(19)日本国特許庁(JP)

# (12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7450881号
(P7450881)

(45)発行日　令和6年3月18日(2024.3.18)

(24)登録日　令和6年3月8日(2024.3.8)

(51)国際特許分類
*Ｇ０１Ｄ　5/20　(2006.01)*

ＦＩ
Ｇ０１Ｄ　5/20　１１０Ｘ

請求項の数　4　（全7頁）

(21)出願番号　特願2020-102883(P2020-102883)
(22)出願日　令和2年6月15日(2020.6.15)
(65)公開番号　特開2021-196265(P2021-196265A)
(43)公開日　令和3年12月27日(2021.12.27)
審査請求日　令和5年1月31日(2023.1.31)

(73)特許権者　000203634
多摩川精機株式会社
長野県飯田市大休１８７９番地
(74)代理人　100110423
弁理士　曾我 道治
(74)代理人　100111648
弁理士　梶並 順
(74)代理人　100212657
弁理士　塚原 一久
(72)発明者　加藤 功
長野県飯田市大休１８７９番地 多摩川精機株式会社内
審査官　平野 真樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　レゾルバ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ステータ（２０）とロータ（１０）とを備え、回転角度を検出するレゾルバであって、

前記ステータ（２０）は、前記ステータ（２０）に伝達される振動により振動する振動検出部（３０）を有し、

前記振動検出部（３０）は、共振周波数（ｆ）が互いに異なるように構成された２つの振動検出部（３０ｆ１、３０ｆ２）を含んで構成される、

レゾルバ。

【請求項２】

前記振動検出部（３０）は、振動体（４０）と、

前記振動体（４０）を収容する収容部（５０）と、

前記振動体（４０）と、前記収容部（５０）との間の静電容量を検出する検出回路（６０）とを有している、請求項１に記載のレゾルバ。

【請求項３】

前記振動体（４０）と、前記収容部（５０）との形状は、少なくとも一部が相似形に形成されている、請求項２に記載のレゾルバ。

【請求項４】

前記振動検出部（３０）は、複数の振動検出部（３０、３１）を含んで構成され、

前記複数の振動検出部（３０、３１）は、振動検出方向を互いに異ならせて配置されている、

請求項１～３の何れか一項に記載のレゾルバ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、回転角度検出装置であるレゾルバに関し、特に振動検出機能を備えたレゾルバに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、モータ等の回転軸の回転角度を検出するためにレゾルバが用いられており、例えば特許文献１の構成を挙げることができる。レゾルバは、ロータと、ステータとを備えている。ロータは回転軸に固定されており、ステータはホルダを介してモータ側に固定されている。リング状に形成されたステータの内周面には、ステータの中心に向かって伸びるティースが、周方向において等間隔に複数設けられている。複数のティースのそれぞれには、導線が巻かれてコイルが形成されている。
【０００３】
レゾルバのロータは、ステータの中心穴内に、ティースの先端に対しわずかな隙間を有して配置されている。ロータが固定されているモータの回転軸は、両端部をそれぞれベアリングで回転可能に保持されている。すなわち、ロータと、ティースの先端との間のわずかな隙間は、ベアリングの精度により保たれている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】国際公開ＷＯ２００８／１０８４３１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、ベアリングはモータの使用にともなって劣化すると共に、ガタが生じてくる。ガタが大きくなり限界まで来ると、レゾルバが取り付けられている装置の故障につながる。装置を修理する場合、修理期間中は装置の運用ができなくなるため、装置の利用に不便が生じることとなる。装置の故障を予測するには、ベアリングのガタ発生に伴う振動を検知することが考えられる。しかし、振動を検知するには、新たに振動センサを設けなければならず、振動センサを設置するためのレイアウト変更や、コストアップが生じるという短所がある。
【０００６】
本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、ステータの一部を用いた比較的簡素な方法により、装置の故障予知等のために振動を検出する機能を備えたレゾルバを提供することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明に係るレゾルバは、ステータとロータとを備え、回転角度を検出するレゾルバであって、前記ステータは、前記ステータに伝達される振動により振動する振動検出部を有している。
【０００８】
また、本発明に係るレゾルバに設けられている振動検出部は、振動体と、振動体を収容する収容部と、振動体と収容部との間の静電容量Ｅを検出する検出回路とを有している。
【０００９】
また、本発明に係るレゾルバの振動体と、収容部との形状は、少なくとも一部が相似形に形成されている。
【００１０】
また、本発明に係る振動検出部は複数設けられており、複数の振動検出部は、振動検出

