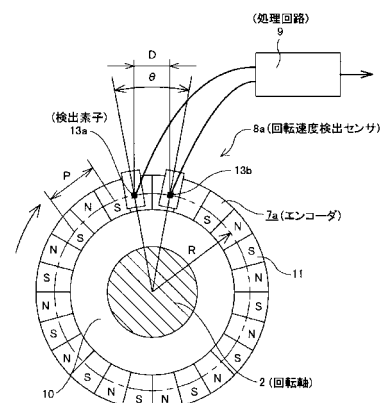




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転部材の一部に支持され、この回転部材の回転中心と同心に設けられた被検出部の特性を円周方向に関して交互に変化させたエンコーダと、検出部をこのエンコーダの被検出部に対向させた状態で静止部材に支持された回転速度検出センサと、この回転速度検出センサの検出信号に基づいて上記回転部材の回転速度を算出若しくはこの回転速度に対応する信号を出力する処理回路とから成る回転速度検出装置に於いて、上記回転速度検出センサは、上記エンコーダの円周方向にずらして配置された 1 対の検出素子を備えたものであり、上記処理回路は、これら両検出素子の検出信号の時間差に基づいて、上記回転部材の回転速度を算出若しくはこの回転速度に対応する信号を出力するものである事を特徴とする回転速度検出装置。 10

【請求項 2】

1 対の検出素子が、所定の間隔をあけた状態で単一の保持部材若しくは I C のウエハ基板に保持されている、請求項 1 に記載した回転速度検出装置。

【請求項 3】

保持部材が、1 対の検出素子の出力信号を処理する為の I C のウエハ基板であり、これら両検出素子が、このウエハ基板に保持されており、この I C は、これら両検出素子の出力信号の時間差に基づいて、回転部材の回転速度を算出若しくはこの回転速度に対応する信号を出力するものである、請求項 2 に記載した回転速度検出装置。 20

【請求項 4】

互いに同心に配置された、回転しない静止輪及び回転する回転輪と、これら静止輪及び回転輪の互いに対向する面に形成された、静止側軌道面と回転側軌道面との間に設けられた複数の転動体と、上記回転輪の一部に支持され、この回転輪と同心に設けられた被検出部の特性を円周方向に関して交互に変化させたエンコーダと、それぞれの検出部をこのエンコーダの被検出部に対向させた状態で上記静止輪に、上記エンコーダの円周方向にずらして配置された 1 対の検出素子とを備えた回転速度検出センサ付転がり軸受。 20

【請求項 5】

1 対の検出素子が、所定の間隔をあけた状態で単一のホルダ内若しくは I C のウエハ基板に保持されている、請求項 4 に記載した回転速度検出センサ付転がり軸受。 30

【請求項 6】

保持部材が、1 対の検出素子の出力信号を処理する為の I C のウエハ基板であり、これら両検出素子が、このウエハ基板に保持されており、この I C は、これら両検出素子の出力信号の時間差に基づいて、回転部材の回転速度を算出若しくはこの回転速度に対応する信号を出力するものである、請求項 5 に記載した回転速度検出センサ付転がり軸受。 30

【請求項 7】

1 対の検出素子が、磁気式のセンサと、光学式のセンサと、渦電流式のセンサと、電磁誘導式のセンサとのうちから選択される何れかのセンサである、請求項 1 ～ 6 の何れかに記載した回転速度検出センサ付転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明に係る回転速度検出装置及び回転速度検出センサ付転がり軸受は、例えば各種車両（自動車、鉄道車両）の車輪の回転速度を検出する為に、或は各種産業機械の回転軸の回転速度を検出する為に利用する。 40

【0002】

【従来の技術】

アンチロックブレーキシステム（ABS）やトラクションコントロールシステム（TCS）を制御する為に、転がり軸受ユニットにより懸架装置に支持された車輪の回転速度を検出する必要がある。又、各種産業機械を適切に運転する為に、当該産業機械の回転軸の回転速度を検出する必要がある。この為従来から、各種回転速度検出装置が提案され、実際 50

に使用されている。例えば、特許文献 1 には、図 17～18 に示す様な回転速度検出装置が記載されている。

【0003】

この回転速度検出装置は、使用時にも回転しない静止部材であるハウジング 1 の内径側に、使用時に回転する回転部材である回転軸 2 を、軸受 3 により回転自在に支持している。又、この回転軸 2 の外周面と上記ハウジング 1 の内周面との間の空間 4 の端部開口を、組み合わせシールリング 5 により塞いでいる。そして、この組み合わせシールリング 5 を構成するスリング 6 の外側面に、円輪状のエンコーダ 7 を添着している。このエンコーダ 7 は、ゴム磁石等の永久磁石で、軸方向に着磁されている。着磁方向は、円周方向に関して交互に、且つ、等間隔で変化させている。従って、上記エンコーダ 7 の外側面には N 極と S 極とが交互に、且つ、等間隔で配置されている。 10

【0004】

一方、上記ハウジング 1 には回転速度検出センサ 8 を支持し、この回転速度検出センサ 8 の検出部を、上記エンコーダ 7 の被検出面である外側面に近接対向させている。上記回転速度検出センサ 8 は、ホール素子、磁気抵抗素子（MR 素子）等、磁束の方向や強さに応じて特性が変化する磁気検出素子を備え、この磁気検出素子の特性変化に対応して出力信号を変化させる。上記回転軸 2 が回転すると、上記回転速度検出センサ 8 の検知部の端面近傍を、上記エンコーダ 7 の外側面に配置された S 極と N 極とが交互に通過する。この為、上記回転速度検出センサ 8 に組み込んだ磁気検出素子の特性が変化し、この回転速度検出センサ 8 の出力が変化する。この様にして回転速度検出センサ 8 の出力が変化する周波数は、上記回転軸 2 の回転速度に比例する。 20

