

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年9月20日 (20.09.2007)

PCT

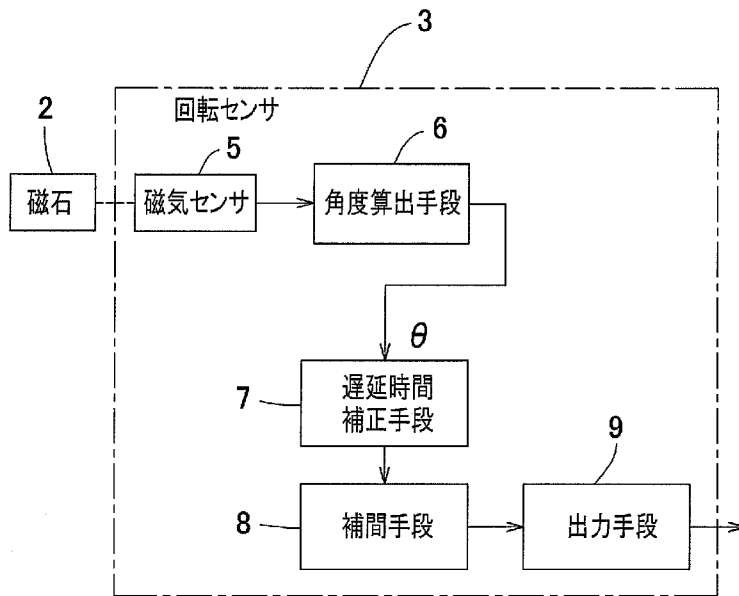
(10) 国際公開番号
WO 2007/105366 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/18 (2006.01) G01P 3/44 (2006.01)
F16C 41/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/000180
- (22) 国際出願日: 2007年3月7日 (07.03.2007)
- (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2006-068864 2006年3月14日 (14.03.2006) JP
特願2006-079896 2006年3月23日 (23.03.2006) JP
特願2006-206921 2006年7月28日 (28.07.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): NTN株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高橋亨 (TAKA-HASHI, Toru) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 杉本修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10番2号 肥後橋ニッタイビル Osaka (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

[続葉有]

(54) Title: ROTATION ANGLE DETECTOR AND BEARING WITH ROTATION DETECTOR

(54) 発明の名称: 回転角度検出装置および回転検出装置付き軸受



- 2 MAGNET
- 3 ROTATION SENSOR
- 5 MAGNETIC SENSOR
- 6 ANGLE CALCULATION MEANS
- 7 DELAY TIME CORRECTION MEANS
- 8 INTERPOLATION MEANS
- 9 OUTPUT MEANS

(57) Abstract: Provided are a rotation angle detector having no error caused by time lag and providing accurate rotation angle information at each time instant, and a bearing incorporating the rotation angle detector. A rotation side member is provided with a magnet (2) having circumferential anisotropy about the center of rotation of the rotation side member. A magnetic sensor (5) where magnetic sensor elements are planarly arranged is placed on a stationary side member so as to face the magnet (2) in the axial direction of the center of rotation of the rotation side member. The rotation angle detector further has angle calculation means (6) and delay time correction means (7). The angle calculation means (6) measures the magnetic field strength of the magnet (2) based on an output of each magnetic sensor element of the magnetic sensor (5) and detects the rotation angle of the rotation side member based on the measurement. The delay time correction means (7) corrects a delay time after the magnetic field of the magnet (2) is detected by the magnetic sensor element until a detection angle is outputted from the angle calculation means (6).

[続葉有]

WO 2007/105366 A1



TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 時間遅れによる誤差がなく、各時刻における正確な回転角度情報を得ることのできる回転角度検出装置、およびこの回転角度検出装置を組み込んだ検出装置付き軸受を提供する。回転側部材に、その回転中心周りの円周方向異方性を有する磁石2を設ける。この磁石2に対し回転側部材の回転中心の軸方向に対向して、複数の磁気センサ素子が平面的に並ぶ磁気センサ5を固定側部材に配置する。この磁気センサ5の各磁気センサ素子の出力から磁石2の磁界強度を計測し、その計測値を基に回転側部材の回転角度を検出する角度算出手段6と、磁石2の磁界が磁気センサ素子で検出されてから角度算出手段6で検出角度が出力されるまでの遅延時間を補正する遅延時間補正手段7とを設ける。

明 細 書

回転角度検出装置および回転検出装置付き軸受

技術分野

[0001] この発明は、各種の機器における回転角度検出、例えば小型モータの回転制御のための回転角度検出等に用いられる回転角度検出装置、およびその回転検出装置を組み込んだ検出装置付き軸受に関する。

背景技術

[0002] 小型の機器に組み込み可能で、かつ高精度の回転角度検出が可能な回転角度検出装置として、磁気センサアレイを用いるものが提案されている（例えば特開2003-37133号公報）。これは、図22のように、磁気センサ素子（MAGNET）を多数並べて構成した磁気センサアレイ45を、信号増幅回路、AD変換回路、デジタル信号処理回路などの回路46とともにセンサチップ42に集積し、このセンサチップ42を、回転側部材41に配置される磁石44に対向配置したものである。この場合、磁石44は回転中心O回りの円周方向異方性を有するものとされ、前記センサチップ42上では、仮定の矩形の4辺における各辺に沿って磁気センサアレイ45が配置される。

このように構成された回転角度検出装置43では、各辺の磁気センサアレイ45の出力を信号増幅回路、AD変換回路で読み出して前記磁石44の磁界分布を検出し、その検出結果に基づき磁石44の回転角度をデジタル信号処理回路により算出する。

[0003] 前記公開公報に開示の回転角度検出装置43と検出方法は異なるものの、ホール素子などの磁気センサ素子を複数使用し、それらの出力信号を演算することによって、回転体に固定された磁石の位置や動きを検出する回転検出装置（例えばAMS社のロータリエンコーダLSI）なども提案されている。

[0004] これらの回転角度検出装置では、個々の磁気センサ素子の信号を読み出す

時間と、読み出した信号から回転角度などの情報を求めるための演算処理時間とが必要であり、検出信号の時間遅れが発生する。このため、回転側部材の回転速度が速いときには、実際の回転速度と検出される回転角度との間にずれが生じ、細かな回転位置情報をリアルタイムで必要とする用途では使い難いという課題があった。つまり、上記構成の回転角度検出装置の動作では、磁界測定→角度計算→角度出力というサイクルを繰り返すので、そのサイクルに対応する一定時間間隔で角度データが出力されることになる。このため、出力される角度データは、角度計算に要する時間分だけの時間遅れが生じ、観測時刻における正確な角度情報が得られないという課題があった。また、この回転角度検出装置を用いて回転角度や回転速度を検出することにより、モータの回転制御を行う場合、任意の時刻における回転角度や回転速度を正確に検出することが難しいという課題もあった。

発明の開示

[0005] この発明の目的は、時間遅れによる誤差がなく、各時刻における正確な回転角度情報を得ることのできる回転角度検出装置、およびこの回転角度検出装置を組み込んだ検出装置付き軸受を提供するとともに、モータなどの回転軸の角度検出に用いて、任意の時刻における回転角度を正確に検出することができる回転角度検出装置、およびこの回転角度検出装置を組み込んだ検出装置付き軸受を提供することである。

[0006] この発明の回転角度検出装置は、回転側部材に設けられ回転中心周りの円周方向異方性を有する磁石と、この磁石に対し前記回転側部材の回転中心の軸方向に対向して固定側部材に配置され複数の磁気センサ素子が平面的に並ぶ磁気センサと、この磁気センサの各磁気センサ素子の出力から前記磁石の磁界強度を計測し、その計測値を基に回転側部材の回転角度を検出する角度算出手段とを備えた回転角度検出装置であって、前記磁石の磁界が磁気センサ素子で検出されてから前記角度算出手段で検出角度が出力されるまでの遅延時間を補正する遅延時間補正手段とを備えている。前記磁気センサは例えば磁気センサアレイからなるものであるが、複数のホール素子などの磁気セ

ンサを使用し、それらの出力信号から角度を算出するロータリエンコーダであってもよい。ここで、磁気発生手段が「円周方向異方性を有する」とは、円周方向に磁界の強さが変化していることを言う。その結果、磁気発生手段が回転輪とともに回転したとき、磁気発生手段の外側の、ある固定点での磁界が回転速度に応じた周期で変動する。

この構成によると、角度算出手段から出力される検出角度を、磁石の磁界が磁気センサ素子で検出されてから角度算出手段で検出角度が出力されるまでの時間遅れ分だけ遅延時間補正手段で補正するようにしているので、出力される角度情報が実際の回転側部材の回転角度にごく近い値になり、正確な角度情報をリアルタイムで得ることができる。

[0007] この発明において、前記磁石は、例えば、前記回転側部材の回転軸心端部に配置されて一对の磁極が構成されたものとすることができる。

[0008] この発明において、前記磁気センサによる磁界のサンプリング間隔を補間して角度の変化分を演算する補間手段と、これら遅延時間補正手段による遅延時間補正、および補間手段による補間処理がされた回転角度を出力する出力手段とを設けてもよい。補間手段により、磁界のサンプリング間隔を補間して回転角度の変化分を演算するようにしているので、回転側部材の高速回転動作を、サンプリング時間間隔よりも細かく検出することができる。その結果、時間遅れによる誤差がなく、各時刻における正確な回転角度情報を得ることができる。

[0009] この発明において、前記磁気センサの出力から回転パルス信号を生成するパルス生成回路を設け、前記出力手段は回転角度の出力をパルス信号で出力するものとしてもよい。また、前記パルス信号が、互いに90°位相の異なる二つの回転パルス信号、または回転パルス信号と回転方向信号とからなるものであってもよい。この構成の場合、回転側部材の回転方向も判別することができる。

[0010] この発明において、さらに、前記磁気センサの出力から回転側部材の1回転ごとにインデックス信号を出力するインデックス生成回路を設けてもよい

。この構成の場合、パルスを計数することによってリアルタイムで絶対回転角度情報も得ることができる。

[0011] この発明において、インデックス信号を出力する角度値を記憶する記憶手段を設け、このインデックス信号を出力する角度値を設定する角度値設定手段を設けてもよい。これによって計算時間の遅延が補償された状態で、任意の角度で発生するインデックス信号を得ることができる。角度値設定手段は通信回路で構成されていてもよい。

[0012] この発明において、前記遅延時間補正手段および補間手段の機能をそれぞれオン状態とオフ状態とに切り替える機能オンオフ手段を設けてもよい。また、前記遅延時間補正手段のオン状態とオフ状態とを、回転側部材の回転速度が設定速度以上か否かに応じて切り替える自動切替手段を設け、設定回転速度未満のときにオフ状態とするものとしてもよい。角度値設定手段は通信回路で構成されていてもよい。

