

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5137755号  
(P5137755)

(45) 発行日 平成25年2月6日(2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日(2012.11.22)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 D 5/245 (2006.01)** GO 1 D 5/245 H

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-234526 (P2008-234526)	(73) 特許権者	000005290
(22) 出願日	平成20年9月12日 (2008. 9. 12)		古河電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-66196 (P2010-66196A)		東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(43) 公開日	平成22年3月25日 (2010. 3. 25)	(73) 特許権者	391045897
審査請求日	平成23年6月1日 (2011. 6. 1)		古河 A S 株式会社
			滋賀県犬上郡甲良町尼子1000番地
		(74) 代理人	100123674
			弁理士 松下 亮
		(72) 発明者	田中 賢吾
			東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
		(72) 発明者	安倍 文彦
			東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検出回転体に固定され、当該被検出回転体とともに回転し、回転中心軸を含む平面上の断面形状が当該回転中心軸の周りの全周で等しい磁石と、

前記磁石の磁界の強さに基づいた電気量の信号を出力する複数個の磁気検出部と、を備えた前記電気信号に基づいて前記被検出回転体の角度を検知する回転センサにおいて、

前記磁石は、1つの共通面を有する前記回転中心軸の近傍部と、前記近傍部の外側の第1外周部と、前記第1外周部の外側の第2外周部とを有し、

前記近傍部の前記回転中心軸に平行な方向の厚さは、前記第1外周部及び前記第2外周部の前記回転中心軸に平行な方向の厚さよりも厚く、

前記近傍部の側面と、前記近傍部の前記共通面とは反対側の面を含む平面と、前記磁石の最外周面を含む曲面と、前記第1外周部及び前記第2外周部の前記共通面とは反対側の面を含む平面と、に囲まれた空間の前記回転中心軸に平行な断面の断面積は前記磁気検出器の前記回転中心軸に平行な断面の断面積より大きいことを特徴とする回転センサ。

【請求項2】

前記磁気検出器の検出面は前記空間に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の回転センサ。

【請求項3】

被検出回転体に固定され、当該被検出回転体とともに回転し、回転中心軸を含む平面上

10

20

の断面形状が当該回転中心軸の周りの全周で等しい磁石と、

前記磁石の磁界の強さに基づいた電気量の信号を出力する複数個の磁気検出部と、  
を備えた前記電気信号に基づいて前記被検出回転体の角度を検知する回転センサにおいて、

前記磁石は、前記回転中心軸の近傍部と、前記近傍部の外側の第1外周部と、前記第1外周部の外側の第2外周部とを有し、

前記近傍部の前記回転中心軸に平行な方向の厚さは、前記第1外周部及び前記第2外周部の前記回転中心軸に平行な方向の厚さよりも厚く、

前記磁気検出部は、前記回転中心軸に対して略垂直な前記第1外周部の2面の内のどちらか一方の面と、前記第1外周部の前記一方の面と同じ側に位置する前記第2外周部の面との、どちらかの面または両方の面に、当該磁気検出部の検出面が対向するように配置され、

10

前記第1外周部の前記一方の面と、前記第1外周部の前記一方の面と同じ側に位置する前記第2外周部の面とが、ともに前記磁気検出部の前記検出面に対して、略平行となるように形成されていることを特徴とする回転センサ。

【請求項4】

前記回転中心軸に平行な方向の前記近傍部の厚さを  $t_1$ 、前記第1外周部の厚さを  $t_2$ 、前記第2外周部の最大厚さを  $t_3$  とし、

前記回転中心軸に直行する方向の、前記近傍部の外側面から前記第2外周部の内側面までの最大距離を  $d_1$  とし、前記第2外周部の内側面から外側面までの距離を  $d_4$  とし、前記近傍部の内側面から前記第2外周部の外側面までの最大距離を  $d_2$  とし、前記近傍部の内側面から外側面までの距離を  $d_3$  としたとき、

20

$d_3 < d_4$ 、かつ、

$0.2 \times d_2 < d_1 < 0.8 \times d_2$ 、かつ、

$t_1 > t_3 > t_2$ 、かつ、 $0.2 \times t_1 < t_3 < 0.8 \times t_1$

の条件を満足することを特徴とする請求項3に記載の回転センサ。

【請求項5】

前記磁気検出部の感受方向は、前記磁石の前記回転中心軸と平行な方向であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の回転センサ。

【請求項6】

30

前記磁気検出器を配置する側の前記第1外周部の面と前記磁気検出部の検出面との距離よりも、前記磁気検出器を配置する側の前記第2外周部の面と前記磁気検出部の検出面との距離が小となり、更に、前記磁気検出器を配置する側の前記第2外周部の面が前記磁気検出部の検出面に略平行となるように形成されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の回転センサ。

【請求項7】

前記回転中心軸に平行な方向の前記近傍部の厚さを  $t_1$ 、前記第1外周部の厚さを  $t_2$ 、前記第2外周部の最大厚さを  $t_3$  とし、

前記回転中心軸に直行する方向の、前記近傍部の外側面から前記第2外周部の内側面までの最大距離を  $d_1$  とし、前記第2外周部の内側面から外側面までの距離を  $d_4$  とし、前記近傍部の内側面から前記第2外周部の外側面までの最大距離を  $d_2$  とし、前記近傍部の内側面から外側面までの距離を  $d_3$  としたとき、

40

$d_3 < d_4$ 、かつ、

$0.2 \times d_2 < d_1 < 0.8 \times d_2$ 、かつ、

$t_1 > t_3 > t_2$ 、かつ、 $0.2 \times t_1 < t_3 < 0.8 \times t_1$

の条件を満足することを特徴とする請求項6に記載の回転センサ。

【請求項8】

前記磁石は、前記回転中心軸に直行する方向にS N極が配置されていることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の回転センサ。

【請求項9】

50

前記磁気検出部は、ホール素子であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の回転センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検出回転体の回転角度を検出する回転センサに関する。特に、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差を低減することが可能な回転センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、回転センサとして、回転体に固定した磁石と、磁気の強さを検出する磁気検出器とを組合せ、回転体を磁気検出器に対して、磁石とともに回転させることにより、回転角度を検出する構成の装置が開発され、例えば、車両用エンジン、ステアリングホイール、DCモータ等の様々な分野に利用されている。特に、磁気検出器としてホール素子を使用した回転センサが開発され、利用されている。

【0003】

このような回転センサにおいては正確な回転角度を検知することが重要である。例えば、横方向からの力が加わることによって生じる回転軸（回転中心軸）の軸ずれにより、角度誤差が大きくなってしまう場合がある。このような軸ずれによる角度誤差を低減させるために、様々な構成の回転センサが提案されている。

【0004】

例えば、特許文献 1 では、図 13 に示すような磁気発生部（磁石 91）の磁気センサ（ホール素子 92a、92b）に対向する部分が、周辺部分の方がその他の部分より磁気センサとの距離が大になるように構成する回転角度センサが提案されている。ここで、図 13（a）は、磁気発生部の底面図であり、図 13（b）は、磁気発生部の底面図である。