【0005】

従って、この回転速度検出センサ 8 の出力を図示しない処理回路に送れば、上記回転軸 2 の回転速度を求める（或はこの回転速度に見合う信号を得る）事ができる。尚、この処理回路で、上記回転速度検出センサ 8 の出力信号に基づいて上記回転軸 2 の回転速度を求めるには、この出力信号の変化の周期から求める方法と、単位時間当たり変化の回数（周波数）とから求める方法とがある。上記回転速度は、上記周期と反比例し、周波数とは比例する。

【0006】

【特許文献 1】

特開平 8-338435 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

回転軸 2 等の回転部材の回転速度をリアルタイムで求める為には、この回転速度を、回転速度検出センサ 8 の出力信号の変化の周期から求める事が好ましい。この変化の周波数から求めるのでは、この周期の数倍乃至は数十倍の所定時間（単位時間）毎にしか、上記回転速度を求める事ができない。この為、求めた回転速度とその瞬間の回転速度との間に差が生じ易く、求めた回転速度により ABS や TCS を適切に制御する事ができない。これに対して、上記出力信号の変化の周期から回転速度を求めれば、求めた回転速度とその瞬間の回転速度との間の差を殆どなくす事ができて、求めた回転速度により ABS や TCS を適切に制御する事ができる。 40

【0008】

但し、上記出力信号の変化の周期から回転速度を正確に求める為には、エンコーダ 7 の被検出部の特性が円周方向に変化するピッチを正確に規制する必要がある。回転速度が同じとしても、このピッチが設計値よりも長いと上記出力信号の変化の周期が長くなり、このピッチが短いとこの周期が短くなる。この為、上記エンコーダ 7 の被検出部の特性が変化するピッチが、上記回転速度検出センサ 8 の検出部と対向する部分で全周に互って等しい事が、上記出力信号の変化の周期から回転速度を正確に求める為に必要になる。

【0009】

これに対して、上記ピッチは、次の ▲ 1 ▼ ▲ 2 ▼ に示した 2 通りの理由により、円周方向 50

に関して不同になる可能性がある。

▲ 1 ▼ エンコーダ 7 の製造誤差。

▲ 2 ▼ エンコーダ 7 の組み付け誤差。

このうちの▲ 1 ▼は、上記エンコーダ 7 の着磁方向を変化させるピッチが円周方向に関して不均一になる等で生じる。又、上記▲ 2 ▼は、上記エンコーダ 7 の被検出部の幾何中心と回転中心とがずれる事で生じる。この被検出部の着磁幅は、径方向外方に向かう程広くなるので、上記両中心がずれると、S 極と N 極とが変化するピッチが円周方向に関して不均一になる。何れにしても、変化のピッチが円周方向に関して不均一になると、回転速度検出センサ 8 の出力信号の変化の周期から回転速度を正確に求める事ができなくなる。この様な問題は、永久磁石製のエンコーダ 7 と磁気検出素子を組み込んだ回転速度検出センサ 8 との組み合わせに限らず、他の構造のエンコーダと回転速度検出センサとの組み合わせでも生じる。

10

【 0 0 1 0 】

勿論、エンコーダの加工精度及び組み付け精度を向上させれば、上記変化のピッチを円周方向に関して均一にし、回転速度検出センサの出力信号の変化の周期から回転速度を正確に求める事は可能である。但し、加工及び組み付けの両精度を何れも十分に向上させる必要があり、コストが嵩む事が避けられない。

本発明は、この様な事情に鑑みて、回転部材の回転速度をリアルタイムで且つ正確に求められる回転速度検出装置及び回転速度検出センサ付転がり軸受を、低コストで実現すべく発明したものである。

20

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明の回転速度検出装置及び回転速度検出センサ付転がり軸受のうち、請求項 1 に記載した回転速度検出装置は、エンコーダと、回転速度検出センサと、処理回路とから成る。このうちのエンコーダは、回転部材の一部に支持され、この回転部材の回転中心と同心に設けられた被検出部の特性を、円周方向に関して交互に変化させている。

又、上記回転速度検出センサは、検出部を上記エンコーダの被検出部に対向させた状態で、静止部材に支持されている。

更に、上記処理回路は、上記回転速度検出センサの検出信号に基づいて、上記回転部材の回転速度に対応する信号を出力する（回転速度そのものを算出する場合も含む）。

30

【 0 0 1 2 】

特に、本発明の回転速度検出装置に於いては、上記回転速度検出センサは、上記エンコーダの円周方向にずらせて配置された、1 対の検出素子を備えたものである。

そして、上記処理回路は、これら両検出素子の検出信号を入力し、これら両検出素子の検出信号の時間差に基づいて、上記エンコーダの回転速度を算出若しくはこの回転速度に対応する信号を出力する。

尚、好ましくは、請求項 2 に記載した様に、上記 1 対の検出素子を、所定の間隔をあけた状態で単一の保持部材に保持する。この保持部材としては、I C のウエハ基板、合成樹脂製のホルダ等が考えられる。要は、上記 1 対の検出素子の間隔を、設計値通りに規制した状態のままに固定できれば良い。

40

又、上記 1 対の検出素子としては、例えば請求項 7 に記載した様に、ホール素子、MR 素子、GMR 素子等の磁気式のセンサと、フォトランジスタ、フォトダイオード等の光学式のセンサと、渦電流式のセンサと、電磁誘導式のセンサとのうちから選択される何れかのセンサを使用できる。