回転側部材の回転速度が低速の場合には、角度算出手段における遅延時間の影響が小さいため、遅延時間補正手段による遅延時間補償の処理を行わないほうが安定した検出結果が得られる場合がある。そこで、このような場合に、機能オンオフ手段により、回転速度に応じて遅延補正機能のオン・オフを自動的に行うようにすると、遅延時間補正手段による遅延時間補償の処理を省略して、安定した検出結果を得ることができる。

[0013] この発明において、前記遅延時間補正手段は、前記角度算出手段で検出した回転角度の時間変化から回転速度を算出する回転速度算出手段と、この回転速度算出手段で算出した回転速度によって、前記磁気センサによる磁界の検出から前記角度算出手段で回転角度を出力するまでの回転角度の時間遅れを補正する角度時間遅れ補正手段とを有してもよい。磁気センサの出力から回転軸の回転角度を検出する角度算出手段の出力は、磁気センサが磁石の磁界をサンプリングしてから回転角度を演算し出力するまでに時間遅れがある。そのため、回転角度のデータを読み込んだときの実際の回転軸の回転角度は、読み込んだデータと異なっている可能性がある。そこで、前記角度算出

手段で検出した回転角度の時間変化から回転速度算出手段が算出する回転速度に基づき、回転速度算出手段は前記角度算出手段で検出される回転角度の時間遅れを補正する。これにより、回転軸の正確な回転角度を検出することができる。

[0014] この発明において、前記角度時間遅れ補正手段で補正された回転角度を一定時間毎に得て、この一定時間毎の回転角度情報と前記回転速度算出手段の算出する回転速度の情報とから、任意の時刻における前記回転軸の回転角度を推測する回転角度推測手段を設けてもよい。

前記角度時間遅れ補正手段で補正された回転角度データは、一定時間間隔で出力される離散的なデータであるため、データが更新される間隔よりも細かく角度情報を得ることができない。そこで、回転角度推定手段は、回転角度データを要求した時刻における角度値を、回転角度データと回転速度から予測して、任意の時刻における回転角度を推測する。これにより、任意の時刻における回転角度を正確に検出することができる。

[0015] この発明において、前記磁気センサを構成する大規模集積回路に、前記角度算出手段、回転速度算出手段、および角度時間遅れ補正手段を集積してもよい。この構成の場合、大規模集積回路が集積される半導体チップから出力される回転角度のデータは、その時刻における回転角度を示すことになるので、このデータを受けて動作する各種機器での制御にとって、より扱いやすい回転角度検出装置とすることができる。

[0016] この発明の検出装置付き軸受は、この発明に係る回転角度検出装置を、前記回転側部材と前記固定側部材との間に転動体が介装された軸受に組み込んだものである。この構成によると、軸受使用機器の部品点数、組立工数の削減、およびコンパクト化が図れる。

[0017] この発明のモータの回転制御装置は、この発明の回転角度検出装置と、この回転角度検出装置の回転角度の出力によって、モータの励磁電流および励磁タイミングを制御する制御回路とを備えたものである。この構成によると、モータの回転制御を高精度に行うことができる。とくに、前記回転角度推

測手段を設けた場合には、任意の時刻でのモータの磁極位置を正確に知ることができるので、モータの効率を高めたり、回転音を低く抑えたりするために、励磁タイミングを制御する場合などに、回転速度およびロータの回転角度に応じた細かな制御が有効である。この場合、小型の回転角度検出装置で高精度の角度検出が可能になり、装置を小型化、高性能化することができる。

図面の簡単な説明

- [0018] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明からより明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきでものではない。この発明の範囲は添付のクレームによってのみ定まる。添付図面において、複数の図面における同一の部品番号は、同一の部分を示す。
- [0019] [図1] この発明の第1実施形態に係る回転角度検出装置を組み込んだ検出装置付き軸受の断面図である。
- [図2] 同軸受における回転角度検出装置設置部を示す拡大側面図である。
- [図3] 同軸受における回転センサの一例を構成する半導体チップの平面図である。
- [図4] 同回転センサの角度算出手段による角度算出処理の説明図である。
- [図5] 同回転センサにおける磁気センサアレイの出力を示す波形図である。
- [図6] 前記回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図である。
- [図7] 同回転角度検出装置における遅延時間補正手段および補間手段の詳細な構成を示すブロック図である。
- [図8] 同回転角度検出装置における出力手段の詳細な構成を示すブロック図である。
- [図9] 同回転角度検出装置における遅延時間補正手段の処理動作を示す説明図である。
- [図10] 同回転角度検出装置における出力手段から出力されるA B相信号の論

理説明図である。

[図11] この発明の第2実施形態に係る回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図である。

[図12] この発明の第3実施形態に係る回転角度検出装置を組み込んだ検出装置付き軸受における回転センサの一例を構成する半導体チップの平面図である。

[図13] 同回転センサが回転角度を検出して出力する処理動作のサイクルを示すタイミングチャートである。

[図14] 同回転センサの回路構成の一部を示すブロック図である。

[図15] 同回転センサにおける回転角度推測手段を示すブロック図である。

[図16] 回転角度推測手段の処理動作を示す説明図である。

[図17] 回転角度検出装置を組み込んだモータの駆動装置の一例の概略構成を示すブロック図である。

[図18] 回転角度検出装置を組み込んだブラシレスモータの一例の断面図である。

[図19] 回転角度検出装置を組み込んだブラシレスモータの他の例の部分拡大断面図である。

[図20] この発明の応用例に係る同回転センサの回路構成を示すブロック図である。

[図21] 図20における出力回路の詳細を示すブロック図である。

[図22] 従来例の斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

[0020] この発明の第1実施形態を図1ないし図9と共に説明する。図1は、この第1実施形態の回転検出装置を組み込んだ軸受の断面図を示す。この検出装置付き軸受20は、内輪21と外輪22の転走面間に、保持器23に保持された転動体24を介在させた転がり軸受である。転動体24はボールからなり、この転がり軸受20は単列の深溝玉軸受とされている。内輪21には回転側部材である回転軸10が圧入状態に嵌合しており、外輪22は軸受使用

機器のハウジング（図示せず）に設置されている。

[0021] 転がり軸受 20 に組み込まれる回転検出装置 1 は、転がり軸受 20 の内輪 21 側に配置された磁石 2 と、外輪 22 側に配置された回転センサ 3 とを備える。具体的には、内輪 21 と共に回転する回転軸 10 に、一对の磁極 N, S が形成された永久磁石 2 が配置され、外輪 22 と固定関係にあるセンサ取付部材 27 に回転センサ 3 が配置される。

磁石 2 は、図 2 に示すように、その一对の磁極 N, S から発生する磁気が転がり軸受 20 の軸心 O の回りの方向性を有するものである。この磁石 2 は、転がり軸受 20 の軸心 O が磁石 2 の中心と一致するように、回転軸 10 の一端の中央に固定される。磁石 2 が回転軸 10 と一体に回転することによって、上記軸受軸心 O の回りを N 磁極および S 磁極が巡回移動する。

[0022] 回転センサ 3 は磁石 2 の磁気を感じて回転角度の情報を出力するセンサである。回転センサ 3 は、転がり軸受 20 の軸心 O の軸方向に向けて磁石 2 と対面するように、センサ取付部材 27 を介して外輪 22 側に取付けられる。具体的には、外輪 22 に前記センサ取付部材 27 が取付けられ、このセンサ取付部材 27 に回転センサ 3 が固定されている。センサ取付部材 27 は、外周部の先端円筒部 27a を外輪 22 の内径面に嵌合させ、この先端円筒部 27a の近傍に形成した鍔部 27b を外輪 22 の幅面に係合させて軸方向に位置決めがなされている。また、センサ取付部材 27 には、回転センサ 3 の出力を取り出すための出力ケーブル 29 も取付けられている。

[0023] 回転センサ 3 は、図 3 に平面図で示すように、1つの半導体チップ 4 上に大規模集積回路（LSI）を集積して構成される。その大規模集積回路は、磁気センサ 5 を構成する複数の磁気センサ素子 5a と、その磁気センサ素子 5a の出力から前記磁石 2 の磁界強度を計測し、その計測値に基づき回転側部材である回転軸 10 の回転角度を検出する角度算出手段 6 と、遅延時間補正手段 7 と、補間手段 8 と、出力手段 9 とからなる。なお、図 3 において、角度算出手段 6、遅延時間補正手段 7、補間手段 8、出力手段 9 については、概念的な構成をブロックで示しており、これらの各手段 6～9 の形状、寸

法を示すものではない。半導体チップ4上において、磁気センサ素子5aは、仮想の矩形上の4辺における各辺に沿って配置されて、4辺の磁気センサアレイ5A~5Dとされる。この場合、前記矩形の中心O'は、転がり軸受20の軸心Oに一致する。4辺の磁気センサアレイ5A~5Dは、同図の例ではセンサ素子5aが一行に並んだものとしているが、センサ素子5aが複列に平行に並んだものであってもよい。前記角度算出手段6、遅延時間補正手段7、補間手段8、出力手段9などからなる演算回路部は、磁気センサアレイ5A~5Dの矩形配置の内部に配置される。半導体チップ4は、その素子形成面が前記磁石2と対向するように前記センサ取付部材27に固定される。

[0024] このように、磁気センサ素子5aと演算回路部（角度算出手段6、遅延時間補正手段7、補間手段8、出力手段9）とを同じ半導体チップ4上に集積して一体化すると、磁気センサ素子5aと演算回路部間の配線が不要となり、回転センサ3のコンパクト化が可能で、断線等に対する信頼性も向上し、回転検出装置1の組み立て作業も容易になる。特に、上記したように矩形に配置された磁気センサアレイ5A~5Dの内部に演算回路部を配置すると、チップサイズをより小さくすることができる。

[0025] 図4および図5は、前記角度算出手段6による回転角度算出処理の説明図である。図5(A)~(D)は、回転軸10が回転している時の磁気センサアレイ5A~5Dによる出力波形図を示し、それらの横軸は各磁気センサアレイ5A~5Dにおける磁気センサ素子5aを、縦軸は検出磁界の強度をそれぞれ示す。

いま、図4に示す位置X1とX2に磁気センサアレイ5A~5Dの検出磁界のN磁極とS磁極の境界であるゼロクロス位置があるとする。この状態で、各磁気センサアレイ5A~5Dの出力は、図5(A)~(D)に示す信号波形となる。したがって、ゼロクロス位置X1、X2は、磁気センサアレイ5A、5Cの出力から直線近似することで算出できる。