【特許文献 1】特開 2005 - 291942 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

例えば、特許文献 1 に示した磁石 91 が だけ回転したときに、ホール素子 92a 及び 92b から出力されて磁束密度は、図 14 に示すような波形になる。ここで、ホール素子 92a からの出力が HA であり、ホール素子 92b からの出力が HB である。しかしながら、図 15 のように磁石 91 が傾いた場合、ホール素子 92b と磁石 91 との距離が離れるため、図 16 に示すように、ホール素子 92a 及び 92b から出力されて変換された磁束密度は、ホール素子 92b の磁束密度のみが小さく出力されてしまう。したがって、上述したようなホール素子 92a 及び 92b の磁束密度の出力値の違いによって角度誤差が大きくなってしまいう問題点があった。

【0006】

本発明は、以上のような問題点を解決するためになされたもので、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差を低減することが可能な回転センサ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】

【0007】

上述した従来の問題点を解決すべく下記の発明を提供する。

本発明の第 1 の態様にかかる回転センサは、被検出回転体に固定され、当該被検出回転体とともに回転し、回転中心軸を含む平面上の断面形状が当該回転中心軸の周りの全周で等しい磁石と、前記磁石の磁界の強さに基づいた電気量の信号を出力する複数個の磁気検出部と、を備えた前記電気信号に基づいて前記被検出回転体の角度を検知する回転センサにおいて、前記磁石は、1つの共通面を有する前記回転中心軸の近傍部と、前記近傍部の外側の第 1 外周部と、前記第 1 外周部の外側の第 2 外周部とを有し、前記近傍部の前記回

10

20

30

40

50

転中心軸に平行な方向の厚さは、前記第1外周部及び前記第2外周部の前記回転中心軸に平行な方向の厚さよりも厚く、前記近傍部の側面と、前記近傍部の前記共通面とは反対側の面を含む平面と、前記磁石の最外周面を含む曲面と、前記第1外周部及び前記第2外周部の前記共通面とは反対側の面を含む平面と、に囲まれた空間の前記回転中心軸に平行な断面の断面積は前記磁気検出器の前記回転中心軸に平行な断面の断面積より大きいことを特徴とする。

【0008】

このような構成により、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差を低減させることができる。従って、正確な回転角度を検出することができる。例えば、鉛直方向をZ方向とし、Z方向に直行する平面上の互いに直行する2方向をX方向及びY方向としたとき、磁石の回転中心軸がZ方向とずれたり、X方向やY方向に回転中心軸がずれたりして、磁石と各磁気検出部との距離が異なってしまっても、角度誤差の少ない検出結果を出力することができる。

10

【0009】

本発明の第2の態様にかかる回転センサは、本発明の第1の態様にかかる回転センサにおいて、前記磁気検出器の検出面は前記空間に配置されていることを特徴とする。

【0010】

このような構成により、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差をより低減させることができる。従って、より正確な回転角度を検出することができる。

20

【0011】

本発明の第3の態様にかかる回転センサは、被検出回転体に固定され、当該被検出回転体とともに回転し、回転中心軸を含む平面上の断面形状が当該回転中心軸の周りの全周で等しい磁石と、前記磁石の磁界の強さに基づいた電気量の信号を出力する複数の磁気検出部と、を備えた前記電気信号に基づいて前記被検出回転体の角度を検知する回転センサにおいて、前記磁石は、前記回転中心軸の近傍部と、前記近傍部の外側の第1外周部と、前記第1外周部の外側の第2外周部とを有し、前記近傍部の前記回転中心軸に平行な方向の厚さは、前記第1外周部及び前記第2外周部の前記回転中心軸に平行な方向の厚さよりも厚く、前記磁気検出部は、前記回転中心軸に対して略垂直な前記第1外周部の2面の内のどちらか一方の面と、前記第1外周部の前記一方の面と同じ側に位置する前記第2外周部の面との、どちらかの面または両方の面に、当該磁気検出部の検出面が対向するように配置され、前記第1外周部の前記一方の面と、前記第1外周部の前記一方の面と同じ側に位置する前記第2外周部の面とが、ともに前記磁気検出部の前記検出面に対して、略平行となるように形成されていることを特徴とする。

30

【0012】

このような構成により、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差を低減させることができる。従って、正確な回転角度を検出することができる。例えば、鉛直方向をZ方向とし、Z方向に直行する平面上の互いに直行する2方向をX方向及びY方向としたとき、磁石の回転中心軸がZ方向とずれたり、X方向やY方向に回転中心軸がずれたりして、磁石と各磁気検出部との距離が異なってしまっても、角度誤差の少ない検出結果を出力することができる。

40

【0013】

本発明の第4の態様にかかる回転センサは、本発明の第3の態様にかかる回転センサにおいて、前記回転中心軸に平行な方向の前記近傍部の厚さを $t_1$ 、前記第1外周部の厚さを $t_2$ 、前記第2外周部の最大厚さを $t_3$ とし、前記回転中心軸に直行する方向の、前記近傍部の外側面から前記第2外周部の内側面までの最大距離を $d_1$ とし、前記第2外周部の内側面から外側面までの距離を $d_4$ とし、前記近傍部の内側面から前記第2外周部の外側面までの最大距離を $d_2$ とし、前記近傍部の内側面から外側面までの距離を $d_3$ としたとき、

$d_3$   $d_4$ 、かつ、

50

$0.2 \times d_2 < d_1 < 0.8 \times d_2$ 、かつ、  
 $t_1 > t_3 > t_2$ 、かつ、 $0.2 \times t_1 < t_3 < 0.8 \times t_1$   
 の条件を満足することを特徴とする。

## 【0014】

このような構成により、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差をより低減させることができる。従って、より正確な回転角度を検出することができる。

## 【0015】

本発明の第5の態様にかかる回転センサは、本発明の第1から4のいずれか1つの態様にかかる回転センサにおいて、前記磁気検出部の感受方向が、前記磁石の前記回転中心軸と平行な方向であることを特徴とする。

10

## 【0016】

本発明の第6の態様にかかる回転センサは、本発明の第1から4のいずれか1つの態様にかかる回転センサにおいて、前記磁気検出器を配置する側の前記第1外周部の面と前記磁気検出部の検出面との距離よりも、前記磁気検出器を配置する側の前記第2外周部の面と前記磁気検出部の検出面との距離が小となり、更に、前記磁気検出器を配置する側の前記第2外周部の面が前記磁気検出部の検出面に略平行となるように形成されていることを特徴とする。

## 【0017】

このような構成により、回転センサを基板上に実装する場合、基板に穴を開けることなく、回転センサを基板上に実装することができる。したがって、基板のパターン面積を広く取ることができる。

20

## 【0018】

本発明の第7の態様にかかる回転センサは、本発明の第6の態様にかかる回転センサにおいて、前記回転中心軸に平行な方向の前記近傍部の厚さを  $t_1$ 、前記第1外周部の厚さを  $t_2$ 、前記第2外周部の最大厚さを  $t_3$  とし、前記回転中心軸に直行する方向の、前記近傍部の外側面から前記第2外周部の内側面までの最大距離を  $d_1$  とし、前記第2外周部の内側面から外側面までの距離を  $d_4$  とし、前記近傍部の内側面から前記第2外周部の外側面までの最大距離を  $d_2$  とし、前記近傍部の内側面から外側面までの距離を  $d_3$  とした

