[0072] 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。

[0073] 回転数算出部３２は、モータ１０に取り付けられてロータ（回転軸２３あるいはインペラ３０）の回転数を検出するために設けられているホールセンサＨ１が取得した第１ホール信号Ｓｈ１（回転数に関する情報）をロータの実際の回転情報として取得して、ロータの回転数を算出する。回転数算出部３２は、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、回転数算出部３２は、算出したロータの回転数をＦＧ（Frequen

cy Generator) 信号として外部機器に出力する。

[0074] 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、回転数算出部32から出力された回転数信号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。

[0075] 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。

[0076] 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。また、軸受異常判定部35は、モータの回転情報の一例であるモータ駆動部2に流れるモータ電流に関する情報である電流信号S5を取得する。

[0077] 軸受異常判定部35は、モータ10の回転運動に基づく情報である回転情報を取得する情報取得部、及び、この情報取得部が取得した回転情報に基づいて軸受部22A、22Bの回転運動の状態を検出する状態検出部として機能する。軸受異常判定部35は、具体的には、回転情報である回転数信号S2及び電流信号S5の少なくともいずれか一方に基づいて軸受部22A、22Bにおいて第1軸受221及び第2軸受222のいずれが回転軸23とともに回転しているのかを判定し、軸受部22A、22Bの第1軸受221に劣化や故障などの異常状態が生じているか否かを検出する。軸受異常判定部35は、軸受部22A、22Bの異常を検出した場合、軸受部22A、22Bの異常状態を示す情報を異常報知信号Saとして外部機器に出力する。

[0078] 図7は、モータ10の駆動制御装置3による軸受部22A、22B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7に示す駆動制御装置3による軸受部22A、22Bの状態検出処理の例では、軸受異常判定部35は、回転情報としてモータの回転数の情報である回転数信号S2と、モータ駆動部2に流れるモータ電流に関する情報である電流信号S5とに基づい

て軸受部 2 2 A, 2 2 B の状態を検出する。図 7 に示すように、駆動制御装置 3 において、軸受異常判定部 3 5 は、回転数算出部 3 2 が出力した回転数信号 S 2 に基づいて、モータの回転数が所定値、例えば、図 5 で示した R 1 以上であるか否かを判定する (S 1 0 1)。

[0079] モータの回転数が所定値以下である場合 (ステップ S 1 0 1 : NO)、軸受異常判定部 3 5 は、モータ駆動部 2 に流れるモータ電流に関する情報である電流信号 S 5 に基づいて、モータ 1 0 に流れるモータ電流が所定値、例えば、図 5 で示した A 2 未満か否かを判定する (ステップ S 1 0 2)。

[0080] モータ 1 0 に流れるモータ電流が所定値を上回る場合 (ステップ S 1 0 2 : NO)、軸受異常判定部 3 5 は、軸受部 2 2 A, 2 2 B の第 1 軸受 2 2 1 が劣化した異常な状態であると判定する (ステップ S 1 0 3)。図 4 に示したように、第 1 軸受 2 2 1 が劣化した場合は、第 1 軸受 2 2 1 の回転トルクが徐々に高まることにより、回転速度が正常な状態から低下し、モータ電流もまた正常な状態から上昇する。このため、軸受異常判定部 3 5 は、モータ 1 0 の回転速度及びモータ電流がいずれも正常な数値から変化していることを検出して、軸受部 2 2 A, 2 2 B の異常な状態、つまり寿命を検出することができる。

[0081] 一方、モータ 1 0 の回転数が所定値以上である場合 (ステップ S 1 0 1 : YES)、または、モータ 1 0 のモータ電流が所定値未満である場合 (ステップ S 1 0 2 : YES) には、軸受異常判定部 3 5 は、軸受部 2 2 A, 2 2 B の第 1 軸受 2 2 1 が正常に動作していると判定する (ステップ S 1 0 4)。

[0082] 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 の状態検出処理の変形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 の状態検出処理の変形例では、軸受異常判定部 3 5 は、回転情報としてモータの回転数の情報である回転数信号 S 2、または、モータ駆動部 2 に流れるモータ電流に関する情報である電流信号 S 5 のいずれかの情報に基づいて軸受部 2 2 A, 2 2 B の状態を検出する。

図8に示すように、駆動制御装置3において、軸受異常判定部35は、回転数算出部32が出力した回転数信号S2に基づいて、モータの回転数が所定値、例えば、図5で示したR1以上であるか否かを判定する（ステップS201）。

[0083] モータ10の回転数が所定値以上である場合（ステップS201：YES）、軸受異常判定部35は、モータ駆動部2に流れるモータ電流に関する情報である電流信号S5に基づいて、モータ10に流れるモータ電流が所定値、例えば、図5で示したA2未満か否かを判定する（ステップS202）。

[0084] モータの回転数が所定値以下である場合（ステップS201：NO）、または、モータ10に流れるモータ電流が所定値を上回る場合（ステップS202：NO）、軸受異常判定部35は、軸受部22A、22Bの第1軸受221が劣化した異常な状態であると判定する（S203）。変形例において、先に説明した例と同様に、軸受異常判定部35は、モータ10の回転速度及びモータ電流がいずれも正常な値から変化していることを検出して、軸受部22A、22Bの異常な状態、つまり寿命を検出することができる。

[0085] 一方、モータ10のモータ電流が所定値未満である場合（ステップS202：YES）には、軸受異常判定部35は、軸受部22A、22Bの第1軸受221が正常に動作していると判定する（ステップS204）。

[0086] 以上のように構成されているモータ10の駆動制御装置3によれば、動粘度の異なる第1軸受221及び第2軸受222を有する一对の軸受部22A、22Bにより回転軸23を支持しているモータ10の回転情報、例えば、モータ10の回転速度及びモータ電流の少なくともいずれか一方を計測しているこれらの回転情報に基づいて軸受部22A、22Bの動作状態を判定しているため、軸受部22A、22Bにおいて第1軸受221または第2軸受222のいずれが動作しているか、すなわち軸受部22A、22B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10の駆動制御装置3によれば、モータ10の軸受部22A、22Bの動作状態を容易に判定することができるため、軸受部22A、22Bの交換

時期、寿命を予測することができる。

[0087] 従って、以上のように構成されているモータ 10 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。

[0088] <モータの第 2 の実施の形態>

次に、本発明に係るモータの第 2 の実施の形態について、説明する。なお、本実施の形態に係るモータにおいて、先に説明したモータ 10 と同様の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

[0089] 図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態に係るモータが備える回転軸 23 及び軸受部 22Ab, 22Bb の構成を概略的に示す断面図である。

[0090] 図 9 に示すように、第 2 の実施の形態に係るモータが備える一对の軸受部 22Ab, 22Bb は、先に説明した一对の軸受部 22A, 22B と同様に、軸受部 22Ab が軸受ハウジング 21b の軸線 x 方向の一端に設けられている軸受支持部 212b に支持され、軸受部 22Bb が軸受ハウジング 21b の軸線 x 方向の他端に設けられている軸受支持部 213b に支持されている。

[0091] 第 2 の実施の形態に係るモータが備える一对の軸受部 22Ab, 22Bb は、軸受部 22Ab, 22Bb の第 1 軸受 221b と第 2 軸受 222b が、回転軸 23 の軸線 x 方向に対して垂直方向の位置に配置されている点が、先に説明した一对の軸受部 22A, 22B と相違する。つまり、一对の軸受部 22Ab, 22Bb は、第 2 軸受 222b が、第 1 軸受 221b の径方向外側、つまり第 1 軸受 221b の外周側 c に設けられている。第 1 軸受 221b と第 2 軸受 222b とが以上のように配置されていることにより、一对の軸受部 22Ab, 22Bb は、第 1 軸受 221b の第 1 外輪 2212b と第 2 軸受 222b の第 2 内輪 2221b とが接している点が先に説明した一对の軸受部 22A, 22B と相違する。そして、一对の軸受部 22Ab, 22Bb は、第 1 軸受 221b の第 1 外輪 2212b と第 2 軸受 222b の第 2 内輪 2221b とが接してともに回転可能に構成されていることで、第 1 外輪 2212 と第 2 内輪 2221 とを接続するカップリング部 223 を有しな

い点が先に説明した一对の軸受部 2 2 A, 2 2 B と相違する。

[0092] 以上のように構成されている軸受部 2 2 A b, 2 2 B b を備えるモータ及びファン装置によれば、動粘度の異なる第 1 軸受 2 2 1 b 及び第 2 軸受 2 2 2 b を有する一对の軸受部 2 2 A b, 2 2 B b により回転軸 2 3 を支持しているため、第 1 軸受 2 2 1 b が劣化や故障した場合であっても、軸受部品の交換を行うことなく運転を継続することができる。つまり、以上のように構成されている軸受部 2 2 A b, 2 2 B b を備えるモータ及びファン装置によれば、例えば、サーバの冷却用ファンのように、常時運転され、かつ、部品交換作業などの整備作業の時期が限定されている用途であっても、軸受の寿命を長くすることができる。

[0093] 従って、以上のように構成されている軸受部 2 2 A, 2 2 B を備えるモータ、及びファン装置によれば、軸受の信頼性を向上することができる。

[0094] <モータの第 3 の実施の形態>

次に、本発明に係る第 3 の実施の形態のモータ 1 0 C を備えるファン装置 1 C について説明する。なお、本実施の形態に係るモータ 1 0 C において、先に説明したモータ 1 0 と同様の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

[0095] 図 1 0 は、ファン装置 1 C の構成を概略的に示す断面図である。図 1 1 は、モータ 1 0 C の構成を概略的に示す正面図である。図 1 2 は、モータ 1 0 C の構成を概略的に示す断面図である。図 1 3 は、ファン装置 1 C が備える回転軸 2 3 C 及び軸受部 2 2 A C, 2 2 B C の構成を概略的に示す断面図である。

[0096] 図 1 0 乃至図 1 3 に示すように、本実施の形態に係るモータ 1 0 C は、ファン装置 1 C に備えられていて、回転軸 2 3 C 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 2 4 C と、回転軸 2 3 C を回転可能に支持し、回転軸 2 3 C とともに回転可能な第 1 軸受 2 2 1 C、及び、第 1 軸受 2 2 1 C とともに回転可能な第 2 軸受 2 2 2 C を有する一对の軸受部 2 2 A C, 2 2 B C と、軸受部 2 2 A C, 2 2 B C の動作を検出する軸受動

作検出部 37 と、を備え、第 1 軸受 221C は、回転軸 23C とともに回転可能な第 1 内輪 2211C と、第 1 内輪 2211C の外周側に設けられている第 1 外輪 2212C と、第 1 内輪 2211C と第 1 外輪 2212C との間に配置されている第 1 転動体 2213C とを有し、第 2 軸受 222C は、第 1 外輪 2212C とともに回転可能な第 2 内輪 2221C と、第 2 内輪 2221C の外周側に設けられている第 2 外輪 2222C と、第 2 内輪 2221C と第 2 外輪 2222C との間に配置されている第 2 転動体 2223C とを有し、軸受動作検出部 37 は、第 1 外輪 2212C の回転動作に応じた軸受動作情報を出力する。以下、モータ 10C を備えるファン装置 1C の構成及び動作を具体的に説明する。

[0097] [ファン装置の構成]

図 10 に示すように、ファン装置 1C は、ハブ 25C に複数の羽根 28C を備えるインペラ 30C と、インペラ 30C の外周を覆いファン装置 1C の外形形状を定めるケーシング 40C とを備える。インペラ 30C は、ハブ 25C がケーシング 40C 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 10 に示すように、ファン装置 1C は、インペラ 30C のハブ 25C の内部にモータ 10C が配置されている。

[0098] 図 10 に示すように、モータ 10C は、例えば、回転軸 23C、回転軸 23C に接続されているロータヨーク 26C、及びインペラ 30C 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 10C は、回転軸 23C、軸受ハウジング 21C、一对の軸受部 22AC、22BC、ステータ 24C、ロータヨーク 26C、マグネット 27C、第 1 基板 291C、第 2 基板 292C、ロータ動作検出センサ（ロータ動作検出部の一例）36C、及び、軸受動作検出部 37 を備える。

[0099] 図 10、図 12、及び図 13 に示すように、回転軸 23C 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 21C は、ケーシング 40C 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 21C は、一对の軸受部 22AC、22BC を介して回転軸 23C を回

転可能に支持している。軸受ハウジング 21C は、円筒状のハウジング本体 211C の軸線 x 方向の一端に軸受部 22AC を支持する軸受支持部 212C と、ハウジング本体 211C の軸線 x 方向の他端に軸受部 22BC を支持する軸受支持部 213C とを備える。軸受支持部 212C, 213C は、それぞれ、ハウジング本体 211C の内周面に形成されている。

[0100] 一对の軸受部 22AC, 22BC は、具体的には、上述のように軸受ハウジング 21C の軸線 x 方向の一端に設けられている軸受支持部 212C に支持される軸受部 22AC と、軸受ハウジング 21C の軸線 x 方向の他端に設けられている軸受支持部 213C に支持される軸受部 22BC とである。一对の軸受部 22AC, 22BC は、それぞれ、第 1 軸受 221C、第 2 軸受 222C、及びカップリング部 223C を備える。図 13 に示すように、一对の軸受部 22AC, 22BC それぞれにおいて、第 2 軸受 222C は、回転軸 23C の軸線 x 方向において第 1 軸受 221C とは離れた位置に設けられている。

[0101] 図 13 に示すように、第 1 軸受 221C は、第 1 内輪 2211C、第 1 外輪 2212C、及び第 1 転動体 2213C を備える。第 1 内輪 2211C は、回転軸 23C の外周面 23a 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 2211C は、回転軸 23C の外周面 23a に装着されることにより、回転軸 23C とともに回転可能である。第 1 外輪 2212C は、第 1 内輪 2211C の外周側 c に設けられている。第 1 外輪 2212C は、第 1 内輪 2211C と同軸で第 1 内輪 2211C よりも大径の環状の部材である。第 1 転動体 2213C は、第 1 内輪 2211C と第 1 外輪 2212C 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 221C は、第 1 内輪 2211C、第 1 外輪 2212C、及び第 1 転動体 2213C の間に潤滑剤が封入されている。

[0102] 第 2 軸受 222C は、第 2 内輪 2221C、第 2 外輪 2222C、及び第 2 転動体 2223C を備える。第 2 内輪 2221C は、カップリング部 223C 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 2221C は

、カップリング部 2 2 3 C に装着されることにより、カップリング部 2 2 3 C を介して第 1 外輪 2 2 1 2 C とともに回転可能である。第 2 外輪 2 2 2 2 C は、第 2 内輪 2 2 2 1 C の外周側 c に設けられている。第 2 外輪 2 2 2 2 C は、第 2 内輪 2 2 2 1 C と同軸で第 2 内輪 2 2 2 1 C よりも大径の環状の部材である。第 2 転動体 2 2 2 3 C は、第 2 内輪 2 2 2 1 C と第 2 外輪 2 2 2 2 C 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 C は、第 2 内輪 2 2 2 1 C、第 2 外輪 2 2 2 2 C、及び第 2 転動体 2 2 2 3 C の間に潤滑剤が封入されている。

[0103] 第 1 軸受 2 2 1 C と第 2 軸受 2 2 2 C 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。本実施の形態において、第 1 軸受 2 2 1 C は、例えば、第 2 軸受 2 2 2 C の動粘度よりも低い動粘度である。なお、第 1 軸受 2 2 1 C の動粘度は、第 2 軸受 2 2 2 C の動粘度と同じ、あるいは第 2 軸受 2 2 2 C の動粘度よりも高い動粘度であってもよい。

[0104] カップリング部 2 2 3 C は、第 1 軸受収容部 2 2 3 1 C、第 2 軸受収容部 2 2 3 2 C、及び段差部 2 2 3 3 C を備える。カップリング部 2 2 3 C 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 軸受収容部 2 2 3 1 C 及び第 2 軸受収容部 2 2 3 2 C と、第 1 軸受収容部 2 2 3 1 C 及び第 2 軸受収容部 2 2 3 2 C を繋ぐ段差部 2 2 3 3 C とにより、第 1 外輪 2 2 1 2 C と第 2 内輪 2 2 2 1 C とを回転可能に結合している。

[0105] 第 1 軸受収容部 2 2 3 1 C は、第 1 軸受 2 2 1 C の第 1 外輪 2 2 1 2 C を収容可能な内周面を有する。具体的には、第 1 軸受収容部 2 2 3 1 C は、第 1 外輪 2 2 1 2 C と協働して回転可能な形状及び寸法に形成されている。

[0106] 第 2 軸受収容部 2 2 3 2 C は、回転軸 2 3 C 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 軸受収容部 2 2 3 2 C は、第 2 軸受 2 2 2 C の第 2 内輪 2 2 2 1 C を収容可能な外周面を有する。第 2 軸受収容部 2 2 3 2 C は、第 2 内輪 2 2 2 1 C と協働して回転可能な形状及び寸法に形成されている。

- [0107] ステータ２４Ｃは、ケーシング４０Ｃの例えば、下側ｂに固定されている。ステータ２４Ｃ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２４１Ｃと、ステータコア２４１Ｃ上に巻回されたコイル２４２Ｃと、ステータコア２４１Ｃに設けられたインシュレータ２４３Ｃと、を備えている。
- [0108] ロータヨーク２６Ｃは、例えば、インペラ３０Ｃのハブ２５Ｃの内周部に設けられている。ロータヨーク２６Ｃは、マグネット２７Ｃ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２６Ｃは、ハブ２５Ｃと別体で形成しても一体で形成してもよい。マグネット２７Ｃは、ロータヨーク２６Ｃの内周面に取り付けられている。マグネット２７Ｃは、内周側ｄに設けられているステータ２４Ｃとの間に所定の間隙を有するように設けられている。
- [0109] 第１基板２９１Ｃは、図１０及び図１２に示すように、軸受部２２ＡＣ，２２ＢＣの少なくとも一方、例えば、ステータ２４Ｃの軸線ｘ方向の一端にあたる上側ａの軸受部２２ＡＣの外周側ｃに設けられている。第１基板２９１Ｃは、図１１及び図１２に示すように、軸受部２２ＡＣの外周側ｃの一部に略円弧形状に形成されている板状の基板である。第１基板２９１Ｃの上側ａには、軸受動作検出部３７の軸受動作検出センサ３７２が搭載されている。
- [0110] 第２基板２９２Ｃは、図１０及び図１２に示すように、軸受部２２ＡＣ，２２ＢＣの少なくとも他方、例えば、ステータ２４Ｃの軸線ｘ方向の他端にあたる下側ｂの軸受部２２ＢＣの外周側ｃに設けられている。すなわち、第２基板２９２Ｃは、ロータの回転軸２３Ｃの軸線ｘと平行な方向において、第１基板２９１Ｃとともにステータ２４Ｃを挟んだ状態で配置されている。第２基板２９２Ｃは、図１１及び図１２に示すように、軸受部２２ＢＣの外周側ｃに外形が略円板形状に形成されている基板である。第２基板２９２Ｃ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３６Ｃが搭載されている。