【 0 0 1 3 】

一方、請求項 4 に記載した回転速度検出センサ付転がり軸受は、転がり軸受にエンコーダと 1 対の検出素子とを組み込んで、処理回路と組み合わせる事により、上記回転速度検出装置を構成できる様にしたものである。

このうちの転がり軸受は、互いに同心に配置された、回転しない静止輪及び回転する回転輪と、これら静止輪及び回転輪の互に対向する面に形成された、静止側軌道面と回転側

50

軌道面との間に設けられた複数の転動体とを備える。

又、上記エンコーダは、上記回転輪の一部に支持され、この回転輪と同心に設けられた被検出部の特性を円周方向に関して交互に変化させたものである。

更に、上記１対の検出素子は、それぞれの検出部をこのエンコーダの被検出部に対向させた状態で上記静止輪に、上記エンコーダの円周方向にずらせて配置されている。

尚、好ましくは、請求項６に記載した様に、上記１対の検出素子を、所定の間隔をあけた状態で、これら両検出素子の出力信号を処理する為のＩＣのウエハ基板に保持する。そして、このＩＣは、これら両検出素子の出力信号の時間差に基づいて、前記回転部材の回転速度を算出若しくはこの回転速度に対応する信号を出力するものとする。

【００１４】

10

【作用】

上述の様に構成する本発明の回転速度検出装置及び回転速度検出センサ付転がり軸受の場合、１対の検出素子の検出信号の時間差に基づいて、エンコーダの回転速度に対応する信号を出力する（回転速度そのものを算出する場合も含む）。この為、このエンコーダの被測定部のうちで特性が変化する点が上記１対の検出素子の検出部同士の間を通過する毎に、上記エンコーダの回転速度を算出若しくはこの回転速度に対応する信号を出力して、この回転速度をほぼリアルタイムで求められる。又、このエンコーダの回転（方向の位相）に拘らず、上記１対の検出素子の検出部同士の間隔が変化する事はないので、上記エンコーダの製造誤差や組み付け誤差に関係なく、上記回転速度を正確に求められる。

【００１５】

20

【発明の実施の形態】

図１～３は、請求項１にのみ対応する、本発明の回転速度検出装置の実施の形態の第１例を示している。本例の回転速度検出装置は、エンコーダ７aと、回転速度検出センサ８aと、処理回路９とから成る。

このうちのエンコーダ７aは、回転部材である回転軸２の中間部に外嵌固定されている。本例の場合、このエンコーダ７aは、支持環１０と永久磁石１１とを組み合わせで成る。このうちの支持環１０は、軟鋼板等の磁性金属板を曲げ形成する事により、断面Ｌ字形で全体を円環状に形成して成る。又、上記永久磁石１１は、ゴム中にフェライト等の強磁性粉末を混入したゴム磁石等で、軸方向（図１の左右方向、図２の表裏方向）に着磁されている。着磁方向は、円周方向に関して交互に且つ等間隔で変化している。従って、上記エンコーダ７aの被検出部である、上記永久磁石１１の片側面（図１の右側面）にはＳ極とＮ極とが、円周方向に関して交互に且つ等間隔で配置されている。尚、これらＳ極とＮ極との変化のピッチは、円周方向に関して等しい事が好ましいが、従来構造の場合程の厳密さを要求するものではない。極端な場合、各ピッチが不同でも良い。

30

【００１６】

上述の様なエンコーダ７aは、上記支持環１０の内周縁部に形成した円筒部１２を上記回転軸２に、締め嵌めで外嵌する事により、この回転軸２の中間部周囲に固定している。この状態で上記永久磁石１１は、この回転軸２とほぼ同心に配置される。これら永久磁石１１と回転軸２とに関しても、互いに同心である事が好ましいが、従来構造の場合程の厳密さを要求するものではない。

40

【００１７】

又、上記回転速度検出センサ８aは、１対の検出素子１３a、１３bから成る。本例の場合にこれら両検出素子１３a、１３bは、それぞれが前述の図１７～１８に示した様な従来構造で回転速度検出センサ８として使用されていたものと同様の機構及び構造を有する。即ち、上記両検出素子１３a、１３bはそれぞれ、ホール素子、磁気抵抗素子等、磁束の強さや方向に応じて特性が変化する磁気検出素子と、この磁気検出素子の特性変化に対応する矩形波を造り出す波形整形回路（ＩＣ）とを備える。それぞれがこの様な構成を有する、上記両検出素子１３a、１３bは、それぞれの検出部（一般的には上記磁気検出素子）を上記エンコーダ７aを構成する永久磁石１１の片側面に対向させた状態で、静止部材であるハウジング１（図１７参照。図１～２には省略）に支持される。

50

【0018】

この状態で両検出素子13a、13bの検出部は、上記エンコーダ7aの回転方向に関して所定の間隔D（回転中心に関する角度 θ ）だけずれた状態で、上記エンコーダ7aの回転中心をその中心とする同一円弧上に配置される。本例の場合、この間隔Dは、同一半径部分での、上記永久磁石11の片側面に配置されたS極同士（或はN極同士）のピッチPよりも小さく（ $D < P$ ）している。上記回転軸2と共に上記エンコーダ7aが回転すると、上記両検出素子13a、13bは、図3に実線或は破線で示す様な出力信号（矩形波）a、bを出す。これら両検出素子13a、13bの出力信号の位相は、上記間隔Dに見合う時間T分だけずれる。そして、このずれ時間Tの大きさは、上記エンコーダ7aの回転速度と反比例の関係にある。