30

とき、  
 $d_3 < d_4$ 、かつ、  
 $0.2 \times d_2 < d_1 < 0.8 \times d_2$ 、かつ、  
 $t_1 > t_3 > t_2$ 、かつ、 $0.2 \times t_1 < t_3 < 0.8 \times t_1$   
 の条件を満足することを特徴とする。

## 【0019】

このような構成により、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差をより低減させることができる。従って、より正確な回転角度を検出することができる。

## 【0020】

本発明の第8の態様にかかる回転センサは、本発明の第1から7のいずれか1つの態様にかかる回転センサにおいて、前記磁石は、前記回転中心軸に直行する方向にS N極が配置されていることを特徴とする。

40

ここで、前記回転中心軸に直行する面内に複数のS N極が配置されていても良い。

## 【0021】

本発明の第9の態様にかかる回転センサは、本発明の第1から8のいずれか1つの態様にかかる回転センサにおいて、前記磁気検出部は、ホール素子であることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0022】

本発明によれば、磁石の回転中心軸の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差を低減させることができる。従って、正確な回転角度を検出することができる。例え

50

ば、鉛直方向をZ方向とし、Z方向に直行する平面上の互いに直行する2方向をX方向及びY方向としたとき、磁石の回転中心軸がZ方向とずれたり、X方向やY方向に回転中心軸がずれたりして、磁石と各磁気検出部との距離が異なってしまう場合であっても、角度誤差の少ない検出結果を出力することができる。

【0023】

また、回転センサを基板上に実装する場合、基板に穴を開けることなく、回転センサを基板上に実装することができる。したがって、基板のパターン面積を広く取ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

この発明の一実施形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施形態は説明のためのものであり、本発明の範囲を制限するものではない。従って、当業者であればこれらの各要素もしくは全要素をこれと均等なもので置換した実施形態を採用することが可能であるが、これらの実施形態も本発明の範囲に含まれる。

【0025】

図1は、本発明を適用可能な回転センサの基本構造の一例を示す図である。図1(a)は磁石の底面図であり、図1(b)は磁石の側面図であり、図1(c)は磁石の回転中心軸を含む平面での磁石の断面図であり、図1(d)は磁石の上面図である。尚、ここでは、回転センサの基本構造として、磁石と、磁石の磁界の強さを検知して、磁界の強さに基づいた電気量の信号を出力する磁気検出部である2個のホール素子の位置関係を示している。

【0026】

図1に示すように、回転センサ10は、磁石11、ホール素子12a及び12bを備え、被検出回転体(図示略)の回転角度を検出する。磁石11は、被検出回転体に固定され、被検出回転体とともに回転する。ホール素子12a及び12bは、図1に示すように磁石11の回転中心軸13に平行な方向の磁気の強さの変化を検出できるように配置されている。

【0027】

磁石11の形状は、回転中心軸13を含む平面上の断面形状が回転中心軸13の周りの全周で等しい形状であり、回転中心軸13の近傍の近傍部11a、近傍部11aの外側の第1外周部11bと、最外周となる第1外周部の外側の第2外周部11cとから構成されている。尚、近傍部11a、第1外周部11b及び第2外周部11cは、磁石11の領域範囲を説明するための名称である。また、磁石11は、径方向(即ち、回転中心軸13に直行する方向)にS極、N極が配置されている(図1(d)参照)。ここで、S極、N極がそれぞれ1つとなるように配置されているが、径方向に複数個のS極、N極が配置されていても良い。

【0028】

また、近傍部11a、第1外周部11b及び第2外周部11cは、回転中心軸13に概ね直行する1つの共通面11dを有し、回転中心軸13に平行な方向の近傍部11aの厚さt1は、回転中心軸13に平行な方向の第1外周部11bの厚さt2及び回転中心軸13に平行な方向の第2外周部11cの厚さt3よりも厚くなるように形成されている。また、回転中心軸13に平行な方向の第2外周部11cの厚さt3は回転中心軸13に平行な方向の第1外周部11bの厚さt2よりも厚くなるように形成されている。または、近傍部11a、第1外周部11b及び第2外周部11cの共通面11dとは反対側のそれぞれの面11e、11f及び11gは、共通面11dに略平行となるように形成されている。

【0029】

即ち、図1(c)に示すように、近傍部11aは、径方向(即ち、回転中心軸13に直行する方向)の幅がd3で、回転中心軸13に平行な方向の厚さがt1の円筒形状の領域範囲となり、第1外周部11bは、径方向がd1の幅で、回転中心軸13に平行な方向の

10

20

30

40

50

厚さが  $t_2$  の円筒形状の領域範囲となり、第 2 外周部 11c は、径方向が  $d_4$  の幅で、回転中心軸 13 に平行な方向の厚さが  $t_3$  の円筒形状の領域範囲となるように、磁石 11 は形成されている。ここで、磁石 11 の径方向の幅を  $d_2$  とし、回転中心軸 13 から近傍部 11a の内側面までの距離を  $d_5$  とし、回転中心軸 13 から第 2 外周部 11c の外側面までの距離を  $d_6$  としたとき、 $d_2 = d_1 + d_3 + d_4$ 、及び、 $d_6 = d_5 + d_2$  である。また、 $t_1 > t_3 > t_2$  を満足するように形成されている。また、回転中心軸 13 に直行し、近傍部 11a の  $t_1 / 2$  の厚さの位置を通る平面 14 を磁石 11 の厚さ方向の基準平面とする。

【0030】

更に、下記の関係式 (1)、(2)、及び (3) を満足するように磁石 11 は形成されていることが望ましい。

【0031】

$$d_3 \quad d_4 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$0.2 \times d_2 < d_1 < 0.8 \times d_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$0.2 \times t_1 < t_3 < 0.8 \times t_1 \quad \dots \dots \dots (3)$$

尚、図 1 では、近傍部 11a を円筒形状の領域範囲としているが、径方向の半径が  $d_3$  で、回転中心軸 13 に平行な方向の厚さが  $t_1$  の円柱形状の領域範囲となるように、磁石 11 の近傍部 11a を形成しても良い。

【0032】

また、近傍部 11a の外側面 15a と、近傍部 11a の面 11e を含む平面 15b と、磁石 11 の最外周面を含む曲面 15c と、第 2 外周部 11c の面 11g を含む平面 15d とに囲まれた空間 15 の中に、ホール素子 12a 及び 12b は配置される。更に、ホール素子 12a の中心から回転中心軸 13 に直行する直線と、ホール素子 12b の中心から回転中心軸 13 に直行する直線とが、略  $90^\circ$  となるように、ホール素子 12a 及び 12b は配置される。

【0033】

図 2 は、ホール素子の感磁面 (検出面) を説明するための図である。図 2 (a) は、ホール素子の上面図であり、図 2 (b) は、ホール素子の断面図である。図 2 に示すように、感磁面 16 は、ホール素子 12 の中心 O に円形状に形成されている。また、図 1 に示すように、空間 15 において、感磁面 16 が共通面 11d (即ち、第 1 外周部 11b の面 11f 及び第 2 外周部 11c の面 11g) に対して概ね平行な面となるように、ホール素子 12a 及び 12b は配置されている。

【0034】

上述したような回転センサ 10 を使用することにより、磁石 10 の回転中心軸 13 の軸ずれまたは位置ずれによって生じる回転角度の誤差を低減させることができる。従って、正確な回転角度を検出することができる。また、回転センサ 10 を基板上に実装する場合、基板に穴を開けることなく、回転センサ 10 を基板上に実装することができる。したがって、基板のパターン面積を広く取ることができる。

