

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4293037号
(P4293037)

(45) 発行日 平成21年7月8日(2009.7.8)

(24) 登録日 平成21年4月17日(2009.4.17)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 D	5/245	(2006.01)	GO 1 D	5/245	Y
GO 1 P	3/488	(2006.01)	GO 1 P	3/488	D

請求項の数 3 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-118126 (P2004-118126)</p> <p>(22) 出願日 平成16年4月13日 (2004.4.13)</p> <p>(65) 公開番号 特開2005-300384 (P2005-300384A)</p> <p>(43) 公開日 平成17年10月27日 (2005.10.27)</p> <p>審査請求日 平成18年6月13日 (2006.6.13)</p>	<p>(73) 特許権者 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地</p> <p>(74) 代理人 100068755 弁理士 恩田 博宣</p> <p>(74) 代理人 100105957 弁理士 恩田 誠</p> <p>(72) 発明者 車戸 紀博 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内</p> <p>審査官 岡田 卓弥</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁気抵抗素子を備えるセンサチップと前記磁気抵抗素子にバイアス磁界を付与するバイアス磁石とを備え、外周に山部と谷部とが交互に設けられた磁性体ロータが前記センサチップの近傍にて回転するとき前記バイアス磁界と協働して生じる磁気ベクトルの変化を前記磁気抵抗素子の抵抗値の変化として感知して前記ロータの回転態様を検出する回転検出装置において、

前記センサチップは、各々ブリッジ接続されて前記ロータの回転方向と対応する方向に配列された少なくとも4つの磁気抵抗素子ブリッジを備えてなり、前記バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第1の距離(D1)、同バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第2の距離(D2)とするとともに、前記磁気抵抗素子ブリッジのうち、前記内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて主成分出力を、前記外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて補正成分出力をそれぞれ生成し、それら生成した主成分出力と補正成分出力とのさらなる差動出力に基づいて前記ロータの回転情報に対応した単一の差動出力を求める差動回路を備え、前記ロータの山部及び谷部の形状において要求される特性が前記求められる単一の差動出力の波形に基づいて前記ロータの回転情報を2値化する際のしきい値と振幅との差である

10

20

余裕度の確保であるとき、前記第 1 及び第 2 の距離が、
第 1 の距離 (D 1) < 第 2 の距離 (D 2)
 なる関係に設定されてなる

ことを特徴とする回転検出装置。

【請求項 2】

磁気抵抗素子を備えるセンサチップと前記磁気抵抗素子にバイアス磁界を付与するバイアス磁石とを備え、外周に山部と谷部とが交互に設けられた磁性体ロータが前記センサチップの近傍にて回転するとき前記バイアス磁界と協働して生じる磁気ベクトルの変化を前記磁気抵抗素子の抵抗値の変化として感知して前記ロータの回転態様を検出する回転検出装置において、

前記センサチップは、各々ブリッジ接続されて前記ロータの回転方向と対応する方向に配列された少なくとも 4 つの磁気抵抗素子ブリッジを備えてなり、前記バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの内側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第 1 の距離 (D 1)、同バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの外側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第 2 の距離 (D 2) とするとともに、前記磁気抵抗素子ブリッジのうち、前記内側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて主成分出力を、前記外側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて補正成分出力をそれぞれ生成し、それら生成した主成分出力と補正成分出力とのさらなる差動出力に基づいて前記ロータの回転情報に対応した単一の差動出力を求める差動回路を備え、前記ロータの山部及び谷部の形状において要求される特性が前記求められる単一の差動出力の波形に基づいて前記ロータの回転情報を 2 値化する際のしきい値と交差する点の精度である角度精度の確保であるとき、前記第 1 及び第 2 の距離が、

第 1 の距離 (D 1) > 第 2 の距離 (D 2)

なる関係に設定されてなる

ことを特徴とする回転検出装置。

【請求項 3】

磁気抵抗素子を備えるセンサチップと前記磁気抵抗素子にバイアス磁界を付与するバイアス磁石とを備え、外周に山部と谷部とが交互に設けられた磁性体ロータが前記センサチップの近傍にて回転するとき前記バイアス磁界と協働して生じる磁気ベクトルの変化を前記磁気抵抗素子の抵抗値の変化として感知して前記ロータの回転態様を検出する回転検出装置において、

前記センサチップは、各々ブリッジ接続されて前記ロータの回転方向と対応する方向に配列された少なくとも 4 つの磁気抵抗素子ブリッジを備えてなり、前記バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの内側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第 1 の距離 (D 1)、同バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの外側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第 2 の距離 (D 2) とするとともに、前記磁気抵抗素子ブリッジのうち、前記内側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて主成分出力を、前記外側に位置する少なくとも 2 つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて補正成分出力をそれぞれ生成し、それら生成した主成分出力と補正成分出力とのさらなる差動出力に基づいて前記ロータの回転情報に対応した単一の差動出力を求める差動回路を備え、前記ロータの山部及び谷部の形状において要求される特性が前記求められる単一の差動出力の波形に基づいて前記ロータの回転情報を 2 値化する際のしきい値と振幅との差である余裕度の確保及びしきい値と交差する点の精度である角度精度の確保の両立であるとき、前記第 1 及び第 2 の距離が、

第 1 の距離 (D 1) > 第 2 の距離 (D 2)

なる関係に設定されてなる

10

20

30

40

50

ことを特徴とする回転検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁界変化に応じて抵抗値が変化する磁気抵抗素子(MRE)を利用して、磁性材料からなるロータの回転情報を検出する回転検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

周知のように、例えば車載用内燃機関のクランク軸やカム軸等に設けられた歯車状のロータを検出対象としてその回転情報を検出するために、磁気抵抗素子(MRE)を利用した回転検出装置が用いられている。そして、この種の回転検出装置は、上記ロータに向けてバイアス磁界を発生するバイアス磁石と、該バイアス磁界の磁気ベクトル変化に応じて抵抗値が変化する磁気抵抗素子を備えるセンサチップとを有し、この磁気抵抗素子の抵抗値変化を電的に処理して上記ロータの回転態様を検出するように構成されている。すなわち、検出対象に向けて発せられるバイアス磁界は、ロータの回転に伴ってその磁気ベクトルの振れ角がロータの山部及び谷部に対応して変化する。そして、この磁気ベクトルの振れ角の変化に応じて、磁気抵抗素子の抵抗値もロータの山及び谷に対応するかたちで周期的に変化する。

10

【0003】

一般に、上記磁気ベクトルの振れ角は、同じロータの回転角度に対して、エアギャップ、すなわちセンサチップとロータとの間の距離によって変化する。一方、エアギャップが変動した場合であっても、同じロータの回転角度に対して、磁気ベクトルの振れ角が等しくなるポイント、いわゆるエアギャップ特性最小点が存在している。したがって、このエアギャップ特性最小点をしきい値として磁気抵抗素子の抵抗値変化に対応した電気信号を2値化すれば、エアギャップの大きさに係らずロータの回転角度を高精度に検出することができる。このため、このエアギャップ特性最小点を利用する際には、ロータの形状が変化してもエアギャップ特性最小点を一定に維持できるような回転検出装置の開発が望まれていた。このような回転検出装置によれば、ロータの形状に応じてしきい値を個別に設定する等の作業負荷が大幅に軽減されるようになる。