10

【0019】

そこで、前記処理回路9は、図3に示した、上記両検出素子13a、13bの出力信号a、bの時間差T（sec）を測定し、この時間差T（sec）から、上記エンコーダ7a（を固定した前記回転軸2）の回転速度N（ min^{-1} ）を、次の（1）式又は（2）式により算出する。この算出された結果は、デジタル値或はアナログ値として、図示しない制御器に送られる。尚、上記処理回路9は、必ずしも上記両検出素子13a、13bの近くに配置する必要はなく、図示しない制御器内に配置しても良い。

又、上記処理回路9は、上記検出素子13a、13bの出力信号a、bから、図3に鎖線で示した様な、これら両信号の時間差T（sec）を表す信号cを造り出し、この信号を図示しない制御器に送り出す様にしても良い。この場合にこの制御器は、上記時間差T（sec）から、上述の場合と同様に、上記（1）式又は（2）式により、上記エンコーダ7a（を固定した前記回転軸2）の回転速度を算出する。

20

尚、このうちの（1）式は、上記エンコーダ7aの回転方向に関する、上記両検出素子13a、13bの検出部同士の間隔Dから求める場合を、（2）式はこれら両検出素子13a、13bの検出部の、上記エンコーダ7aの回転中心に関する角度（中心角ピッチ） θ から求める場合を、それぞれ示している。

$$N = (60 / \pi T) \times \sin^{-1} (D / 2R) \quad \text{--- (1)}$$

$$N = (30 / \pi) \times (\theta / T) \quad \text{--- (2)}$$

尚、この（1）式中のRは、上記エンコーダ7aの回転中心から上記両検出素子13a、13bの検出部が対向している部分までの距離（回転半径）である。尚、上記角度 θ と上記間隔Dとは次の（3）式を満たすので、何れかが分かれば、上記回転速度Nを求められる。

30

$$\theta = 2 \sin^{-1} (D / 2R) \quad \text{--- (3)}$$

【0020】

上述の様に本例の回転速度検出装置の場合、上記両検出素子13a、13bの検出信号a、bの時間差Tにより、上記エンコーダ7aの回転速度を算出する。この為、例えばこのエンコーダ7aの被測定部のうちで特性が変化する点、即ち、S極とN極との境界が上記1対の検出素子13a、13bの検出部同士の間を通過する毎に、上記エンコーダ7aの回転速度を算出できる。上記境界は、このエンコーダ7aの片側面に多数存在するので、上記回転速度をほぼリアルタイムで求められる。

40

【0021】

又、上記エンコーダ7aの回転に拘らず、上記両検出素子13a、13bの検出部同士の間隔Dが変化する事はないので、上記エンコーダ7aの製造誤差や組み付け誤差に関係なく、上記回転速度を正確に求められる。又、上記両検出素子13a、13bの検出信号a、bが変化するタイミングに基づいて、上記エンコーダ7a（を固定した前記回転軸2）の回転方向を知る事もできる。但し、回転方向を求める為には、前記間隔Dを、前記ピッチPの1/2以外の長さ（ $D \neq P/2$ ）にする事が必要である。

【0022】

尚、上記間隔Dの誤差が前記回転軸2の回転速度の検出精度に影響を与えない様に、この回転軸2を既知の速度で回転させた状態で、前記処理回路9により算出した値若

50

しくはこの処理回路 9 から出力される、時間差 T を表す信号 c を、上記既知の速度に対応させる、初期設定を行なう事もできる。この様な初期設定を行なえば、上記間隔 D や前記回転半径 R を厳密に規制する必要がなくなり、回転速度検出装置の組み付けの容易化により、コスト低減を図れる。

【0023】

次に、図 4 は、請求項 1～3 に対応する、本発明の実施の形態の第 2 例を示している。本例の場合には、回転速度検出センサ 8 b を構成する 1 対の検出素子 14 a、14 b を、所定の間隔 D (中心角 θ) をあけた状態で、IC のウエハ基板 15 上に設置している。それぞれがホール素子或は磁気抵抗素子等の磁気検出素子である、上記両検出素子 14 a、14 b は、シリコン基板等の半導体ウエハ基板上に、これら両検出素子 14 a、14 b の出力変化を取り出して波形処理をする回路と共に搭載している。 10

【0024】

この様に構成する本例の場合、上記両検出素子 14 a、14 b の動作特性 (閾値、ヒステリシス、温度特性等) をほぼ同じにできる。この為、これら両検出素子 14 a、14 b の出力信号に基づく時間差 T (図 3 参照) を、より高精度に求められる。しかも、この時間差 T に比例する、上記両検出素子 14 a、14 b 同士の間隔 D (中心角 θ) の精度を、IC 製造レベルの精度で確保でき、そのまま IC パッケージとして一体に取り扱える。この為、上述した第 1 例の場合に必要としていた、1 対の検出素子 13 a、13 b (図 2 参照) の検出部同士の間隔 D を調節する作業が不要になる。そして、上記両検出素子 14 a、14 b の組み付け作業及び検出信号取り出しの為のハーネスの配設作業も容易になり、回転速度検出装置の製造コストの低減を図れる。 20

【0025】

尚、上記両検出素子 14 a、14 b の検出信号は、独立して取り出して別途設けた処理回路に送っても良い。或は、これら両検出素子 14 a、14 b と共に上記ウエハ基板 15 上に設けた処理回路で処理し、前述の図 3 に鎖線で示した様な時間差 T を表す信号 c としてから、制御器に送る事もできる。この様に時間差 T を表す信号 c としてから取り出せば、信号取り出しの為のハーネスの本数を少なくして、回転速度検出装置の製造コストをより一層低減できる。その他の構成及び作用は、前述した第 1 例の場合と同様である。