方向を互いに異ならせて配置されている２つの前記振動検出部を含んでいる。
【００１１】
　また、本発明に係る振動検出部は複数設けられており、複数の振動検出部は、共振周波数が互いに異なる２つの振動検出部を含んでいる。
【発明の効果】
【００１２】
　したがって本発明によれば、ステータに伝達される振動を簡素な構造により検出することができる。したがって、レゾルバが取り付けられている装置の故障を簡素な構造により、予知することができる。すなわち、振動検出部により検出された静電容量について、静電容量の値（最大値、等）、静電容量の変動幅、変動周期、等を、あらかじめ決定された閾値と比較して、故障予知が行われる。
【００１３】
　したがって本発明によれば、振動検出部の振動を高精度に検出することができる。よって、簡素な構造でレゾルバが取り付けられている装置の故障予知を高精度にすることができる。
【００１４】
　したがって本発明によれば、振動体４０をスペース効率上、効率よくステータコア２１に収容できるとともに、振動体４０を効率よく形成することができる。よって、簡素な構造、かつ低コストでレゾルバに伝達される振動を検出することができる。
【００１５】
　したがって本発明によれば、回転軸に垂直な平面上の何れの振動も検出することができる。
【００１６】
　したがって本発明によれば、周波数が異なる複数の振動を検出することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１７】
【図１】本発明の実施の形態１に係るステータを示した正面図である。
【図２】図１のＣ部の拡大図である。
【図３】振動検出部の作動状態を示す概念図である。
【図４】本発明の実施の形態２に係るステータを示した概念図である。
【発明を実施するための形態】
【００１８】
　＜実施の形態１＞
　本発明の実施の形態１に係るレゾルバ１００を説明する。図１は、本発明の実施の形態１に係るレゾルバ１００を示す正面図である。また、図２は、図１のＣ部の拡大図である。
【００１９】
　レゾルバ１００は、周知の構造であり、ロータ１０と、ステータ２０とを備えている。ロータ１０は、導体によりリング状に形成されており、図示しない回転軸に固定され、回転軸と共に回転する。
【００２０】
　ステータ２０は、ステータコア２１と、前記ステータコア２１の内周面上に一定角度間隔で設けられ、コイルが巻回されている、図示しない複数のティースとを有している。ステータ２０は、中央部に中心穴２２を有しており、中心穴２２には、回転軸に固定された状態でロータ１０が配置される。ステータコア２１には、前記ステータコア２１の固定用に、固定穴が複数設けられている。本実施の形態では、７つの固定穴２３がステータコア２１の周上に、所定の角度間隔で設けられている。ステータ２０は、導体により一体的に形成されている。ステータ２０は、導体である薄板鋼板を中心軸方向に複数積層して形成されている。
【００２１】
　前記ステータコア２１には、振動検出部３０が設けられている。振動検出部３０は、振

動体４０と、前記振動体４０を収容している収容部５０とを有している。図２に示されているように、振動体４０と、収容部５０とは、長手方向を半径方向に対し平行に配置されている。前記振動体４０は、細長い棒状に形成された基端部４１と、基端部４１の一端部に接続され、半径ａの円形に形成された先端部４２とを有している。一方、前記振動体４０を収容する収容部５０は、基端収容部５１と、先端収容部５２とを有している。収容部５０の形状は、振動体４０の外形である、円形と細長い長方形とを組み合わせた外径形状に合わせた相似形に形成されている。

【００２２】

前記振動体４０が収容部５０に収容された状態で、振動体４０の周囲には、わずかな隙間５０ａが均一に存在するように形成されている。振動体４０は、基端部４１が基端収容部５１に、接着剤が塗布された接着部５３により固定されている。

【００２３】

ステータコア２１と、振動体４０とには、検出回路６０が接続されており、振動体と、収容部５０とを有する振動検出部３０の静電容量Ｅが検出される。検出回路６０のステータ側配線６１はステータコア２１に、検出回路６０の振動体側配線６２は基端部４１に、それぞれ接続されている。検出回路６０には、図示しない静電容量検出装置が接続され、振動体４０と、収容部５０との間の静電容量Ｅが検出される。

【００２４】

図３には、上記のように形成された振動検出部３０が振動を検出する状況が示されている。図３において、Ｘ方向が振動検出方向である。振動がない状態では、振動体４０の周囲には、隙間５０ａが均一に存在している。先端部４２は、基端部４１が接着部５３に固定された状態で、Ｘ方向に振動する。すなわち、基端部４１の長手方向に垂直な方向が、振動検出部３０による振動検出方向である。図３（Ａ）及び（Ｂ）に示されているように、ステータコア２１に振動が伝達されると、先端部４２が揺れ、Ｘ１方向、及びＸ２方向に周期的に振動する。そうすると、均一だった隙間５０ａは、先端部４２の振動にともない、狭い隙間部分と、広い隙間部分とが生じ、先端部４２が振動し続けることで静電容量Ｅが周期的に変動する。すなわち、先端部４２が振動し続けると、静電容量Ｅが変動する。この静電容量Ｅの変動を検出することにより、ステータ２０に伝達されるベアリングのガタ等の振動を検知できる。具体的には、振動検出部により検出された静電容量について、静電容量の値（最大値、等）、静電容量の変動幅、変動周期、等を、あらかじめ決定された閾値と比較して、故障予知が行われる。