20

【0004】

そこで近年は、例えば特許文献1に見られるように、ロータ形状に係らずエアギャップ特性最小点となる磁気ベクトル振れ角を一定に維持することのできる回転検出装置が提案されるに至っている。この回転検出装置では、センサチップに一系列に形成された4つの磁気抵抗素子ブリッジを用いるとともに、これら磁気抵抗素子ブリッジからの差動出力を求めることで、検出対象となるロータの回転情報を検出するようにしている。

30

【0005】

図14に、こうした回転検出装置に採用されているセンサチップの構成を示す。

同図14に示すように、この回転検出装置では、センサチップ104を構成する基板140上に4つの磁気抵抗素子ブリッジA、B、C、Dが一系列に形成されている。また、これら磁気抵抗素子ブリッジA~Dによる各分圧出力V1、V2、V3、V4は差動回路に入力され、該差動回路を通じて、単一の差動出力Vd($Vd = 2 \times (V3 - V4) - (V1 - V2)$)が得られるように差動演算される。このようにして求められる差動出力Vdによって、ロータの形状に係らずエアギャップ特性最小点を一定に維持することができるようになる。

40

【0006】

図15及び図16は、それぞれ異なるロータ形状における上記差動出力Vdの出力波形を示している。なおここで、ロータ形状とは、ロータの山部及び谷部の長さの相違によって決まるものをいう。

【0007】

例えば、図15は、ロータの山部及び谷部が共に比較的狭い場合の上記差動出力Vdの

50

波形を示している。なお、差動出力 V_d はバイアス磁界の磁気ベクトル振れ角に応じて変化するため、ここではこの差動出力 V_d を磁気ベクトル振れ角として表している。同図15から明らかなように、この場合のエアギャップ特性最小点は約10度となっている。

【0008】

一方、図16は、ロータの山部及び谷部が共に比較的長い場合の差動出力 V_d の波形を示している。同図16に示されるように、この場合もエアギャップ特性最小点は約10度となっている。

【0009】

このように、4つの磁気抵抗素子ブリッジA～Dを用い、これら磁気抵抗素子ブリッジA～Dによる各分圧出力 $V_1 \sim V_4$ から差動出力 V_d ($V_d = 2 \times (V_3 - V_4) - (V_1 - V_2)$) を求めることで、ロータ形状が異なっている場合でもエアギャップ特性最小点はほぼ一定の値に維持される。このため、このエアギャップ特性最小点をしきい値として差動出力 V_d を2値化することで、容易且つ高精度にロータの回転情報を検出することができるようになる。

【特許文献1】特開2003-269995号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

このように、一列に配設された4つの磁気抵抗素子ブリッジA～Dによる各分圧出力からその差動出力 V_d ($V_d = 2 \times (V_3 - V_4) - (V_1 - V_2)$) を求めることで、ロータの形状に係らずエアギャップ特性最小点をほぼ一定に維持することはできる。

【0011】

しかしながら、図15及び図16からも明らかなように、ロータ形状が異なれば上記差動出力 V_d の波形も自ずと変化する。例えば、図15に例示したロータ形状では、ロータの山部及び谷部に対応する差動出力波形は共に、略正弦波になる。一方、図16に例示したロータ形状では、ロータの山部及び谷部に対応する差動出力波形は共に、山部及び谷部の中心部において振幅が大きく減衰し、いわゆる磁気歪み現象が生じている。

【0012】

図17は、こうしたロータ形状に依存する出力波形の変化傾向をまとめたものである。同図17に示すように、ロータ形状aの場合、すなわちロータの山部及び谷部が共に比較的狭い場合は、山部及び谷部に対応する上記差動出力(磁気ベクトル振れ角)の波形は略正弦波になる。また、ロータ形状bの場合、すなわちロータの山部が比較的狭くて、谷部が比較的長い場合は、山部に対応する差動出力の波形は略正弦波になるものの、谷部に対応する差動出力波形は、谷部の中心部において大きく減衰するかたちとなる。また、ロータ形状cの場合、すなわちロータの山部と谷部とが共に比較的長い場合は、それら山部と谷部との各々中心部において差動出力波形の振幅が大きく減衰するかたちとなる。なお、以下では便宜上、この図17に例示したロータ形状a、b、cをそれぞれ「狭山ロータ」、「等ピッチロータ」、「長山ロータ」と定義する。

【0013】

そして、このようにロータの形状によって、上記差動出力 V_d の波形が変化してしまうと、該差動出力 V_d に基づいて回転情報を検出する際、その検出にかかる余裕度や角度精度なども微妙に変化するようになる。図18及び図19に、これら余裕度及び角度精度についてその概念を示す。

【0014】

図18は、上記余裕度の概念について、各種エアギャップと上記差動出力 V_d の出力波形との関係をもとに示したものである。同図18に示すように、エアギャップが増大するに従って、差動出力 V_d の振幅は減少する。そして、ロータの山部または谷部の中心部においてその差動出力 V_d の振幅が最小となる。このときの山部に対応する出力振幅の最小値とエアギャップ特性最小点との差、または谷部に対応する出力振幅の最小値とエアギャップ特性最小点との差のいずれか小さい方が余裕度となる。すなわち、この余裕度が所定

10

20

30

40

50

のレベル以下まで低下する場合は、誤パルスを生じて誤った回転情報が検出されることになる。

【0015】

図19は、上記角度精度の概念について、図18に例示した出力波形の一部（図中点線で示した領域）Sを拡大して示したものである。同図19においては、エアギャップ「大」の場合とエアギャップ「小」の場合との差動出力Vdの交点P1に対応する磁気ベクトル振れ角がエアギャップ特性最小点となる。そして、エアギャップ「中」の場合の差動出力Vdとこのエアギャップ特性最小点との交点をP2とすると、上記交点P1に対応するロータの回転角度 θ_1 とこの交点P2に対応するロータの回転角度 θ_2 との間には、角度差（ $\theta_1 - \theta_2$ ）が生じている。そして、この角度差が角度精度となる。換言すれば、この角度精度とは、上記差動出力Vdの波形に基づいてその回転情報を2値化する際のしきい値と交差する点の精度であるということもできる。

10

【0016】

このように、ロータ形状によって差動出力Vdの出力波形が変化する場合、ロータ回転情報の検出にかかる余裕度や角度精度も変化する。そして、例えば車載内燃機関にあっては前述のように、そのクランク軸やカム軸の回転検出にこのような回転検出装置が用いられているが、実情としては、クランク軸の回転検出に用いられる回転検出装置とカム軸の回転検出に用いられる回転検出装置では、これら余裕度や角度精度に対する要求も異なったものとなっている。具体的には、カム軸などに気筒判別用として設けられる長山ロータの場合は、角度精度よりもむしろ、高い余裕度が要求され、逆にクランク軸などに回転速度（角度）検出用として設けられる狭山ロータの場合は、余裕度よりはむしろ、高い角度精度が要求されている。しかし、上記従来の回転検出装置の場合、こうした要求が必ずしも満たされるとは限らない。

20

【0017】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、検出対象とするロータの形状に応じてその回転情報の検出特性に最適化された回転検出装置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】

【0018】

こうした目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、磁気抵抗素子を備えるセンサチップと前記磁気抵抗素子にバイアス磁界を付与するバイアス磁石とを備え、外周に山部と谷部とが交互に設けられた磁性体ロータが前記センサチップの近傍にて回転するとき前記バイアス磁界と協働して生じる磁気ベクトルの変化を前記磁気抵抗素子の抵抗値の変化として感知して前記ロータの回転態様を検出する回転検出装置として、前記センサチップを、各々ブリッジ接続されて前記ロータの回転方向に対応する方向に配列された少なくとも4つの磁気抵抗素子ブリッジを備えるものとして構成するとともに、前記バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第1の距離（D1）、同バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第2の距離（D2）とするとともに、前記磁気抵抗素子ブリッジのうち、前記内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて主成分出力を、前記外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて補正成分出力をそれぞれ生成し、それら生成した主成分出力と補正成分出力とのさらなる差動出力に基づいて前記ロータの回転情報に対応した単一の差動出力を求める差動回路を備えることとし、