[0111] ロータ動作検出センサ36Cは、上述のように第2基板292Cの上側aに搭載されている。ロータ動作検出センサ36Cは、ロータを構成しているインペラ30Cのハブ25Cの内周面に設けられているマグネット27Cの磁界範囲、例えば、マグネット27Cの内周側dに配置されている。ロータ動作検出センサ36Cは、ロータに取り付けられているマグネット27Cが回転するに伴い、このマグネット27C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36Cの数は、本実施の形態に限定されない。

[0112] 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、第1外輪2212Cの外周側c、例えば、第1外輪2212Cの外周側cを覆い第1外輪2212Cとともに回転可能なカップリング部223Cの第1軸受収容部2231C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2212C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に位置する第1基板291Cの上側aに搭載されている。軸受動作検出センサ372は、第1外輪2212Cとともに回転するカップリング部223C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221C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。

[0113] <第3の実施の形態のモータの状態判定装置>

次に、第3の実施の形態に係るモータの状態判定装置としての駆動制御装置3Cの構成について説明する。なお、本実施の形態に係るモータ10Cの駆動制御装置3Cにおいて、先に説明した駆動制御装置3と同様の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

[0114] 本実施の形態において、モータ10Cの駆動制御装置3Cは、モータ10Cの軸受部22AC、22BC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3Cは、モータ10C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36Cが出力したロータ動作情報とを用いて第1軸受221C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35Cを備える。後述するように、軸受異常判定部35Cは、軸受動作情報に基づいて、第1軸受221Cが劣化しているか否かを判定する。また、軸受異常判定部35C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10Cの駆動制御装置3Cについて説明する。

[0115] 図14は、本発明の第3の実施の形態に係るモータ10Cの駆動制御装置3Cの機能ブロック図である。図14に示すように、モータ10Cの駆動制御装置（状態判定装置の一例）3Cは、速度指令解析部31C、第1回転数算出部321C、第2回転数算出部322C、PWM（Pulse Width Modulation）指令部33C、PWM信号生成部34C、軸受異常判定部（状態判定部の一例）35Cを備える。駆動制御装置3Cは、例えば、MCU（Micro Controller Unit）のように、本発明に係る駆動制御装置3C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35Cによる処理

で用いられる第1軸受221C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221C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。

[0116] 速度指令解析部31Cは、サーバの制御部など不図示の外部機器からのモータ10Cの速度指令信号Scを受信し、PWM指令部33Cに指示を与えるための目標回転数信号S1を生成する。

[0117] 第1回転数算出部321Cは、モータ10Cに取り付けられてロータのマグネット27C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36C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321Cは、ロータ回転数信号S2をPWM指令部33C及び軸受異常判定部35Cに出力する。また、第1回転数算出部321C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。

[0118] 第2回転数算出部322Cは、モータ10Cにおいて軸受部22AC、22BCの第1軸受221Cの第1外輪2212C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221Cの第1外輪2212C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2212C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322Cは、軸受回転数信号S5をPWM指令部33C及び軸受異常判定部35Cに出力する。

[0119] PWM指令部33Cは、速度指令解析部31C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321C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34Cに出力する。PWM設定指示信号S3は、PWM信号生成部34Cが生成するPWM信号の設定、つまりモータ10C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。

[0120] PWM信号生成部34Cは、PWM指令部33Cが出力したPWM設定指示信号S3に基づいて、モータ駆動部2C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。

[0121] モータ駆動部2Cは、駆動制御信号Sdに基づいてモータ10Cを駆動する。

[0122] 軸受異常判定部35Cは、第1回転数算出部321Cが算出したロータ動作情報、及び、第2回転数算出部322Cが算出した軸受動作情報に基づいて軸受部22AC、22BC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。

[0123] 軸受異常判定部35Cは、軸受動作情報、つまり第1外輪2212C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、あるいは軸受回転数信号S5が検出された場合には、軸受部22AC、22BCにおいて第2軸受222Cが回転軸23Cとともに回転していると判定する。

[0124] 軸受異常判定部35C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22AC、22BCの第1軸受221C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35C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2212Cが回転している場合であり、第1外輪2212C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221C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35C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2212C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221Cの異常状態、すなわち劣化が進行し、回転軸23Cと第1軸受221C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35Cは、検出した軸受部22AC、22BC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35Cは、ロータ動作

情報と軸受動作情報とを用いて第1軸受221C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35C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FGを処理に用いてもよい。また、軸受異常判定部35Cは、軸受回転数信号S5に代えて、例えば、第2ホール信号Sh2を処理に用いてもよい。

[0125] [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1C及びファン装置1Cのモータ10Cの駆動制御装置3Cの動作について説明する。

[0126] 図15は、ファン装置1Cが備えるモータ10Cにおける、軸受部の動作、及び、軸受動作検出部37の動作の推移を示すためのフローチャートである。図16は、モータ10Cの駆動制御装置3Cによる軸受部22AC, 22BC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17は、ファン装置1Cが備えるモータ10Cにおける、(a)第1ホール信号Sh1に基づくロータ動作情報としてのFG信号FG、(b)第1軸受221Cが正常に動作している状態における第2ホール信号Sh2に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号S5、(c)第1軸受221Cが劣化した状態における第2ホール信号Sh2に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号S5、及び、(d)第1軸受221Cが固着(故障)した状態における第2ホール信号Sh2に基づく軸受動作情報としての軸受回転数信号S5の模式図である。

[0127] 図15に示すように、モータ10Cは、駆動電流が流れることで、回転軸23Cの回転が開始する(ステップS310)。モータ10Cの回転軸23Cは、図10、図12、及び図13に示すように、軸受ハウジング21Cに装着された一对の軸受部22AC, 22BCによって回転可能に支持されている。また、回転軸23Cは、上側aの一端がインペラ30Cのハブ25Cと結合している。このため、モータ10Cが駆動されることによって回転軸23Cが軸線xを中心に回転し、それに伴ってインペラ30Cも軸線xを中心に回転する。

[0128] モータ１０Ｃは、一对の軸受部２２ＡＣ，２２ＢＣが、回転軸２３Ｃとともに回転可能な第１軸受２２１Ｃと、第１軸受２２１Ｃとともに回転可能な第２軸受２２２Ｃと、をそれぞれ備える。ここで、一对の軸受部２２ＡＣ，２２ＢＣは、第１軸受２２１Ｃの第１内輪２２１１Ｃと回転軸２３Ｃの外周面２３ａとが接しているため、第１内輪２２１１Ｃと回転軸２３Ｃとがともに回転する。第１軸受２２１Ｃは、第１外輪２２１２Ｃがカップリング部２２３Ｃの第１軸受収容部２２３１Ｃと接している。第２軸受２２２Ｃは、第２内輪２２２１Ｃがカップリング部２２３Ｃの第２軸受収容部２２３２Ｃと接している。このため、軸受部２２ＡＣ，２２ＢＣは、第１軸受２２１Ｃが劣化または故障して第１内輪２２１１Ｃと第１外輪２２１２Ｃとが一体となって回転すると、第２軸受２２２Ｃが回転軸２３Ｃとともに回転する。

[0129] 以上のように構成されているモータ１０Ｃの軸受部２２ＡＣ，２２ＢＣにおいて、通常（稼働後の所定時間）の状態では、動粘度の低い第１軸受２２１Ｃが正常な動作機能を有しているため、第１内輪２２１１Ｃが第１転動体２２１３Ｃ及び第１外輪２２１２Ｃに支持されて回転軸２３Ｃ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３６Ｃ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１７（ａ）のように回転動作に応じたパルスを出力する。

[0130] つまり、モータ１０Ｃでは、通常の状態において、第１内輪２２１１Ｃが回転軸２３Ｃとともに回転するため、第１外輪２２１２Ｃ及び第１外輪２２１２Ｃとともに回転可能なカップリング部２２３Ｃは回転しない。このため、カップリング部２２３Ｃ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Ｓ３１１）。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１７（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Ｓ３１２）。

[0131] その後、モータ１０Ｃにおいて、軸受部２２ＡＣ，２２ＢＣでは、第１軸受２２１Ｃの動作機能が劣化、あるいは故障を開始すると、第１軸受２２１

Cの摩擦係数が上昇する（ステップS320）。軸受部22AC, 22BCにおいて、第1軸受221Cの回転トルクが第2軸受222Cの起動トルクを上回ると、カップリング部223C及び第2軸受222Cの回転が開始する（ステップS330）。具体的には、軸受部22AC, 22BCでは、第1軸受221Cの第1内輪2211Cと、第1外輪2212C及び第1転動体2213Cが一体となって回転軸23Cとともに回転する。モータ10Cでは、このように第1軸受221C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221Cでは、その劣化や故障状況に応じて、第1軸受221Cの回転トルクが上昇し、第1内輪2211Cとともに第1外輪2212Cが回転する。このため、第1外輪2212C及び第1外輪2212Cとともに回転可能なカップリング部223Cも、第1外輪2212Cとともに回転する。また、カップリング部223C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S331）。この場合、第1軸受221Cは、第1内輪2211Cと第1転動体2213C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221Cにおいて、第1外輪2212Cの回転が回転軸23C（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372から出力される第2ホール信号Sh2は、図17（c）に示すように、図17（a）に示したFG信号FGとは異なる周期で出力されている（ステップS332）。

[0132] カップリング部223Cは、上述のように第1軸受収容部2231Cの内周面が第1軸受221Cの第1外輪2212Cとともに回転可能に接続している。このように、第1軸受221Cにおいて第1内輪2211Cとともに第1外輪2212Cが回転する（共回りする）ような状態になる（ステップS340）と、第1軸受221Cの回転トルクが第2軸受222Cの起動トルクを上回る。このとき、軸受部22AC, 22BCでは、カップリング部223Cを介して第2軸受222Cが回転軸23Cとともに回転を開始する

。すなわち、第2軸受222Cの第2内輪2221Cは、上述のようにカップリング部223Cの第2軸受収容部2232Cの外周面に取り付けられていて、カップリング部223Cの回転に応じて回転可能である。このため、モータ10Cにおいて、カップリング部223C及び第2軸受222Cが回転軸23Cとともに回転する（ステップS350）。

[0133] モータ10Cでは、このように第1軸受221C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221Cにおいて、第1内輪2211C、第1転動体2213C、及び第1外輪2212Cの回転数は、徐々に上昇し最終的に回転軸23Cと一体となって回転軸23Cと同一の回転数で回転する。このため、第1外輪2212C及び第1外輪2212Cとともに回転可能なカップリング部223Cも、第1外輪2212Cとともに回転軸23Cと同一の回転数で回転する。また、カップリング部223C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2212Cの回転数と同様に上昇し、回転軸23Cと同一の回転数で回転する（ステップS351）。つまり、第1軸受221Cにおいて、第1外輪2212Cの回転が回転軸23C（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17（d）に示すように、図17（a）に示したFG信号FGとはほぼ同様の周波数で出力される（ステップS352）。

[0134] 図16は、モータ10Cの駆動制御装置3Cによる軸受部22AC、22BC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16に示す駆動制御装置3Cによる軸受部22AC、22BCの状態検出処理の例では、軸受異常判定部35Cは、上述のように、第1外輪2212Cが回転している場合であり、第1外輪2212C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221C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35Cは、第1外輪2212C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221Cの劣化が進行し、回転軸23Cと第1軸受221Cとが固

着、つまり故障していると判定する。図 16 に示す軸受部 22AC, 22BC 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 37 から出力される第 2 ホール信号 Sh2 を用いる。また図 16 に示す軸受部 22AC, 22BC の状態検出処理の例では、ロータ動作情報として FG 信号 FG を用いる。

[0135] 軸受異常判定部 35C は、第 2 回転数算出部 322C を介して第 2 ホール信号 Sh2 について、図 17 (c) または図 17 (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 S3101)。

[0136] 第 2 ホール信号 Sh2 がパルス出力波形ではない場合、つまり図 17 (b) で示した正常な状態の信号である場合 (ステップ S3101: NO)、軸受異常判定部 35C は、第 2 ホール信号 Sh2 に基づいて、モータ 10C の軸受部 22AC, 22BC において第 1 軸受 221C は正常 (第 1 内輪 2211C が回転軸 23C と回転し、第 1 外輪 2212C が回転していない状態) であると判定する (ステップ S3102)。

[0137] 第 2 ホール信号 Sh2 がパルス出力波形である場合、つまり図 17 (c) または図 17 (d) で示した第 1 軸受 221C 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 S3101: YES)、軸受異常判定部 35C は、第 2 ホール信号 Sh2 と FG 信号 FG 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 S3103)。第 1 軸受 221C が劣化した場合は、第 1 軸受 221C 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 Sh2 のパルス信号の周期が FG 信号 FG 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 221C が劣化した場合は、第 1 軸受 221C の回転数が、モータ 10C 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 Sh2 と FG 信号 FG の周期の比率に基づき、第 1 軸受 221C が劣化しているか、あるいは、第 1 軸受 221C が故障しているかのいずれかを判定する。

[0138] 第 2 ホール信号 Sh2 の周期が、図 17 (c) で示したように FG 信号 F

G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場合（ステップS 3 1 0 3 : N O）、軸受異常判定部3 5 Cは、第1外輪2 2 1 2 Cが回転しているが、その回転が回転軸2 3 C（ロータ）の回転とは同期していないため、第1軸受2 2 1 C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 3 1 0 4）。

[0139] 一方、第2ホール信号S h 2の周期が、図1 7（d）で示したようにF G信号F Gの周期と比較して所定の比率、例えば、5 0 %の比率のパルス出力波形である場合（ステップS 3 1 0 3 : Y E S）、軸受異常判定部3 5 Cは、第1軸受2 2 1 Cにおいて、第1外輪2 2 1 2 Cの回転が回転軸2 3 C（ロータ）の回転と同期している（第1軸受2 2 1 Cが回転軸2 3 C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 Cの第1内輪2 2 1 1 C、第1外輪2 2 1 2 C、及び第1転動体2 2 1 3 Cが固着している故障状態であると判定する（ステップS 3 1 0 5）。

[0140] 以上のように構成されているモータ1 0 Cによれば、第1軸受2 2 1 C及び第2軸受2 2 2 Cを有する一对の軸受部2 2 A C, 2 2 B Cにより回転軸2 3 Cを支持しているモータ1 0 Cにおいて、第1軸受2 2 1 Cの第1外輪2 2 1 2 C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 Cの駆動制御装置3 Cによれば、モータ1 0 C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 C, 2 2 B Cの動作状態を判定している。このため、軸受部2 2 A C, 2 2 B Cにおいて第1軸受2 2 1 Cまたは第2軸受2 2 2 Cのいずれが動作しているか、すなわち軸受部2 2 A C, 2 2 B C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 Cの駆動制御装置3 Cによれば、モータ1 0 Cの軸受部2 2 A C, 2 2 B C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 C, 2 2 B Cの交換時期、寿命を予測することができる。

[0141] <モータの第4の実施の形態>

次に、本発明に係る第4の実施の形態のモータ1 0 Dを備えるファン装置

1 D について説明する。なお、本実施の形態に係るモータ 1 0 D において、先に説明したモータ 1 0, 1 0 C と同様の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

[0142] 図 1 8 乃至図 2 0 に示すように、本実施の形態に係るモータ 1 0 D は、回転軸 2 3 D 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 2 4 D と、回転軸 2 3 D を回転可能に支持する一对の軸受部 2 2 A D, 2 2 B D とを備える。一对の軸受部 2 2 A D, 2 2 B D は、回転軸 2 3 D とともに回転可能な第 1 軸受 2 2 1 A D, 2 2 1 B D、第 1 軸受 2 2 1 A D, 2 2 1 B D とともに回転可能な第 2 軸受 2 2 2 A D, 2 2 2 B D、及び、第 1 軸受 2 2 1 A D, 2 2 1 B D と第 2 軸受 2 2 2 A D, 2 2 2 B D 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 2 2 3 A D, 2 2 3 B D をそれぞれ有し、一对の軸受部 2 2 A D, 2 2 B D がそれぞれ有するカップリング部 2 2 3 A D, 2 2 3 B D は、連動して回転するように結合している。以下、モータ 1 0 D を備えるファン装置 1 D の構成及び動作を具体的に説明する。

[0143] [ファン装置の構成]

図 1 8 に示すように、ファン装置 1 D は、ハブ 2 5 D に複数の羽根 2 8 D を備えるインペラ 3 0 D と、インペラ 3 0 D の外周を覆いファン装置 1 D の外形形状を定めるケーシング 4 0 D とを備える。インペラ 3 0 D は、ハブ 2 5 D がケーシング 4 0 D 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。ファン装置 1 D は、インペラ 3 0 D のハブ 2 5 D の内部にモータ 1 0 D が配置されている。

[0144] 図 1 8 に示すように、モータ 1 0 D は、例えば、回転軸 2 3 D、回転軸 2 3 D に接続されているロータヨーク 2 6 D、及びインペラ 3 0 D 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 1 0 D は、回転軸 2 3 D、軸受ハウジング 2 1 D、一对の軸受部 2 2 A D, 2 2 B D、ステータ 2 4 D、ロータヨーク 2 6 D、マグネット 2 7 D、基板 2 9 D、ロータ動作検出センサ（ロータ動作検出部の一例） 3 6

D、及び、軸受動作検出部37Dを備える。

[0145] 図18に示すように、回転軸23D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21Dは、ケーシング40D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21Dは、一对の軸受部22AD、22BDを介して回転軸23を回転可能に支持している。図20に示すように、軸受ハウジング21Dは、円筒状のハウジング本体211Dの軸線x方向の一端に軸受部22ADを支持する軸受支持部212Dと、ハウジング本体211Dの軸線x方向の他端に軸受部22BDを支持する軸受支持部213Dとを備える。軸受支持部212D、213Dは、それぞれ、ハウジング本体211Dの内周面に形成されている。

[0146] 図19及び図20に示すように、一对の軸受部22AD、22BDは、具体的には、上述のように軸受ハウジング21Dの軸線x方向の一端に設けられている軸受支持部212Dに支持される軸受部22ADと、軸受ハウジング21Dの軸線x方向の他端に設けられている軸受支持部213Dに支持される軸受部22BDとである。一对の軸受部22AD、22BDは、それぞれ、第1軸受221AD、221BD、第2軸受222AD、222BD、及びカップリング部223AD、223BDを備える。一对の軸受部22AD、22BDそれぞれにおいて、第2軸受222AD、222BDは、回転軸23Dの軸線x方向において第1軸受221AD、221BDとは離れた位置に設けられている。

[0147] 図20に示すように、第1軸受221AD、221BDは、第1内輪2211D、第1外輪2212D、及び第1転動体2213Dを備える。第1内輪2211Dは、図18に示す回転軸23Dの外周面23a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2211Dは、回転軸23Dの外周面23aに装着されることにより、回転軸23Dとともに回転可能である。第1外輪2212Dは、第1内輪2211Dの外周側cに設けられている。第1外輪2212Dは、第1内輪2211Dと同軸で第1内輪2211Dよりも大径の環状の部材である。第1転動体2213Dは、第1内輪221

1 Dと第1外輪2212D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221AD, 221BDは、第1内輪2211D、第1外輪2212D、及び第1転動体2213Dの間に潤滑剤が封入されている。