角度計算は、次式(1)で行うことができる。

$$\theta = t \cdot \tan^{-1} (2L/b) \quad \dots\dots (1)$$

ここで θ は、磁石2の回転角度を絶対角度（アブソリュート値）で示した値である。2Lは、矩形に並べられる各磁気センサアレイ5A～5Dより構成される四角形の1辺の長さである。bは、ゼロクロス位置X1、X2間の横方向長さである。

ゼロクロス位置X1、X2が磁気センサアレイ5B、5Dにある場合には、それらの出力から得られるゼロクロス位置データにより、上記と同様にして回転角度 θ が算出される。

[0026] ところで、角度算出手段6が上記した演算を行って回転角度 θ を出力するまでに時間遅れが発生する。したがって、高速回転状態では検出された回転角度位置は実際の回転角度位置とは異なっていることがある。図9には、時刻 t_{n-1} 、 t_n 、 t_{n+1} において角度算出手段6で演算出力される各検出角度 θ_{n-1} 、 θ_n 、 θ_{n+1} と実際の角度との関係を示している。これら検出角度 θ_{n-1} 、 θ_n 、 θ_{n+1} と実際の角度との角度差が上記遅延によるものである。

[0027] 図6には、この第1実施形態の回転検出装置1の概略構成をブロック図で示す。遅延時間補正手段7は、角度算出手段6から出力される検出角度 θ を前記時間遅れ分だけ補正する手段である。この遅延時間補正手段7は、その詳細な構成をブロック図で示す図7のように、速度検出回路11、目標値計算回路12、および前回目標値記憶メモリ13を有する。

速度検出回路11では、時刻 t_n に角度算出手段6から出力される検出角度 θ_n と、時刻 t_{n-1} に角度算出手段6から出力される検出角度 θ_{n-1} の差分 $\Delta\theta_n$ （ $=\theta_n - \theta_{n-1}$ ）を回転速度として計算する。この差分値 $\Delta\theta_n$ は、1回の磁界サンプリング間隔Tで回転した角度を示している。差分値 $\Delta\theta_n$ のばらつきは大きくなるため、必要に応じて平均化フィルタなどを使用してもよい。

目標値計算回路12では、速度検出回路11で検出された回転速度（差分値 $\Delta\theta_n$ ）を用いて、次のサンプリング時刻（次に角度算出手段6が検出角度 θ_{n+1} を出力する時刻） t_{n+1} に到達すべき回転角度位置 P_{n+1} を計算する。ここでは、目標値計算回路12は、検出角度出力までの遅延時間を補償する。そ

の補償の計算方法として、例えば一次近似を用いると、 t_{n+1} に到達すべき回転角度位置 P_{n+1} は、

$$P_{n+1} = \theta_n + \alpha \cdot \Delta \theta_n \quad \dots\dots (2)$$

となる。ここで α は遅延時間を補償する係数で、遅延時間の大きさによって設定され、図 9 の場合では $\alpha = 2$ に設定される。このようにして求められた次回の予想検出角度 P_{n+1} が目標値となる。このように遅延時間補償を行った場合、 P_{n+1} は図 9 に示す位置となり、実際の回転角度位置に近接した値が目標値となる。このとき、目標値記憶メモリ 13 には、目標値計算回路 12 が前回計算した目標値 P_n が記憶されている。

[0028] 補間手段 8 は、磁界のサンプリング間隔 T を補間して回転角度の変化分を演算する手段である。この補間手段 8 は、その詳細な構成をブロック図で示す図 7 のように、パルス生成回路 14 と現在位置カウンタ 15 とを有する。先の目標値計算回路 12 では、上記したように求めた目標値 P_{n+1} と、目標値記憶メモリ 13 に記憶された前回の目標値 P_n とを用いて、次回サンプリング時刻 t_{n+1} までに変化すべきカウント量 C_n を、

$$C_n = P_{n+1} - P_n \quad \dots\dots (3)$$

として求め、補間手段 8 のパルス生成回路 14 に入力する。また、目標値計算回路 12 は、前記カウント量 C_n を計算後、現在位置 A を P_n として前回目標値記憶メモリ 13 に再記憶する。すると、現在位置カウンタ 15 に C_n 個のクロックが順次入力される。これにより、現在位置カウンタ 15 のカウント値が変化し、補正角度出力（遅延時間補償＋補間） A が得られる。

このように補間された角度出力信号 A はデジタル信号であるが、常に ± 1 ずつしか変化しない動作をする。したがって、現在位置カウンタ 15 のカウント値（信号 A ）の下位 2 ビットの信号状態から、通常のエンコーダで用いられる AB 相などの 2 相パルス信号を生成することができる。

例えば、信号 A の下位 2 ビットを A_0 、 A_1 として、図 10 に示す論理回路によって、 AB 相の信号を生成することができる。

[0029] 出力手段 9 は、遅延時間補正手段 7 による遅延時間補償、および補間手段

8による補間処理がされた回転角度Aを出力する手段である。この出力手段9は、その詳細な構成をブロック図で示す図8のように、インデックス信号生成手段16、角度値記憶手段17、および角度値設定手段18を有する。出力手段9は、補間手段8からの角度信号Aをそのまま出力する端子の他に、回転側部材である回転軸10が1回転するごとにインデックス信号Zを出力する端子を有する。インデックス信号生成手段16は、補間手段8における現在位置カウンタ15のカウント値（信号A）が例えば0になったとき、前記端子にインデックス信号Zを出力する。角度値記憶手段17はインデックス信号Zを出力する角度値を記憶するメモリであり、角度値設定手段18は前記角度値記憶手段17に記憶させる角度値を設定する手段である。角度値設定手段18は例えば通信回路で構成され、角度値記憶手段17に記憶させる角度値を外部から可変設定可能とされる。これにより、補間手段8における現在位置カウンタ15のカウント値（信号A）が角度値記憶手段17に記憶された角度値と等しくなったとき、インデックス信号生成手段16の出力端子にインデックス信号Zが出力される。信号Aは遅延時間補償および補間処理された信号なので、実際の角度との誤差が小さいインデックス信号を出力することができる。

[0030] このように、この第1実施形態の回転検出装置1では、角度算出手段6から出力される検出角度 θ を、磁石2の磁界が磁気センサ素子5aで検出されてから角度算出手段6で検出角度 θ が出力されるまでの時間遅れ分だけ遅延時間補正手段7で補正するようにしているので、出力される角度情報が実際の回転側部材（回転軸10）の回転角度にごく近い値になり、正確な角度情報をリアルタイムで得ることができる。

また、補間手段8により、磁界のサンプリング間隔Tを補間して回転角度の変化分を演算するようにしているので、回転側部材（回転軸10）の高速回転動作を、サンプリング時間間隔Tよりも細かく検出することができる。

また、この第1実施形態では、補間手段8により補間処理されて出力される角度信号Aから2相信号を生成しているので、これらの信号を用いて回転

側部材（回転軸 10）の回転方向も判別することができる。

また、この第 1 実施形態では、インデックス生成手段 16 によりインデックス信号 Z も出力できるので、パルスを計数することによってリアルタイムで絶対回転角度情報も得ることができる。

[0031] また、図 1 の検出装置付き軸受 20 では、上記回転検出装置 1 を転がり軸受 20 に組み込んでいるので、軸受使用機器の部品点数、組立工数の削減、およびコンパクト化を図ることができる。

[0032] 図 11 はこの発明の第 2 実施形態を示す。この第 2 実施形態の回転検出装置 1 は、図 6 に示す先の実施形態において、遅延時間補正手段 7 および補間手段 8 の機能を選択的にオン・オフする機能オンオフ手段 19 を付加したものである。機能オンオフ手段 19 は自動切替手段 30 と自動切替速度設定手段 31 とでなる。

自動切替手段 30 は、回転側部材（回転軸 10）の回転速度が設定回転速度以上か否かに応じて、例えばスイッチ 32, 33 をオン・オフすることにより、遅延時間補正手段 7 および補間手段 8 の機能をそれぞれオン状態とオフ状態とに切り換える手段であり、具体的には設定回転速度未満のとき遅延時間補正手段 7 および補間手段 8 の機能がオフ状態となるように切り換える。図 11 では、説明を簡略化するために遅延時間補正手段 7 および補間手段 8 の外部のスイッチ 32, 33 をオン・オフする構成としているが、遅延時間補正手段 7 および補間手段 8 の回路内部動作を切り換えるようにしてもよい。

自動切替速度設定手段 31 は、前記自動切替手段 30 が自動切替えを行う設定回転速度の値を可変設定する手段であり、例えば通信回路によって構成される。なお、設定回転速度の値の可変設定は、この他、例えばスイッチ端子を外部から操作して行うようにしてもよい。その他の構成は図 6 の場合と同様であり、ここではその説明は省略する。

[0033] 回転側部材（回転軸 10）の回転速度が低速の場合には、角度算出手段 6 における遅延時間の影響が小さいため、遅延時間補正手段 7 による遅延時間

補償の処理を行わないほうが安定した検出結果が得られる場合がある。この実施形態の回転検出装置 1 では、機能オンオフ手段 19 の自動切替手段 30 により、回転速度に応じて遅延補正のオン・オフを自動的に行うようにしているため、このような場合に、遅延時間補正手段 7 による遅延時間補償の処理を省略して、安定した検出結果を得ることができる。

なお、遅延時間補正手段 7 の機能をオフ状態とした場合には、角度算出手段 6 が検出角度 θ_{n+1} を出力する次のサンプリング時刻 t_{n+1} に到達すべき回転角度位置 P_{n+1} は、次式 (2') として計算される。

$$P_{n+1} = \theta_n + \Delta \theta_n \quad \dots\dots (2')$$

[0034] 図 12 は、この発明の第 3 実施形態に係る回転角度検出装置を組み込んだ検出装置付き軸受における回転センサ 3A の一例を構成する半導体チップの平面図である。図 14 は、回転センサ 3A の回路構成の一部をブロック図で示したものである。図 12 の回転センサ 3A は、前記第 1 実施形態の回転センサ 3 と同様、1 つの半導体チップ 4 上に大規模集積回路 (LSI) を集積して構成される。その大規模集積回路は、磁気センサ 5 を構成する複数の磁気センサ素子 5a と、その磁気センサ素子 5a の出力から回転角度を演算して出力する演算回路部 6A とからなる。半導体チップ 4 上において、磁気センサ素子 5a は、仮想の矩形上の 4 辺における各辺に沿って配置されて、4 辺の磁気センサアレイ 5A ~ 5D とされる。この場合、前記矩形の中心 O' は、転がり軸受 20 の軸心 O に一致する。4 辺の磁気センサアレイ 5A ~ 5D は、同図の例ではセンサ素子 5a が一列に並んだものとしているが、センサ素子 5a が複列に平行に並んだものであってもよい。前記演算回路部 6A は、磁気センサアレイ 5A ~ 5D の矩形配置の内部に配置される。半導体チップ 4 は、その素子形成面が前記磁石 2 と対向するように前記センサ取付部材 27 に固定される。