30

40

（a1）前記ロータの山部及び谷部の形状において要求される特性が前記求められる単一の差動出力の波形に基づいて前記ロータの回転情報を2値化する際のしきい値（例えばエアギャップ特性最小点）と振幅との差である余裕度の確保であるとき、すなわち車載内燃機関のカム軸に設けられる前述の「長山ロータ」など、大きな磁気歪みが生じるロータを検出対象とするとき、前記第1及び第2の距離を「第1の距離（D1） < 第2の距離

50

(D 2) 」なる関係に設定することとした。

【 0 0 1 9 】

このような態様で磁気抵抗素子ブリッジを備える回転検出装置にあっては通常、内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジでの中点電位変化(抵抗値変化)と外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジでの中点電位変化(抵抗値変化)とでは、上記磁気ベクトルの変化に基づくそれら変化態様も自ずと異なったものとなる。そして、これら磁気抵抗素子ブリッジでの中点電位変化(抵抗値変化)は、バイアス磁石の上記ロータに対する側の端面を基準とした上記第1の距離と上記第2の距離とによっても調整可能であり、それら第1及び第2の距離の設定の仕方次第で、前述した余裕度や角度精度も変化することが発明者によって確認されている。したがって、バイアス磁石の上記ロータに対向する側の端面を基準としたこれら第1及び第2の距離を各別に設定する上記構成によれば、前述した「狭山ロータ」、「等ピッチロータ」、及び「長山ロータ」など、検出対象とするロータの形状に応じて要求される各異なる回転情報の検出特性に最適化された回転検出装置の実現も可能となる。

10

【 0 0 2 0 】

また、このような構成によれば、上記補正成分出力の低減に伴って上記求められる単一の差動出力もその波形振幅の好適な増大が図られ、より大きな余裕度が確保されるようになる。

【 0 0 2 2 】

また、請求項2に記載の発明のように、磁気抵抗素子を備えるセンサチップと前記磁気抵抗素子にバイアス磁界を付与するバイアス磁石とを備え、外周に山部と谷部とが交互に設けられた磁性体ロータが前記センサチップの近傍にて回転するとき前記バイアス磁界と協働して生じる磁気ベクトルの変化を前記磁気抵抗素子の抵抗値の変化として感知して前記ロータの回転態様を検出する回転検出装置として、前記センサチップを、各々ブリッジ接続されて前記ロータの回転方向に対応する方向に配列された少なくとも4つの磁気抵抗素子ブリッジを備えるものとして構成するとともに、前記バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第1の距離(D1)、同バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第2の距離(D2)とするとともに、前記磁気抵抗素子ブリッジのうち、前記内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの中点電位の差動出力に基づいて主成分出力を、前記外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの中点電位の差動出力に基づいて補正成分出力をそれぞれ生成し、それら生成した主成分出力と補正成分出力とのさらなる差動出力に基づいて前記ロータの回転情報に対応した単一の差動出力を求める差動回路を備えることとし、(b1)前記ロータの山部及び谷部の形状において要求される特性が、前記求められる単一の差動出力の波形に基づいて前記ロータの回転情報を2値化する際のしきい値と交差する点の精度である角度精度の確保であるとき、すなわち車載内燃機関のクランク軸に設けられる前述の「狭山ロータ」や「等ピッチロータ」など、少なくとも山部に関しては磁気歪みが殆ど生じないロータを検出対象とするとき、前記第1及び第2の距離を「第1の距離(D1) > 第2の距離(D2)」なる関係に設定する。

20

30

40

といった構成によれば、上記補正成分出力を通じてロータの山部に対するエッジ検出精度の向上が図られ、ひいては角度精度も高く保持されるようになる。

【 0 0 2 3 】

また、請求項3に記載の発明のように、磁気抵抗素子を備えるセンサチップと前記磁気抵抗素子にバイアス磁界を付与するバイアス磁石とを備え、外周に山部と谷部とが交互に設けられた磁性体ロータが前記センサチップの近傍にて回転するとき前記バイアス磁界と協働して生じる磁気ベクトルの変化を前記磁気抵抗素子の抵抗値の変化として感知して前記ロータの回転態様を検出する回転検出装置として、前記センサチップを、各々ブリッジ接続されて前記ロータの回転方向に対応する方向に配列された少なくとも4つの磁気抵

50

抗素子ブリッジを備えるものとして構成するとともに、前記バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第1の距離(D1)、同バイアス磁石の前記ロータに対向する側の端面からそれら磁気抵抗素子ブリッジのうちの外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの各中心までの距離を第2の距離(D2)とする

とともに、前記磁気抵抗素子ブリッジのうち、前記内側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて主成分出力を、前記外側に位置する少なくとも2つの磁気抵抗素子ブリッジの midpoint 電位の差動出力に基づいて補正成分出力をそれぞれ生成し、それら生成した主成分出力と補正成分出力とのさらなる差動出力に基づいて前記ロータの回転情報に対応した単一の差動出力を求める差動回路を備えることとし、

(c1) 前記ロータの山部及び谷部の形状において要求される特性が、前記求められる単一の差動出力の波形に基づいて前記ロータの回転情報を2値化する際のしきい値と振幅との差である余裕度の確保としきい値と交差する点の精度である角度精度の確保との両立であるとき、すなわち車載内燃機関のクランク軸に設けられる前述の「等ピッチロータ」など、山部に関しては磁気歪みが殆ど生じないものの、谷部では比較的大きな磁気歪みが生じるロータを検出対象とするとき、前記第1及び第2の距離を「第1の距離(D1) > 第2の距離(D2)」なる関係に設定する。

10

といった構成によれば、上記(b1)と同様、補正成分出力を通じてロータの山部に対するエッジ検出精度の向上が図られて、角度精度は高く保持される。また、このような「等ピッチロータ」の場合、上記第2の距離を短く設定しても、十分な余裕度が確保されることが、発明者による磁気シミュレーションによって確認されている。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

(第1の実施の形態)

以下、本発明に係る回転検出装置を具体化した第1の実施の形態について、図1～図6に基づき説明する。なお、本実施の形態の回転検出装置は、例えば車載内燃機関のカム軸に気筒判別用として設けられた長山ロータを検出対象とすべく最適化されたものである。

【0036】

図1は、本実施の形態に係る回転検出装置1aについてその回転検出対象となるロータとともにその概略の構成を示したものである。

30

同図1に示すように、この回転検出装置1aは、磁性体からなる長山ロータ6に向けてバイアス磁界を発生するバイアス磁石2と、磁気抵抗素子(MRE)ブリッジが形成されたセンサチップ3aとを備えて構成されている。ここで、バイアス磁石2は中空形状に形成されており、その中空部にセンサチップ3aが挿入、固定されている。なお、このセンサチップ3aは、高導電性の金属材料からなるリードフレーム上に搭載された状態で、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂によってモールド成形されている。