[0148] 第2軸受222AD, 222BDは、第2内輪2221D、第2外輪2222D、及び第2転動体2223Dを備える。第2内輪2221Dは、カップリング部223AD, 223BD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2221Dは、カップリング部223AD, 223BDに装着されることにより、カップリング部223AD, 223BDを介して第1外輪2212Dとともに回転可能である。第2外輪2222Dは、第2内輪2221Dの外周側cに設けられている。第2外輪2222Dは、第2内輪2221Dと同軸で第2内輪2221Dよりも大径の環状の部材である。第2転動体2223Dは、第2内輪2221Dと第2外輪2222D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222AD, 222BDは、第2内輪2221D、第2外輪2222D、及び第2転動体2223Dの間に潤滑剤が封入されている。第2軸受222AD, 222BD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221AD, 221BDと比較して高回転でも回転しにくい性質を有しているもよい。

[0149] カップリング部223AD, 223BDは、それぞれ第1軸受収容部2231D、第2軸受収容部2232D、段差部2233D、及び、結合部2234AD, 2234BDを備える。カップリング部223AD, 223BD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軸受収容部2231D及び第2軸受収容部2232Dと、第1軸受収容部2231D及び第2軸受収容部2232Dを繋ぐ段差部2233Dとにより、第1外輪2212Dと第2内輪2221Dとを回転可能に結合している。

[0150] 第1軸受収容部2231Dは、第1軸受221AD, 221BDの第1外輪2212Dを収容可能な内周面を有する。具体的には、第1軸受収容部2231Dは、第1外輪2212Dと協働して回転可能な形状及び寸法に形成

されている。

[0151] 第2軸受収容部2232Dは、回転軸23Dの外周面23a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軸受収容部2232Dは、第2軸受222AD、222BDの第2内輪2221Dを収容可能な外周面を有する。第2軸受収容部2232Dは、第2内輪2221Dと協働して回転可能な形状及び寸法に形成されている。

[0152] 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223ADと下側bに設けられているカップリング部223BD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223AD、223BDは、具体的には、軸線x方向において第1軸受収容部2231Dとは反対側の端部に設けられている結合部2234AD、2234BDにより、上側aのカップリング部223ADと、下側bのカップリング部223BD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223ADに設けられている結合部2234ADと、下側bのカップリング部223BDに設けられている結合部2234BD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2234ADは、結合部2234BD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2234BDも、結合部2234ADの突部を収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223AD、223BDは、結合部2234ADの突部と結合部2234BDの突部が互いに収容しあうことにより、カップリング部223ADまたはカップリング部223BDの一方が回転する際に結合部2234ADと結合部2234BDとが接してカップリング部223ADまたはカップリング部223BD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223AD、223BD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222ADと下側bの第2軸受222BDとが連動して回転することができる。

[0153] なお、結合部2234AD、2234BD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2234AD、2234BDは、カップリ

ング部 223AD, 223BD 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することができるように構成されていればよい。また、結合部 2234AD, 2234BD は、モータ 10D 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。

[0154] 図 18 に示すように、ステータ 24D は、ケーシング 40D の例えば、下側 b に固定されている。ステータ 24D 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 241D と、ステータコア 241D 上に巻回されたコイル 242D と、ステータコア 241D に設けられたインシュレータ 243D と、を備えている。

[0155] ロータヨーク 26D は、例えば、インペラ 30D のハブ 25D の内周部に設けられている。ロータヨーク 26D は、マグネット 27D 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 26D は、ハブ 25D と別体で形成しても一体で形成してもよい。マグネット 27D は、ロータヨーク 26D の内周面に取り付けられている。マグネット 27D は、内周側 d に設けられているステータ 24D との間に所定の間隙を有するように設けられている。

[0156] 基板 29D は、図 18 に示すように、軸受部 22AD, 22BD の少なくとも一方、例えば、ステータ 24D の軸線 x 方向の他端にあたる下側の軸受部 22BD の外周側 c に設けられている。基板 29D は、例えば、軸受部 22BD 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 29D 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 36D が搭載されている。また、基板 29D の下側 b には、軸受動作検出部 37D の軸受動作検出センサ 372D が搭載されている。

[0157] ロータ動作検出センサ 36D は、上述のように基板 29D の上側 a に搭載されている。ロータ動作検出センサ 36D は、ロータを構成しているインペラ 30D のハブ 25D の内周面に設けられているマグネット 27D の磁界範囲、例えば、マグネット 27D の下側 b に配置されている。ロータ動作検出センサ 36D は、ロータに取り付けられているマグネット 27D が回転する

のに伴い、このマグネット 27D 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 36D の数は、本実施の形態に限定されない。

[0158] 軸受動作検出部 37D は、軸受動作検出マグネット 371D と軸受動作検出センサ 372D とにより構成されている。軸受動作検出マグネット 371D は、図 20 に示すように、下側 b の軸受部 22BD の第 1 外輪 2212D の外周側 c、例えば、軸受部 22BD の第 1 外輪 2212D の外周側 c を覆い第 1 外輪 2212D とともに回転可能なカップリング部 223BD の第 1 軸受収容部 2231D の外周側 c に設けられている。軸受動作検出マグネット 371D は、このように配置されていることで、第 1 外輪 2212D とともに回転可能である。軸受動作検出センサ 372D は、軸受動作検出マグネット 371D の磁界範囲、具体的には、軸受動作検出マグネット 371D の外周側 c に位置する基板 29D の下側 b に搭載されている。軸受動作検出センサ 372D は、第 1 外輪 2212D とともに回転するカップリング部 223D に取り付けられている軸受動作検出マグネット 371D が回転するのに伴い、この軸受動作検出マグネット 371D 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 221AD, 221BD 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 37D の数は、本実施の形態に限定されない。

[0159] <第 4 の実施の形態のモータの状態判定装置>

次に、第 4 の実施の形態に係るモータの状態判定装置としての駆動制御装置 3D の構成について説明する。

[0160] 本実施の形態におけるモータ１０Ｄの駆動制御装置３Ｄは、先に説明したモータ１０Ｃの駆動制御装置３Ｃと同様である。すなわち、本実施の形態において、モータ１０Ｄの駆動制御装置３Ｄは、モータ１０Ｄの軸受部２２ＡＤ，２２ＢＤ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３Ｄは、モータ１０Ｄの軸受動作検出部３７Ｄの軸受動作検出センサ３７２Ｄが出力した軸受動作情報と、ロータ動作検出センサ３６Ｄが出力したロータ動作情報とを用いて第１軸受２２１ＡＤ，２２１ＢＤ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３５Ｄを備える。後述するように、軸受異常判定部３５Ｄは、軸受動作情報に基づいて、第１軸受２２１ＡＤ，２２１ＢＤの少なくともどちらかが劣化しているか否かを判定する。また、軸受異常判定部３５Ｄ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２２１ＡＤ，２２１ＢＤの少なくともどちらか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１０Ｄの駆動制御装置３Ｄについて説明する。

[0161] 図２１は、本発明の第４の実施の形態に係るモータ１０Ｄの駆動制御装置３Ｄの機能ブロック図である。図２１に示すように、モータ１０Ｄの駆動制御装置（状態判定装置の一例）３Ｄは、速度指令解析部３１Ｄ、第１回転数算出部３２１Ｄ、第２回転数算出部３２２Ｄ、PWM（Pulse Width Modulation）指令部３３Ｄ、PWM信号生成部３４Ｄ、軸受異常判定部（状態判定部の一例）３５Ｄを備える。駆動制御装置３Ｄは、例えば、MCU（Micro Controller Unit）のように、本発明に係る駆動制御装置３Ｄ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３５Ｄによる処理で用いられる第１軸受２２１ＡＤ，２２１ＢＤの少なくともどちらか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２２１ＡＤ，２２１ＢＤの少なくともどちらか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）S 5 に対するロータ回転数信号（ロータ動作情報の一例）S 2 の比率に関する情報も格納されている。

[0162] 速度指令解析部 3 1 D は、サーバの制御部など不図示の外部機器からのモータ 1 0 D の速度指令信号 S c を受信し、PWM 指令部 3 3 D に指示を与えるための目標回転数信号 S 1 を生成する。

[0163] 第 1 回転数算出部 3 2 1 D は、モータ 1 0 D に取り付けられてロータのマグネット 2 7 D 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 3 6 D が取得した第 1 ホール信号 S h 1 （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 S h 1 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 S 2 を出力する。第 1 回転数算出部 3 2 1 D は、ロータ回転数信号 S 2 を PWM 指令部 3 3 D 及び軸受異常判定部 3 5 D に出力する。また、第 1 回転数算出部 3 2 1 D は、算出したロータの回転数を F G （Frequency Generator）信号 F G として外部機器に出力する。

[0164] 第 2 回転数算出部 3 2 2 D は、モータ 1 0 D において軸受部 2 2 A D, 2 2 B D の第 1 軸受 2 2 1 A D, 2 2 1 B D の第 1 外輪 2 2 1 2 D 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 3 7 D から取得した第 2 ホール信号 S h 2 （第 1 軸受 2 2 1 A D, 2 2 1 B D の第 1 外輪 2 2 1 2 D の回転数に関する情報）を取得して、第 2 ホール信号 S h 2 に基づいて第 1 外輪 2 2 1 2 D の回転数を算出して軸受回転数信号 S 5 を出力する。第 2 回転数算出部 3 2 2 D は、軸受回転数信号 S 5 を軸受異常判定部 3 5 D に出力する。

[0165] PWM 指令部 3 3 D は、速度指令解析部 3 1 D から出力された目標回転数信号 S 1、及び、第 1 回転数算出部 3 2 1 D から出力されたロータ回転数信号 S 2 に基づいて生成する PWM 設定指示信号 S 3 を PWM 信号生成部 3 4 D に出力する。PWM 設定指示信号 S 3 は、PWM 信号生成部 3 4 D が生成する PWM 信号の設定、つまりモータ 1 0 D 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。

- [0166] PWM信号生成部34Dは、PWM指令部33D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。
- [0167] モータ駆動部2Dは、駆動制御信号Sdに基づいてモータ10Dを駆動する。
- [0168] 軸受異常判定部35Dは、第1回転数算出部321Dが算出したロータ動作情報、及び、第2回転数算出部322Dが算出した軸受動作情報に基づいて一对の軸受部22AD, 22BD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。
- [0169] 軸受異常判定部35Dは、軸受動作検出センサ372Dから軸受動作情報、つまり第1外輪2212D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322Dから軸受回転数信号S5が出力された場合、軸受部22AD, 22BDにおいて第2軸受222AD, 222BDが回転軸23Dとともに回転していると判定する。
- [0170] 軸受異常判定部35D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22AD, 22BDの第1軸受221AD, 221BDの少なくともどちらか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35D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2212Dが回転している場合であり、第1外輪2212D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221AD, 221BDの少なくともどちらかに劣化（機能低下）が生じていると判定する。また、軸受異常判定部35D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2212D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221AD, 221BDの少なくともどちらかの異常状態、すなわち劣化が進行し、回転軸23Dと第1軸受221AD, 221BDの少なくともどちらかが固着、つまり故障していると判定する。軸受異常判定部35

Dは、検出した軸受部22AD, 22BD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35Dは、ロータ動作情報と軸受動作情報とを用いて第1軸受221AD, 221BDの少なくともどちらか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35D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信号を処理に用いてもよい。また、軸受異常判定部35Dは、軸受回転数信号S5に代えて、例えば、第2ホール信号Sh2を処理に用いてもよい。

[0171] [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1D及びファン装置1Dのモータ10Dの駆動制御装置3Dの動作について説明する。

[0172] 図22は、ファン装置1Dが備えるモータ10Dにおける、下側bの軸受部22BDが劣化した場合の軸受部22AD, 22BDの動作、及び、軸受動作検出部37Dの動作の推移を示すためのフローチャートである。図23は、ファン装置1Dが備えるモータ10Dにおける、上側aの軸受部22ADが劣化した場合の軸受部22AD, 22BDの動作、及び、軸受動作検出部37Dの動作の推移を示すためのフローチャートである。

[0173] 以下、図22、及び、図17を参照して、ファン装置1Dが備えるモータ10Dにおける、下側bの軸受部22BDが劣化した場合の軸受部22AD, 22BDの動作、及び、軸受動作検出部37Dの動作の推移を説明する。

[0174] 図22に示すように、モータ10Dは、駆動電流が流れることで、回転軸23Dの回転が開始する（ステップS41）。モータ10Dの回転軸23Dは、図18に示すように、軸受ハウジング21Dに装着された一对の軸受部22AD, 22BDによって回転可能に支持されている。また、回転軸23Dは、上側aの一端がインペラ30Dのハブ25Dと結合している。このため、モータ10Dが駆動されることによって回転軸23Dが軸線xを中心に回転し、それに伴ってインペラ30Dも軸線xを中心に回転する。

[0175] モータ10Dは、一对の軸受部22AD, 22BDが、回転軸23Dとと

もに回転可能な第1軸受221AD、221BDと、第1軸受221AD、221BDとともに回転可能な第2軸受222AD、222BDと、をそれぞれ備える。ここで、一对の軸受部22AD、22BDは、第1軸受221AD、221BDの第1内輪2211Dと回転軸23Dの外周面23aとが接しているため、第1内輪2211Dと回転軸23Dとがともに回転する。第1軸受221AD、221BDは、第1外輪2212Dがカップリング部223AD、223BDの第1軸受収容部2231Dと接している。第2軸受222AD、222BDは、第2内輪2221Dがカップリング部223AD、223BDの第2軸受収容部2232Dと接している。このため、軸受部22AD、22BDは、第1軸受221AD、221BDが劣化または故障して第1内輪2211Dと第1外輪2212Dとが一体となって回転すると、第2軸受222AD、222BDが回転軸23Dとともに回転する。

[0176] 以上のように構成されているモータ10Dの軸受部22AD、22BDにおいて、通常（稼働後の所定時間）の状態では、第1軸受221AD、221BDが正常な動作機能を有しているため、第1内輪2211Dが第1転動体2213D及び第1外輪2212Dに支持されて回転軸23D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36D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17（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Sh1）を出力する。

[0177] つまり、モータ10Dでは、通常の状態において、第1内輪2211Dが回転軸23Dとともに回転するため、第1外輪2212D及び第1外輪2212Dとともに回転可能なカップリング部223AD、223BDは回転しない。このため、カップリング部223BD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371Dも回転しない（ステップS411）。軸受動作検出マグネット371Dが回転しないため、軸受動作検出センサ372Dから出力される第2ホール信号Sh2は、図17（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S412）。

[0178] その後、モータ１０Ｄにおいて、軸受部２２ＡＤ，２２ＢＤのうち、下側ｂ、すなわち、軸線×方向において軸受動作検出マグネット３７１Ｄが設けられている側の軸受部２２ＢＤの第１軸受２２１ＢＤの動作機能の劣化が開始する（ステップＳ４２）。軸受部２２ＢＤにおいて、第１軸受２２１ＢＤの回転トルクが第２軸受２２２ＡＤの起動トルクを上回ると、カップリング部２２３ＢＤ及び第２軸受２２２ＢＤの回転が開始する（ステップＳ４３）。具体的には、軸受部２２ＢＤでは、第１軸受２２１ＢＤの第１内輪２２１１Ｄと、第１外輪２２１２Ｄ及び第１転動体２２１３Ｄが一体となって回転軸２３Ｄとともに回転する。モータ１０Ｄでは、このように第１軸受２２１ＢＤ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２２１ＢＤでは、その劣化や故障状況に応じて、第１軸受２２１ＢＤの回転トルクが上昇し、第１内輪２２１１Ｄとともに第１外輪２２１２Ｄが回転する。このため、第１外輪２２１２Ｄ及び第１外輪２２１２Ｄとともに回転可能なカップリング部２２３ＢＤも、第１外輪２２１２Ｄとともに回転する。そして、カップリング部２２３ＢＤ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３７１Ｄも回転を開始する（ステップＳ４３１）。この場合、第１軸受２２１ＢＤは、第１内輪２２１１Ｄと第１転動体２２１３Ｄ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２２１ＢＤにおいて、第１外輪２２１２Ｄの回転が回転軸２３Ｄ（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３７２Ｄから出力される第２ホール信号Ｓｈ２は、図１７（ｃ）に示すように、図１７（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Ｓ４３２）。

[0179] カップリング部２２３ＡＤ，２２３ＢＤは、上述のように第１軸受収容部２２３１Ｄの内周面が第１軸受２２１ＡＤ，２２１ＢＤの第１外輪２２１２Ｄとともに回転可能に接続している。このように、第１軸受２２１ＢＤにおいて第１内輪２２１１Ｄとともに第１外輪２２１２Ｄが回転する（共回りする）状態になる（ステップＳ４４）と、第１軸受２２１ＢＤの回転トルクが

第2軸受222BDの起動トルクを上回る。このとき、軸受部22BDでは、カップリング部223BDを介して第2軸受222BDが回転軸23Dとともに回転を開始する。すなわち、第2軸受222BDの第2内輪2221Dは、上述のようにカップリング部223BDの第2軸受収容部2232Dの外周面に取り付けられていて、カップリング部223BDの回転に応じて回転可能である。このため、モータ10Dにおいて、カップリング部223BD、及び第2軸受222BDが回転軸23Dとともに回転する（ステップS45）。

[0180] モータ10Dでは、このように第1軸受221BD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221BDにおいて、第1内輪2211D、第1転動体2213D、及び第1外輪2212Dの回転数は、徐々に上昇し最終的に回転軸23Dと一体となって回転軸23Dと同一の回転数で回転する。このため、第1外輪2212D及び第1外輪2212Dとともに回転可能なカップリング部223BDも、第1外輪2212Dとともに回転軸23Dと同一の回転数で回転する。また、カップリング部223BD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371Dの回転数も第1外輪2212Dの回転数と同様に上昇し、回転軸23Dと同一の回転数で回転する（ステップS451）。つまり、第1軸受221BDにおいて、第1外輪2212Dの回転が回転軸23D（ロータ）とは同期しているため、軸受動作検出センサ372Dから出力される第2ホール信号Sh2は、周波数が上昇し、図17（d）に示すように、図17（a）に示したFG信号とはほぼ同様の周波数で出力される（ステップS452）。

[0181] 次に、図23、及び、図17を参照して、ファン装置1Dが備えるモータ10Dにおける、上側aの軸受部22ADが劣化した場合の軸受部22AD、22BDの動作、及び、軸受動作検出部37D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22BDが劣化した場合の軸受部22AD、22BDの動作、及び、軸受動作検出部37D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。

[0182] 図23に示すように、モータ10Dは、駆動電流が流れることで、回転軸23Dの回転が開始し、ステップS41からステップS412までの動作及び処理が行われる。