[0035] 演算回路部 6A は、角度算出手段 61、回転速度算出手段 62、角度時間遅れ補正手段 63 (図 14)、および回転角度推測手段 64 (図 15) を有する。角度算出手段 61 は、前記磁気センサ 5 の出力から前記回転軸 10 の

回転角度を算出する。回転速度算出手段62は、前記角度算出手段61で算出した回転角度の時間変化から、回転速度を算出し、回転方向も検出する。角度時間遅れ補正手段63は、前記磁気センサ5による磁界の検出から前記角度算出手段61で回転角度を出力するまでの回転角度の時間遅れを補正する。回転角度推測手段64は、前記角度時間遅れ手段63で補正された回転角度を一定時間毎に得て、この一定時間毎の回転角度情報と前記回転速度算出手段62の算出する回転速度の情報とから、任意の時刻における前記回転軸10の回転角度を推測する。

[0036] 図13は、前記磁気センサアレイ5A~5Dと角度算出手段61とでなる磁気センサ回路50(図14)が、回転角度 θ を検出して出力する処理動作のサイクルを示すタイミングチャートである。その1サイクルの時間Tの前半の区間 T_a において、回転センサ3Aの磁気センサ5である磁気センサアレイ5A~5Dが回転側の磁石2の磁界をサンプリングし、その1サイクルの後半の区間 T_b において、前記サンプリング値から角度算出手段61が回転角度 θ を演算し出力する。このように、角度データが算出されるまでには時間遅れがあるため、回転角度のデータを読み込んだときの実際の回転軸10の回転角度は、読み込んだデータと異なっている可能性がある。

[0037] 前記演算回路部6Aにおける回転速度算出手段62(図14)は、上記したように時間Tごとに角度算出手段61から出力される回転角度 θ のデータからその変化量を求めることで、回転軸10の回転速度 ω を算出する。

[0038] 図14の磁気センサアレイ5A~5Dによる毎回のサンプリングによって得られる磁気データは、増幅・AD変換されて角度算出手段61に入力される。角度算出手段61は、磁気センサアレイ5A~5Dによる毎回のサンプリング値に基づき、図4および図5に示した演算処理を行って、式(1)により回転角度 θ をその都度算出する。

一方、回転速度算出手段62は、時間T毎に前記角度算出手段61より毎回出力される回転角度データ θ の変化量と、タイマー65によって求められるその間の経過時間Tとから回転速度 ω および回転方向を演算する。回転速

度 ω の演算は例えば以下のように行われる。

毎回サンプリングされる回転角度 $\theta(n)$ が変化しているものとする、連続したサンプリング間の角度変化量から次式(4)のように回転速度 ω を求めることができる。

$$\omega = \{ \theta(n+1) - \theta(n) \} / T \quad \dots\dots (4)$$

ただし、 $\theta(n)$ 、 $\theta(n+1)$ は、 n 回目、 $(n+1)$ 回目のサンプリングで求められた回転角度を表す。

[0039] このようにして求められた回転速度 ω のデータと、タイマー65によって求められる経過時間とにより、角度時間遅れ補正手段63が前記角度算出手段61により演算された回転角度 θ を補正する。すなわち、角度時間遅れ補正手段63は、回転速度算出手段62が算出する回転速度 ω で回転軸10が回転している場合、角度算出手段61が回転角度 $\theta(n)$ を算出するのに必要な時間 T_b の間に、どれだけ回転角度 θ が変化しているかを、次式(5)のようにして推測することができる。

$$\theta(n+T_b) = \theta(n) + \omega \times T_b \quad \dots\dots (5)$$

ただし、 $\theta(n+T_b)$ は、 n 回目のサンプリングから角度算出手段7による演算が終了した時点での回転角度である。

この回転角度検出装置1は、回転軸10の軸端に設けた磁石2の回転を回転センサ3で検出する構成であるため、回転体である回転軸10の慣性によって回転速度 ω は急激な変動が起きにくい状態にあり、上記した回転角度補正により、かなり高い精度の回転角度を推測することができる。

ここでは、前記半導体チップ4の上に集積される大規模集積回路の一部として、前記角度算出手段61と共に、前記回転速度算出手段62および前記角度時間遅れ補正手段63を設けているので、半導体チップ4から出力される回転角度 θ のデータは、その時刻における回転角度を示すことになり、このデータを受けて動作する各種機器での制御にとってより扱いやすい回転角度検出装置1となる。

なお、回転速度算出手段62および角度時間遅れ補正手段63は、半導体

チップ4と別に設けてもよい。

[0040] 図15は、前記演算回路部6Aにおける回転角度推定手段64の構成を示すブロック図である。同図において、回転角度検出回路60は、図14における角度算出手段61、回転速度算出手段62、タイマー65、および角度時間遅れ補正手段63を含めた回路部を示す。この回転角度検出回路60で得られる時間遅れ補正済みの回転角度データ θ は、上記したように一定時間Tの間隔で出力される離散的なデータであるため、データが更新される間隔よりも細かく角度情報を得ることができない。

そこで、上記回転角度推定手段64は、回転角度データを要求した時刻における角度値を、回転角度データ θ と回転速度 ω から予測して補間するものであり、タイマー66、メモリ67および角度データ補間処理回路68を含む。具体的には、図16のように、回転角度推定手段64の角度データ補間処理回路68は、回転角度検出回路60から出力された最新の回転角度データ（例えば θ_2 ）が出力された時刻 t_2 から、要求トリガaを受け取るまでの経過時間 Δt をタイマー66で測定させ、回転速度 ω から予測される角度変化量をデータに加算する処理を実行する。すなわち、前記角度データ補間処理回路68は前記回転角度データ θ 、回転速度 ω 、および経過時間を一旦メモリ67に記憶させ、これらの値から要求トリガ信号aを受け取ったときの回転角度 θ を予測する。その結果、要求トリガaが入力された時刻 $t_2 + \Delta t$ における回転角度データ $\theta_2 + \Delta \theta$ を角度データ補間処理回路68から出力することができる。すなわち、任意の時刻における回転角度を、回転軸10が回転している状態においても、静止している状態においても、正確に検出して出力することができる。演算回路部6Aで算出された回転角度 θ は前記出力ケーブル29（図1）により出力される。

ここでは、前記半導体チップ4の上に集積される大規模集積回路の一部として、図14の角度算出手段61、回転速度算出手段62および角度時間遅れ補正手段63と共に、前記回転角度推定手段64を設けているので、任意の時刻における正確な回転角度情報を得ることができる小型で高精度な回転

センサ 3 A が構成されることになり、コンパクトな回転角度検出装置 1 を実現できる。

なお、回転角度推定手段 6 4 は、半導体チップ 4 と別に設けてもよい。また、上記の例では、磁気センサとして磁気センサアレイを用いた半導体センサを使用する場合を示したが、磁界の方向を検出するベクトル式の磁気センサなどの半導体センサを使用しても同様な効果を得ることができる。

[0041] また、図 1 の検出装置付き軸受 2 0 では、上記回転角度検出装置 1 を転がり軸受 2 0 に組み込んでいるので、軸受使用機器の部品点数、組立工数の削減、およびコンパクト化を図ることができる。

[0042] 図 1 7 は、前記構成の回転角度検出装置 1 を搭載したサーボモータ、ブラシレスモータ等のモータの回転制御装置の一例の概略構成を示すブロック図である。このモータ回転制御装置 7 0 は、上記回転角度検出装置 1 と、この検出装置の回転角度検出値に応じて、モータ 7 1 を回転させるためのステータコイルの励磁電流の切替えを行うドライバー回路 7 2 と、前記励磁電流の切替えタイミングを調整してモータの回転状態の制御を行う制御回路 7 3 とを備える。ここではステータコイルは 3 相とされ、各相のステータコイルへの励磁電流の切替えがドライバー回路 7 2 で行われる。制御回路 7 3 は、回転角度検出装置 1 で検出されたモータ 7 1 の回転角度 θ に基づき前記励磁電流の切替え制御を行うと共に、ステータコイルを流れる励磁電流をフィードバックして励磁電流の進み角制御も行う。とくに、前記回転角度検出装置 1 によると、任意の時刻でのモータの磁極位置を正確に知ることができるので、モータの効率を高めたり、回転音を低く抑えたりするため、励磁タイミングを制御する場合などに、回転速度およびロータの回転角度に応じた細かな制御が有効である。この場合、小型の回転角度検出装置 1 で高精度の角度検出が可能になり、装置を小型化、高性能化することができる。

[0043] 図 1 8 は、図 1 の検出装置付き軸受 2 0 を、ブラシレスモータ 7 4 の回転軸 1 0 の軸端に組み込んだ例を示す。ブラシレスモータ 7 4 は、両端が閉塞された円筒状のモータハウジング 7 5 と、このモータハウジング 7 5 に同心

状に配置した回転軸 10 と、この回転軸 10 に設けたロータ 76 と、このロータ 76 と径方向に対向してモータハウジング周壁 75 a の内周面に設けたステータ 77 とを備える。回転軸 10 は前記検出装置付き軸受 20 と他の軸受 25 とでモータハウジング 75 の両端部に回転自在に支持されている。

この場合、前記回転角度検出装置 1 が軸受 20 と一体化されているため、コンパクトで組立調整が不要となり、組立工数が削減され、利便性が高い。

[0044] 図 19 は、上記回転角度検出装置 1 を、ブラシレスモータ 74 の回転軸 10 の軸端に組み込んだ他の例を示す。ここでは、軸受 20 の外輪 22 にセンサ取付部材 47 を取付けるのに代えて、モータハウジング端部壁 75 b に形成された軸受嵌合部 79 にセンサ取付部材 47 を取付け、このセンサ取付部材 47 に、回路基板 78 を介して回転センサ 3 A を取付けている。すなわち、この例では、回転角度検出装置 1 を軸受 20 から完全に分離している。前記軸受嵌合部 79 には、回転軸 10 の軸心 O と同心の段部 79 a が形成され、この段部 79 a に上記センサ取付部材 47 の本体 47 a の裏面に設けられた環状凸部 47 b を嵌合させることにより、回転軸 10 と同心に回転センサ 3 A (図 1) が配置される。センサ取付部材 47 は、環状突部 47 b を軸受嵌合部 79 の段部 79 a に嵌合させると共に、センサ取付部材本体 47 a を取付ねじ 40 で締結することにより、モータハウジング端部壁 75 b に固定される。この場合、軸受 20 に対する回転センサ 3 A の軸方向位置が定まり、軸受 20 の内輪 21 に回転軸 10 を嵌合させた時に軸受 20 に対する磁石 2 の軸方向位置が定まるので、回転軸 10 を内輪 21 に嵌合させた状態で、磁石 2 と回転センサ 3 A の軸方向隙間 (ギャップ) を規定の範囲に収めることができる。