【0037】

また、上記バイアス磁石2は、その磁気的中心となる中心軸(センサチップ3の中心軸)が長山ロータ6の回転軸に向くように配設されている。これにより、バイアス磁石2から発せられているバイアス磁界は、該長山ロータ6の回転に伴って、その磁気ベクトルの振れ角が変化する。そして、このバイアス磁界の磁気ベクトルの振れ角の変化を検知して、センサチップ3aに形成されている磁気抵抗素子の抵抗値が変化する。こうした磁気抵抗素子の抵抗値変化は、ブリッジ回路の midpoint 電位の変化として取り出され、差動回路5によって差動演算される。

40

【0038】

図2は、上記センサチップ3aの特にセンサ部の構成を模式的に示した平面図である。同図2に示すように、センサチップ3aは、共通の基板上に形成された第1～第4の磁気抵抗素子ブリッジとして、4つの磁気抵抗素子ブリッジA、B、C、Dを備えている。このうち、外側の2つの磁気抵抗素子ブリッジAとBとは、バイアス磁石2の磁気的中心軸20に対して対称となる位置に形成されている。また、内側の2つの磁気抵抗素子ブリッ

50

ジCとDとは、これもバイアス磁石2の磁気的中心軸20に対して対称となる位置に、しかも同磁気的中心軸20と上記磁気抵抗素子ブリッジA及びBとの中間位置にそれぞれ形成されている。そして、同図2に示す通り、磁気抵抗素子ブリッジAとCとの間の距離L1、磁気抵抗素子ブリッジBとDとの間の距離L4、及び磁気抵抗素子ブリッジC、Dと上記中心軸20との間の距離L2、L3は、すべて同一に設定されている。

【0039】

なお、本実施の形態では、外側の2つの磁気抵抗素子ブリッジA、Bは、内側の2つの磁気抵抗素子ブリッジC、Dよりも、バイアス磁石2のロータ側端面から離間するかたちで配設されている。すなわち図2において、磁気抵抗素子ブリッジA、Bとバイアス磁石2のロータ側端面との間の距離D2は、磁気抵抗素子ブリッジC、Dとバイアス磁石2のロータ側端面との間の距離D1よりも長く設定されている ($D2 > D1$)。 10

【0040】

また、上記各磁気抵抗素子ブリッジA～Dは、実際には先の図14に例示した態様でブリッジ接続されたそれぞれ4個の磁気抵抗素子から構成されている。そして、これら各磁気抵抗素子の抵抗値変化として、上記バイアス磁石2から発せられるバイアス磁界の磁気ベクトル変化が検出される。また、この検出された磁気抵抗素子の抵抗値変化は上述のように、各ブリッジ回路の midpoint 電位V1～V4として取り出され、差動回路5に入力されるようになる。

【0041】

図3は、この差動回路5の構成を示す回路図である。同図3に示すように、差動回路5は、3つの差動増幅器A1、A2、A3から構成されている。ここで、差動増幅器A1は、2倍の増幅率をもって、磁気抵抗素子ブリッジC、Dの midpoint 電位V3、V4の差動出力「 $2 \times (V3 - V4)$ 」を出力する。また、差動増幅器A2は、磁気抵抗素子ブリッジA、Bの midpoint 電位V1、V2の差動出力「 $V1 - V2$ 」を出力する。そして、差動増幅器A3では、これら差動増幅器A1及びA2の出力をさらに差動演算して、単一の差動出力「 $Vd = 2 \times (V3 - V4) - (V1 - V2)$ 」を求める。本実施の形態の回転検出装置では、この単一の差動出力Vdに基づいてロータ6の回転情報を検出することとなる。 20

【0042】

差動回路5ではこのように、差動出力Vdとして、主成分としての磁気抵抗素子ブリッジC、Dからの midpoint 電位出力と、補正成分としての磁気抵抗素子ブリッジA、Bからの midpoint 電位出力との二つの成分からなる信号を出力する。このため、主成分に対してこの補正成分の出力波形の振幅を変更させることによって、差動出力Vdとしての出力波形も所望の振幅または形状に変更することが可能となる。 30

【0043】

そこで、本実施の形態では上述のように、補正成分を形成する上記外側の2つの磁気抵抗素子ブリッジA、Bをバイアス磁石2のロータ側端面から離間する位置に配設することで、同補正成分を減少させ、ひいては差動出力Vdの振幅を増大させるようにしている。これにより、長山ロータ6を検出対象とする回転検出装置1aとしての回転情報検出にかかる余裕度も的確に高められるようになる。 40

【0044】

以下、上記磁気抵抗素子ブリッジA、Bの配設位置と余裕度の関係について、図4に基づいて説明する。

図4は、主成分を形成する内側の2つの磁気抵抗素子ブリッジC、Dを所定の位置に固定して

(イ) 磁気抵抗素子ブリッジA、Bを磁気抵抗素子ブリッジC、Dよりもバイアス磁石2のロータ側端面から離間する位置に配設した場合 ($D2 > D1$)。

(ロ) 磁気抵抗素子ブリッジA～Dを一行に配設した場合 ($D2 = D1$)。

(ハ) 磁気抵抗素子ブリッジA、Bを磁気抵抗素子ブリッジC、Dよりもバイアス磁石2のロータ側端面に近接する位置に配設した場合 ($D2 < D1$)。

の各々について行った磁気シミュレーションの結果を示したものである。 50

【 0 0 4 5 】

同図 4 から明らかなように、同一のエアギャップにおいては、上記 (イ) の「 $D_2 > D_1$ 」とした場合、すなわち磁気抵抗素子ブリッジ A、B を磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面から離間する位置に配設した場合が、余裕度が高くなる。また、上記 (ハ) の「 $D_2 < D_1$ 」とした場合、すなわち磁気抵抗素子ブリッジ A、B を磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設した場合は、逆に余裕度が大きく低下する。そして、全体的には、磁気抵抗素子ブリッジ A、B とバイアス磁石 2 のロータ側端面との間の距離 D_2 が大きければ大きいほど、余裕度は高くなる。また一方、エアギャップが増大するにしたがって、余裕度が低下する傾向にあることも、この図 4 のシミュレーション結果から明らかである。このため、磁気抵抗素子ブリッジ A、B を磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設した場合には、エアギャップが増大すると、余裕度が基準値 (余裕度 = 1) 以下に低下してしまうこととなる。ここで、この基準値 (余裕度 = 1) とは、差動出力 V_d を 2 値化してパルス信号を生成する際に、誤パルスを生じさせないために必要とされる差動出力 V_d の出力振幅である。

10

【 0 0 4 6 】

このように、磁気抵抗素子ブリッジ A、B の配設位置が、回転検出装置 1 a としての回転情報検出にかかる余裕度に大きな影響を与えている。そして、長山ロータ 6 の場合は、磁気抵抗素子ブリッジ C、D の配設位置に対し、磁気抵抗素子ブリッジ A、B をバイアス磁石 2 のロータ側端面からより離間する位置に配設することで、この余裕度が高められるようになる。

20

【 0 0 4 7 】

一方、磁気抵抗素子ブリッジ A、B の配設位置は、ロータの回転情報を検出する際の角度精度に対しても影響を与える。この影響について磁気シミュレーションを行った結果を図 5 に示す。なお、同図 5 においては、長山ロータ 6 以外に、狭山ロータ及び等ピッチロータについてのシミュレーション結果も併せて図示している。

【 0 0 4 8 】

この図 5 から明らかなように、いずれのロータ形状においても、磁気抵抗素子ブリッジ C、D の配設位置に対し、磁気抵抗素子ブリッジ A、B をバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設することで ($D_2 < D_1$)、角度精度は高くなる。そして、磁気抵抗素子ブリッジ A、B とバイアス磁石 2 のロータ側端面との間の距離 D_2 が短ければ短いほど、同角度精度が高められるようになる。また、この距離 D_2 が同一である場合には、狭山ロータを検出対象とした場合にもっとも角度精度が高く、次いで等ピッチロータ、長山ロータの順に角度精度が低くなる。