【0035】

図 3 は、本発明を適用可能な別の回転センサの基本構造の一例を示す図である。図 3 (a) は磁石の底面図であり、図 3 (b) は磁石の側面図であり、図 3 (c) は磁石の回転中心軸を含む平面での磁石の断面図である。ここでは、図 1 に示した回転センサ 10 と異なる点を説明する。

【0036】

図 3 に示すように、回転センサ 20 は、磁石 21、ホール素子 22a 及び 22b を備え、被検出回転体 (図示略) の回転角度を検出する。磁石 21 は、被検出回転体に固定され、被検出回転体とともに回転する。ホール素子 22a 及び 22b は、図 3 に示すように磁石 11 の回転中心軸 23 に平行な方向の磁気の強さの変化を検出できるように配置されて

10

20

30

40

50

いる。

【 0 0 3 7 】

磁石 2 1 の形状は、回転中心軸 2 3 を含む平面上の断面形状が回転中心軸 2 3 の周りの全周で等しい形状であり、回転中心軸 2 3 の近傍の近傍部 2 1 a、近傍部 2 1 b の外側の第 1 外周部 2 1 b と、最外周となる第 1 外周部の外側の第 2 外周部 2 1 c とから構成されている。

【 0 0 3 8 】

また、近傍部 2 1 a、第 1 外周部 2 1 b 及び第 2 外周部 2 1 c は、回転中心軸 2 3 に概ね直行する 1 つの共通面 2 1 d を有し、回転中心軸 2 3 に平行な方向の近傍部 2 1 a の厚さ  $t_1$  は、回転中心軸 2 3 に平行な方向の第 1 外周部 2 1 b の厚さ  $t_2$  及び回転中心軸 2 3 に平行な方向の第 2 外周部 2 1 c の厚さ  $t_3$  よりも厚くなるように形成されている。また、回転中心軸 2 3 に平行な方向の第 2 外周部 2 1 c の厚さ  $t_3$  と回転中心軸 2 3 に平行な方向の第 1 外周部 2 1 b の厚さ  $t_2$  は同じになるように形成されている。または、近傍部 2 1 a、第 1 外周部 2 1 b 及び第 2 外周部 2 1 c の共通面 2 1 d とは反対側のそれぞれの面 2 1 e、2 1 f 及び 2 1 g は、共通面 2 1 d に略平行となるように形成されている。

【 0 0 3 9 】

即ち、図 3 ( c ) に示すように、近傍部 2 1 a は、径方向 ( 即ち、回転中心軸 2 3 に直行する方向 ) の幅が  $d_3$  で、回転中心軸 1 3 に平行な方向の厚さが  $t_1$  の円筒形状の領域範囲となり、第 1 外周部 2 1 b は、径方向が  $d_1$  の幅で、回転中心軸 2 3 に平行な方向の厚さが  $t_2$  の円筒形状の領域範囲となり、第 2 外周部 2 1 c は、径方向が  $d_4$  の幅で、回転中心軸 2 3 に平行な方向の厚さが  $t_3$  の円筒形状の領域範囲となるように、磁石 1 1 は形成されている。ここで、磁石 2 1 の径方向の幅を  $d_2$  とし、回転中心軸 2 3 から近傍部 2 1 a の内側面までの距離を  $d_5$  とし、回転中心軸 2 3 から第 2 外周部 2 1 c の外側面までの距離を  $d_6$  としたとき、 $d_2 = d_1 + d_3 + d_4$ 、及び、 $d_6 = d_5 + d_2$  である。また、 $t_1 > t_3 = t_2$  を満足するように形成されている。また、回転中心軸 2 3 に直行し、近傍部 2 1 a の  $t_1 / 2$  の厚さの位置を通る平面 2 4 を磁石 2 1 の厚さ方向の基準平面とする。

【 0 0 4 0 】

尚、図 3 では、近傍部 2 1 a を円筒形状の領域範囲としているが、径方向の半径が  $d_3$  で、回転中心軸 2 3 に平行な方向の厚さが  $t_1$  の円柱形状の領域範囲となるように、磁石 2 1 の近傍部 2 1 a を形成しても良い。

【 0 0 4 1 】

また、近傍部 2 1 a の外側面 2 5 a と、近傍部 2 1 a の面 2 1 e を含む平面 2 5 b と、磁石 2 1 の最外周面を含む曲面 2 5 c と、第 1 外周部 2 1 b の面 2 1 f 及び第 2 外周部 2 1 c の面 2 1 g からなる面 2 5 d とに囲まれた空間 2 5 の中に、ホール素子 2 2 a 及び 2 2 b は配置される。ここで、検出面のみが空間 2 5 の中に配置されていてもよい。更に、ホール素子 2 2 a の中心から回転中心軸 2 3 に直行する直線と、ホール素子 2 2 b の中心から回転中心軸 2 3 に直行する直線とが、略  $90^\circ$  となるように、ホール素子 2 2 a 及び 2 2 b は配置される。また、空間 2 5 において、感磁面 1 6 が共通面 2 1 d ( 即ち、第 1 外周部 2 1 b の面 2 1 f 及び第 2 外周部 2 1 c の面 2 1 g ) に対して概ね平行な面となるように、ホール素子 2 2 a 及び 2 2 b は配置されている。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、図 1 に示した回転センサ 1 0 に使用した磁石 1 1 の一変形例を示す回転中心軸を含む平面での磁石の断面図である。

【 0 0 4 3 】

図 4 に示すように、磁石 3 1 の形状は、回転中心軸 2 3 を含む平面上の断面形状が回転中心軸 2 3 の周りの全周で等しい形状であり、回転中心軸 3 3 の近傍の近傍部 3 1 a、近傍部 3 1 b の外側の第 1 外周部 3 1 b と、最外周となる第 1 外周部の外側の第 2 外周部 3 1 c とから構成されている。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50



また、近傍部 3 1 a、第 1 外周部 3 1 b 及び第 2 外周部 3 1 c は、回転中心軸 3 3 に概ね直行する 1 つの共通面 3 1 d を有し、回転中心軸 3 3 に平行な方向の近傍部 3 1 a の厚さ  $t_1$  は、回転中心軸 3 3 に平行な方向の第 1 外周部 3 1 b の厚さ  $t_2$  及び回転中心軸 3 3 に平行な方向の第 2 外周部 3 1 c の厚さ  $t_3$  よりも厚くなるように形成されている。また、回転中心軸 3 3 に平行な方向の第 2 外周部 3 1 c の厚さ  $t_3$  は回転中心軸 3 3 に平行な方向の第 1 外周部 3 1 b の厚さ  $t_2$  よりも厚くなるように形成されている。または、近傍部 3 1 a 及び第 1 外周部 3 1 b の共通面 3 1 d とは反対側のそれぞれの面 3 1 e、3 1 f 及び 3 1 g は、共通面 3 1 d に略平行となるように形成されている。また、第 2 外周部 3 1 c の上面の円周部が傾斜または曲面を形成するように面取りされている。また、第 2 外周部 3 1 c の内側面は、面取りされた外側面と略平行となるように、第 1 外周部 3 1 b の近傍が傾斜または曲面を形成している。