【0026】

次に、図 5～7 は、請求項 1 にのみ対応する、本発明の回転速度検出装置の実施の形態の第 3 例を示している。本例の回転速度検出装置は、それぞれが発光素子 16 と受光素子 17 とを備えた、光学式の検出素子 18 a、18 b から成る回転速度検出センサ 8 c により、回転軸 2 に外嵌固定したエンコーダ 7 b の回転速度を検出する様にしている。上記発光素子 16 としては LED やレーザダイオード等が、上記受光素子 17 としてはフォトダイオードやフォトトランジスタ等が、それぞれ使用可能である。又、上記エンコーダ 7 b は、光不透過性の板材のうちで、上記回転軸 2 の中心軸をその中心とする単一円弧上に複数の透孔 19、19 を、円周方向に関してほぼ等間隔に形成して成る。 30

【0027】

本例の場合も、上記両検出素子 18 a、18 b の検出部 (発光素子 16 の発光部と受光素子 17 の受光部とを結ぶ直線) 同士の間隔 D を、所望の値にしている。この構成により、一方の検出素子 18 a が、上記各透孔 19、19 のうちの或る透孔 19 の端縁の通過に基づいて出力 a を変化させた瞬間から、他方の検出素子 18 b がその端縁の通過に基づいて出力 b を変化させた瞬間までの時間差 T を求められる様にしている。 40

【0028】

但し、本例の場合には、上記間隔 D を、上記透孔 19、19 同士のピッチ P よりも大きく、このピッチの 2 倍よりも小さく ($2P > D > P$) している。この為に上記時間差 T は、上記一方の検出素子 18 a の出力 a が変化した (立ち上がった) 瞬間から、この変化の瞬間の後、他方の検出素子 18 b の出力 b が 2 回目に変化する (立ち上がる) 瞬間までの時間としている。この様な本例の場合も、上記間隔 D を上記ピッチ P の $1/2$ の非整数倍 ($D \neq nP/2$ 、 n = 自然数) とする事で、上記回転軸 2 の回転速度に加えて回転方向も知 50

る事ができる。その他の構成及び作用は、前述した第1例の場合と同様である。

【0029】

尚、上述の例では、上記間隔Dを、 $2P > D > P$ としているが、この間隔Dを上記ピッチPの2倍(2P)より大きくしても、同様にして時間差Tを測定して回転速度を算出する事が可能である。

又、本例の様に、上記時間差Tとして、出力aが変化した(立ち上がった)瞬間から、他方の出力bが2回目に変化する(立ち上がる)瞬間までの時間差を採用する場合でも、マイクロコンピュータやデジタル回路等により、出力aが変化する毎に時間差Tを測定(計算)する事は可能である。

又、第1～3例までの構造では、1対の検出素子として磁気式或は光学式のものを使用する場合に就いて示したが、この検出素子として、渦電流式の素子を使用しても良い。 10

【0030】

次に、図8～10は、請求項1にのみ対応する、本発明の実施の形態の第4例を示している。上述した第1～3例が何れも、回転速度検出センサ8a～8cを構成する検出素子13a、13b、14a、14b、18a、18bとして、検出信号をディジタル式に変化させるものを使用していた。これに対して本例の場合には、回転検出センサ8dを構成する検出素子20a、20bとして、検出信号をアナログ式に変化させるものを使用している。即ち、本例の場合には、上記両検出素子20a、20bとして、永久磁石21と、この永久磁石21から出た(或はこの永久磁石21に入る)磁束を導く為のポールピース22と、このポールピース22に巻回したコイル23とから成る、パッシブ型の磁気センサ 20
を使用している。一方、エンコーダ7cとして、磁性材製で外周縁部に歯車状の凹凸を形成したものを使用している。上記各検出素子20a、20bの検出面である、上記各ポールピース22の先端面は、上記エンコーダ7cの外周縁のうちで、円周方向に中心角でθ分だけずれた2箇所位置に、近接対向させている。

【0031】

上述の様に構成する本例の場合、回転軸2と共に上記エンコーダ7cが回転すると、図10に示す様に上記両検出素子20a、20bの出力信号a、bが、正弦波的に変化する。そして、これら両出力信号の変化の位相は、上記中心角θ分に見合う時間差T分だけずれる。この時間差Tは、例えば上記出力信号aが0を通過して上昇する瞬間と、上記出力信号bが0を通過して上昇する瞬間との時間差として求める事ができる。そこで、この様に 30
して求めた時間差Tに基づき、前記(2)式から、上記回転軸2の回転速度Nを求める事ができる。本例の場合も、上記中心角θを、上記エンコーダ7cの外周縁の凹凸の変化に関する中心角ピッチの $1/2$ の非整数倍とすれば、上記回転軸2の回転速度Nに加えて回転方向を求められる。尚、本例の様にアナログ式に変化する出力信号により回転速度を求める構造で、1対の検出素子として、ホール素子、磁気抵抗素子、GMR素子等を組み込んだアクティブ型の磁気回転速度検出センサ、光学式の回転速度検出センサ、渦電流式の回転速度検出センサを利用する事もできる。その他の構成及び作用は、前述した第1例の場合と同様である。

【0032】

次に、図11～12は、請求項4～7に対応する、本発明の実施の形態の第5例を示している。本例の場合には、転がり軸受の一種である、単列深溝型の玉軸受24に、エンコーダ7aと、1対の検出素子14a、14bを備えた回転速度検出センサ8bと図示しない処理回路とを組み込んで、回転速度検出センサ付転がり軸受を構成している。 40