30

【 0 0 4 9 】

ただし前述のように、車載内燃機関のカム軸などに気筒判別用として設けられる上記長山ロータ 6 の場合は、角度精度よりもむしろ、高い余裕度が要求されている。これは、カム軸に気筒判別センサとして設けられる回転検出装置の場合、いわゆるクランク角センサなどとは異なり、機関始動後、一度だけ気筒判別のための回転情報が検出できればよく、また機関構造上からもエアギャップに対する余裕度 (自由度) をより大きく確保したいことによる。このため、本実施の形態では、磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりも、磁気抵抗素子ブリッジ A、B をバイアス磁石 2 のロータ側端面から離間した位置に配設することで、角度精度を多少犠牲にしながらも高い余裕度を確保するようにしている。

40

【 0 0 5 0 】

図 6 は、上記長山ロータ 6 を検出対象とする場合において、磁気抵抗素子ブリッジ A、B の配設位置と上記差動出力 V_d 及び該差動出力 V_d を構成する主成分、補正成分との関係を示したものである。このうち、図 6 (a) は、磁気抵抗素子ブリッジ A、B が、磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設された場合 ($D_2 < D_1$) の差動出力 V_d 、及びその主成分、補正成分波形を示している。また、図 6 (b) は、磁気抵抗素子ブリッジ A ~ D を一列に配設した場合 ($D_2 = D_1$) の

50

同じく差動出力 V_d 、及びその主成分、補正成分出力波形を示している。そして図 6 (c) は、磁気抵抗素子ブリッジ A、B が、磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面に離間する位置に配設される場合 ($D_2 > D_1$) の差動出力 V_d 、及びその主成分、補正成分波形を示している。

【 0 0 5 1 】

これら図 6 (a) ~ (c) から明らかなように、磁気抵抗素子ブリッジ A、B がバイアス磁石 2 のロータ側端面から離間されるにしたがって、補正成分「 $V_1 - V_2$ 」の出力波形の振幅が低下し、その結果、差動出力 V_d の振幅が増大する。これにより、図 6 (a) での余裕度を W_a 、図 6 (b) での余裕度を W_b 、図 6 (c) での余裕度を W_c とした場合、 $W_a < W_b < W_c$ といった関係で確実に余裕度が高められるようになる。

10

【 0 0 5 2 】

以上説明したように、本実施の形態にかかる回転検出装置によれば、以下のような効果が得られるようになる。

・図 2 に例示した態様で、外側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ A、B を、内側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面から離間する位置に配設した。これにより、補正成分「 $V_1 - V_2$ 」の振幅が減少して、差動出力 V_d の振幅が増大されるようになり、長山ロータ 6 を検出対象とする場合の回転情報の検出にかかる余裕度を好適に高めることができるようになる。

【 0 0 5 3 】

(第 2 の実施の形態)

20

以下、本発明に係る回転検出装置を具体化した第 2 の実施の形態について、図 7 ~ 図 1 1 に基づき説明する。なお、本実施の形態の回転検出装置は、例えば車載内燃機関のクランク軸に回転速度 (角度) 検出用として設けられた狭山ロータを検出対象とすべく最適化されたものである。また、本実施の形態の回転検出装置は、先の第 1 の実施の形態において、磁気抵抗素子ブリッジ A、B を、磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設したものであり、その他の点は先の第 1 の実施の形態と同一の構造となっている。このため、それら共通する部分についての重複する説明は割愛する。

【 0 0 5 4 】

図 7 は、本実施の形態にかかる回転検出装置 1 b について、その回転検出対象となる狭山ロータ 7 とともにその概略の構成を示したものである。

30

同図 7 に示すように、この回転検出装置 1 b は、磁性体からなる狭山ロータ 7 に向けてバイアス磁界を発生するバイアス磁石 2 と、磁気抵抗素子 (M R E) ブリッジが形成されたセンサチップ 3 b とを備えて構成されている。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、上記センサチップ 3 b の特にセンサ部の構成を模式的に示した平面図である。同図 8 に示すように、外側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ A、B とバイアス磁石 2 のロータ側端面との間の距離 D_2 は、内側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ C、D とバイアス磁石 2 のロータ側端面との間の距離 D_1 よりも短くなっている ($D_2 < D_1$)。すなわち、磁気抵抗素子ブリッジ A、B は、磁気抵抗素子ブリッジ C、D の配設位置よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設されている。

40

【 0 0 5 6 】

なお、本実施の形態においても、内側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ C、D の中点電位 V_3 、 V_4 の差動出力「 $2 \times (V_3 - V_4)$ 」を主成分、外側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ A、B の中点電位の差動出力「 $V_1 - V_2$ 」を補正成分としている。そして、これら主成分と補正成分とのさらなる差動出力を単一の差動出力 V_d ($V_d = 2 \times (V_3 - V_4) - (V_1 - V_2)$) として求めて、この差動出力 V_d に基づいて狭山ロータ 7 の回転情報を検出することとなる。

【 0 0 5 7 】

このように磁気抵抗素子ブリッジ A ~ D を配設することで、上記補正成分の増大に伴っ

50

て狭山ロータ7の山部に対するエッジ検出精度の向上が図られ、さらには狭山ロータ7を検出対象とする場合の回転情報の検出にかかる角度精度も好適に高められるようになる。

【0058】

また、先の図5において既に示したように、磁気抵抗素子ブリッジA、Bとバイアス磁石2のロータ側端面との間の距離が短ければ短いほど、角度精度は高められるようになる。

【0059】

図9は、上記狭山ロータ7を検出対象とする場合において、磁気抵抗素子ブリッジC、Dを所定の位置に固定して、磁気抵抗素子ブリッジA、Bの配設位置を変化させた場合の余裕度の変化について磁気シミュレーションを行った結果を示したものである。同図9に示すように、磁気抵抗素子ブリッジA、Bとバイアス磁石2のロータ側端面との間の距離D2を短くすればするほど、狭山ロータ7を検出対象とするときの回転情報の検出にかかる余裕度が高くなる。

【0060】

このように、狭山ロータ7を検出対象とした場合は、磁気抵抗素子ブリッジA、Bをできる限りバイアス磁石2のロータ側端面に近接する位置に配設することで、角度精度の確保と余裕度の確保との両立ができるようになる。

【0061】

ところで、磁気抵抗素子ブリッジA、Bを配設する際に、その配設位置の制限となるのは磁気抵抗素子を安定的に動作させるために必要とされる飽和磁界である。また、バイアス磁石2の中心軸方向の中心からその端面に向かって、バイアス磁界の磁界強度が低下し、そしてこの端面の近傍においては、バイアス磁界が上記必要なバイアス磁界以下に弱くなることもある。このため、磁気抵抗素子ブリッジA～Dの配設位置は、少なくとも飽和磁界(約-20mT)が確保できる位置に設定することが望ましい。そこで、本実施の形態では、磁気抵抗素子ブリッジA～Dを上記飽和磁界となる等磁力線上に配設してセンサチップ3bを構成するようにしている。