10

## 【0045】

また、近傍部 3 1 a の外側面 3 5 a と、近傍部 3 1 a の面 3 1 e を含む平面 3 5 b と、磁石 3 1 の最外周面を含む曲面 3 5 c と、第 2 外周部 3 1 c の面 3 1 g を含む平面 3 5 d とに囲まれた空間 3 5 の中に、ホール素子 3 2 a 及び 3 2 b は配置される。更に、ホール素子 3 2 a の中心から回転中心軸 3 3 に直行する直線と、ホール素子 3 2 b の中心から回転中心軸 3 3 に直行する直線とが、略  $90^\circ$  となるように、ホール素子 3 2 a 及び 3 2 b は配置される。また、空間 3 5 において、感磁面 1 6 が共通面 3 1 d (即ち、第 1 外周部 3 1 b の面 3 1 f 及び第 2 外周部 3 1 c の面 3 1 g) に対して概ね平行な面となるように、ホール素子 3 2 a 及び 3 2 b は配置されている。

20

## 【実施例】

## 【0046】

本実施例では、本発明の回転センサを使用して測定した角度誤差と従来の回転センサを使用して測定した角度誤差とを比較し、角度誤差の低減効果を調査した。ここで、鉛直方向を Z 方向とし、Z 方向に直行する平面上の互いに直行する 2 方向を X 方向及び Y 方向としたときの、回転中心軸 1 3 と Z 方向とのずれによる Z 傾きの誤差、並びに、回転中心軸 1 3 の X 方向及び Y 方向へのずれによる X Y の誤差を調査した。

## 【0047】

## (実施例 1)

実施例 1 として、図 1 に示した回転センサ 1 0 を使用したときの調査結果を示す。実施例 1 に使用した磁石 1 1 の形状は、近傍部 1 1 a の径方向の幅  $d_3$  が  $1.5\text{ mm}$  で、回転中心軸 1 3 に平行な方向の厚さ  $t_1$  が  $5\text{ mm}$  であり、第 1 外周部 1 1 b の径方向の幅  $d_1$  が  $2\text{ mm}$  で、回転中心軸 1 3 に平行な方向の厚さ  $t_2$  が  $1.5\text{ mm}$  であり、第 2 外周部 1 1 c の径方向の幅  $d_4$  が  $1.5\text{ mm}$  で、回転中心軸 1 3 に平行な方向の厚さ  $t_3$  が  $3\text{ mm}$  である。また、回転中心軸 1 3 から近傍部 1 1 a の内側面までの距離  $d_5$  は  $1\text{ mm}$  であり、回転中心軸 1 3 から第 2 外周部 1 1 c の外側面までの距離  $d_6$  は  $6\text{ mm}$  である。

30

## 【0048】

図 5 は、上述した形状の磁石 1 1 によるホール素子 1 2 a (または 1 2 b) の Z 方向及び X 方向の位置の違いによる磁束密度の変化を測定した結果である。縦軸は磁束密度を示し、横軸は回転中心軸 1 3 からホール素子 1 2 a (または 1 2 b) の中心位置までの径方向 (回転中心軸 1 3 に直行する方向: X 方向) の距離を示している。

40

## 【0049】

図 5 に示すように、ホール素子 1 2 a (または 1 2 b) の Z 方向の位置が  $-2.4\text{ mm}$  のとき、即ち、基準平面 1 4 からの距離が下方に  $2.4\text{ mm}$  のときに、最も磁束密度の変化の少ないことがわかった。また、ホール素子 1 2 a (または 1 2 b) の X 方向の位置が  $4.5 \pm 0.6\text{ mm}$  のとき、最も磁束密度の変化の少ないことがわかった。

## 【0050】

したがって、ホール素子 1 2 a 及び 1 2 b のそれぞれの中心位置は、径方向 (回転中心軸 1 3 に直行する方向) の回転中心軸 1 3 からの距離が  $4.5\text{ mm}$  の位置となり、かつ、回転中心軸 1 3 に平行な方向の基準平面 1 4 からの距離が  $2.4\text{ mm}$  となるように配置し

50

て、角度誤差を測定した。

【 0 0 5 1 】

図 6 は、上述した回転センサ 1 0 において、磁石 1 1 の回転中心軸 1 3 が X 方向へずれたときの X Y の誤差を示した図である。図 6 ( a ) は、磁石 1 1 の回転中心軸 1 3 が X 方向へ - 0 . 6 mm、0 mm、及び + 0 . 6 mm ずれたときのホール素子 1 2 a 及び 1 2 b の磁束密度の出力結果を示した図であり、図 6 ( b ) は、磁石 1 1 の回転中心軸 1 3 が X 方向へ ± 0 . 6 mm 移動したときの角度誤差を示した図である。ここで、図 6 ( a ) の縦軸は磁束密度の規格化後の値を示し、横軸は回転角度示している。また、図 6 ( b ) の縦軸は角度誤差を示し、横軸は回転角度示している。また、H 1 ( s i n 曲線 ) はホール素子 1 2 a の出力結果であり、H 2 ( c o s 曲線 ) はホール素子 1 2 b の出力結果である。

10

【 0 0 5 2 】

図 6 から判るように、± 0 . 6 mm の X 方向への回転中心軸 1 3 の移動により ± 9 . 2 3 度の角度誤差を測定した。その結果、X 方向の誤差は 1 . 5 4 度 / 0 . 1 mm ( = 9 . 2 3 度 / 0 . 6 mm ) となることがわかった。また、Y 方向への回転中心軸 1 3 のずれも X 方向と同様の結果となる。したがって、X Y の誤差は 1 . 5 4 度 / 0 . 1 mm となることがわかった。

【 0 0 5 3 】

図 7 は、上述した回転センサ 1 0 において、磁石 1 1 の回転中心軸 1 3 が傾いて Z 方向と回転中心軸 1 3 との方向がずれたときの Z 傾きの誤差を示した図である。図 7 ( a ) は、回転中心軸 1 3 が傾いて、回転中心軸 1 3 に平行な方向のホール素子 1 2 b と磁石 1 1 との距離が 0 . 1 mm はなれたときのホール素子 1 2 a 及び 1 2 b の磁束密度の出力結果を示した図であり、図 7 ( b ) は、回転中心軸 1 3 が傾いて、回転中心軸 1 3 に平行な方向のホール素子 1 2 b と磁石 1 1 との距離が 0 . 1 mm はなれたときの角度誤差を示した図である。ここで、図 7 ( a ) の縦軸は磁束密度の規格化後の値を示し、横軸は回転角度を示している。また、図 7 ( b ) の縦軸は角度誤差を示し、横軸は回転角度を示している。

20

【 0 0 5 4 】

図 7 から判るように、0 . 1 mm の Z 方向への回転中心軸 1 3 の傾きにより ± 0 . 5 5 度の角度誤差を測定した。その結果、Z 傾きの誤差は 0 . 5 5 度 / 0 . 1 mm となることがわかった。

30

【 0 0 5 5 】

( 実施例 2 )