[0183] その後、モータ10Dにおいて、軸受部22AD、22BD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371Dが設けられている側とは反対側の軸受部22ADの第1軸受221ADの動作機能の劣化が開始する（ステップS420）。軸受部22ADにおいて、第1軸受221ADの回転トルクが第2軸受222ADの起動トルクを上回ると、カップリング部223AD及び第2軸受222ADの回転が開始する（ステップS430）。具体的には、軸受部22ADでは、第1軸受221ADの第1内輪2211Dと、第1外輪2212D及び第1転動体2213Dが一体となって回転軸23Dとともに回転する。モータ10Dでは、このように第1軸受221AD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221ADでは、その劣化や故障状況に応じて、第1軸受221ADの回転トルクが上昇し、第1内輪2211Dとともに第1外輪2212Dが回転する。このため、第1外輪2212D及び第1外輪2212Dとともに回転可能なカップリング部223ADも、第1外輪2212Dとともに回転する。

[0184] 結合部2234AD、2234BDにより、カップリング部223ADとともに回転可能に結合されているカップリング部223BDも回転する（ステップS46）。そして、カップリング部223BD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371Dも回転を開始する（ステップS461）。この場合、第1軸受221ADは、第1内輪2211Dと第1転動体2213D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221ADにおいて、第1外輪2212Dの回転が回転軸23D（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372Dから

出力される第2ホール信号S_{h2}は、図17(c)に示すように、図17(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S462)。

[0185] カップリング部223AD、223BDは、上述のように第1軸受収容部2231Dの内周面が第1軸受221AD、221BDの第1外輪2212Dとともに回転可能に接続している。このように、第1軸受221ADにおいて第1内輪2211Dとともに第1外輪2212Dが回転する(共回りする)状態になる(ステップS440)と、第1軸受221ADの回転トルクが第2軸受222ADの起動トルクを上回る。このとき、軸受部22ADでは、カップリング部223ADを介して第2軸受222ADが回転軸23Dとともに回転を開始する。すなわち、第2軸受222ADの第2内輪2221Dは、上述のようにカップリング部223ADの第2軸受収容部2232Dの外周面に取り付けられていて、カップリング部223ADの回転に応じて回転可能である。このため、モータ10Dにおいて、カップリング部223AD、及び第2軸受222ADが回転軸23Dとともに回転する。また、カップリング部223ADに結合されている下側bのカップリング部223BDも、カップリング部223ADと一体となって回転する(ステップS47)。

[0186] モータ10Dでは、このように第1軸受221AD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221ADにおいて、第1内輪2211D、第1転動体2213D、及び第1外輪2212Dの回転数は、徐々に上昇し最終的に回転軸23Dと一体となって回転軸23Dと同一の回転数で回転する。このため、第1外輪2212D及び第1外輪2212Dとともに回転可能なカップリング部223AD、223BDも、第1外輪2212Dとともに回転軸23Dと同一の回転数で回転する。また、カップリング部223BD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371Dの回転数も第1外輪2212Dの回転数と同様に上昇し、回転軸23Dと同一の回転数で回転する(ステップS471)。つまり、第1軸受22

1 A Dにおいて、第1外輪2 2 1 2 Dの回転が回転軸2 3 D（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 D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1 7（d）に示すように、図1 7（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 4 7 2）。

[0187] 本実施の形態においても、図1 6に示すフローチャートと同様に処理が行われる。すなわち、駆動制御装置3 Dによる軸受部2 2 A D、2 2 B Dの状態検出処理の例では、軸受異常判定部3 5 Dは、上述のように、第1外輪2 2 1 2 Dが回転している場合であり、第1外輪2 2 1 2 D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 A D、2 2 1 B Dの少なくともどちらかに劣化（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 Dは、第1外輪2 2 1 2 D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 A D、2 2 1 B Dの少なくともどちらかの劣化が進行し、回転軸2 3 Dと第1軸受2 2 1 A D、2 2 1 B Dのどちらかが固着、つまり故障していると判定する。図1 6に示す軸受部2 2 A D、2 2 B D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 Dから出力される第2ホール信号S h 2を用いる。また図1 6に示す軸受部2 2 A D、2 2 B D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。

[0188] 軸受異常判定部3 5 Dは、第2回転数算出部3 2 2 Dを介して第2ホール信号S h 2について、図1 7（c）または図1 7（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 3 1 0 1）。

[0189] 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1 7（b）で示した正常な状態の信号である場合（ステップS 3 1 0 1：NO）、軸受異常判定部3 5 Cは、第2ホール信号S h 2に基づいて、モータ1 0 Dの軸受部2 2 A D、2 2 B Dにおいて第1軸受2 2 1 A D、2 2 1 B Dは正常（第1内輪2 2 1 1 Dが回転軸2 3 Dと回転し、第1外輪2 2 1 2 Dが回転していない状態）であると判定する（ステップS 3 1 0 2）。

[0190] 第2ホール信号S_{h2}がパルス出力波形である場合、つまり図17(c)または図17(d)で示した第1軸受221AD、221BD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S3101: YES)、軸受異常判定部35Dは、第2ホール信号S_{h2}とFG信号とを比較し、ロータの回転数に対する第1外輪2212Dの回転数の比率が所定の値であるかを判定する(ステップS3103)。例えば、第1軸受221ADが劣化した場合は、第1軸受221AD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_{h2}のパルス信号の周期がFG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221ADが劣化した場合は、第1外輪2212Dの回転数が、モータ10D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_{h2}とFG信号FGの周期の比率に基づき、第1軸受221AD、221BDが劣化しているか、あるいは、第1軸受221AD、221BDが故障しているかのいずれかを判定する。

[0191] 第2ホール信号S_{h2}の周期が、図17(c)で示したようにFG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17(a)のFG信号よりも長い周期)場合(ステップS3103: NO)、軸受異常判定部35Dは、第1外輪2212Dが回転しているが、その回転が回転軸23D(ロータ)の回転とは同期していないため、第1外輪2212D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S3104)。

[0192] 一方、第2ホール信号S_{h2}の周期が、図17(d)で示したようにFG信号の周期と比較して所定の比率(本実施の形態では、図17(a)のFG信号と同じ周期)のパルス出力波形である場合(ステップS3103: YES)、軸受異常判定部35Dは、第1軸受221AD、221BDにおいて、第1外輪2212Dの回転が回転軸23D(ロータ)の回転と同期している(第1軸受221AD、221BDが回転軸23Dと同じ所定の回転数で回転している)と判定し、第1軸受221ADあるいは221BDの第1内

輪 2 2 1 1 D、第 1 外輪 2 2 1 2 D、及び第 1 転動体 2 2 1 3 D が固着している故障状態であると判定する（ステップ S 3 1 0 5）。

[0193] 以上のように構成されているモータ 1 0 D によれば、第 1 軸受 2 2 1 A D 及び第 2 軸受 2 2 2 A D、第 1 軸受 2 2 1 B D 及び第 2 軸受 2 2 2 B D を有する一对の軸受部 2 2 A D、2 2 B D により回転軸 2 3 D を支持しているモータ 1 0 D において、第 1 軸受 2 2 1 A D、2 2 1 B D の第 1 外輪 2 2 1 2 D の動作状況を検出する軸受動作検出部 3 7 D 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 D の駆動制御装置 3 D によれば、モータ 1 0 D 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 D、2 2 B D の動作状態を判定している。このため、軸受部 2 2 A D、2 2 B D において第 1 軸受 2 2 1 A D、2 2 1 B D または第 2 軸受 2 2 2 A D、2 2 2 B D のいずれが動作しているか、すなわち軸受部 2 2 A D、2 2 B D 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 D の駆動制御装置 3 D によれば、モータ 1 0 D の軸受部 2 2 A D、2 2 B D 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 D、2 2 B D の交換時期、寿命を予測することができる。

[0194] モータ 1 0 D 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 D、2 2 B D それぞれが有しているカップリング部 2 2 3 A D、2 2 3 B D 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 D の異常発生状況を軸受動作検出部 3 7 D の軸受動作検出マグネット 3 7 1 D と軸受動作検出センサ 3 7 2 D により監視することにより、一对の軸受部 2 2 A D、2 2 B D 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 D によれば、簡易な構造で軸受部 2 2 A D、2 2 B D 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 D によれば、カップリング部 2 2 3 A D、2 2 3 B D の結合部 2 2 3 4 A D、2 2 3 4 B D 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

２２３ＡＤ、２２３ＢＤ、カップリング部２２３ＡＤ、２２３ＢＤに取り付けられている第２軸受２２２ＡＤ、２２２ＢＤが回転しにくくなる。

[0195] 従って、以上のように構成されているモータ１０Ｄの駆動制御装置３Ｄによれば、軸受の信頼性を向上することができる。

[0196] 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検出装置を適宜改変することができる。かかる改変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１０は、アウター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２２Ａ、２２Ｂの第１軸受２２１と第２軸受２２２とが軸線×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２２３を用いて第１外輪２２１２と第２内輪２２２１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２２１２と第２内輪２２２１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１０の駆動制御装置３において、異常報知信号Ｓ_aとＦＧ信号とが共通の出力ラインで出力されてもよい。さらに、モータ１０の駆動制御装置３において、異常判定に用いるモータ１０の回転数信号Ｓ_２と電流信号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、異常判定に用いるモータ電流は、モータ駆動部に流れる電流に限定されず、その他の回路部分に流れる電流であってもよい。

[0197] また、以上説明した実施の形態では、軸受部２２ＡＣ、ＡＤ、２２ＢＣ、ＢＤの第１軸受２２１Ｃ、Ｄと第２軸受２２２Ｃ、Ｄとが軸線×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２２３Ｃ、Ｄを用いて第１外輪２２１２Ｃ、Ｄと第２内輪２２２１Ｃ、Ｄ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２２１２Ｃ、Ｄと第２内輪２２２１Ｃ、Ｄ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１０Ｃ、Ｄの駆動制御装置３Ｃ、Ｄにおいて、異常報知信号Ｓ_aとＦＧ信号ＦＧとが共通の出力ラインで出力されてもよい。また、モータ１０Ｃ、Ｄの

駆動制御装置 3 C, D において、異常判定に用いるモータ 10 C, D 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 の周期との相関関係に基づいて判定すればよい。また、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 22 A C, A D, 22 B C, B D の回転動作を検出する軸受動作検出部 37, 37 D は、軸受部 22 A C, A D にのみ取り付けられていたが、軸受部 22 B C, B D に軸受動作検出部 37, 37 D が取り付けられていても、一对の軸受部 22 A C, A D, 22 B C, B D にそれぞれ軸受動作検出部 37, 37 D が取り付けられていてもよい。

[0198] 第 2 軸受 222 A D, 222 B D 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 221 A D, 221 B D 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 222 B D 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 D の近傍に鉄板などの磁性部材を例えば、軸受ハウジング 21 D の内周側 d に付加する構造とし、カップリング部 223 B D が回転しにくくなるようにしてもよい。また、第 2 軸受 222 A D, 222 B D の第 2 内輪 2221 D の内周側 d に設けられている、カップリング部 223 A D, 223 B D の外周側 c にマグネットを配置し、ステータ 24 D に対して磁力を発生させてカップリング部 223 A D, 223 B D 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 223 A D, 223 B D が回転しにくくなるようにしてもよい。

[0199] また、例えば、第 1 軸受 221 A D, 221 B D と第 2 軸受 222 A D, 222 B D 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。

符号の説明

[0200] 1, 1 C, 1 D…ファン装置、2, 2 C, 2 D…モータ駆動部、3, 3 C, 3

D…駆動制御装置（状態判定装置の一例）、10、10C、10D…モータ、21、21b、21C、21D…軸受ハウジング、22A、22B、22Ab、22Bb、22AC、22BC、22AD、22BD…軸受部、23、23C、23D…回転軸、23a…外周面、24、24C、24D…ステータ、25、25C、25D…ハブ、26、26C、26D…ロータヨーク、27、27C、27D…マグネット、28、28C、28D…羽根、30、30C、30D…インペラ、31、31C、31D…速度指令解析部、32…回転数算出部、33、33C、33D…PWM指令部、34、34C、34D…PWM信号生成部、35、35C、35D…軸受異常判定部（状態判定部の一例）、36C、36D…ロータ動作検出センサ（ロータ動作検出部の一例）、37、37D…軸受動作検出部、40、40C、40D…ケーシング、211、211b、211C、211D…ハウジング本体、212、212b、212C、212D…軸受支持部、213、213b、213C、213D…軸受支持部、221、221b、221C、221AD、221BD…第1軸受、222、222b、222C、222AD、222BD…第2軸受、223、223C、223D…カップリング部、241、241C、241D…ステータコア、242、242C、242D…コイル、243C、243D…インシュレータ、291C…第1基板、292C…第2基板、321C、321D…第1回転数算出部、322C、322D…第2回転数算出部、371、371D…軸受動作検出マグネット、372、372D…軸受動作検出センサ、2211、2211b、2211C、2211D…第1内輪、2212、2212b、2212C、2212D…第1外輪、2213、2213b、2213C、2213D…第1転動体、2221、2221b、2221C、2221D…第2内輪、2222、2222b、2222C、2222D…第2外輪、2223、2223b、2223C、2223D…第2転動体、2231、2231C、2231D…第1軸受収容部、2232、2232C、2232D…第2軸受収容部、2233、2233C、2233D…段差部、2234AD、2234BD（2234D

）…結合部、S_c…速度指令信号、S₁…目標回転数信号、S₂…ロータ回転数信号（ロータ動作情報の一例）、S₃…PWM設定指示信号、S₄…PWM信号、S₅…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_{h1}…第1ホール信号（ロータ動作情報の一例）、S_{h2}…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

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軸受と、
前記第1軸受とともに回転可能な第2軸受と、をそれぞれ備え、
前記第1軸受が正常であるときは前記第1軸受が前記回転軸とともに回転し、前記第1軸受が異常となったときは前記第1軸受とともに前記第2軸受も前記回転軸とともに回転する、
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転動体とを有する、
請求項1に記載のモータ。
- [請求項3] 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る、
請求項2に記載のモータ。
- [請求項4] 前記第2軸受は、前記第1軸受の外周側に設けられている、
請求項2に記載のモータ。
- [請求項5] 前記一対の軸受部は、
前記第1外輪と前記第2内輪とを回転可能に結合するカップリング部をそれぞれ備える、

請求項 2 または 3 に記載のモータ。

[請求項6] 前記第 1 軸受は、前記第 2 軸受の動粘度よりも低い動粘度である、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のモータ。

[請求項7] 前記軸受部の動作を検出する軸受動作検出部をさらに備え、
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入力する、
請求項 1 に記載のモータ。

[請求項8] 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入力する軸受動作検出センサと、を有する、

請求項 7 に記載のモータ。

[請求項9] 前記軸受部の外周側に設けられている第 1 基板を備え、
前記軸受動作検出センサは、前記第 1 基板に搭載されている、
請求項 8 に記載のモータ。

[請求項10] 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、

前記一対の軸受部は、

前記第 1 外輪と前記第 2 内輪とを回転可能に結合するカップリング部をそれぞれ備える、

請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載のモータ。

[請求項11] 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 10 に記載のモータ。

[請求項12] 前記回転軸の軸線方向において、前記第 1 基板とともに前記ステータを挟んだ状態で配置されている第 2 基板と、

前記第 2 基板に搭載されている、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と、

を備える、

請求項 9 に記載のモータ。

[請求項13] 前記一对の軸受部は、

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、

前記一对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、

請求項 1 に記載のモータ。

[請求項14] 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 13 に記載のモータ。

- [請求項15] 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14に記載のモータ。
- [請求項16] 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15に記載のモータ。
- [請求項17] 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16に記載のモータ。
- [請求項18] 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15乃至17のいずれか1項に記載のモータ。
- [請求項19] 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17に記載のモータ。
- [請求項20] モータの軸受部の状態を判定するモータの状態検出装置であり、
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、

前記モータの回転運動に基づく情報である回転情報を取得する情報取得部と、

前記情報取得部が取得した回転情報に基づいて前記軸受部の回転運動の状態を検出する状態検出部と、

を備える、モータの状態検出装置。

[請求項21] 前記回転情報は、前記ロータの回転数に関する情報である、
請求項20に記載のモータの状態検出装置。

[請求項22] 前記回転情報は、前記モータのモータ電流に関する情報である、
請求項20または21に記載のモータの状態検出装置。

[請求項23] 前記状態検出部は、前記回転情報に基づいて前記軸受部において前記第1軸受及び前記第2軸受のいずれが前記回転軸とともに回転しているのかを判定する、

請求項20乃至22のいずれかに記載のモータの状態検出装置。

[請求項24] 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、

ロータの回転軸とともに回転可能な第1内輪、前記第1内輪の外周側に設けられている第1外輪、及び、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転動体を有し、回転軸を回転可能に支持している第1軸受と、

前記第1外輪とともに回転可能な第2内輪、前記第2内輪の外周側に設けられている第2外輪、及び、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転動体を有する第2軸受と、

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軸受動作検出部と、

を備え、

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第1軸受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25]

前記状態判定部は、

前記軸受動作情報に基づいて、前記第1軸受が劣化しているか否かを判定する、

請求項24に記載のモータの状態判定装置。

[請求項26]

前記モータは、

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24または25に記載のモータの状態判定装置。

[請求項27]

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26に記載のモータの状態判定装置。

[請求項28]

前記状態判定部は、

前記軸受動作情報と前記ロータ動作情報とに基づいて、前記第1軸受が故障しているか否かを判定する、

請求項27に記載のモータの状態判定装置。

[請求項29]

前記モータは、

前記第1軸受、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を備え、

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、前記一对の軸受部の少なくとも一方に設けられ、

前記状態判定装置は、

前記状態判定部が、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、

請求項 24 に記載のモータの状態判定装置。

[請求項30]

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、

請求項 29 に記載のモータの状態判定装置。

[請求項31]

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 29 または 30 に記載のモータの状態判定装置。

[請求項32]

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 31 に記載のモータの状態判定装置。

[請求項33]