【0062】

なお、上記飽和磁界を確保することができれば、磁気抵抗素子ブリッジA～Dは必ずしも等磁力線上に配設しなくてもよい。

図10は、上記狭山ロータ7を検出対象とする場合において、磁気抵抗素子ブリッジA、Bの配設位置と上記差動出力Vdとの関係を示したものである。このうち、図10(a)は、磁気抵抗素子ブリッジA、Bが、磁気抵抗素子ブリッジC、Dよりもバイアス磁石2のロータ側端面から離間する位置に配設された場合($D2 > D1$)において、各種エアギャップ(大、中、小)の場合の差動出力Vdの波形を示している。また、図10(b)は、磁気抵抗素子ブリッジA～Dを一行に配設した場合($D2 = D1$)において、各種エアギャップ(大、中、小)の場合の差動出力Vdの波形を示している。そして図10(c)は、磁気抵抗素子ブリッジA、Bが、磁気抵抗素子ブリッジC、Dよりもバイアス磁石2のロータ側端面に近接する位置に配設された場合($D2 < D1$)において、各種エアギャップ(大、中、小)の場合の差動出力Vdの波形を示している。これら図10(a)～(c)に示すように、エアギャップが大の場合の差動出力Vdの波形とエアギャップが小の場合の差動出力Vdの波形との交点に対応する磁気ベクトル振れ角がエアギャップ特性最小点となる。

【0063】

また、図11(a)～(c)は、図10(a)～(c)に示した各種エアギャップにおける差動出力Vdの出力波形の交点付近を拡大して示したものである。図11(a)に示すように、磁気抵抗素子ブリッジA、Bが、磁気抵抗素子ブリッジC、Dよりもバイアス磁石2のロータ側端面から離間する位置に配設された場合($D2 > D1$)は、回転検出にかかる角度精度が1となる。また、図11(b)に示すように、磁気抵抗素子ブリッジA～Dを一行に配設した場合($D2 = D1$)は、角度精度が2となる。そして図11(c)に示すように、磁気抵抗素子ブリッジA、Bが、磁気抵抗素子ブリッジC、Dよ

10

20

30

40

50

りもバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設された場合 ($D_2 < D_1$) は、角度精度が 3 となる。これら図 1 1 (a) ~ (c) から明らかなように、上記角度精度は、「 $1 > 2 > 3$ 」なる関係を示している。すなわち、磁気抵抗素子ブリッジ A、B の配設位置は、バイアス磁石 2 のロータ側端面に近接すればするほど、回転検出にかかる角度精度が高められることとなる。

【 0 0 6 4 】

このように、車載内燃機関のクランク軸に回転速度 (角度) 検出用として設けられる上記狭山ロータ 7 を検出対象とする場合は、磁気抵抗素子ブリッジ A、B をバイアス磁石 2 のロータ側端面により近接する位置に配設することで、特に角度精度の確保が容易となる。

10

【 0 0 6 5 】

以上説明したように、本実施の形態にかかる回転検出装置によれば、以下のような効果が得られるようになる。

・図 8 に例示する態様で、外側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ A、B を、内側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりも、バイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設した。これにより、狭山ロータ 7 を検出対象とする場合の回転検出にかかる角度精度が好適に高められるようになる。

【 0 0 6 6 】

なお、上記実施の形態では、車載内燃機関のクランク軸に設けられる回転速度 (角度) 検出用ロータとして、上記狭山ロータ 7 を例にとって説明したが、このようなロータとしては、前述した等ピッチロータが用いられることもある。この等ピッチロータは前述のように、上記狭山ロータ 7 と比較して、谷部が比較的長い構造となる。これにより、この等ピッチロータを検出対象とする場合の回転検出にかかる角度精度及び余裕度は、先の狭山ロータ 7 とは異なる傾向を示すようになる。

20

【 0 0 6 7 】

図 1 2 は、上記等ピッチロータ 8 とともに、該等ピッチロータ 8 を検出対象とする場合の回転検出装置 1 c の概略の構成を示したものである。同図 1 2 において、センサチップ 3 c は、先のセンサチップ 3 b と略同様な構造を有して、すなわち外側の二つの磁気抵抗素子ブリッジ A、B は、内側の 2 つの磁気抵抗素子ブリッジ C、D よりもバイアス磁石 2 のロータ側端面に近接する位置に配設されている。このため、このセンサチップ 3 c につ

30

【 0 0 6 8 】

図 1 3 は、上記等ピッチロータ 8 を検出対象とする場合において、磁気抵抗素子ブリッジ C、D を所定の位置に固定して、磁気抵抗素子ブリッジ A、B の配設位置を変化させた場合の余裕度の変化について磁気シミュレーションを行った結果を示したものである。同図 1 3 に示すように、磁気抵抗素子ブリッジ A、B の配設位置がバイアス磁石 2 のロータ側端面から離間すればするほど、すなわち距離 D_2 が長ければ長いほど、余裕度が高くなる。この点は、先の狭山ロータ 7 とは異なっている。また、図 1 3 から明らかなように、距離 D_2 が小の場合であっても、基準値 (余裕度 = 1) に対して比較的高い余裕度が確保されている。

40

【 0 0 6 9 】

このため、上記等ピッチロータを検出対象とする場合には、そのセンサチップ 3 c を先の図 8 に例示した態様で構成することで、余裕度の確保と角度精度の確保との好適な両立が図られるようになる。

【 0 0 9 5 】

(他の実施の形態)

なお、上記各実施の形態は、以下の態様をもって実施することもできる。

・上記各実施の形態では、上記距離 $L_1 \sim L_4$ は、すべて等間隔であることとしたが、これらの距離 $L_1 \sim L_4$ は、必ずしも等間隔にする必要がなく、例えば距離 L_2 と距離 L_3 とを適宜広げるようにしてもよい。

50

【0096】

・上記各実施の形態では、バイアス磁石2が中空部を有して形成されることとしたが、このバイアス磁石2の形状は、これに限らず、例えば断面略U字状など他の形状に適宜形成するようにしてもよい。

【0097】

・上記各実施の形態では、センサチップ3(3a~3c)などが樹脂によってモールド成形されることとしたが、モールド成形をせずに直接このセンサチップ3をバイアス磁石2に配設するようにしてもよい。

【0098】

・上記各実施の形態では、バイアス磁石2の磁気的中心軸20に対して、対称位置に配設された4つの磁気抵抗素子ブリッジA~Dを用いることとしたが、これに限らず、バイアス磁石2の磁気的中心軸20に第5の磁気抵抗素子ブリッジEを追加するなど4つ以上の磁気抵抗素子ブリッジを用いるようにしてもよい。

【0099】

・上記各実施の形態では、差動増幅器A3の増幅率K3は「1」に設定されることとしたが、この増幅率K3を「1」以上の値に設定するようにしてもよい。これにより、いずれのロータ形状においても、差動出力Vdの振幅が増幅されるため、余裕度が高められるようになる。

【0100】

・上記各実施の形態では、余裕度または角度精度の向上を、磁気抵抗素子ブリッジA、Bの配設位置を設定することで実現するようにした。しかしこれに代えて、磁気抵抗素子ブリッジA、Bの配設位置の設定と差動増幅器A1~A3の増幅率K1~K3の設定とを同時に行うようにしてもよい。これにより、例えばセンサチップ3において磁気抵抗素子ブリッジA、Bの配設位置が所望の位置とずれたときであっても、差動増幅器A1~A3の増幅率K1~K3の設定を通じて、所望の差動出力を得ることが可能となる。またこの場合、磁気抵抗素子ブリッジの配設位置のずれによってセンサチップ3が欠陥品となることがなくなり、センサチップ3の製造歩留まりも確実に向上されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】本発明にかかる第1の実施の形態について、その回転検出対象となるロータとともにその回転検出装置の概略の構成を示すブロック図。