実施例 2 として、図 3 に示した回転センサ 2 0 を使用したときの調査結果を示す。実施例 2 に使用した磁石 2 1 の形状は、近傍部 2 1 a の径方向の幅 d 3 が 1 . 5 mm で、回転中心軸 2 3 に平行な方向の厚さ t 1 が 5 mm であり、第 1 外周部 2 1 b の径方向の幅 d 1 が 2 mm で、回転中心軸 2 3 に平行な方向の厚さ t 2 が 1 . 5 mm であり、第 2 外周部 2 1 c の径方向の幅 d 4 が 1 . 5 mm で、回転中心軸 2 3 に平行な方向の厚さ t 3 が 1 . 5 mm である。また、回転中心軸 2 3 から近傍部 2 1 a の内側面までの距離 d 5 は 1 mm であり、回転中心軸 2 3 から第 2 外周部 2 1 c の外側面までの距離 d 6 は 6 mm である。

【 0 0 5 6 】

40

図 8 は、上述した形状の磁石 2 1 によるホール素子 2 2 a ( または 2 2 b ) の Z 方向及び X 方向の位置の違いによる磁束密度の変化を測定した結果である。縦軸は磁束密度を示し、横軸は回転中心軸 2 3 からホール素子 2 2 a ( または 2 2 b ) の中心位置までの径方向 ( 回転中心軸 2 3 に直行する方向 : X 方向 ) の距離を示している。

【 0 0 5 7 】

図 8 に示すように、ホール素子 2 2 a ( または 2 2 b ) の Z 方向の位置が - 1 . 2 mm のとき、即ち、基準平面 2 4 からの距離が下方に 1 . 2 mm のときに、最も磁束密度の変化の少ないことがわかった。また、ホール素子 2 2 a ( または 2 2 b ) の X 方向の位置が 4 . 8 ± 0 . 6 mm のとき、最も磁束密度の変化の少ないことがわかった。

【 0 0 5 8 】

50

したがって、ホール素子 2 2 a 及び 2 2 b のそれぞれの中心位置は、径方向（回転中心軸 2 3 に直行する方向）の回転中心軸 2 3 からの距離が 5 mm の位置となり、かつ、回転中心軸 2 3 に平行な方向の基準平面 2 4 からの距離が 1 . 2 mm となるように配置して、角度誤差を測定した。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、上述した回転センサ 2 0 において、磁石 2 1 の回転中心軸 2 3 が X 方向へずれたときの X Y の誤差を示した図である。図 9 ( a ) は、磁石 2 1 の回転中心軸 2 3 が X 方向へ - 0 . 6 mm、0 mm、及び + 0 . 6 mm ずれたときのホール素子 2 2 a 及び 2 2 b の磁束密度の出力結果を示した図であり、図 9 ( b ) は、磁石 2 1 の回転中心軸 2 3 が X 方向へ ± 0 . 6 mm 移動したときの角度誤差を示した図である。ここで、図 9 ( a ) の縦軸は磁束密度の規格化後の値を示し、横軸は回転角度を示している。また、図 9 ( b ) の縦軸は角度誤差を示し、横軸は回転角度を示している。また、H 1 ( s i n 曲線 ) はホール素子 2 2 a の出力結果であり、H 2 ( c o s 曲線 ) はホール素子 2 2 b の出力結果である。

【 0 0 6 0 】

図 9 から判るように、± 0 . 6 mm の X 方向への回転中心軸 2 3 の移動により ± 7 . 9 8 度の角度誤差を測定した。その結果、X 方向の誤差は 1 . 3 3 度 / 0 . 1 mm ( = 7 . 9 8 度 / 0 . 6 mm ) となることがわかった。また、Y 方向への回転中心軸 2 3 のずれも X 方向と同様の結果となる。したがって、X Y の誤差は 1 . 3 3 度 / 0 . 1 mm となることがわかった。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 は、上述した回転センサ 2 0 において、磁石 2 1 の回転中心軸 2 3 が傾いて Z 方向と回転中心軸 2 3 との方向がずれたときの Z 傾きの誤差を示した図である。図 1 0 ( a ) は、回転中心軸 2 3 が傾いて、回転中心軸 2 3 に平行な方向のホール素子 2 2 b と磁石 2 1 との距離が 0 . 1 mm はなれたときのホール素子 2 2 a 及び 2 2 b の磁束密度の出力結果を示した図であり、図 1 0 ( b ) は、回転中心軸 2 3 が傾いて、回転中心軸 2 3 に平行な方向のホール素子 2 2 b と磁石 2 1 との距離が 0 . 1 mm はなれたときの角度誤差を示した図である。ここで、図 1 0 ( a ) の縦軸は磁束密度の規格化後の値を示し、横軸は回転角度を示している。また、図 1 0 ( b ) の縦軸は角度誤差を示し、横軸は回転角度を示している。

【 0 0 6 2 】

図 1 0 から判るように、0 . 1 mm の Z 方向への回転中心軸 1 3 の傾きにより ± 0 . 5 1 度の角度誤差を測定した。その結果、Z 傾きの誤差は 0 . 5 1 度 / 0 . 1 mm となることがわかった。

【 0 0 6 3 】

( 比較例 )

比較例として、円形面取り磁石 4 1 を用いた回転センサ 4 0 を使用したときの調査結果を示す。図 1 1 は、比較例として使用した円形面取り磁石 4 1 を用いた回転センサ 4 0 基本構造の一例を示す図である。図 1 1 ( a ) は磁石の底面図であり、図 1 1 ( b ) は磁石の底面図であり、図 1 1 ( c ) は磁石の回転中心軸を含む平面での磁石の断面図である。回転センサ 4 0 は、磁石 4 1、ホール素子 4 2 a 及び 4 2 b を備えている。ホール素子 4 2 a 及び 4 2 b は、図 1 1 に示すように磁石 4 1 の回転中心軸 4 3 に平行な方向の磁気の強さの変化を検出できるように配置されている。

【 0 0 6 4 】

磁石 4 1 の形状は、回転中心軸 4 3 を含む平面上の断面形状が回転中心軸 4 3 の周りの全周で等しい形状であり、ホール素子 4 2 a 及び 4 2 b の感磁面に対向する面の円周部が C 面取りされている円形形状である。回転中心軸 4 3 から磁石 4 1 の内側面までの距離 d 5 が 5 mm の中空となっている。また、回転中心軸 4 3 から磁石 4 1 の外側面までの最大距離 d 6 は 6 mm であり、磁石 4 1 の径方向の最大幅 d 2 が 5 mm である。また、回転中心軸 4 3 に平行な方向の磁石 4 1 の最大厚み t 1 が 4 mm である。

## 【0065】

また、ホール素子42a及び42bのそれぞれの中心位置は、径方向（回転中心軸43に直行する方向）の回転中心軸43からの距離が5.7mmの位置となり、かつ、磁石43の回転中心軸43に略直行する底面からの、回転中心軸43に平行な方向への距離が1.0mmとなるように配置している。

## 【0066】

上述した回転センサ40において、磁石41の回転中心軸43がX方向及びY方向へずれたときのXYの誤差、並びに、磁石21の回転中心軸23が傾いてZ方向と回転中心軸23との方向がずれたときのZ傾きの誤差を測定した。その結果、XYの誤差は1.8度/0.1mmとなり、Z傾きの誤差は2.0度/0.1mmとなることがわかった。