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、

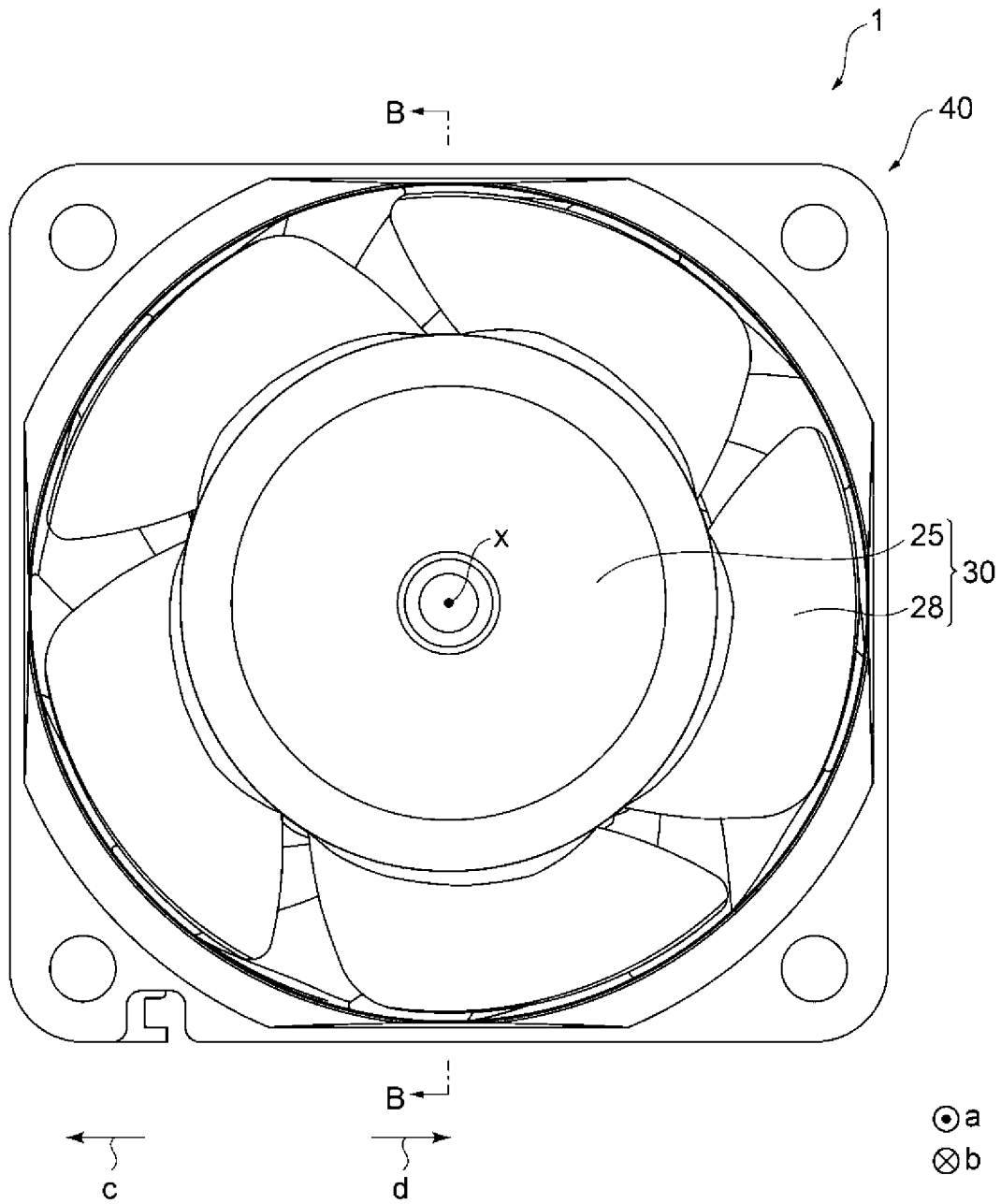
前記状態判定部は、

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、

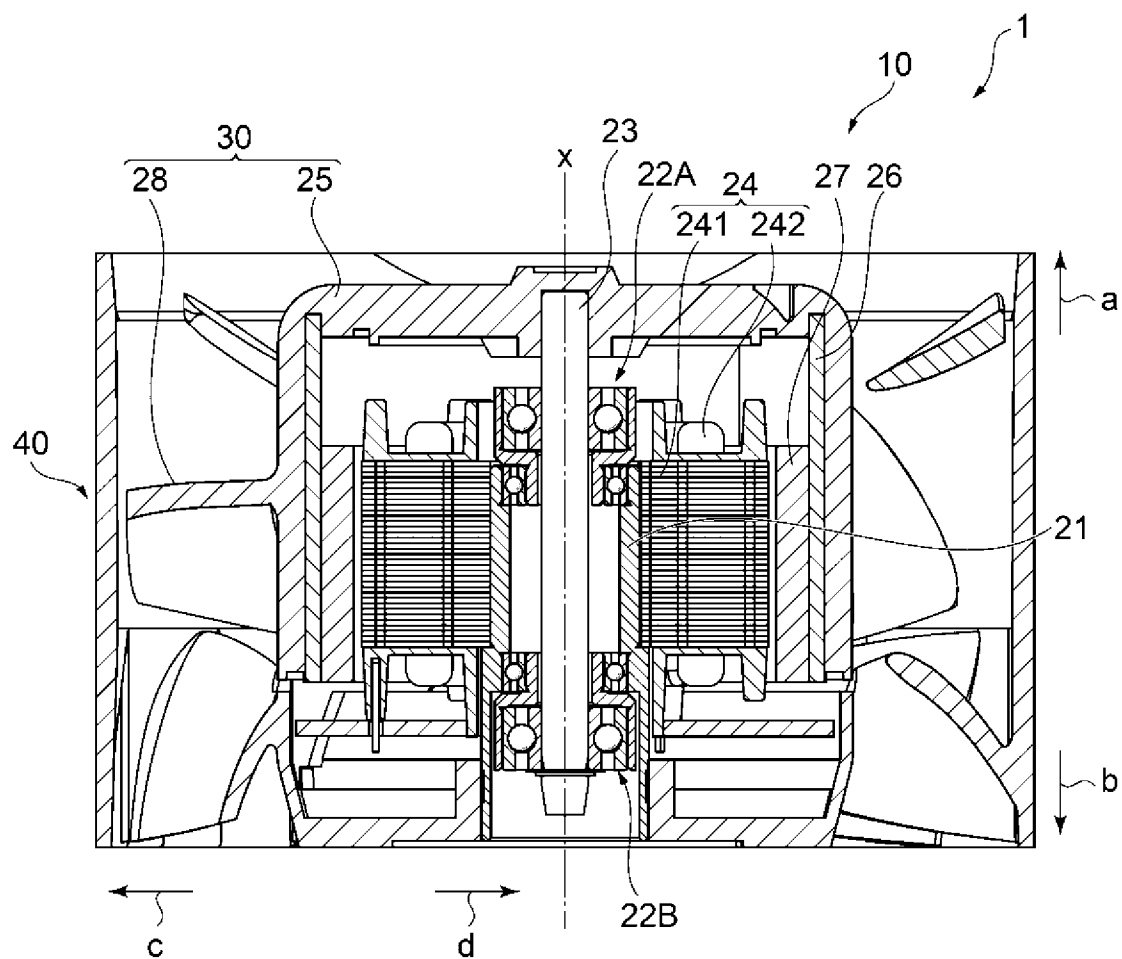
請求項 29 乃至 32 のいずれか 1 項に記載のモータの状態判定装置

。

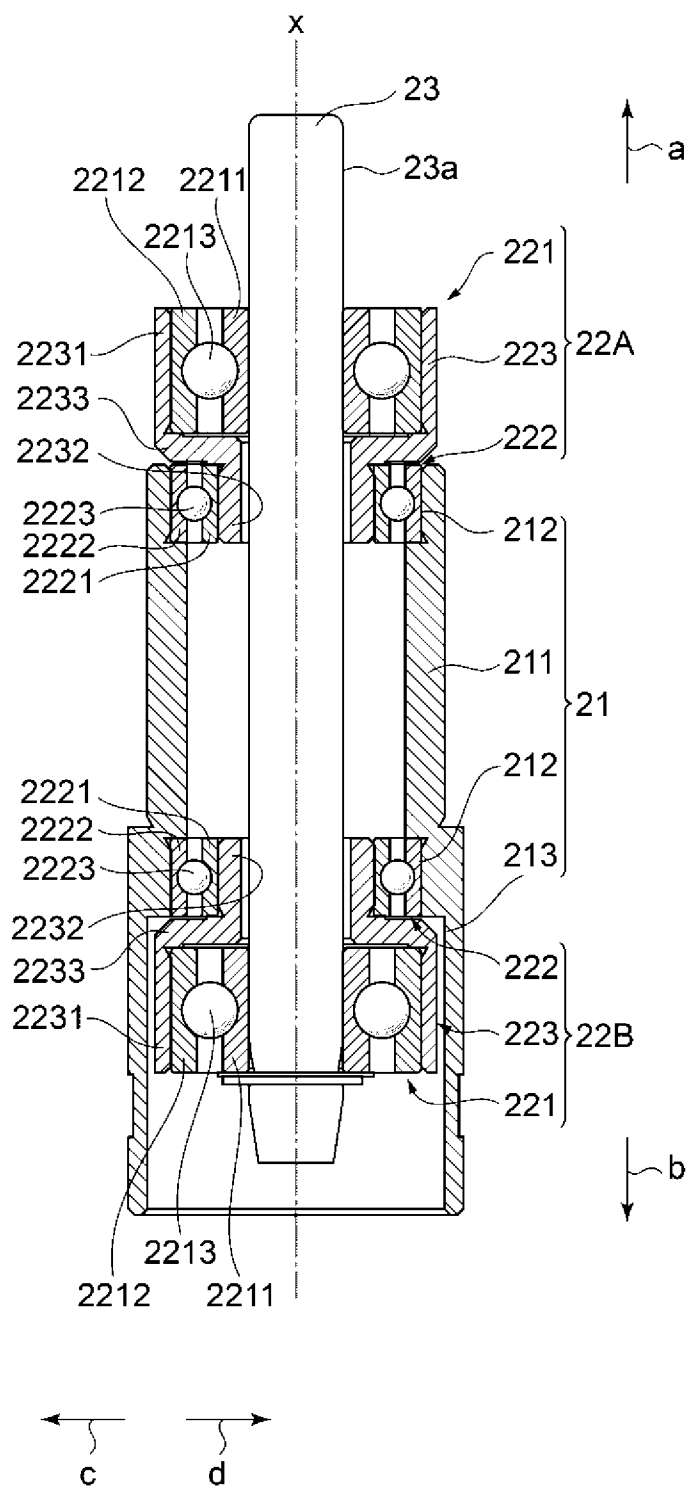
[請求項34] 前記軸受動作情報は、前記第1外輪の回転数に応じた情報であり、
前記ロータ動作情報は、前記ロータの回転数に応じた情報である、
請求項33に記載のモータの状態判定装置。



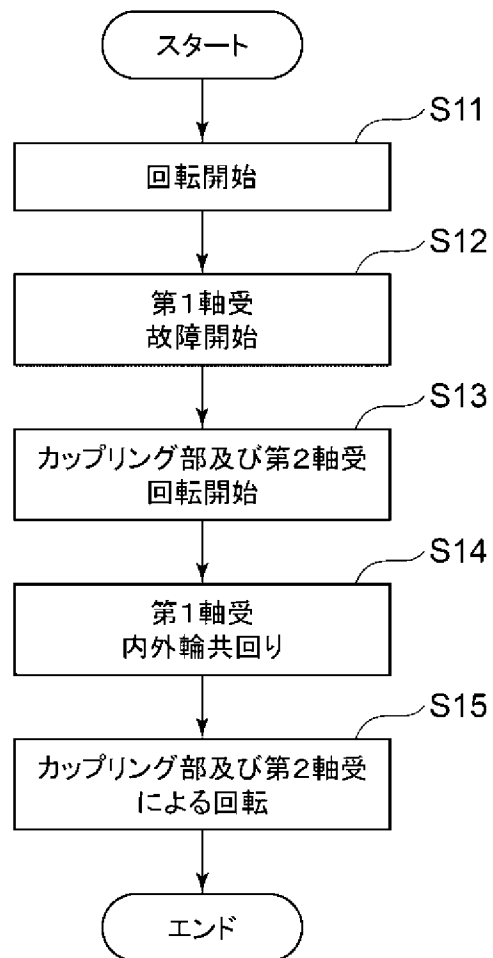
[図2]



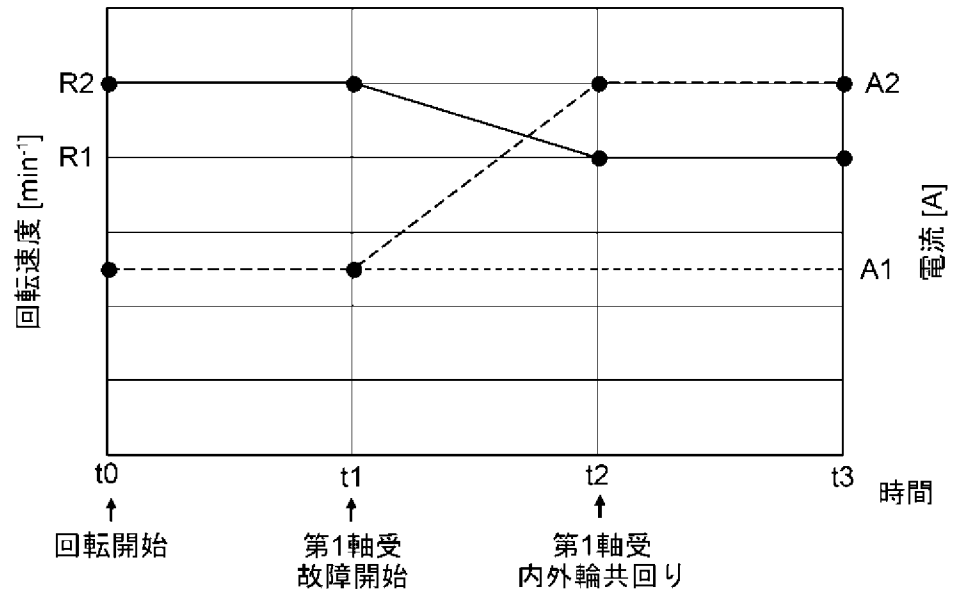
[図3]



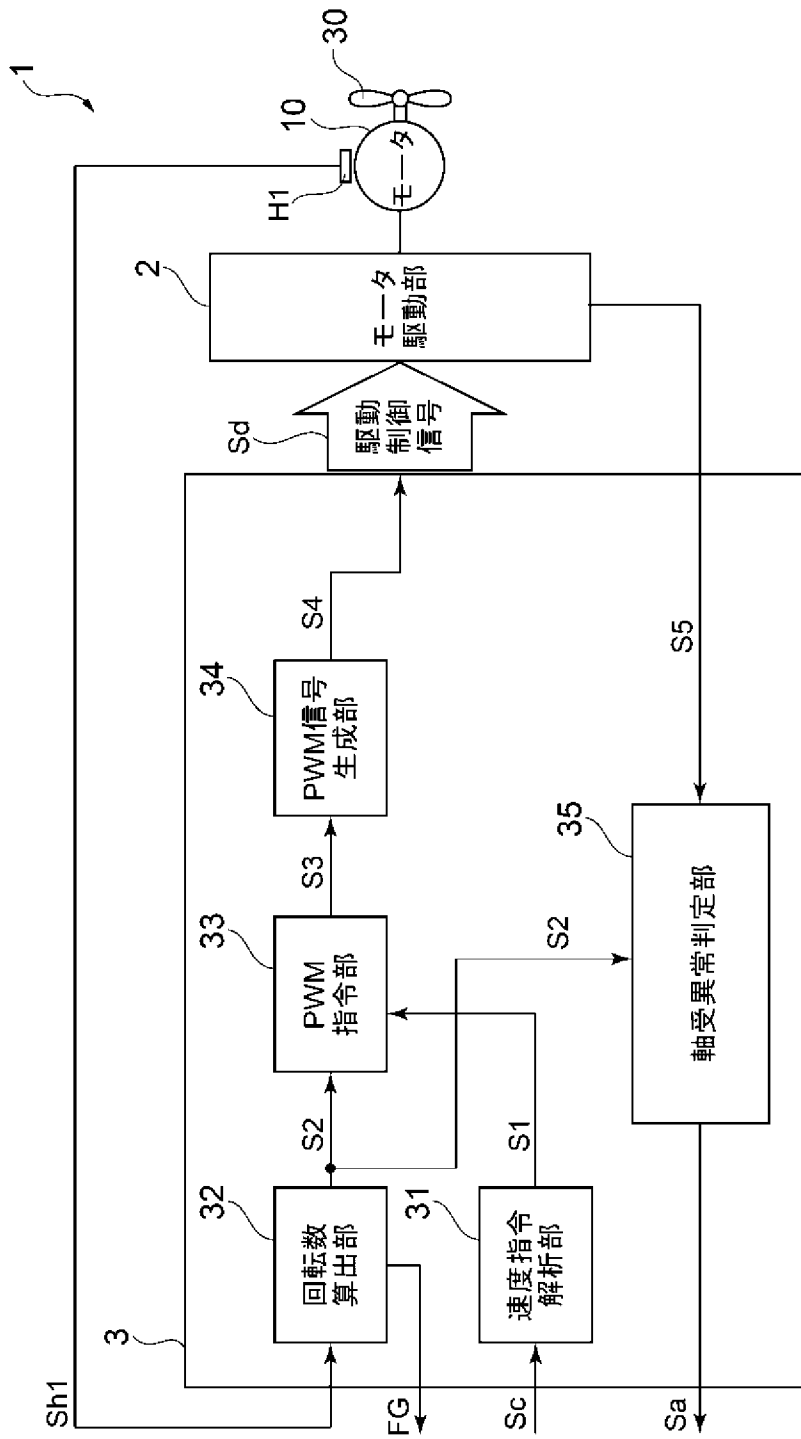
[図4]



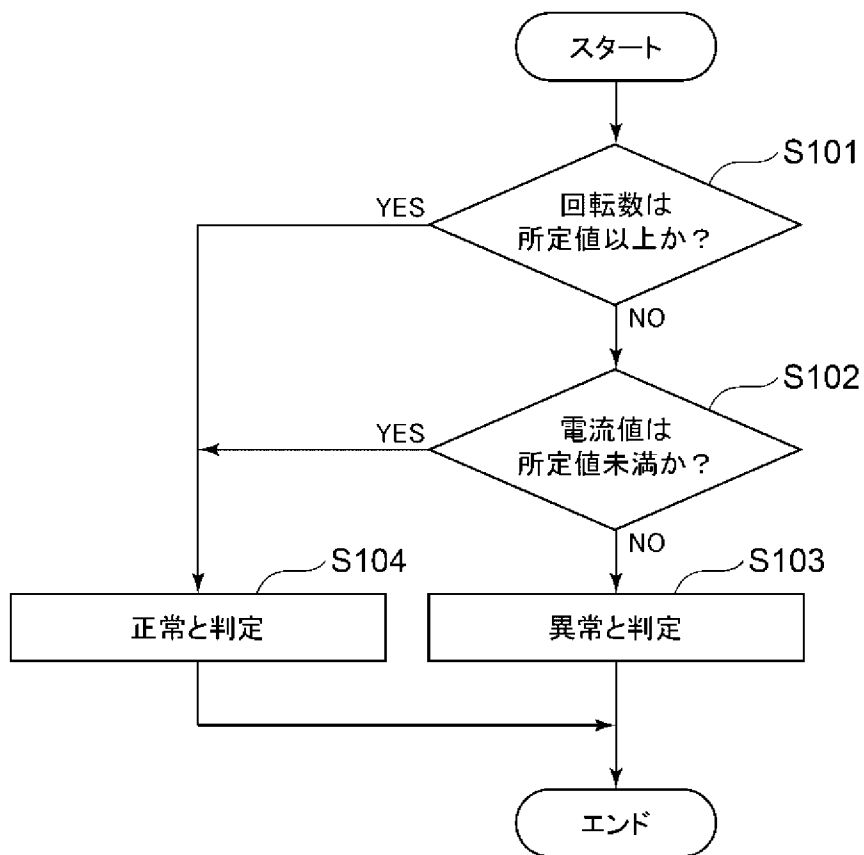
[図5]