[0045] つぎに、この発明の前記各実施形態では、「遅延時間補正」を要件としたが、この要件を備えない応用例について説明する。この応用例における回転センサ 3 B を構成する半導体チップも図 12 に示す回転センサ 3 A の半導体チップとほぼ同様の構成であり、この回転センサ 3 A の角度算出手段による角度算出処理 (図 4)、同回転センサ 3 A における磁気センサアレイの出力

波形（図5）および回転センサ3Aが回転角度を検出して出力する処理動作のサイクルのタイミングチャート（図13）についても同様であるので、その詳しい説明は省略する。この応用例においても、前記各実施形態の場合と同様、図4および図5の回転角度算出処理により、例えば、ゼロクロス位置X1、X2が磁気センサアレイ5B、5Dにある場合には、それらの出力から得られるゼロクロス位置データにより、上記と同様にして回転角度 θ が算出される。図20は、回転センサ3Bの回路構成をブロック図で示したものである。前記回転角度 θ は演算回路部6Bで算出され、前記出力ケーブル29（図1）、あるいは後述するシリアル通信回路83により出力される。

[0046] すなわち、磁気センサアレイ5A～5Dでサンプリングされた磁気データは、増幅・AD変換されて演算回路部6に入力される。演算回路部6Bにおける角度算出手段61は、磁気センサアレイ5A～5Dによるサンプリング値に基づき、図4および図5に示した演算処理を行って回転角度 θ を算出する。

一方、演算回路部6Bにおける回転速度算出手段62は、時間T毎に前記角度算出手段61より毎回出力される回転角度 θ のデータをメモリ80に記憶し、そのデータの変化を演算して回転速度 ω および回転方向を求める。その演算は以下のように行われる。

毎回のサンプリング回転角度 $\theta(n)$ が変化している場合には、連続したサンプリング間の変化角度から次式(6)のように回転速度 ω を求めることができる。

$$\omega = \{ \theta(n+1) - \theta(n) \} / T \quad \dots\dots (6)$$

ただし、 $\theta(n)$ 、 $\theta(n+1)$ は、n回目、(n+1)回目のサンプリングで求められた回転角度を表す。

回転速度が低く、毎回のサンプリングでは回転角度 $\theta(n)$ が変化しない場合には、数回～数十回のサンプリング間での角度変化量から次式(7)のように回転速度 ω を求めることができる。

$$\omega = \{ \theta(n+m) - \theta(n) \} / mT \quad \dots\dots (7)$$

ただし、 $\theta(n+m)$ は、 $(n+m)$ 回目のサンプリングで求められた回転角度を表す。

このようにして求められた回転速度 ω のデータは、速度信号出力手段である出力回路82に入力され、ここで所定の信号形態の回転速度信号に変換されて外部に出力される。その出力信号形態の設定は、回転センサ3Bの外部に設けられた外部設定手段91からシリアル通信回路83を経由して、設定内容記憶手段である設定メモリ84に記憶させることで行われる。設定メモリ84は不揮発メモリを有する。ここでは、シリアル通信回路83が、半導体チップ4上に磁気センサアレイ5A~5Dと共に大規模集積回路として構成される演算回路部6Bの一部として設けられているが、シリアル通信回路83は半導体チップ4の外部に設けてもよい。

[0047] 図21は、図20における出力回路82の詳細を示すブロック図である。前記設定メモリ84には、前記外部設定手段91(図20)からシリアル通信回路83を経由して、前記出力信号形態のほかに、速度上限設定値85A、速度下限設定値85B、および図示しない変換計算方式の設定値(対数変換または線形変換などを指定する)が記憶されて、電源投入時にこれらの設定値が読み出されるように構成されている。これら速度上限設定値85A、速度下限設定値85B、変換計算方式に応じて、出力回路(速度信号出力手段)82の出力変換回路86は、回転速度算出手段62(図20)から与えられる回転速度 ω のデータを回転速度信号に変換する。出力される信号はデジタル信号であってもアナログ信号であってもよい。例えば、上限値設定85Aによって回転速度5000rpmを5Vの電圧に対応させ、下限値設定85Bによって停止状態を0Vの電圧に対応させ、その間の値を線形に対応させるという変換を行う。

変換された回転速度信号は、設定メモリ84に設定された出力信号形態に応じて、スイッチ90A~90Cを選択的にオンさせ、電圧出力回路87、電流出力回路88、PWM出力回路89のいずれかを選ぶことにより、電圧出力、電流出力、PWM出力の形態に切り換えられて外部に出力される。例

例えば、電圧出力が選択されている場合には、回転速度 ω に応じた電圧が出力されるため、タコジェネレータなどと同様な使い方が可能になる。また、回転角度検出装置 1 の周辺環境にノイズ源が多い場合などにおいては、電流出力に設定すると、回転速度 ω に応じて変化する電流が出力され、ノイズの影響を受けにくい信号形態となる。PWM出力では、回転速度 ω に応じて出力パルス幅が変化する信号出力となる。この場合、設定メモリ 8 4 は不揮発メモリを有するものとされているので、一度設定された前記各設定値は、常にその状態で使用することができる。

また、この応用例では、回転速度 ω のデータを前記シリアル通信回路 8 3 を通じて外部に出力するようにもしている。したがって、シリアル通信回路 8 3 は出力回路 8 2 とともに回転速度 ω の信号を外部に出力する速度信号出力手段を構成することになる。

[0048] このように、この回転速度信号出力付き回転角度検出装置 1 では、角度算出手段 6 1 で検出した回転角度 θ の時間変化から回転速度 ω を算出する回転速度算出手段 6 2 を設け、この回転速度算出手段 6 2 の算出した回転速度 ω の信号を出力する速度信号出力手段（出力回路） 8 2 を設けているので、従来であれば別途設置したマイコンや計算処理回路を使用しないと検出できなかった回転速度 ω の情報を、一つの回転角度検出装置 1 から回転角度 θ の情報と共に出力することができ、利便性の高い検出装置とすることができる。

また、この応用例では、前記速度信号出力手段 8 2 が、出力する回転速度 ω の信号の形態を設定によって切替え可能なものとしているので、使用する環境や接続する機器に応じた出力形態で回転速度信号を取り出すことができ、用途に応じて幅広く対応できる。

また、前記速度信号出力手段 8 2 の変換または出力に係る設定を通信によって外部から設定可能とする外部設定手段 9 1 を設けているので、その設定を外部から容易に変更でき、一つの回転角度検出装置 1 で様々な用途に適応できる。

[0049] また、上記回転速度信号出力付き回転角度検出装置 1 を一体に組み込んだ

検出装置付き軸受 20 によると、軸受使用機器の部品点数、組立工数の削減、およびコンパクト化が図れる。その場合に、回転角度検出装置 1 は回転角度 θ と回転速度 ω を検出できるため、広範囲な用途に使用することができる。

[0050] 以上説明した応用例の態様として、次のものがある。

[態様 1]

態様 1 としての回転速度信号出力付き回転角度検出装置は、固定部材に対して回転自在な回転体の回転軸心端部に、一对の磁極が形成された磁石を配置し、この磁石と軸方向に対向して前記固定部材に大規模集積回路からなる磁気センサを設け、この磁気センサの出力から前記回転体の回転角度を検出する角度算出手段を設けた回転角度検出装置であって、前記角度算出手段で検出した回転角度の時間変化から回転速度を算出する回転速度算出手段、およびこの回転速度算出手段の算出した回転速度の信号を出力する速度信号出力手段を設けたものである。この構成によると、磁気センサの出力に基づき角度算出手段が回転体の回転角度を検出し、角度算出手段で検出した回転角度の時間変化から回転速度算出手段が回転速度を算出する。その回転速度の信号を速度信号出力手段で出力する。このため、従来であれば別途設置したマイコンや計算処理回路などの外部回路を使用しないと検出できなかった回転速度の情報を、一つの回転角度検出装置から回転角度の情報と共に出力することができ、利便性の高い検出装置とすることができる。

[態様 2]

態様 1 において、前記大規模集積回路からなる磁気センサが磁気センサアレイであってもよい。磁気センサアレイであると、小型で精度のよい角度検出が行える。

[態様 3]

態様 1 において、前記速度信号出力手段となるシリアル通信回路を有するものであってもよい。

[態様 4]

態様 1 において、前記速度信号出力手段は、前記回転速度算出手段による算出結果である速度を、設定された上限値と下限値の範囲で変化するように変換するものとした。この構成の場合、例えば、上限値設定によって回転速度 5000 rpm を 5 V の電圧に対応させ、下限値設定によって停止状態を 0 V の電圧に対応させ、その間の値を線形に対応させるという変換が可能である。

[態様 5]

態様 4 において、前記速度信号出力手段は、出力する回転速度の信号変換方式を、設定により線形変換と対数変換とに切替え可能としたものであってもよい。

[態様 6]

態様 1 において、前記速度信号出力手段は、出力する回転速度の信号の形態を設定によって切替え可能なものであってもよい。この構成の場合、使用する環境や接続する機器に応じて、幅広く対応できる。

[態様 7]

態様 1 において、前記速度信号出力手段は、出力する回転速度の信号の形態が、電圧出力、電流出力、および PWM (パルス幅変調) 出力のうちの少なくとも 2 種類であってよい。PWM 出力のうちの少なくとも 2 種類であってよい。この構成の場合、例えば、電圧出力が選択されている場合には、回転速度に応じた電圧が出力されるため、タコジェネレータなどと同様な使い方が可能になる。また、回転角度検出装置の周辺環境にノイズ源が多い場合などにおいては、電流出力に設定すると、回転速度に応じて変化する電流が出力され、ノイズの影響を受けにくい信号形態となる。PWM 出力では、回転速度に応じて出力パルス幅が変化する信号出力となる。

[態様 8]

態様 1 において、前記回転速度算出手段または速度信号出力手段の変換または出力に係る設定を、通信によって外部から行う外部設定手段を設けてもよい。ここで言う「外部」は、速度信号出力手段に対する外部である。この

構成の場合、前記速度信号出力手段の変換または出力に係る設定を通信によって外部から変更できるため、1つの回転角度検出装置で様々な用途に適用できる

[態様9]

態様8において、前記外部設定手段の設定した内容を不揮発メモリに記憶する設定内容記憶手段を、前記磁気センサを構成する大規模集積回路の内部または外部に設け、前記設定内容記憶手段は、電源投入時に前記不揮発メモリの記憶内容を読み込んで前記回転速度算出手段または前記速度信号出力手段の設定内容として利用させるものとしてもよい。この構成の場合、外部設定手段の設定した内容を設定内容記憶手段の不揮発メモリに記憶させることで、一度設定された前記各設定値を、常にその状態で速度信号出力手段の設定内容として利用することができる。