【００２５】

なお、振動検出部３０の共振周波数ｆは、検出する振動に合わせて、調整可能である。振動検出部３０の先端部４２の質量、基端部４１を固定している接着部５３の長さを除いたｂ部の長さ、基端部４１の剛性、等を変えると、振動検出部３０の共振周波数ｆを変えることができる。例えば、先端部４２の質量を大きくする、基端部４１の接着部分を除いたｂ部の長さを長くする、基端部４１の剛性を下げる、と変更をすると、共振周波数ｆを下げることができる。また、逆に、先端部４２の質量を小さくする、基端部４１の接着部５３の長さを除いたｂ部の長さを短くする、基端部４１の剛性を上げる、と変更すると、共振周波数ｆを上げることができる。このように、想定し得る振動の周波数に合わせた共振周波数ｆの振動検出部３０を設けることにより、振動を精度よく検出することができる。

【００２６】

次に、ステータ２０の製造方法を説明する。上述したように、ステータ２０は、導体である薄板鋼板を中心軸方向に複数積層して形成されている。収容部５０は、ステータコア２１に穴を設けることで形成される。また、収容部５０を設ける時に打ち抜く薄板鋼板を利用することで、振動体４０を容易に効率よく形成することができる。まず薄板鋼板を、収容部５０を含みステータコア２１の形状に複数枚打ち抜く。収容部５０として打ち抜く部分の薄板鋼板を、ステータコア２１の打ち抜きと同時に、又は、ステータコア２１の打ち抜きのあと、振動体４０の形状に成形し、複数枚重ねて接着する。作製された振動体４０を、複数枚重ねて固定されたステータコア２１の収容部５０に収容し、基端部４１を、

基端収容部５１に接着剤で固定する。以降、コイルの巻回等、必要な作業を行い、ステータ２０を完成させる。この方法によれば、ステータコア２１と、振動体４０とは、同じ薄板鋼板で効率よく作製することができる。

【００２７】

＜実施の形態２＞

本発明の実施の形態２に係るレゾルバのステータ２５は、実施の形態１に対し、振動検出部３０を２つ備えている点のみが異なっており、それ以外は同じである。実施の形態２については、実施の形態１に対して異なる特徴のみ説明し、同じ部材、同じ構造については、同じ符号を用い、説明は省略する。

【００２８】

図４には、実施の形態２によるステータ２５であって、図１に示されているステータ２０に対して異なる振動検出部３０のみを示したステータ２５の概念図が示されている。実施の形態２のステータ２０は、振動検出部３０が振動検出部３０及び３１として２つ備えられており、それぞれの振動検出部３０の振動検出方向は、直交して、すなわち９０°異なって配置されている。本発明に係る振動検出部３０は、構造上、振動検出方向が特定されている。したがって、検出する振動の検出方向が複数の場合には、振動検出部３０を２つ設けることで、２方向の振動を検出することができる。図４のように、振動検出方向を直交、すなわち９０°になるように配置させて振動検出部３０を２つ備えることで、回転軸に直交する平面に平行な振動を検出することができる。したがって、振動をより精度よく検出することができる。

＜実施の形態３＞

本発明の実施の形態３に係るレゾルバのステータ２７は、実施の形態１に対し、それぞれの共振周波数ｆ１及びｆ２が異なっている２つの振動検出部３０として、振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２（図示せず）を備えている点が異なっており、それ以外は同じである。実施の形態３については、実施の形態１に対して異なる特徴のみ説明し、同じ部材、同じ構造については、同じ符号を用い、説明は省略する。

【００２９】

振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２は、各々の共振周波数ｆ１及びｆ２を、想定される振動の周波数に合わせて、それぞれ製作される。また、検出対象である振動の周波数のピーク値が複数考えられる場合は、共振周波数ｆが異なる複数の振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２を設けることもできる。振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２は、振動検出部３０の先端部４２の質量、基端部４１の接着部分を除いたｂ部の長さ、基端部４１の剛性、等を変えて、両者の共振周波数を想定する振動数に合わせて製作される。２つの振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２を配置する向きについて、両者の振動検出方向を、予想される振動の振動方向に合わせて配置する。

【００３０】

実施の形態３の変形例として、図４に示されている実施の形態２と同様に、共振周波数ｆが異なる１組の振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２を、両者の振動検出方向が９０°になるように配置してもよい。又は、共振周波数が異なる振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２を２つずつ用意し、同じ共振周波数ｆ１同士の１組の振動検出部３０ｆ１について互いの振動検出方向が９０°となる向きにして、同じ共振周波数ｆ２同士の１組の振動検出部３０ｆ２について互いの振動検出方向が９０°となる向きにして、共振周波数が異なる２組の振動検出部３０ｆ１及び３０ｆ２を配置してもよい。このように配置すれば、複数の周波数の振動を、Ｘ方向とＹ方向とによる２方向で、それぞれ検出できる。