【0033】

このうちの玉軸受24は、互いに同心に配置された、回転しない静止輪である外輪25と、回転する回転輪である内輪26と、これら外輪25及び内輪26の互いに対向する周面に形成された、静止側軌道面である外輪軌道27と回転側軌道面である内輪軌道28との間に設けられた、それぞれが転動体である複数の玉29、29とを備える。そして、このうちの内輪26の端部外周面に上記エンコーダ7aを外嵌固定し、上記外輪25の端部に外嵌固定したケース30に、上記回転速度検出センサ8bを保持している。このケース3 50

0は、金属板を曲げ形成する事により、断面L字形で全体を円環状とした補強板31の内面に、合成樹脂製のホルダ32を保持して成る。上記回転速度検出センサ8bは、このホルダ32内に、その射出成形時にモールドする事で、保持している。上記回転速度検出センサ8b、処理回路、及び、上記エンコーダ7aの構造及び作用は、前述の図2、4に示した第1、2例の場合と同様である。

【0034】

上述の様に構成する本例の場合、回転速度検出装置を構成する上記回転速度検出センサ8b、処理回路、及び、上記エンコーダ7aと上記玉軸受24とを、一体的に組み合わされた部品として取り扱える。そして、この玉軸受24を回転支持部に組み付ける際に、上記回転速度検出センサ8bを構成する、前記1対の検出素子14a、14b同士の間隔Dが変化しない。これらにより、回転速度検出機能を備えた回転支持部の小型化と組立作業の容易化によるコスト低減とを図れる。尚、上記玉軸受24に代えて、円筒ころ軸受、円すいころ軸受等、大きな荷重を支承できる転がり軸受を使用すれば、各種大型の工作機械、圧延機等の各種産業機械、航空機、鉄道車輛等、各種大型の機械装置の回転支持部を構成すると共に、回転部材の回転速度検出を正確に行なえる。

【0035】

次に、図13～14は、請求項4～5、7に対応する、本発明の実施の形態の第6例を示している。本例は、自動車の車輪用の転がり軸受ユニットに本発明を適用して、車輪の回転速度検出を行なえる様にしたものである。この転がり軸受ユニットは、回転輪であるハブ33の外周面に形成した、それぞれが回転側軌道面である複列の内輪軌道28a、28aと、静止輪である外輪25aの内周面に形成した、それぞれが静止側軌道面である複列の外輪軌道27a、27aとの間に、それぞれが転動体である玉29、29を複数個ずつ、転動自在に設けている。上記ハブ33は、ハブ本体34の端部に内輪26aを外嵌固定して成る。図示の例は、駆動輪用の転がり軸受ユニットである為、上記ハブ本体34の中心部に設けたスプライン孔35内に、等速ジョイント36に付属のスプライン軸37を挿入している。

【0036】

上述の様な転がり軸受ユニットに本発明を適用する為に、上記内輪26aの端部外周面にエンコーダ7aを外嵌固定し、上記外輪25aの端部に外嵌固定したケース30aに、上記回転速度検出センサ8aを保持している。このケース30aは、金属板を曲げ形成する事により全体を円環状に造られたもので、上記回転速度検出センサ8aを保持する部分のみを軸方向に膨らませて、当該部分を保持部38としている。上記回転速度検出センサ8aを構成する、それぞれがホール素子である1対の検出素子13a、13bは、図14に示す様に所定のピッチDで配列した状態で、上記保持部38内に保持された合成樹脂製のホルダ32a内に、その射出成形時にモールドする事で、保持している。上記回転速度検出センサ8a及び上記エンコーダ7aの構造及び作用は、前述の図1～4に示した第1～2例の場合と同様である。又、上記回転速度検出センサ8a及び上記エンコーダ7aと上記転がり軸受ユニットとを一体的に組み合わされた部品として取り扱える為、組立作業の容易化によるコスト低減とを図れる事は、前述した第5例と同様である。

【0037】

尚、本発明を車輪用の転がり軸受ユニットを適用する場合に、図13に示す様な駆動輪用の転がり軸受ユニットに限らず、実施の形態の第7例を示す図15の様に、ハブ34aの中心部にスプライン孔を設けていない、従動輪用の転がり軸受ユニットに適用する事もできる。勿論、外輪回転型の従動輪用転がり軸受ユニットに適用する事もできる。更には、駆動輪用の転がり軸受ユニットに適用する場合でも、図13に示した構造に限らず、例えば図16に示す様な構造等、各種構造に適用する事もできる。この図16に示した第8例の構造の場合には、ハブ本体34の内端部に形成したかしめ部39により、このハブ本体34の内端部に外嵌した内輪26aを抑え付けている。又、上記図15及び図16の構造では、1対の検出素子を単一のホルダに保持して成るセンサユニット40を、エンコーダ7a、7の軸方向（図15）又は径方向（図16）に配置している。

【0038】

【発明の効果】

本発明は、以上に述べた通り構成し作用するので、回転部材の回転速度をリアルタイムで且つ正確に求められる回転速度検出装置及び回転速度検出センサ付転がり軸受を、低コストで実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の第1例を示す断面図。