10

## 【0067】

表1は、実施例1、実施例2、及び比較例によって測定されたXYの誤差及びZ傾きの誤差をまとめたものである。

## 【0068】

## 【表1】

	XYの誤差	Z傾きの誤差
実施例1	1.54度/0.1mm	0.55度/0.1mm
実施例2	1.33度/0.1mm	0.51度/0.1mm
比較例	1.8度/0.1mm	2.0度/0.1mm

20

表1に示すように、比較例と比べると本発明の実施例1及び実施例2のXYの誤差及びZ傾きの誤差がともに小さくなることがわかった。特に、Z傾きの誤差について、誤差を低減する効果が大きいことがわかった。

## 【0069】

また、図1に示したような磁石11を使用した回転センサ10を基板上に実装する場合、図5に示したように、最も磁束密度の変化の少ないように実装すると、ホール素子12a及び12bの回転中心軸13に平行な方向の中心位置は、磁石11の近傍部11aの底面の回転中心軸13に平行な方向の位置と略同じくなり、図12に示すように、基板50に穴を開けることなく、回転センサ10を基板上に実装することができることがわかった。したがって、基板のパターン面積を広く取ることができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0070】

【図1】本発明を適用可能な回転センサの基本構造の一例を示す図である。

【図2】ホール素子の感磁面（検出面）を説明するための図である。

【図3】本発明を適用可能な別の回転センサの基本構造の一例を示す図である。

【図4】図1に示した回転センサ10に使用した磁石11の一変形例を示す回転中心軸を含む平面での磁石の断面図である。

【図5】磁石11によるホール素子12a（または12b）のZ方向及びX方向の位置の違いによる磁束密度の変化を測定した結果である。

【図6】磁石11の回転中心軸13がX方向へずれたときのXYの誤差を示した図である

40

【図7】磁石11の回転中心軸13が傾いてZ方向と回転中心軸13との方向がずれたときのZ傾きの誤差を示した図である。

【図8】磁石21によるホール素子22a（または22b）のZ方向及びX方向の位置の違いによる磁束密度の変化を測定した結果である。

【図9】磁石21の回転中心軸23がX方向へずれたときのXYの誤差を示した図である

【図10】磁石21の回転中心軸23が傾いてZ方向と回転中心軸23との方向がずれたときのZ傾きの誤差を示した図である。

【図11】比較例として使用した円形面取り磁石41を用いた回転センサ40基本構造の

50

一例を示す図である。

【図12】回転センサ10を基板上に実装する場合を説明するため図である。

【図13】従来の回転角度センサの外観構成の一例を示す図である。

【図14】従来の回転角度センサの磁気センサから出力される磁束密度の波形を示す図である。

【図15】磁石の軸ずれを示す図である。

【図16】磁石が軸ずれしたときの従来の回転角度センサの磁気センサから出力される磁束密度の波形を示す図である。

【符号の説明】

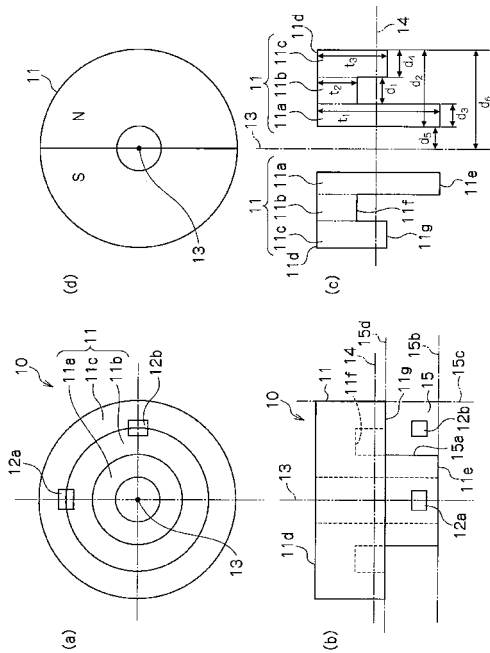
【0071】

- 10、20、 回転センサ
- 11、21 磁石
- 11a、21a 近傍部
- 11b、21b 第1外周部
- 11c、21c 第2外周部
- 12a、12b、23a、23b ホール素子
- 13、23 回転中心軸
- 14、24 基準平面

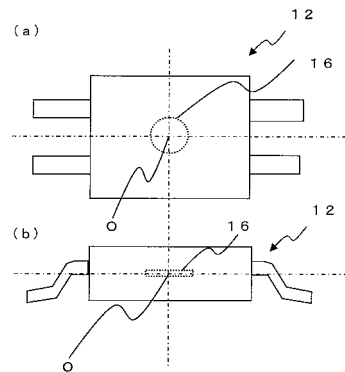
10

20

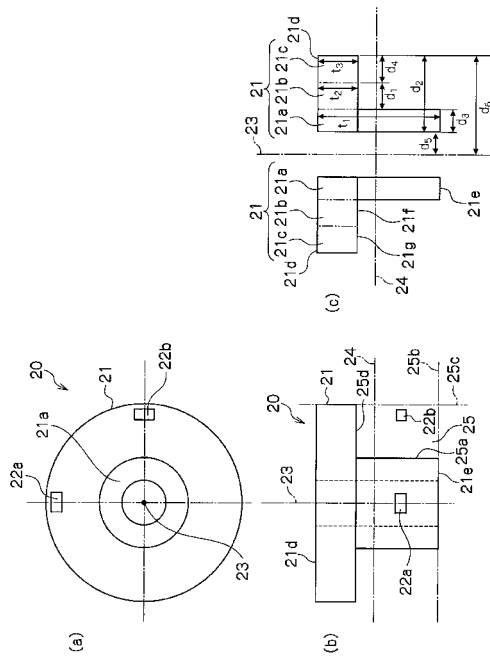
【図1】



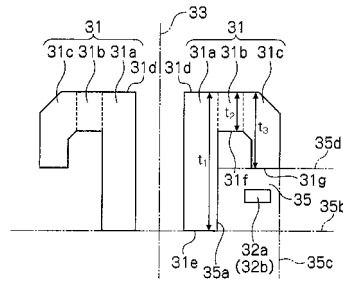
【図2】



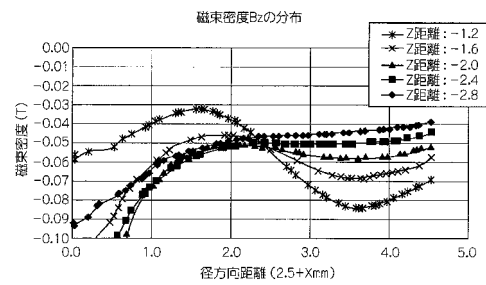
【図3】



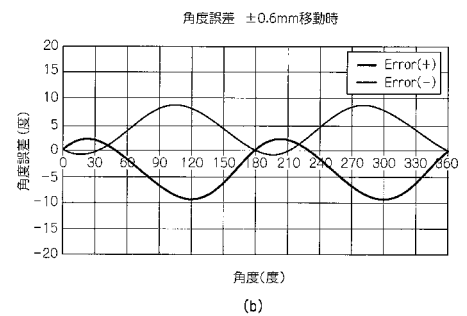
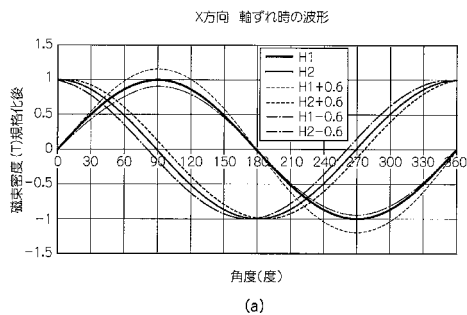
【図4】