【符号の説明】

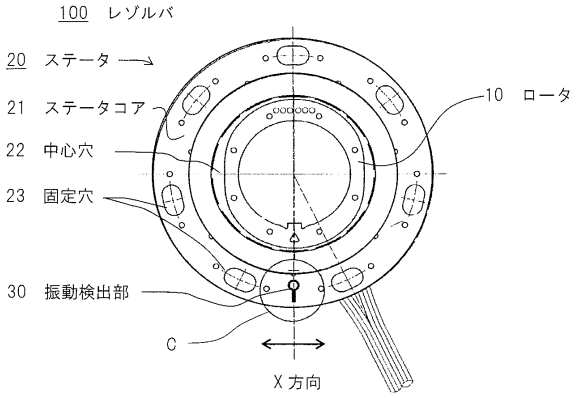
【００３１】

１０　ロータ、２０　ステータ、３０，３１　振動検出部、４０　振動体、

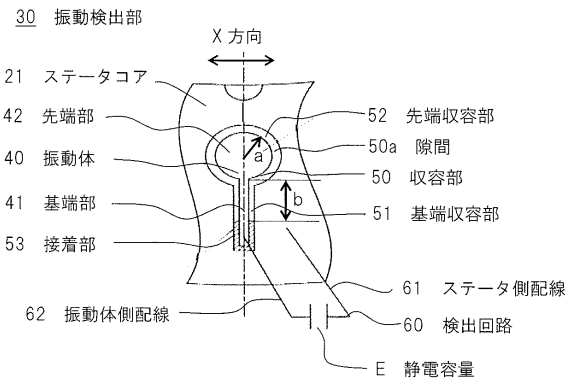
５０　収容部。

【図面】

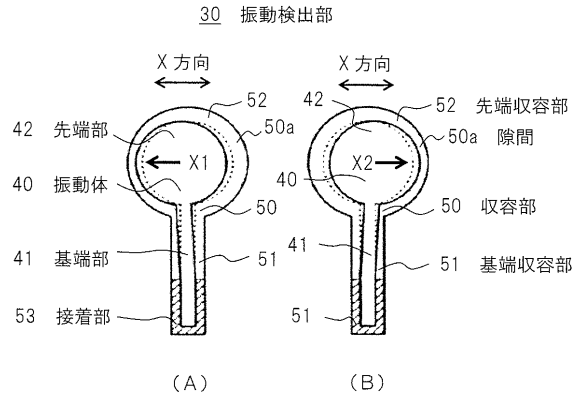
【図１】


100 レゾルバ
20 ステータ
21 ステータコア
22 中心穴
23 固定穴
10 ロータ
30 振動検出部
C
X 方向

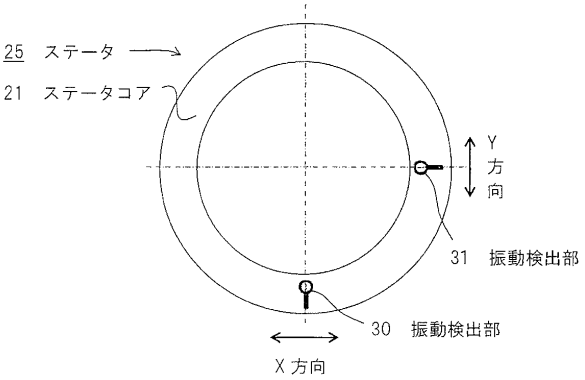
【図２】


30 振動検出部
X 方向
21 ステータコア
42 先端部
40 振動体
41 基端部
53 接着部
52 先端収容部
50a 隙間
50 収容部
51 基端収容部
61 ステータ側配線
62 振動体側配線
60 検出回路
E 静電容量
a
b

【図３】


30 振動検出部
X 方向
X 方向
42 先端部
40 振動体
41 基端部
53 接着部
52
50a
50
51
X1
42
40
41
51
52 先端収容部
50a 隙間
X2
50 収容部
51 基端収容部
（A）
（B）

【図４】


25 ステータ
21 ステータコア
Y 方向
31 振動検出部
30 振動検出部
X 方向

フロントページの続き

(56)参考文献　国際公開第２００８／１０８４３１（WO，Ａ１）
特開２０１９－０７８６８１（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０２７８２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３００６１８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｄ　５／００－５／２５２，５／３９－５／６２
Ｈ０２Ｋ　１１／００－１１／４０
Ｇ０１Ｈ　１／００－１７／００