【図2】図1の右方から見た図。

【図3】1対の検出素子の検出信号とこれら両検出信号を処理した出力信号とを示す線図。
。

10

【図4】本発明の実施の形態の第2例を示す、図2と同様の図。

【図5】本発明の実施の形態の第3例を示す断面図。

【図6】図5の右方から見た図。

【図7】1対の検出素子の検出信号を示す線図。

【図8】本発明の実施の形態の第4例を示す断面図。

【図9】図8の側方から見た図。

【図10】1対の検出素子の検出信号を示す線図。

【図11】本発明の実施の形態の第5例を示す断面図。

【図12】図11の右方から見た図。

【図13】本発明の実施の形態の第6例を示す断面図。

20

【図14】1対のホール素子の配列状態を示す斜視図。

【図15】本発明の実施の形態の第7例を示す断面図。

【図16】同第8例を示す断面図。

【図17】従来構造の1例を示す部分断面図。

【図18】図17の右方から見た。

【符号の説明】

- 1 ハウジング
- 2 回転軸
- 3 軸受
- 4 空間
- 5 組み合わせシールリング
- 6 スリング
- 7、7 a、7 b、7 c エンコーダ
- 8、8 a、8 b、8 c、8 d 回転速度検出センサ
- 9 処理回路
- 10 支持環
- 11 永久磁石
- 12 円筒部
- 13 a、13 b 検出素子
- 14 a、14 b 検出素子
- 15 ウエハ基板
- 16 発光素子
- 17 受光素子
- 18 a、18 b 検出素子
- 19 透孔
- 20 a、20 b 検出素子
- 21 永久磁石
- 22 ポールピース
- 23 コイル
- 24 玉軸受

30

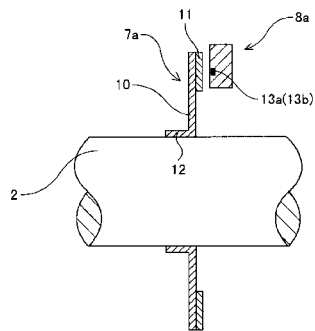
40

50

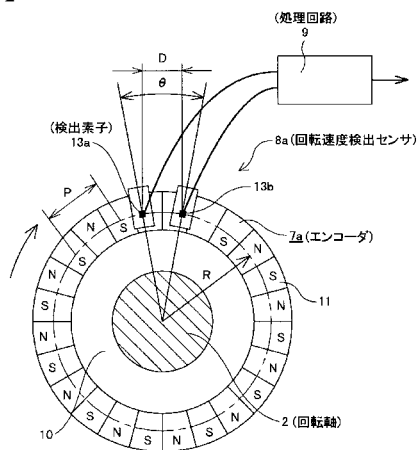
- | | |
|-----------|---------|
| 2 5、2 5 a | 外 輪 |
| 2 6、2 6 a | 内 輪 |
| 2 7、2 7 a | 外 輪 軌 道 |
| 2 8、2 8 a | 内 輪 軌 道 |
| 2 9 | 玉 |
| 3 0、3 0 a | ケース |
| 3 1 | 補強板 |
| 3 2、3 2 a | ホルダ |
| 3 3 | ハブ |
| 3 4、3 4 a | ハブ本体 |
| 3 5 | スプライン孔 |
| 3 6 | 等速ジョイント |
| 3 7 | スプライン軸 |
| 3 8 | 保持部 |
| 3 9 | かしめ部 |
| 4 0 | センサユニット |