【図2】同回転検出装置に用いられるセンサチップの構成を模式的に示した平面図。

【図3】同回転検出装置に用いられる差動回路の構成を示す回路図。

【図4】磁気抵抗素子ブリッジの配設位置と余裕度との関係を示すグラフ。

【図5】磁気抵抗素子ブリッジの配設位置と角度精度との関係を示すグラフ。

【図6】(a)~(c)は同第1の実施の形態について、長山ロータを回転検出対象とする場合において、磁気抵抗素子ブリッジの配設位置と差動出力Vd及び該差動出力Vdを形成する主成分、補正成分との関係を示すグラフ。

【図7】本発明にかかる第2の実施の形態について、その回転検出対象となるロータとともにその回転検出装置の概略の構成を示すブロック図。

【図8】同回転検出装置に用いられるセンサチップの構成を模式的に示した平面図。

【図9】磁気抵抗素子ブリッジの配設位置と余裕度との関係を示すグラフ。

【図10】(a)~(c)は同第2の実施の形態について、狭山ロータを回転検出対象とする場合において、磁気抵抗素子ブリッジの配設位置と差動出力Vdとの関係を示すグラフ。

【図11】(a)~(c)は図10に示されるエアギャップ特性最小点近傍を拡大して示した図であり、磁気抵抗素子ブリッジの配設位置と角度精度との関係を示したグラフ。

【図12】同第2の実施の形態について、等ピッチロータとともに該等ピッチロータを回転検出対象とする場合の回転検出装置の概略の構成を示すグラフ。

【図13】同等ピッチロータを回転検出対象とする場合において、磁気抵抗素子ブリッジ

10

20

30

40

50

の配設位置と余裕度との関係を示すグラフ。

【図14】従来のセンサチップの構成を示す平面図。

【図15】従来のセンサチップの構成において、一例として狭山ロータの場合の差動出力を示すグラフ。

【図16】従来のセンサチップの構成において、一例として長山ロータの場合の差動出力を示すグラフ。

【図17】各種ロータ形状における差動出力Vdの出力波形例を示すグラフ。

【図18】余裕度の概念を示すための差動出力の波形例を示すグラフ。

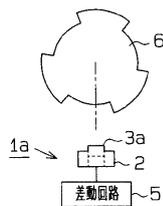
【図19】角度精度の概念を示すための差動出力の波形例を示すグラフ。

【符号の説明】

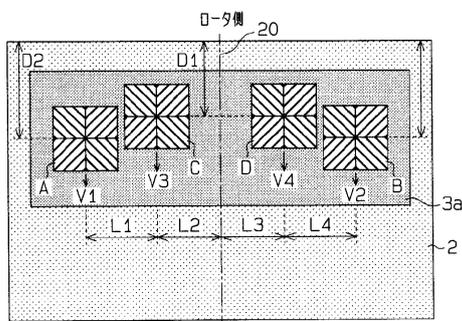
【0102】

1 a、1 b、1 c ... 回転検出装置、2 ... パイアス磁石、3 (3 a ~ 3 c) ... センサチップ、5 ... 差動回路、A 1 ... 第1の差動増幅器、A 2 ... 第2の差動増幅器、A 3 ... 第3の差動増幅器、6 ... 長山ロータ、7 ... 狭山ロータ、8 ... 等ピッチロータ、A, B, C, D ... 磁気抵抗素子ブリッジ。