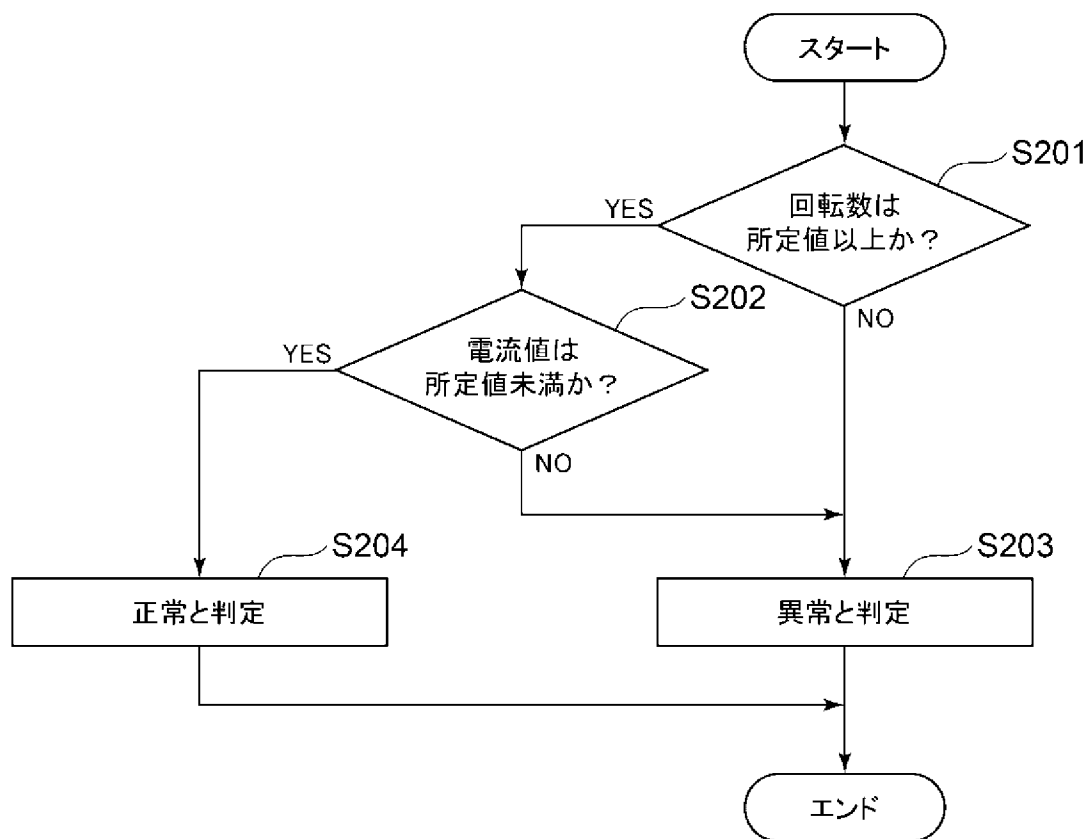
[図6]



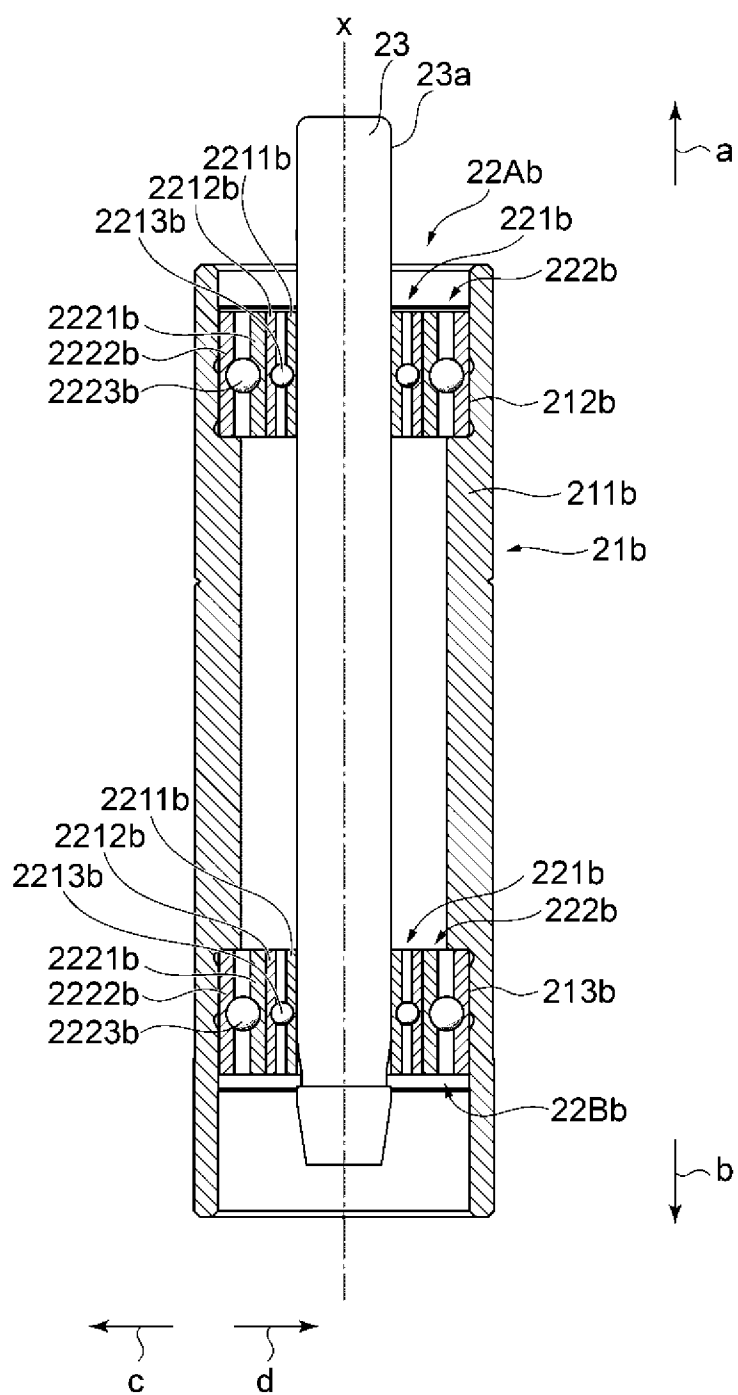
[図7]



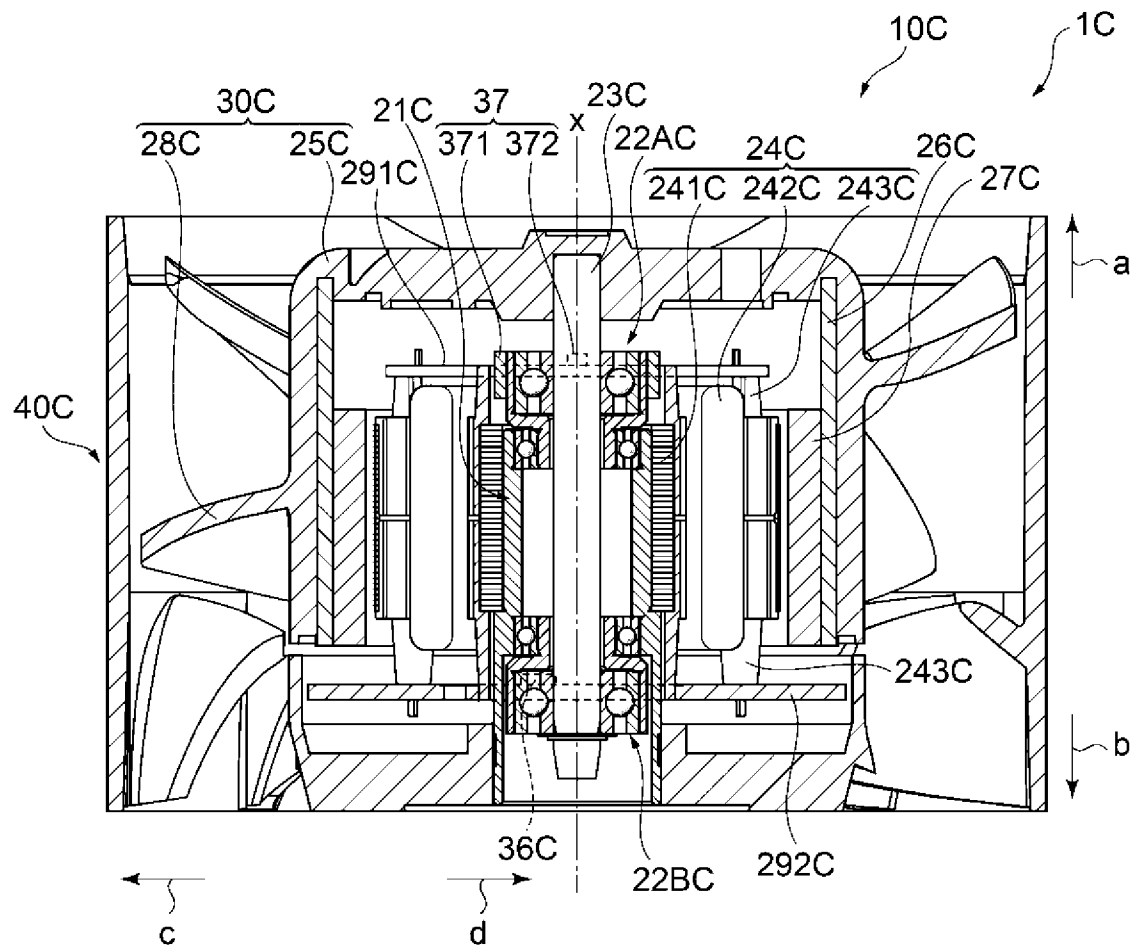
[図8]



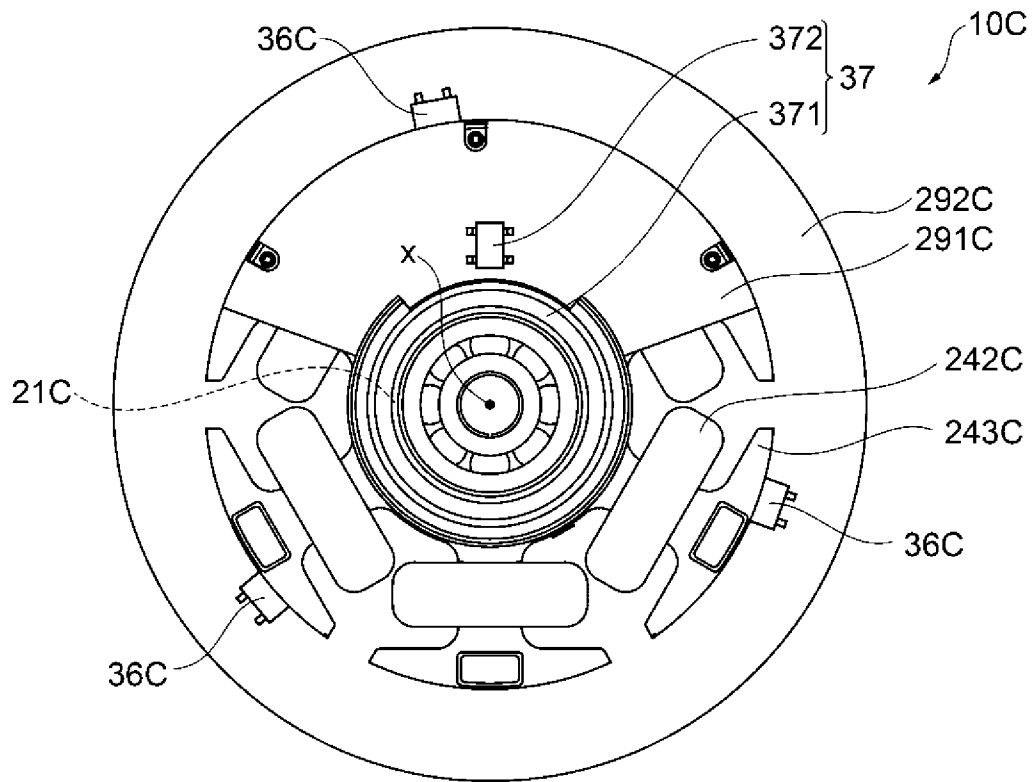
[図9]



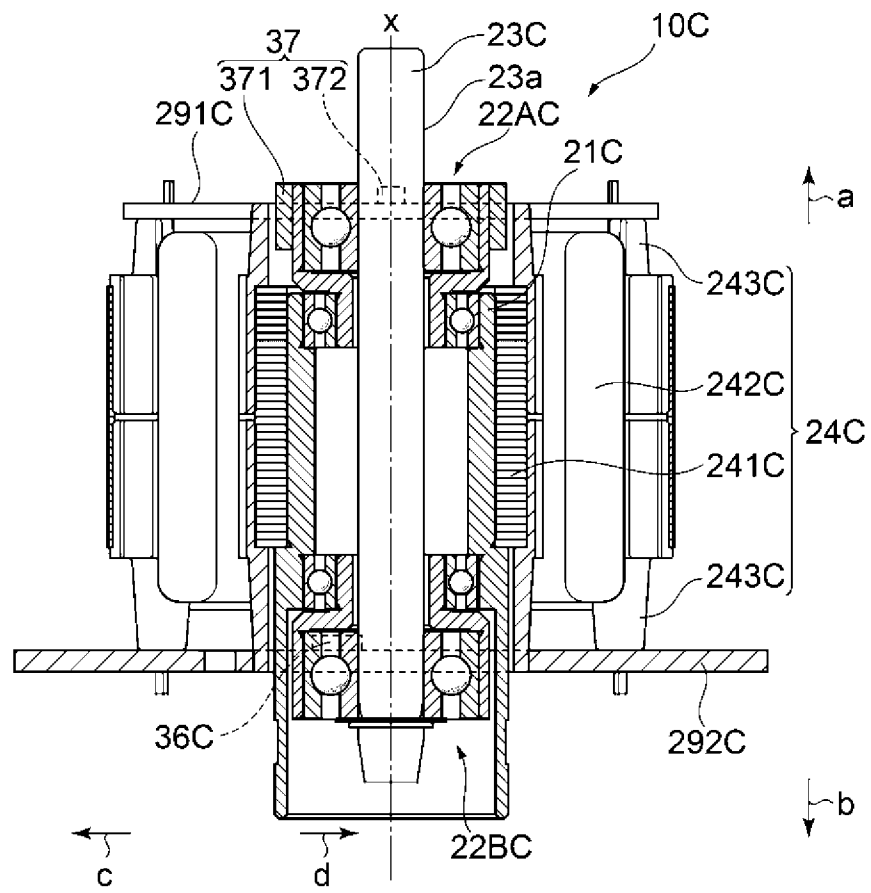
[図10]



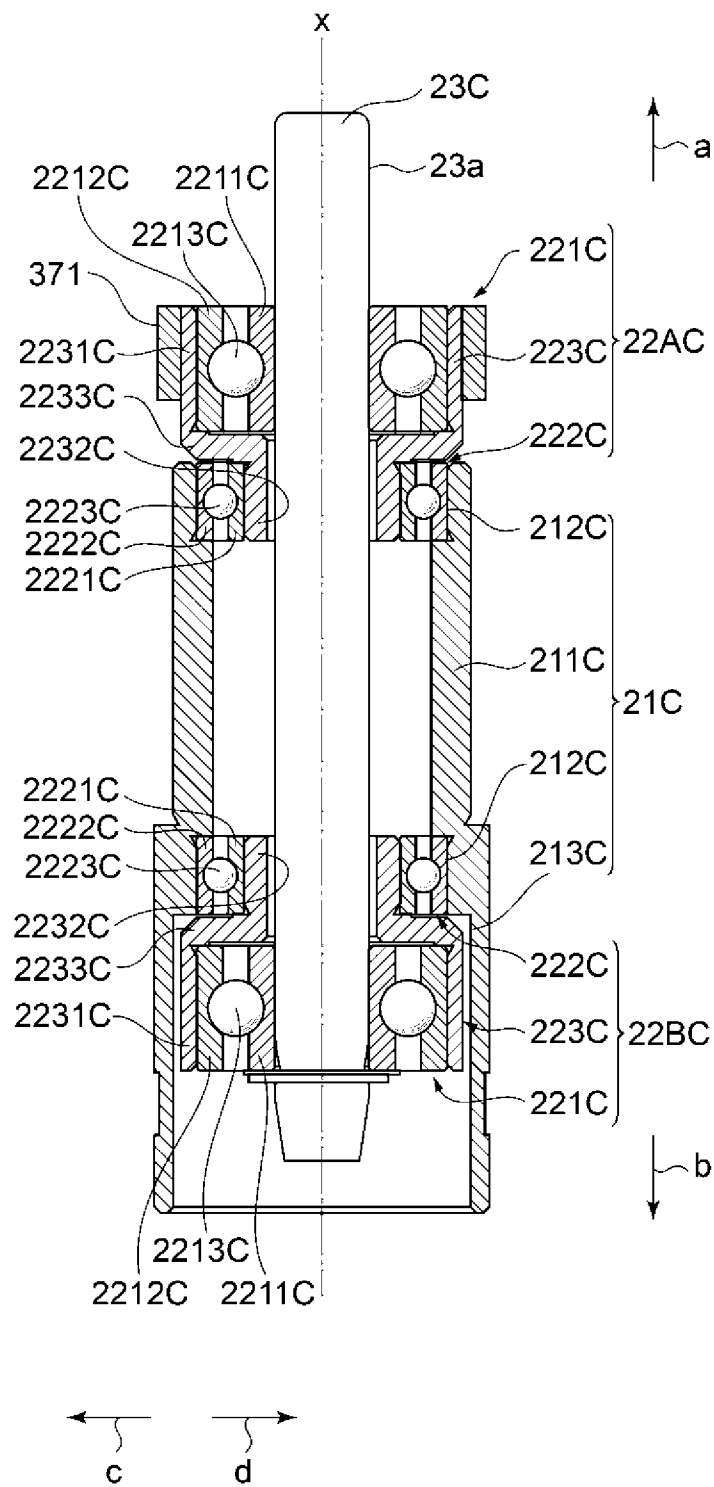
[図11]