10

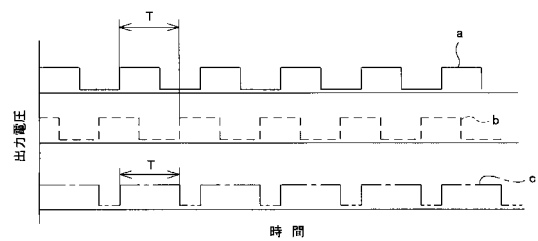
【 図 1 】



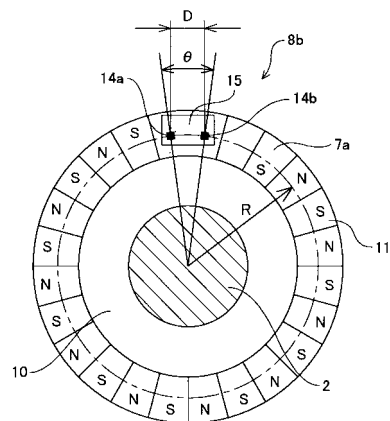
【 図 2 】



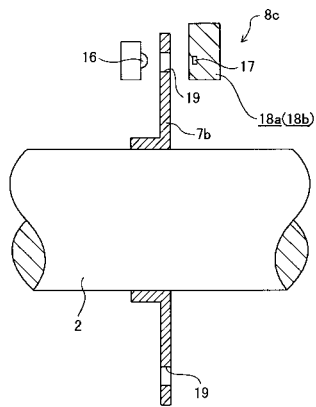
【図 3】



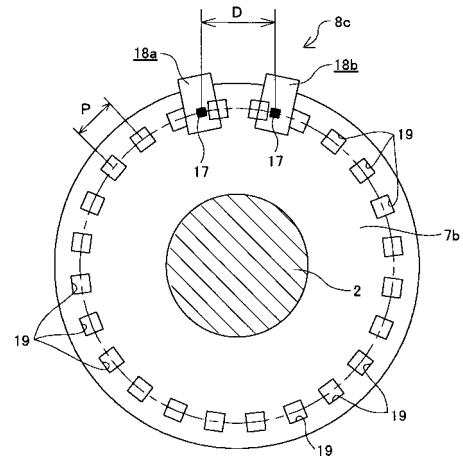
【図 4】



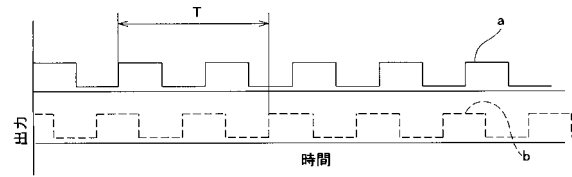
【図 5】



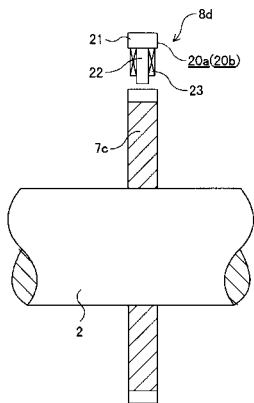
【図 6】



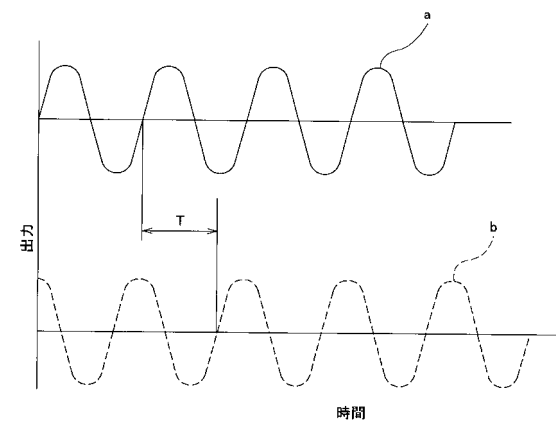
【図 7】



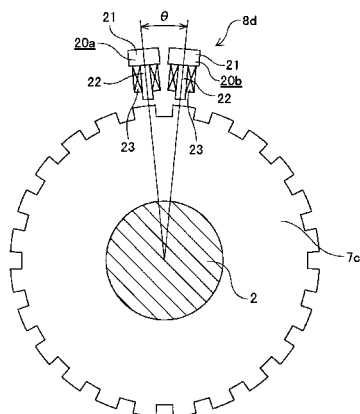
【図 8】



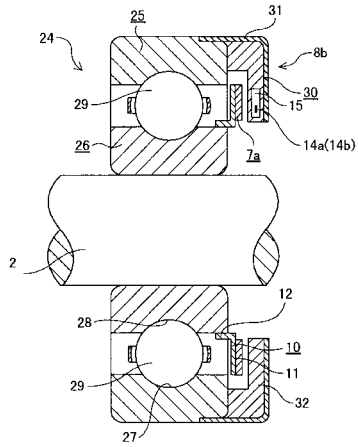
【図 10】



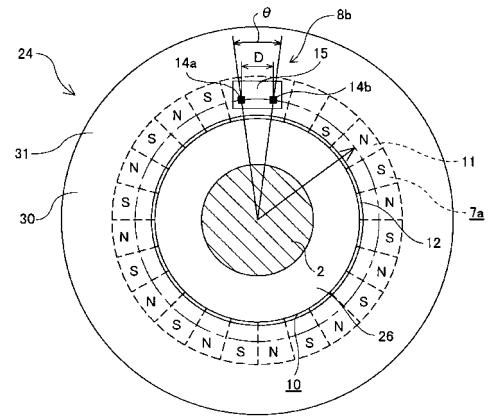
【図 9】



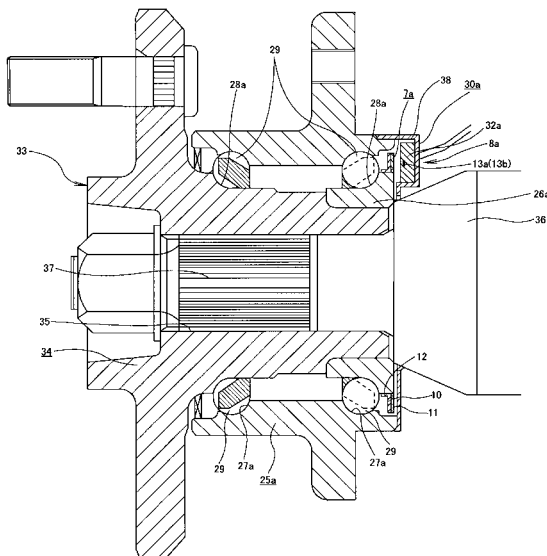
【図 1 1】



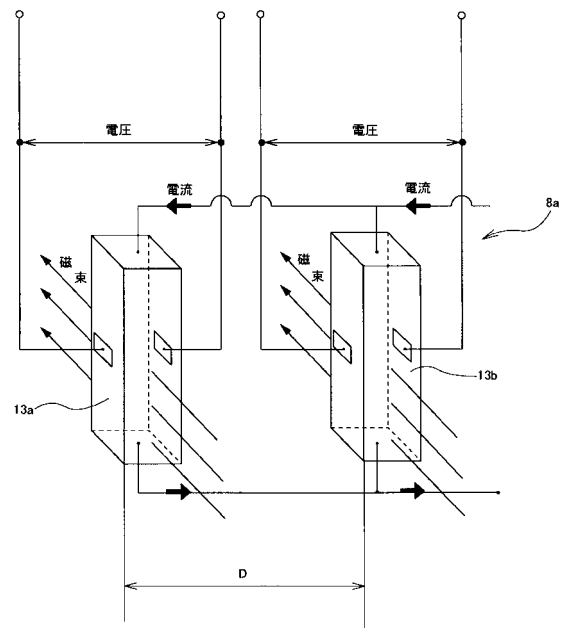
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 1 P 3/64

F I

G 0 1 P 3/64

C

テーマコード (参考)