[態様10]

態様10の検出装置付き軸受は、態様1に記載の回転速度信号出力付き回転角度検出装置を軸受に組み込んだものである。この構成によると、軸受使用機器の部品点数、組立工数の削減、およびコンパクト化が図れる。その場合に、回転角度検出装置は回転角度と回転速度を検出できるため、広範囲な用途に使用することができる。

[0051] 以上のとおり、図面を参照しながらこの発明の好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書をもて、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、添付のクレームから定まるこの発明の範囲内のものと解釈される。

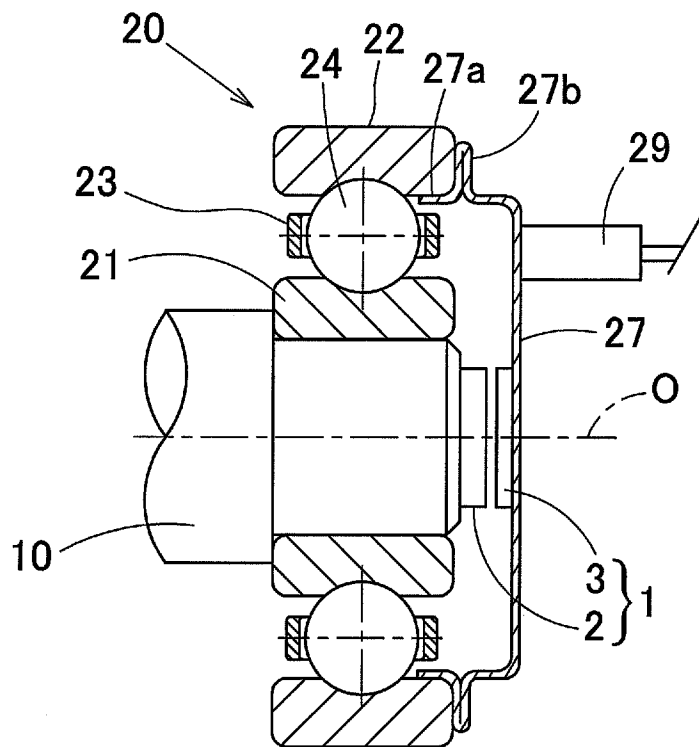
請求の範囲

- [1] 回転側部材に設けられ回転中心周りの円周方向異方性を有する磁石と、
この磁石に対し前記回転側部材の回転中心の軸方向に対向して固定側部材に配置され複数の磁気センサ素子が平面的に並ぶ磁気センサと、
この磁気センサの各磁気センサ素子の出力から前記磁石の磁界強度を計測し、その計測値を基に回転側部材の回転角度を検出する角度算出手段と、
前記磁石の磁界が磁気センサ素子で検出されてから前記角度算出手段で検出角度が出力されるまでの遅延時間を補正する遅延時間補正手段と、
を備えた回転検出装置。
- [2] 請求項 1 において、前記磁石は、前記回転側部材の回転軸端部に配置されて一対の磁極が形成されている回転検出装置。
- [3] 請求項 1 において、さらに、前記磁気センサによる磁界のサンプリング間隔を補間して角度の変化分を演算する補間手段と、これら遅延時間補正手段による遅延時間補正、および補間手段による補間処理がされた回転角度を出力する出力手段とを設けた回転検出装置。
- [4] 請求項 1 において、さらに、前記磁気センサの出力から回転パルス信号を生成するパルス生成回路を設け、前記出力手段は回転角度の出力をパルス信号で出力するものとした回転検出装置。
- [5] 請求項 4 において、前記パルス信号が、互いに 90° 位相の異なる二つの回転パルス信号、または回転パルス信号と回転方向信号とからなる回転検出装置。
- [6] 請求項 4 において、さらに、前記磁気センサの出力から回転側部材の 1 回転ごとにインデックス信号を出力するインデックス信号生成回路を設けた回転検出装置。
- [7] 請求項 6 において、さらに、インデックス信号を出力する角度値を記憶する記憶手段と、このインデックス信号を出力する角度値を設定する角度値設定手段とを設けた回転検出装置。
- [8] 請求項 1 において、前記遅延時間補正手段および補間手段の機能をそれぞれ

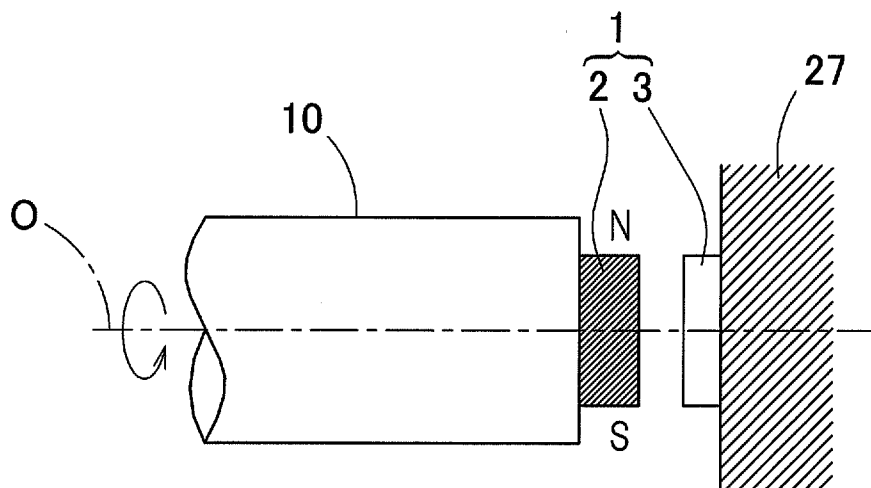
れオン状態とオフ状態とに切り替える機能オンオフ手段を設けた回転検出装置。

- [9] 請求項 1 において、さらに、前記遅延時間補正手段のオン状態とオフ状態とを、回転側部材の回転速度が設定速度以上か否かに応じて切り替える自動切替手段を設け、設定回転速度未満のときにオフ状態とするものとした回転検出装置。
- [10] 請求項 1 において、前記遅延時間補正手段は、前記角度算出手段で検出した回転角度の時間変化から回転速度を算出する回転速度算出手段と、この回転速度算出手段で算出した回転速度によって、前記磁気センサによる磁界の検出から前記角度算出手段で回転角度を出力するまでの回転角度の時間遅れを補正する角度時間遅れ補正手段とを有する回転角度検出装置。
- [11] 請求項 10 において、前記角度時間遅れ補正手段で補正された回転角度を一定時間毎に得て、この一定時間毎の回転角度情報と前記回転速度算出手段の算出する回転速度の情報とから、任意の時刻における前記回転軸の回転角度を推測する回転角度推測手段を設けた回転角度検出装置。
- [12] 請求項 10 において、前記磁気センサを構成する大規模集積回路に、前記角度算出手段、回転速度算出手段、および角度時間遅れ補正手段を集積した回転角度検出装置。
- [13] 請求項 1 に記載の回転角度検出装置を、前記回転側部材と前記固定側部材との間に転動体が介装された軸受に組み込んだ検出装置付き軸受。
- [14] 請求項 1 に記載の回転角度検出装置と、この回転角度検出装置の回転角度の出力によって、モータの励磁電流および励磁タイミングを制御する制御回路とを備えたモータの回転制御装置。

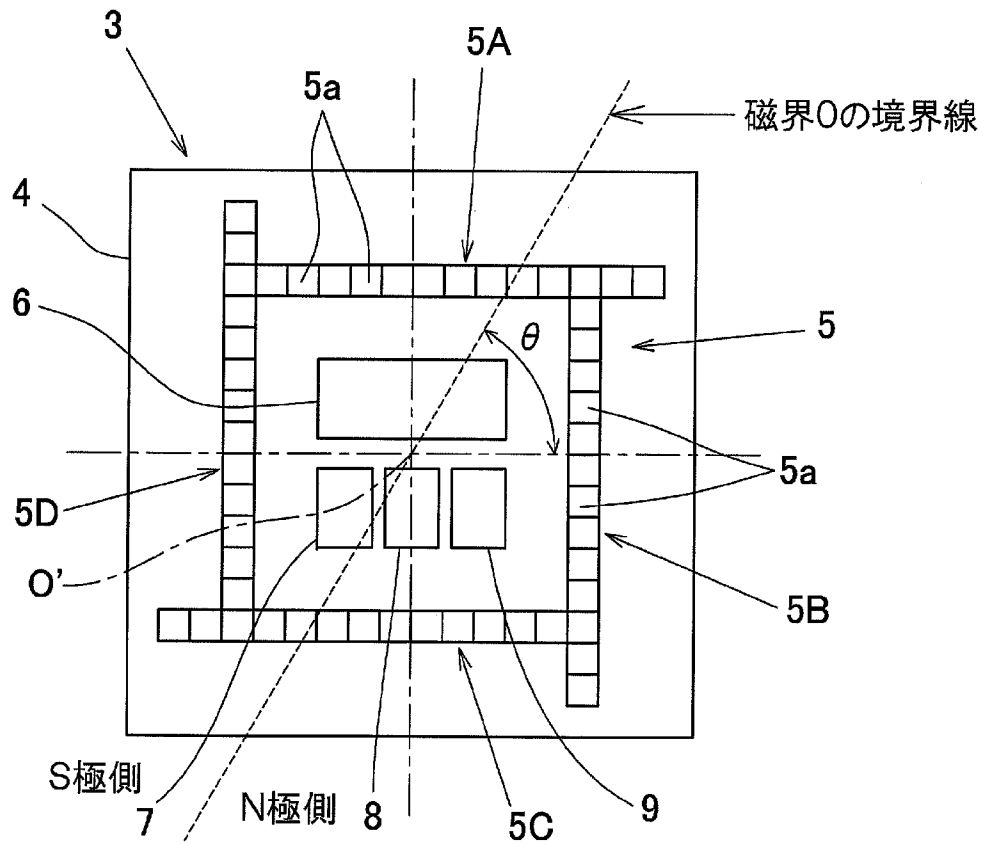
[図1]