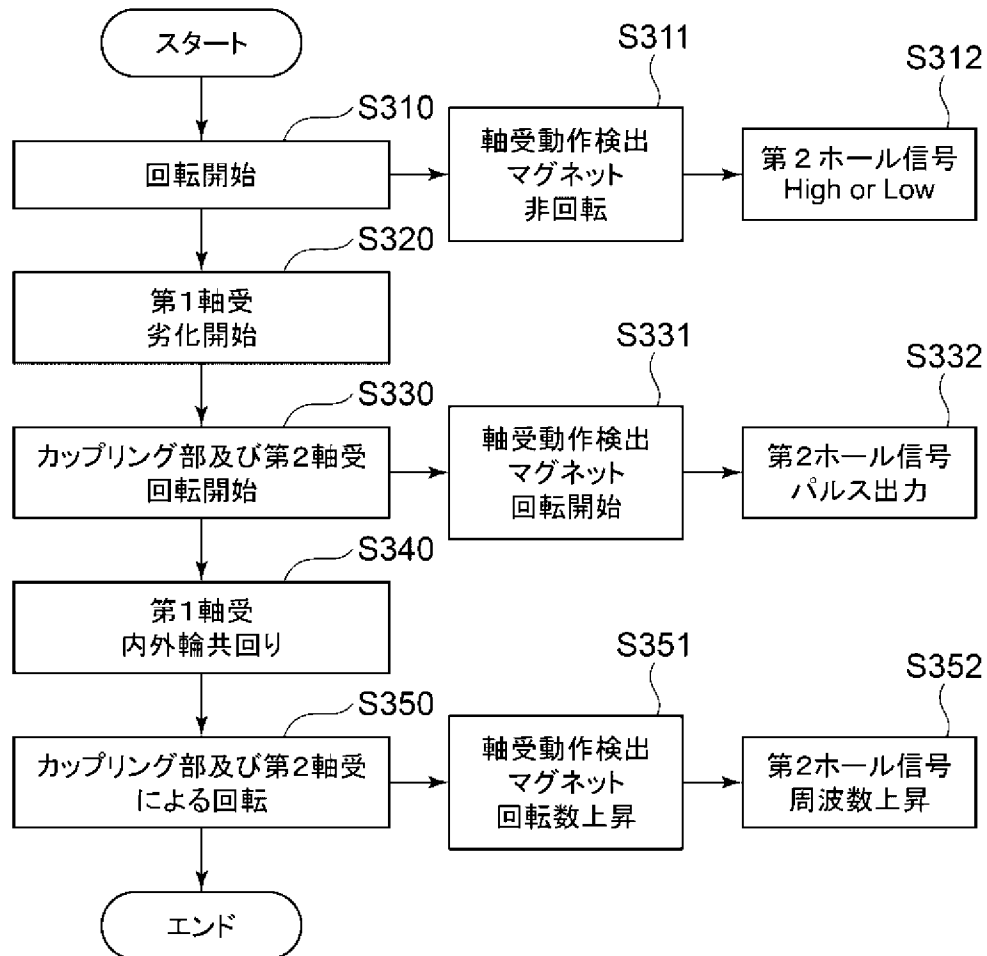
[図12]



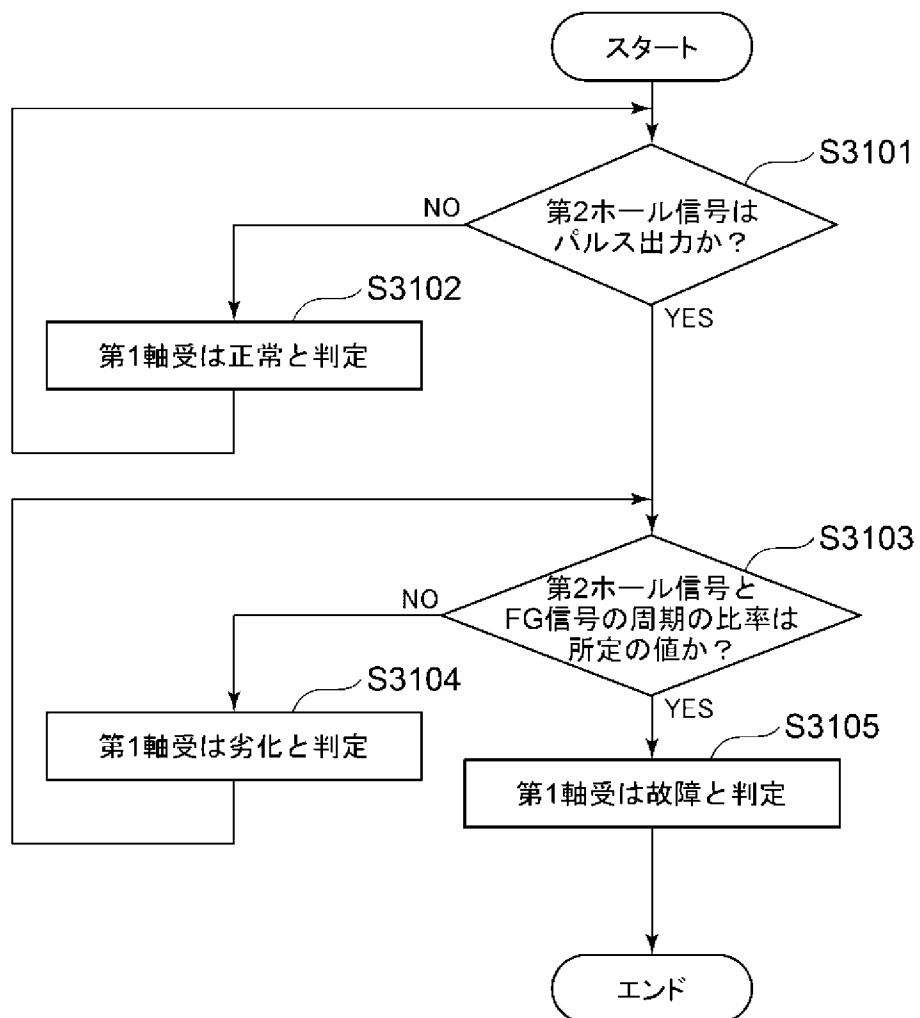
[図13]



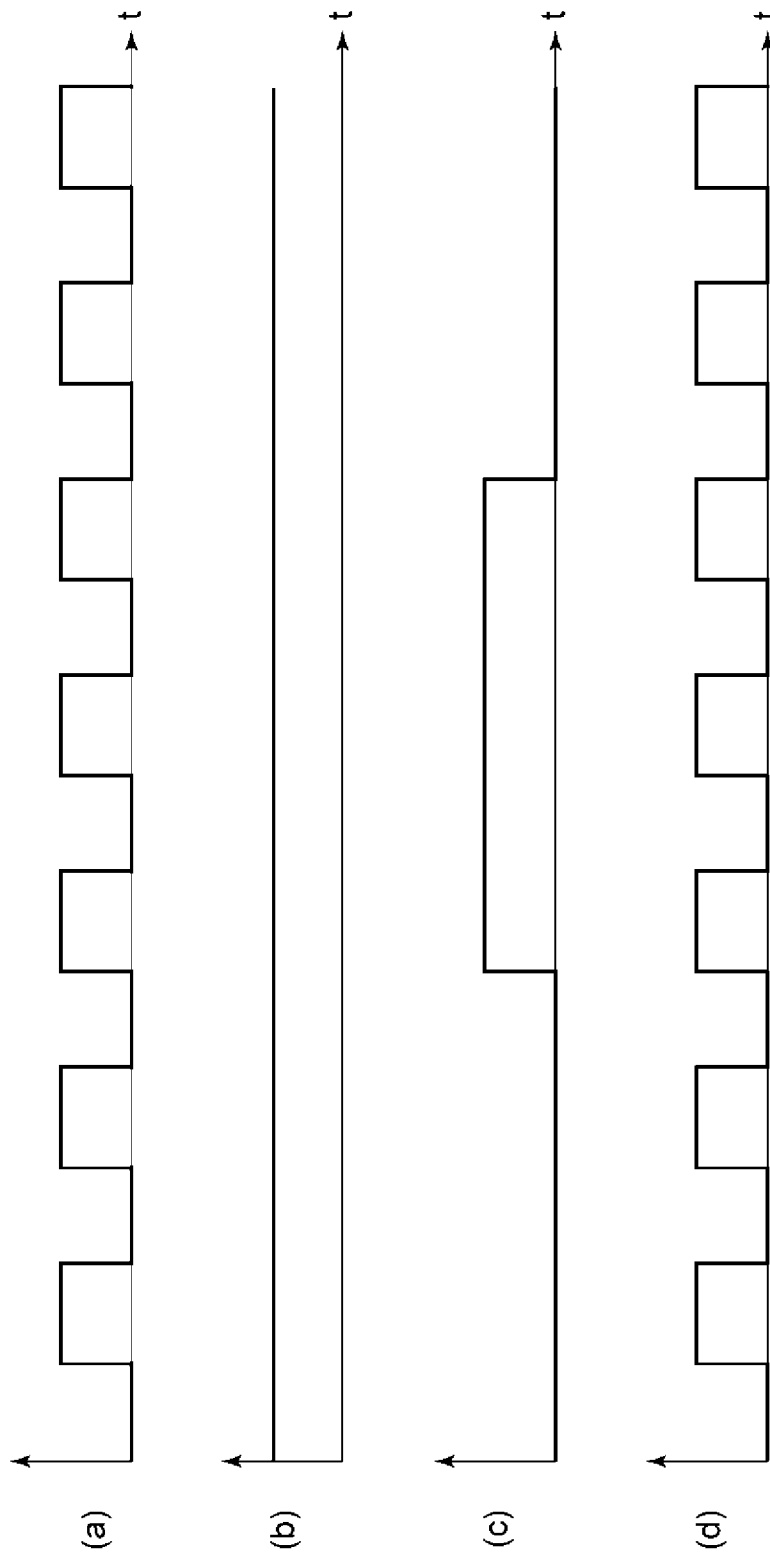
[図15]



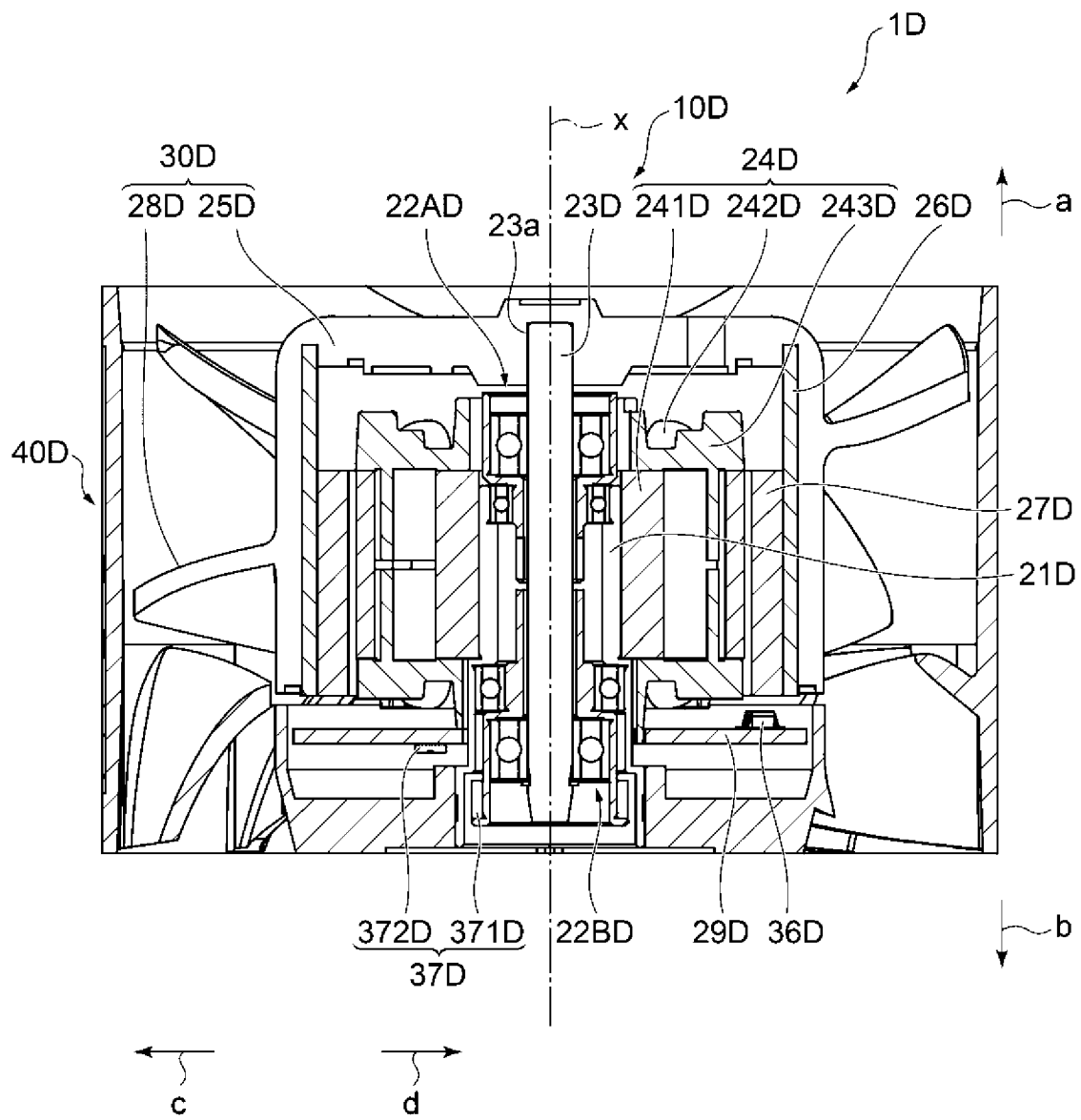
[図16]



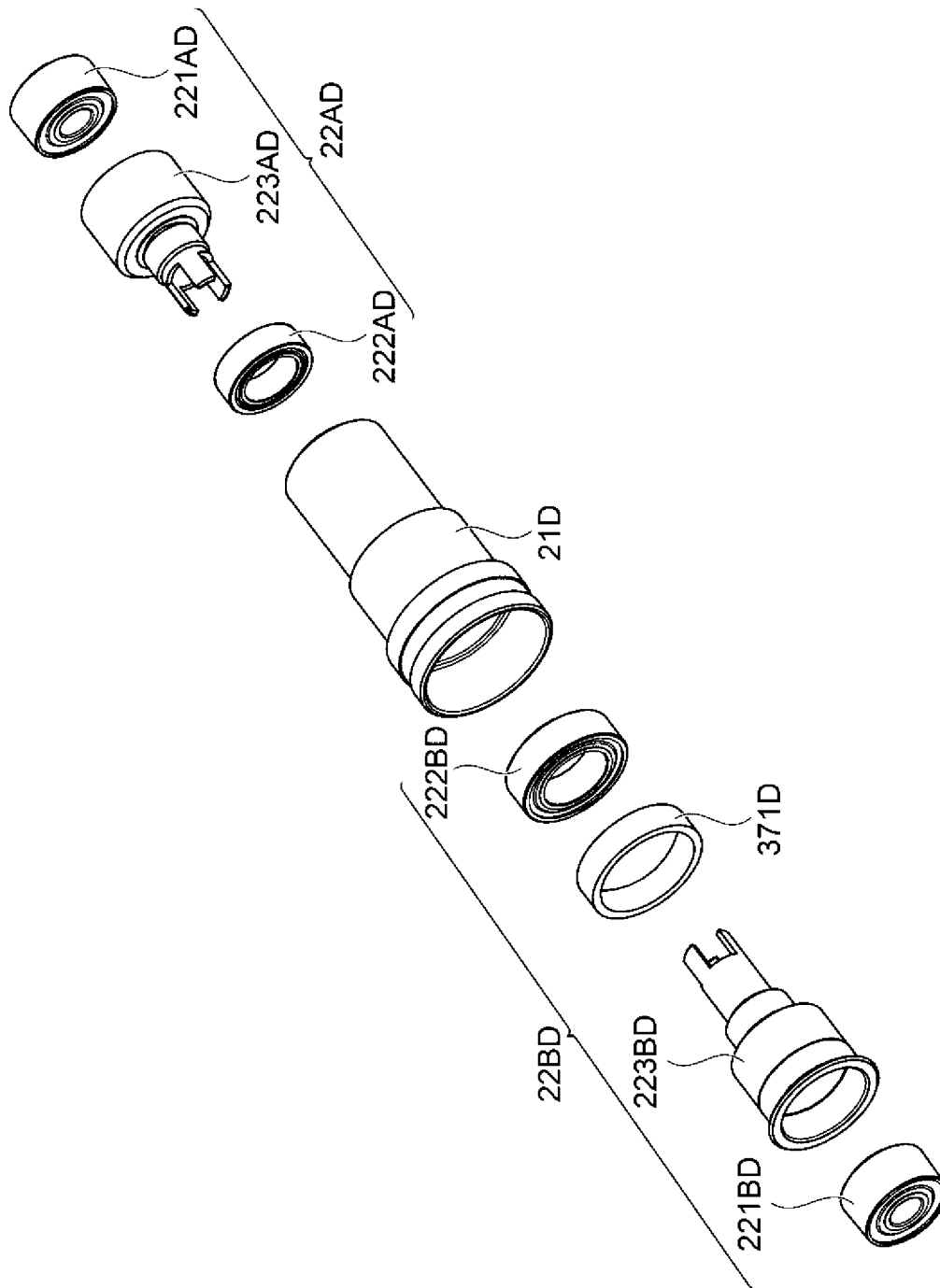
[図17]



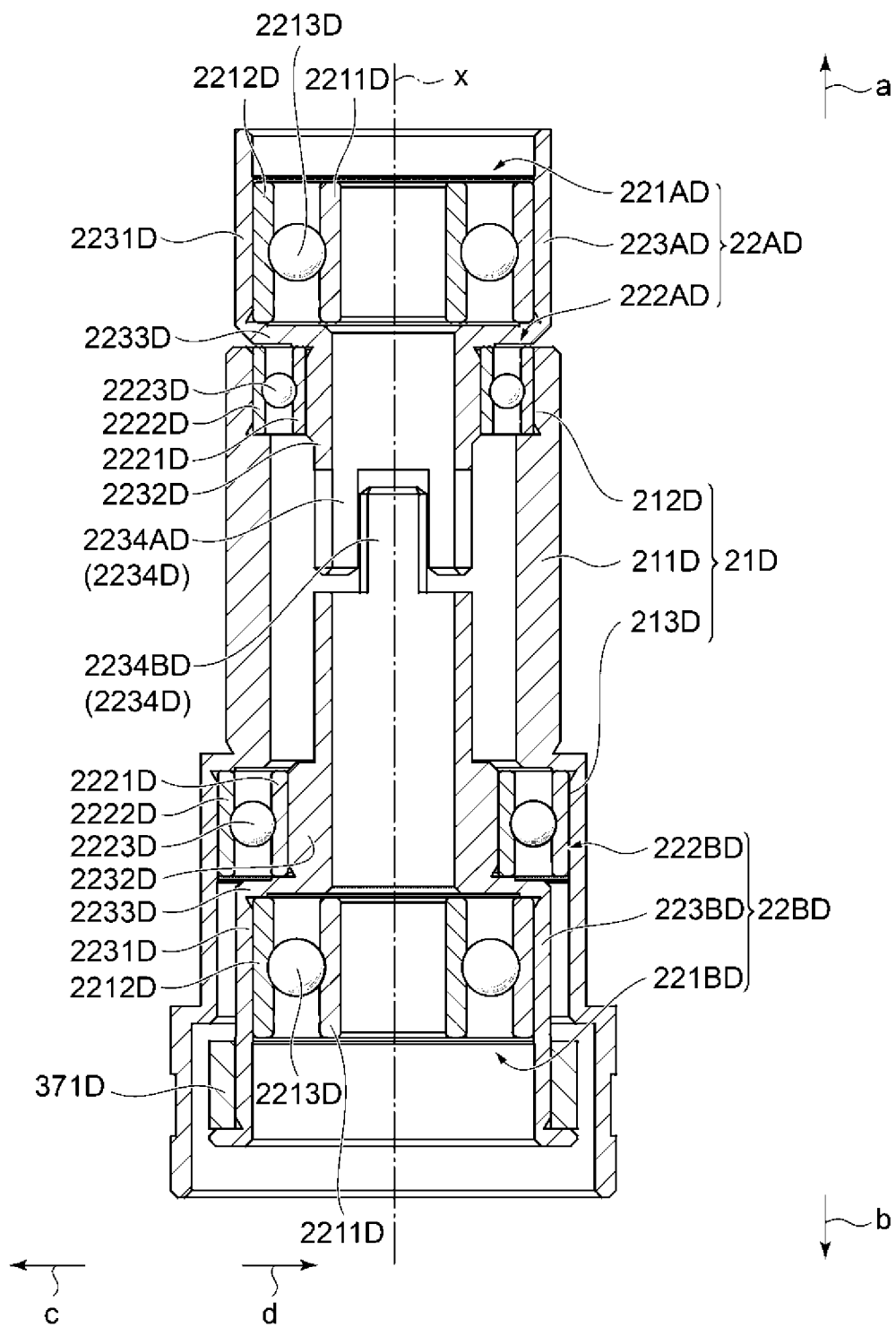
[図18]