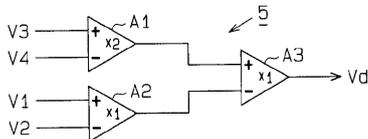
【図1】



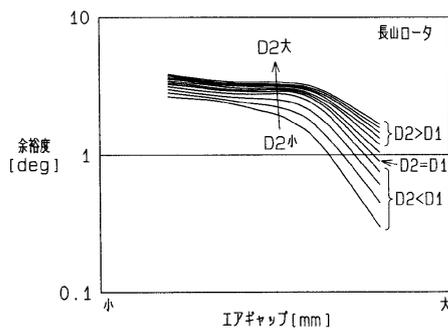
【図2】



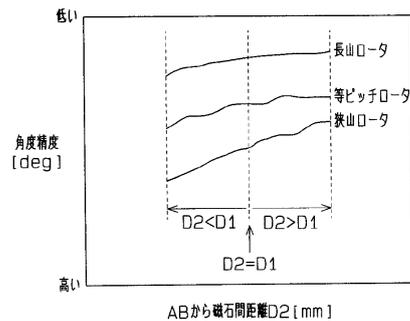
【図3】



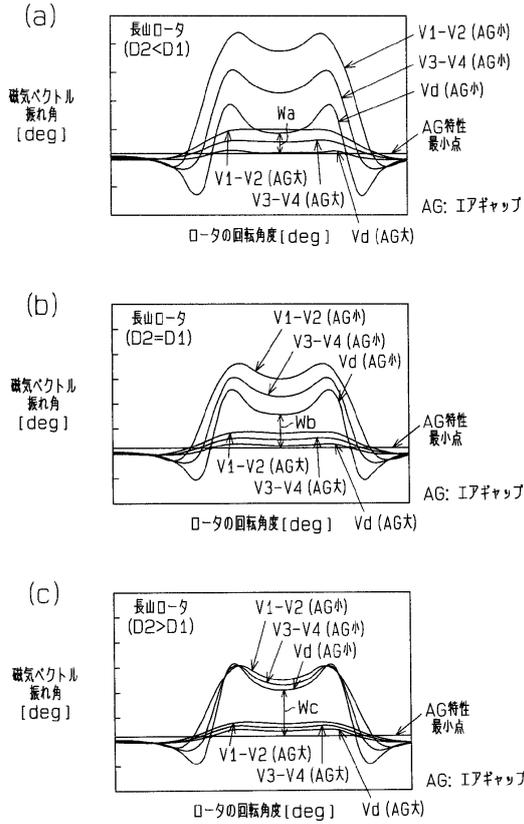
【図4】



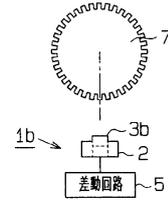
【図5】



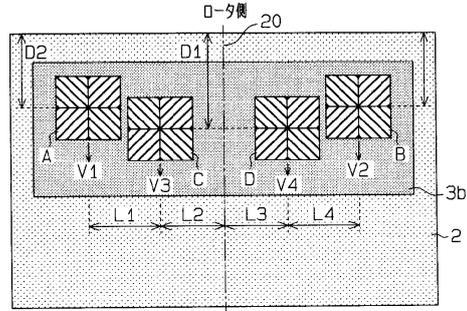
【 図 6 】



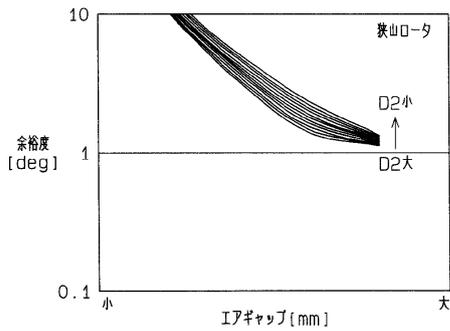
【 図 7 】



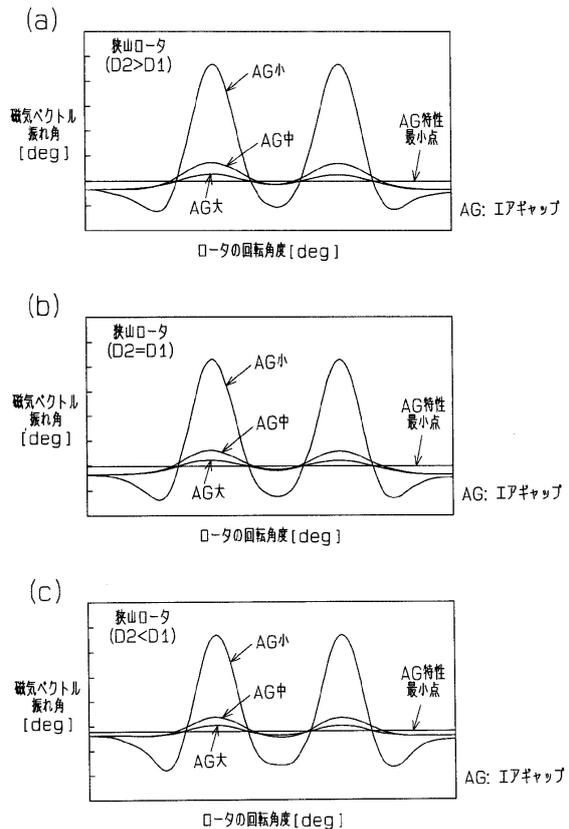
【 図 8 】



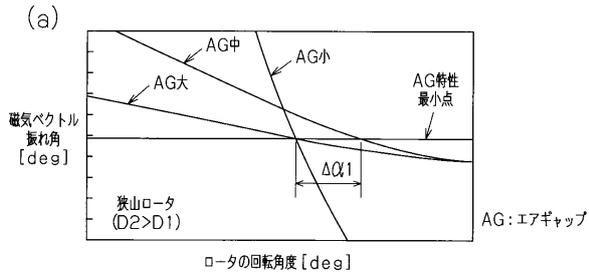
【 図 9 】



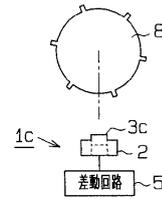
【 図 10 】



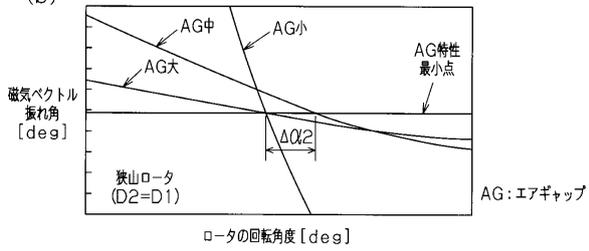
【図 1 1】



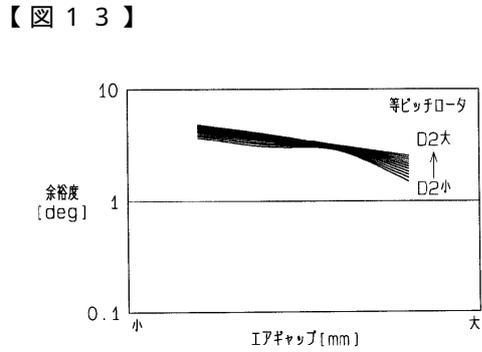
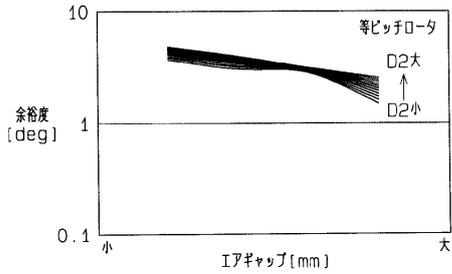
【図 1 2】



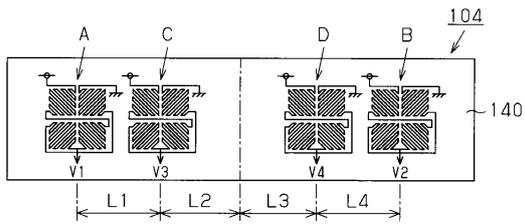
(b)



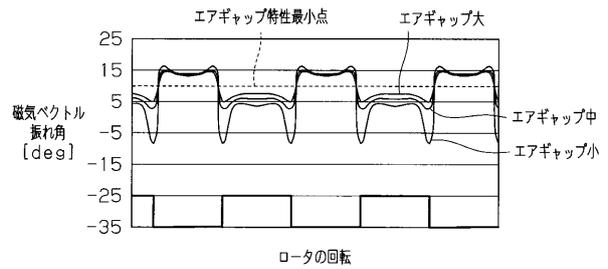
【図 1 3】



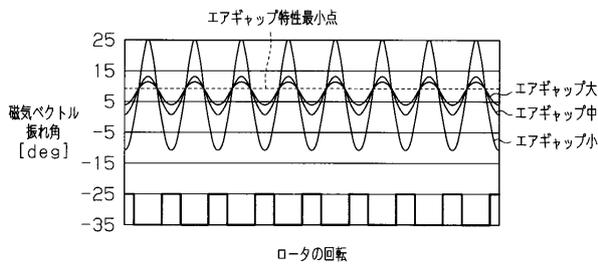
【図 1 4】



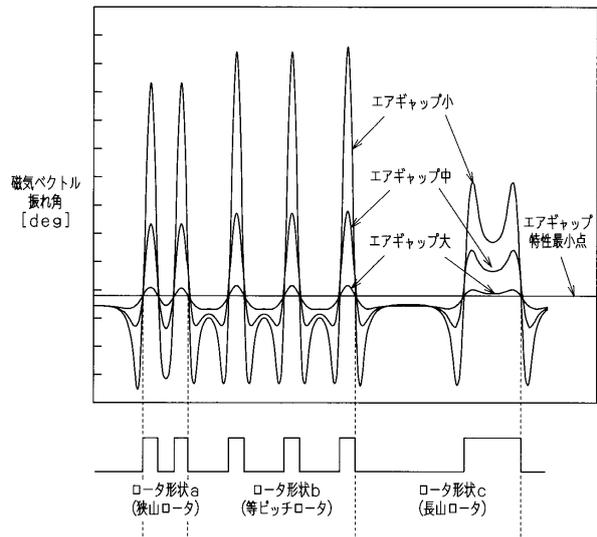
【図 1 6】



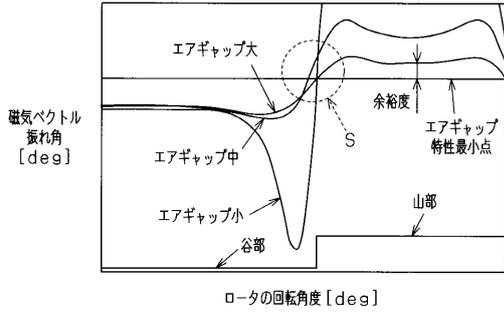
【図 1 5】



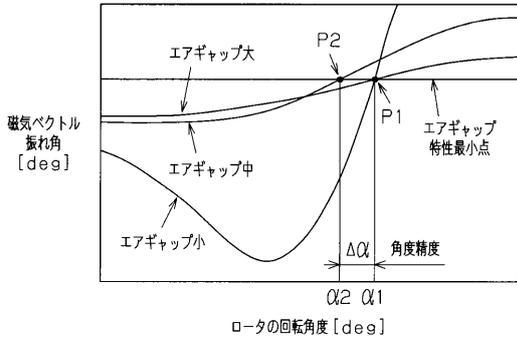
【図 1 7】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-269995(JP,A)
特開2004-109113(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00 - 5/62

G01P 1/00 - 3/80