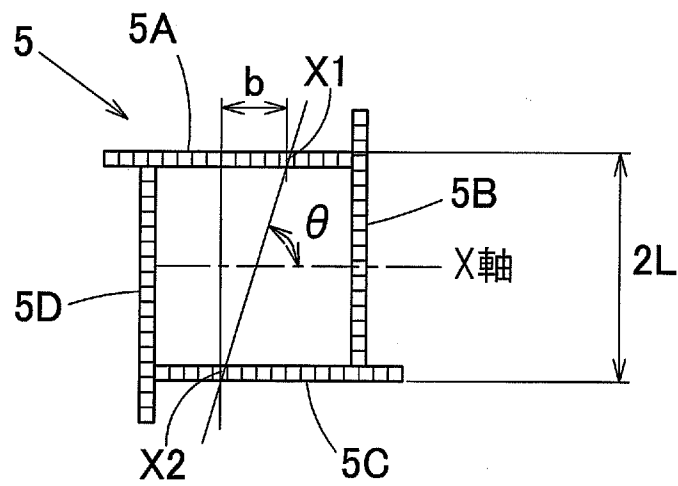
[図2]



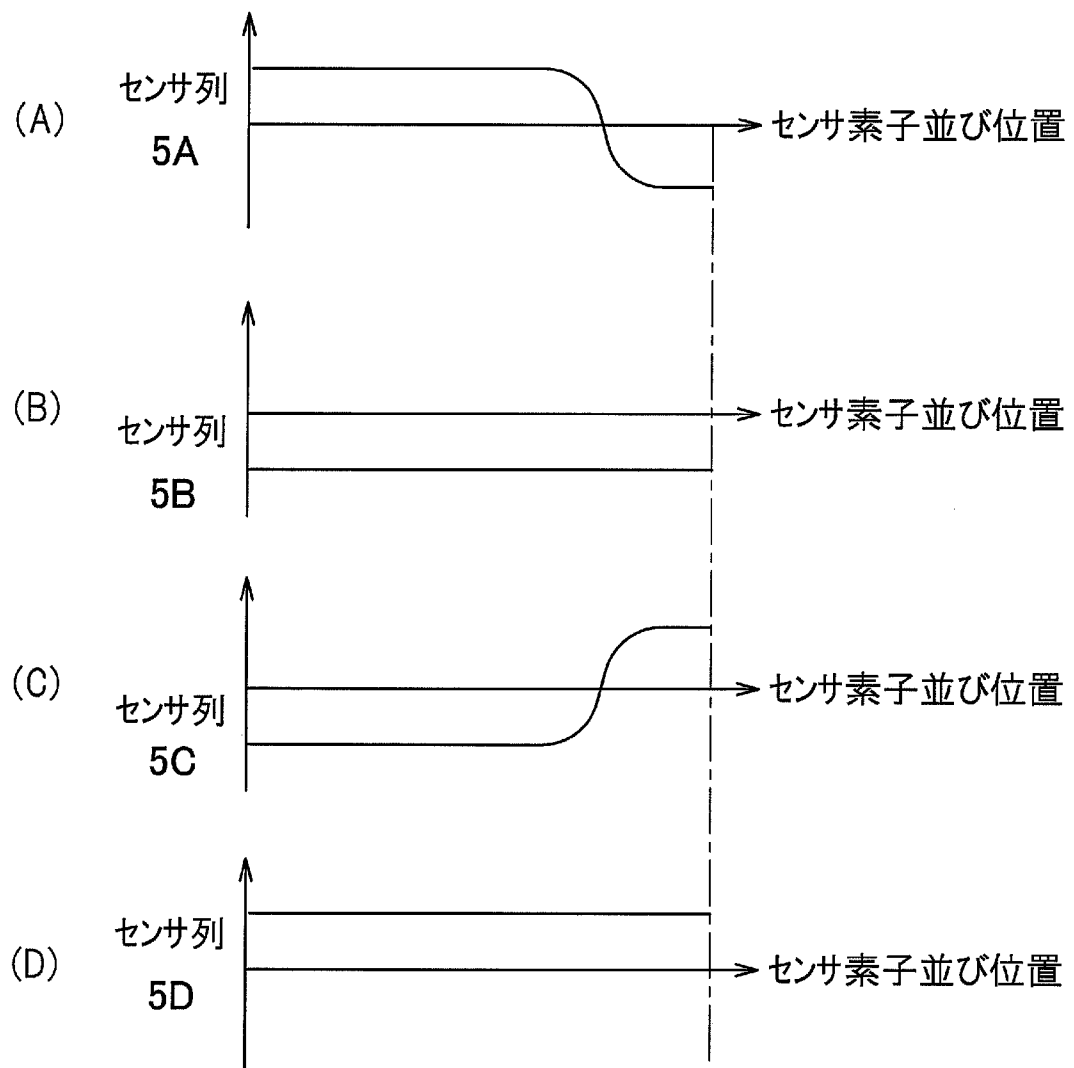
[図3]



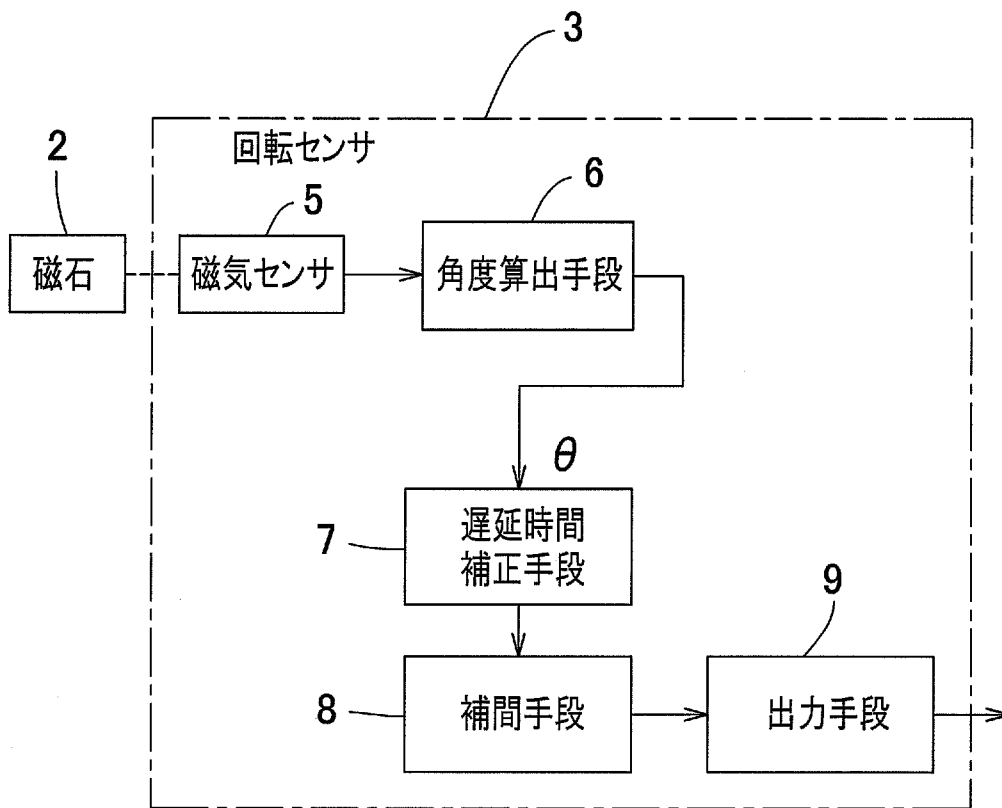
[図4]



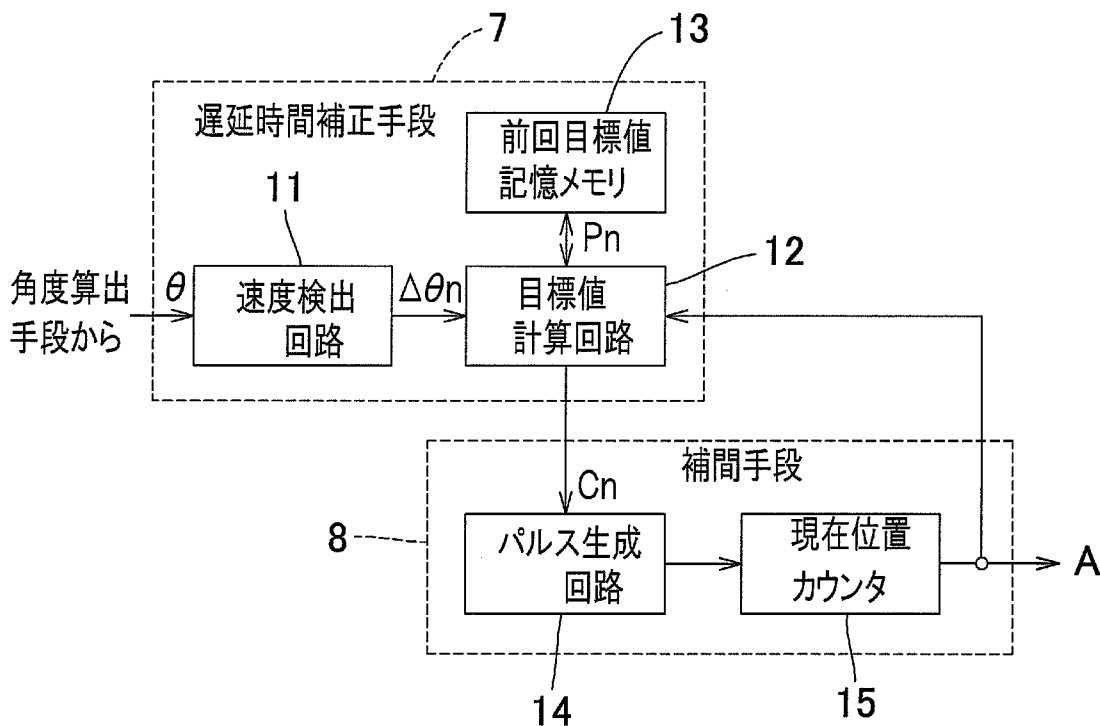
[図5]



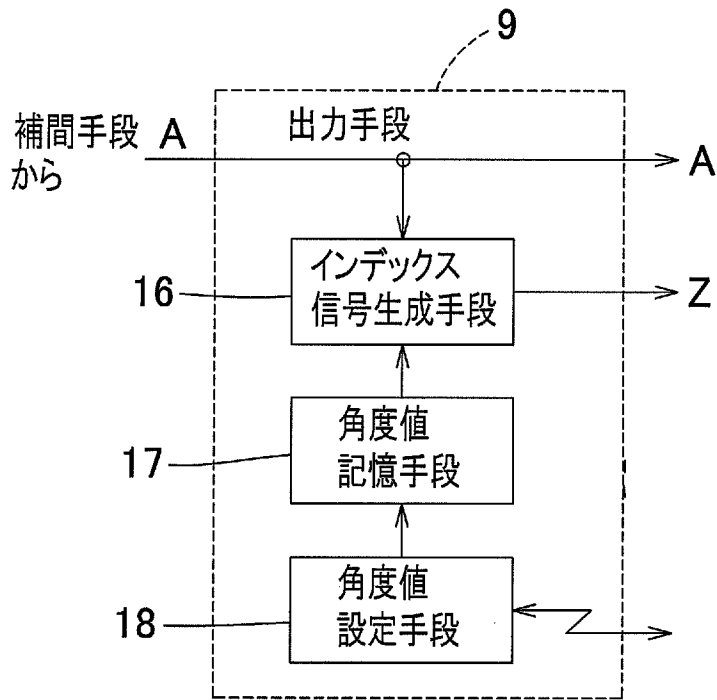
[図6]