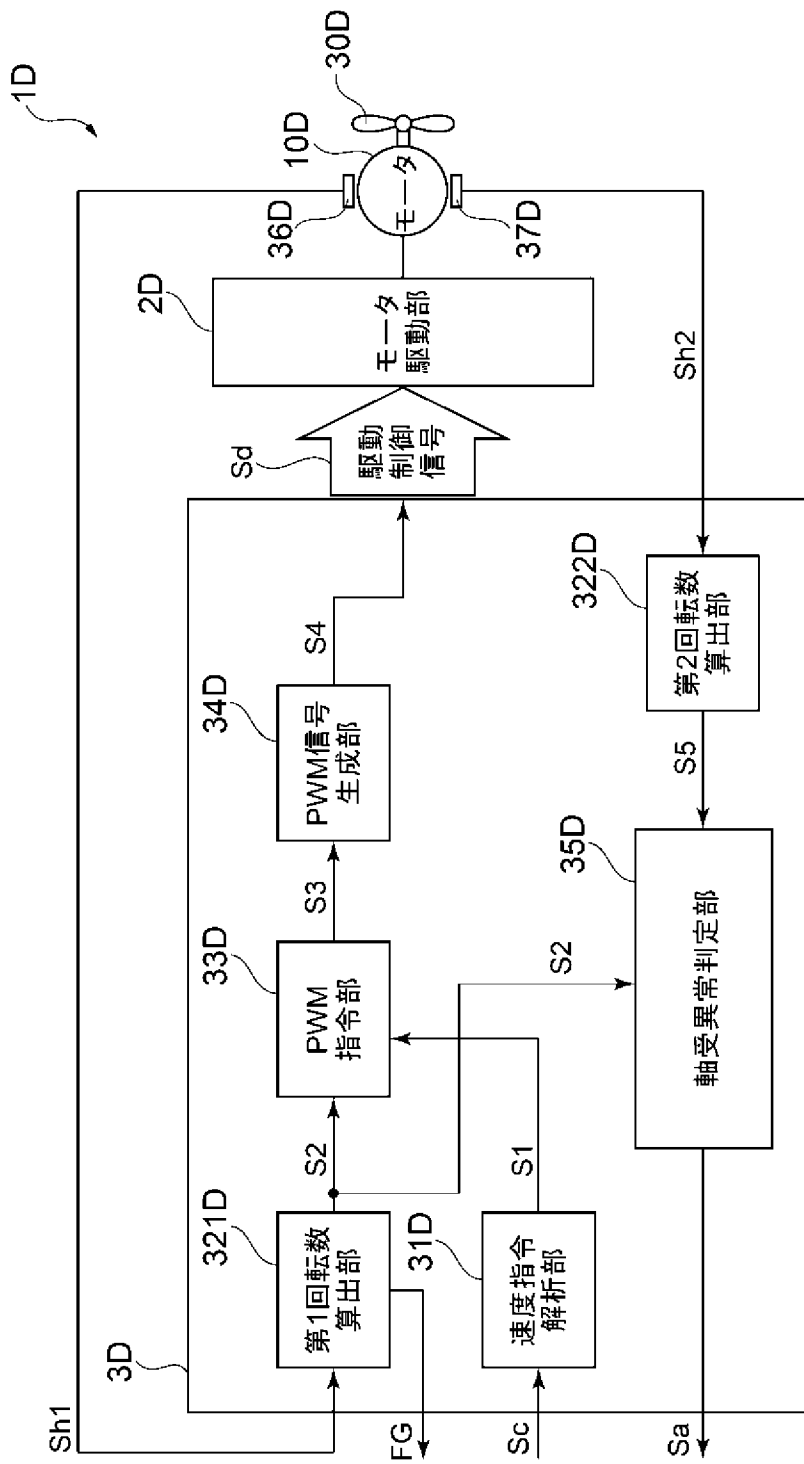
[図19]



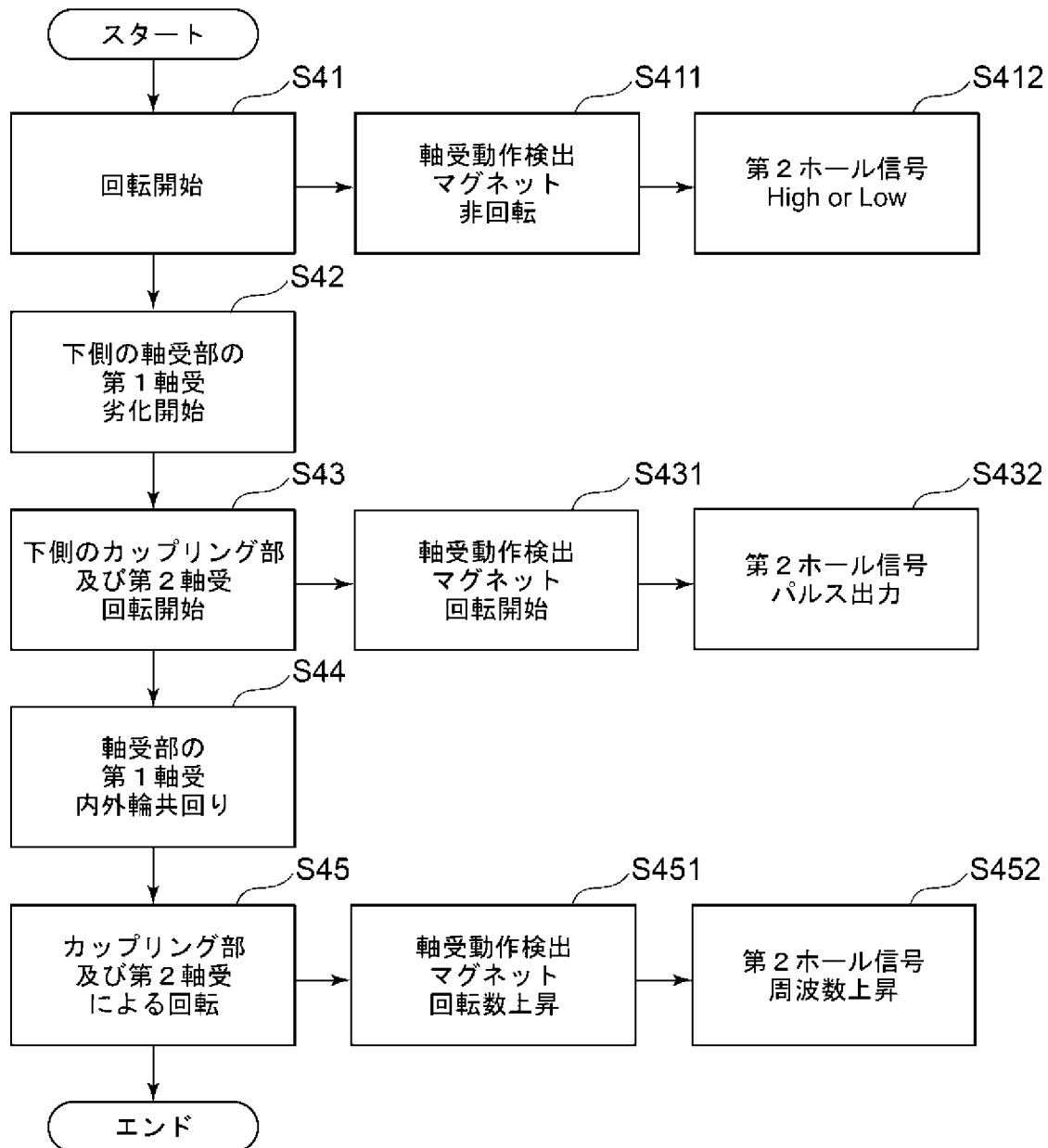
[図20]



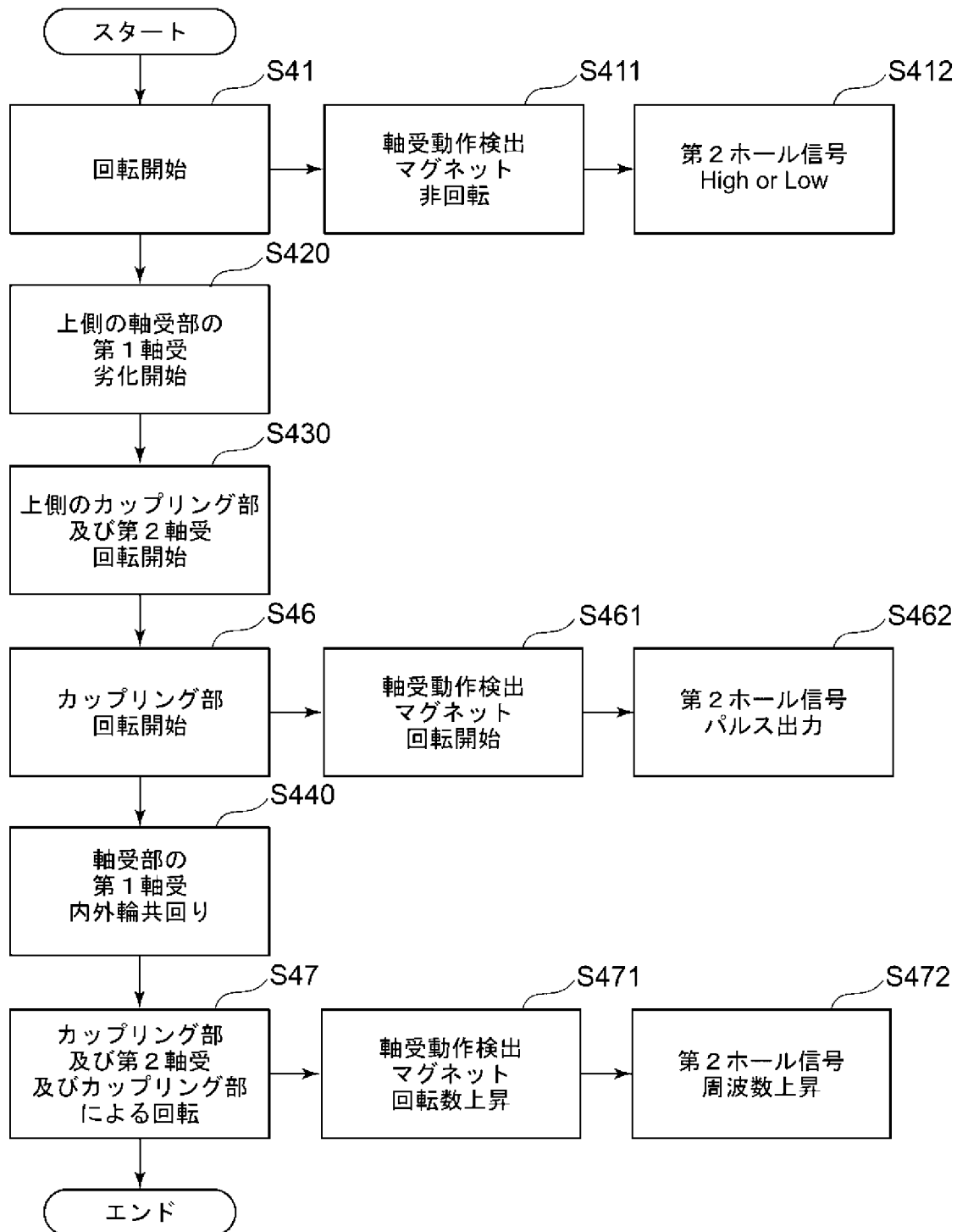
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/010194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 5/16(2006.01)i; F16C 19/06(2006.01)i; F16C 19/52(2006.01)i; F16C 19/54(2006.01)i; F16C 41/00(2006.01)i; H02K 5/173(2006.01)i; H02K 7/14(2006.01)i; H02K 11/215(2016.01)i; H02K 11/27(2016.01)i

FI: H02K5/16 Z; H02K5/173 A; H02K11/27; H02K7/14 A; F16C41/00; F16C19/54; F16C19/06; F16C19/52; H02K11/215

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K5/16; F16C19/06; F16C19/52; F16C19/54; F16C41/00; H02K5/173; H02K7/14; H02K11/215; H02K11/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-273547 A (NIHON DENKI SEIKI KABUSHIKI KAISHA)	1-2, 4
Y	21.10.1997 (1997-10-21) paragraphs [0007]-[0011],	3, 5-6
A	fig. 1-3	7-34
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 41148/1973 (Laid-open No. 140546/1974) (KUBOTA TEKKO KABUSHIKI KAISHA) 04.12.1974 (1974-12-04) specification, page 1, lines 5-9, page 2, line 2 to page 3, line 7, fig. 2	3, 5-6
X	US 5998894 A (PACIFIC SCIENTIFIC) 07.12.1999	1
A	(1999-12-07) column 1, lines 16-20, column 5, line 65 to column 7, line 60, fig. 1-6	2-34

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 April 2020 (07.04.2020)

Date of mailing of the international search report
21 April 2020 (21.04.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/010194

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-156779 A (THE TIMKEN COMPANY) 03.06.2004 (2004-06-03) paragraphs [0016]-[0024], fig. 2	1-34
A	JP 4-125045 A (HITACHI, LTD.) 24.04.1992 (1992-04-24) page 1, left column, line 5 to page 2, lower left column, line 9, fig. 1-6	1-34
A	JP 16-1384 Y1 (AN, Lixiong) 06.02.1941 (1941-02-06) entire text, all drawings	1-34

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/010194

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 9-273547 A	21 Oct. 1997	(Family: none)	
JP 49-140546 U1	04 Dec. 1974	(Family: none)	
US 5998894 A	07 Dec. 1999	(Family: none)	
JP 2004-156779 A	03 Jun. 2004	US 2004/0074315 A1 paragraphs [0022]- [0030], fig. 2	
JP 4-125045 A	24 Apr. 1992	(Family: none)	
JP 16-1384 Y1	06 Feb. 1941	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 5/16(2006.01)i; F16C 19/06(2006.01)i; F16C 19/52(2006.01)i; F16C 19/54(2006.01)i; F16C 41/00(2006.01)i; H02K 5/173(2006.01)i; H02K 7/14(2006.01)i; H02K 11/215(2016.01)i; H02K 11/27(2016.01)i FI: H02K5/16 Z; H02K5/173 A; H02K11/27; H02K7/14 A; F16C41/00; F16C19/54; F16C19/06; F16C19/52; H02K11/215																										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02K5/16; F16C19/06; F16C19/52; F16C19/54; F16C41/00; H02K5/173; H02K7/14; H02K11/215; H02K11/27 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年																
日本国実用新案公報	1922-1996年																									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																									
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																									
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 9-273547 A（日本電気精器株式会社）21.10.1997（1997-10-21） 段落[0007]-[0011], 図1-3</td> <td>1-2, 4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>3, 5-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>7-34</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>日本国実用新案登録出願48-41148号（日本国実用新案登録出願公開49-140546号）の願 書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（久保田鉄工株式 社）04.12.1974（1974-12-04）明細書1ページ5-9行, 2ページ2行-3ページ7行, 図2</td> <td>3, 5-6</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 5998894 A（PACIFIC SCIENTIFIC）07.12.1999（1999-12-07） 1欄16-20行, 5欄65行-7欄60行, 図1-6</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>2-34</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2004-156779 A（ザ・ティムケン・カンパニー）03.06.2004（2004-06-03） 段落[0016]-[0024], 図2</td> <td>1-34</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X	JP 9-273547 A（日本電気精器株式会社）21.10.1997（1997-10-21） 段落[0007]-[0011], 図1-3	1-2, 4	Y		3, 5-6	A		7-34	Y	日本国実用新案登録出願48-41148号（日本国実用新案登録出願公開49-140546号）の願 書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（久保田鉄工株式 社）04.12.1974（1974-12-04）明細書1ページ5-9行, 2ページ2行-3ページ7行, 図2	3, 5-6	X	US 5998894 A（PACIFIC SCIENTIFIC）07.12.1999（1999-12-07） 1欄16-20行, 5欄65行-7欄60行, 図1-6	1	A		2-34	A	JP 2004-156779 A（ザ・ティムケン・カンパニー）03.06.2004（2004-06-03） 段落[0016]-[0024], 図2	1-34
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																								
X	JP 9-273547 A（日本電気精器株式会社）21.10.1997（1997-10-21） 段落[0007]-[0011], 図1-3	1-2, 4																								
Y		3, 5-6																								
A		7-34																								
Y	日本国実用新案登録出願48-41148号（日本国実用新案登録出願公開49-140546号）の願 書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（久保田鉄工株式 社）04.12.1974（1974-12-04）明細書1ページ5-9行, 2ページ2行-3ページ7行, 図2	3, 5-6																								
X	US 5998894 A（PACIFIC SCIENTIFIC）07.12.1999（1999-12-07） 1欄16-20行, 5欄65行-7欄60行, 図1-6	1																								
A		2-34																								
A	JP 2004-156779 A（ザ・ティムケン・カンパニー）03.06.2004（2004-06-03） 段落[0016]-[0024], 図2	1-34																								
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。																										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に 公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を 付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の 後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性 又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献 との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな いと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献																										
国際調査を完了した日 07.04.2020		国際調査報告の発送日 21.04.2020																								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 安池 一貴 3V 9150 電話番号 03-3581-1101 内線 3357																								

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-125045 A (株式会社日立製作所) 24.04.1992 (1992 - 04 - 24) 1ページ左5行-2ページ左下9行, 図1-6	1-34
A	JP 16-1384 Y1 (安利雄) 06.02.1941 (1941 - 02 - 06) 全文, 全図	1-34

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/010194

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 9-273547 A	21.10.1997	(ファミリーなし)	
JP 49-140546 U1	04.12.1974	(ファミリーなし)	
US 5998894 A	07.12.1999	(ファミリーなし)	
JP 2004-156779 A	03.06.2004	US 2004/0074315 A1 段落[0022]-[0030], 図2	
JP 4-125045 A	24.04.1992	(ファミリーなし)	
JP 16-1384 Y1	06.02.1941	(ファミリーなし)	