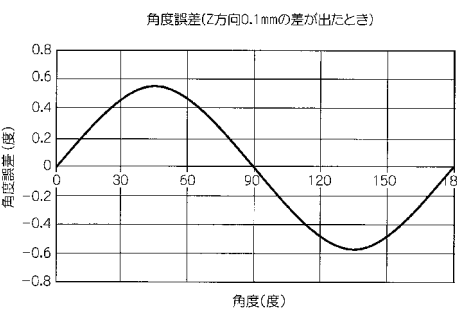
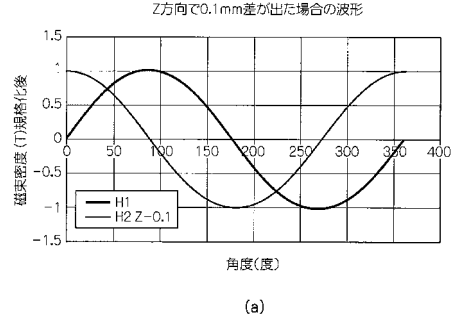
【図5】



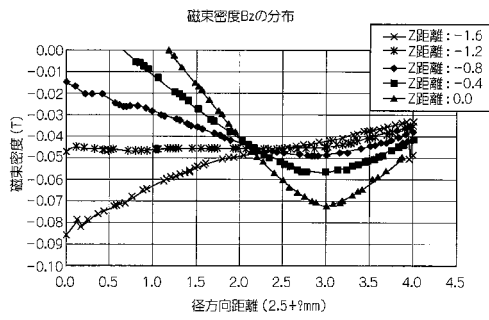
【図6】



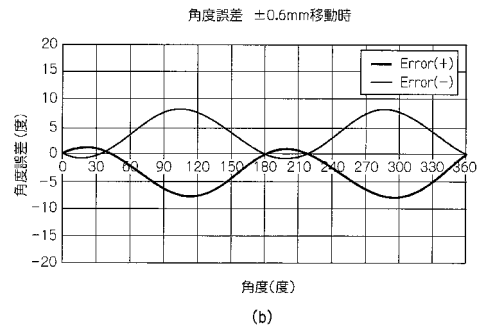
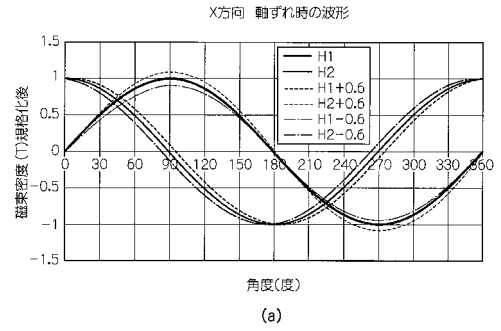
【図7】



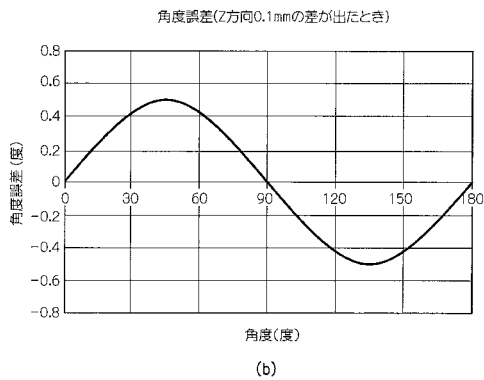
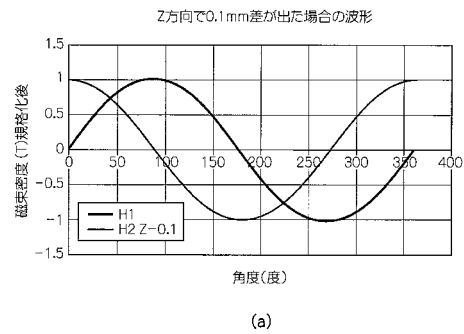
【 図 8 】



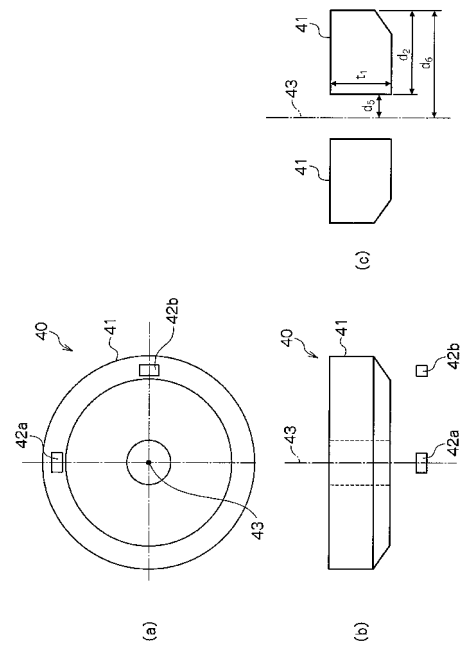
【 図 9 】



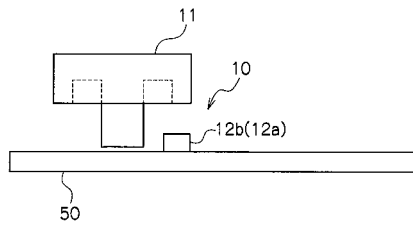
【 図 10 】



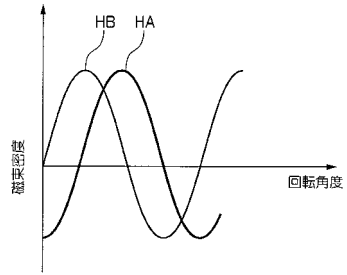
【 図 11 】



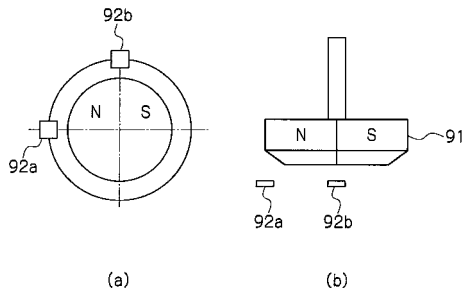
【図12】



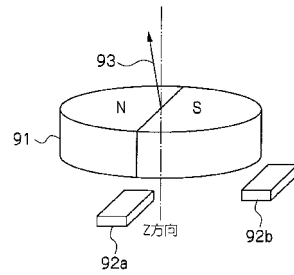
【図14】



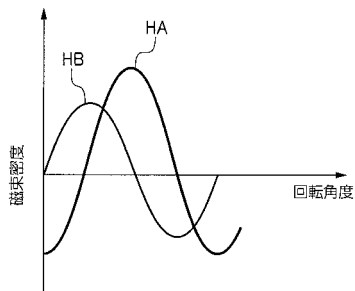
【図13】



【図15】



【図16】





---

フロントページの続き

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 特開2005-156264(JP,A)  
特開平09-311053(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01D5/00~5/252、5/39~5/62  
G01B7/00~7/34