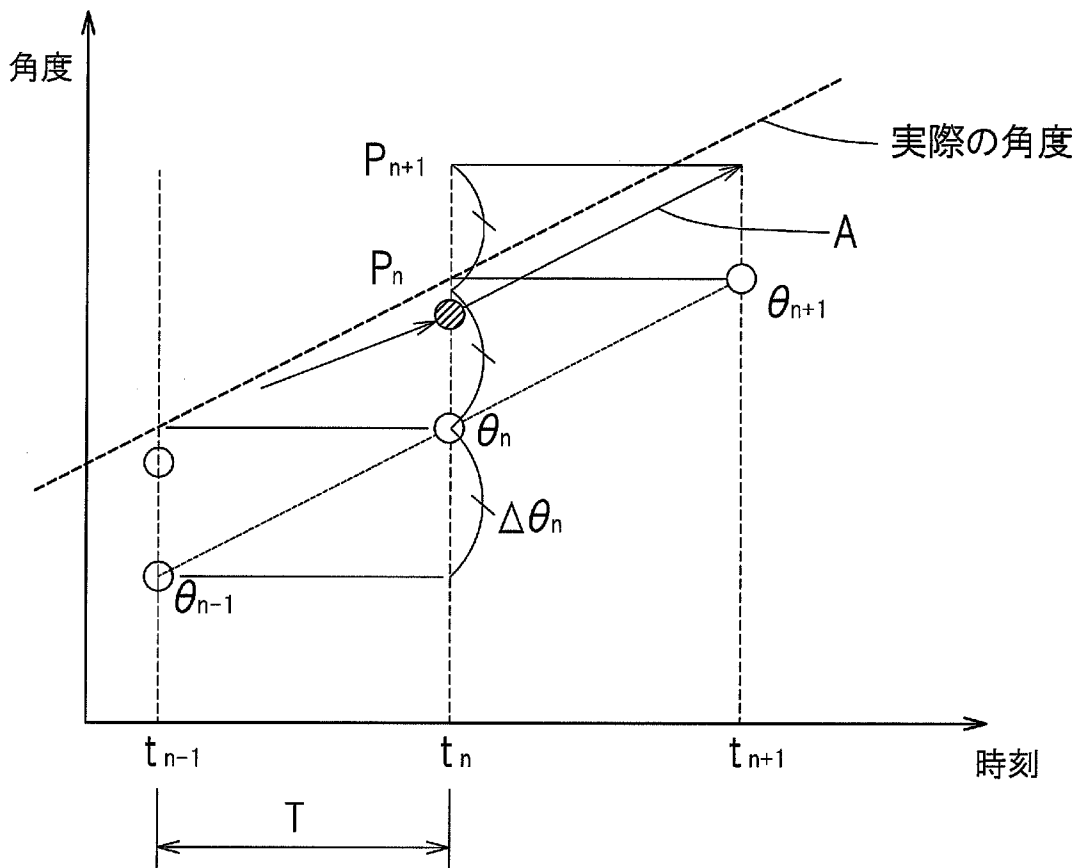
[図7]



[図8]



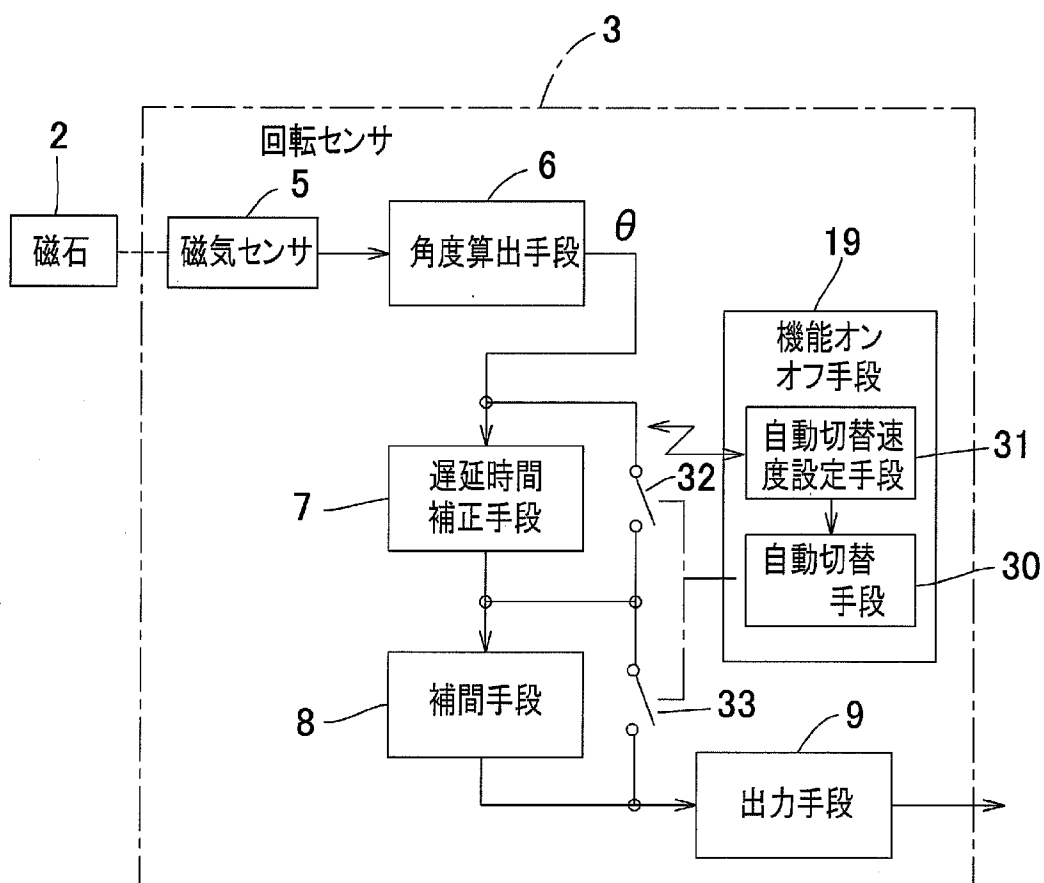
[図9]



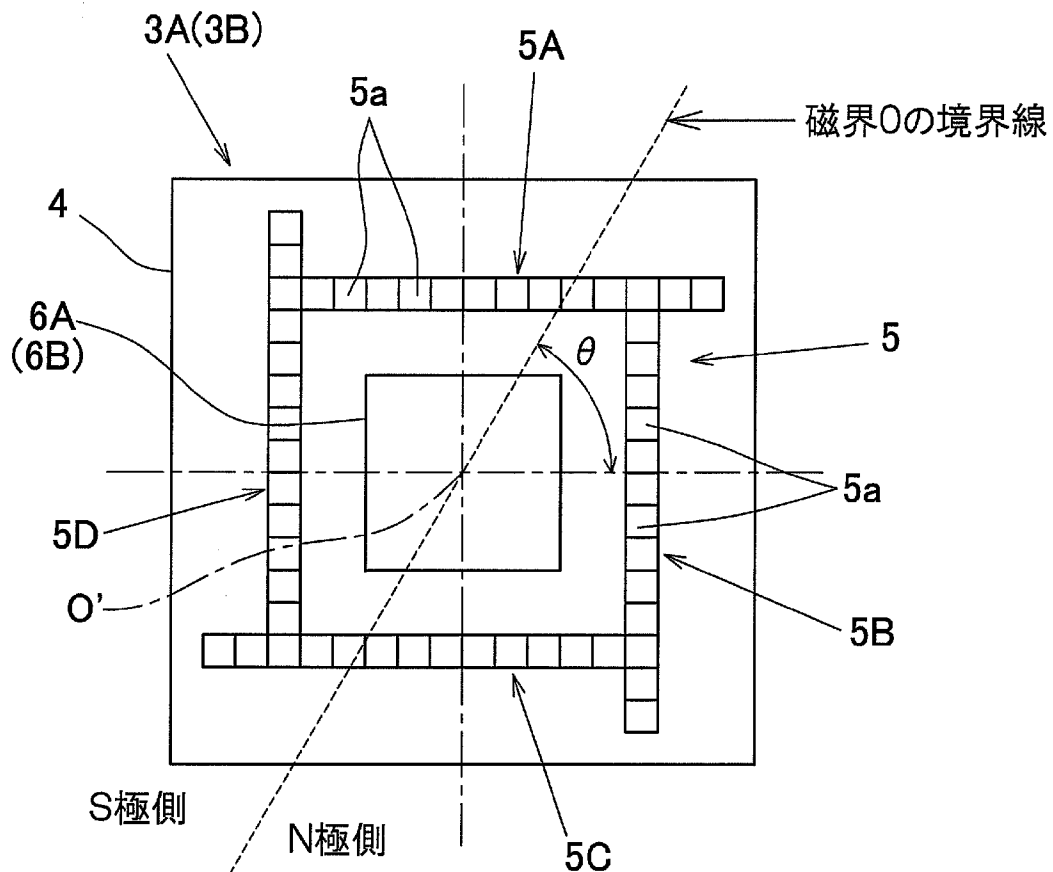
[図10]

A1	A0	A相出力	B相出力
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	1

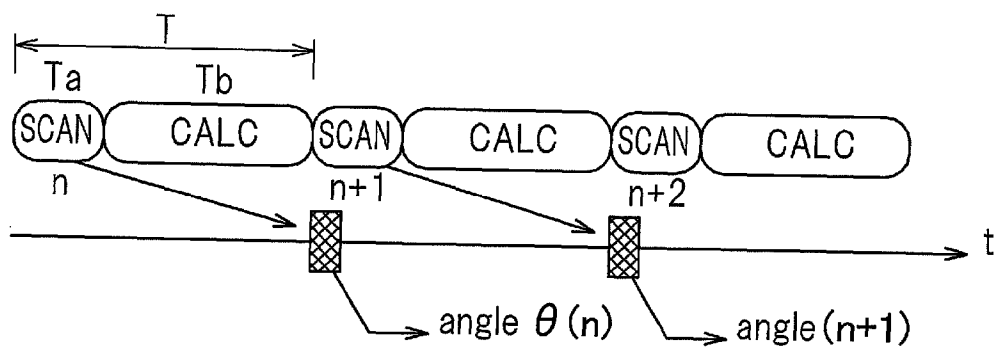
[図11]



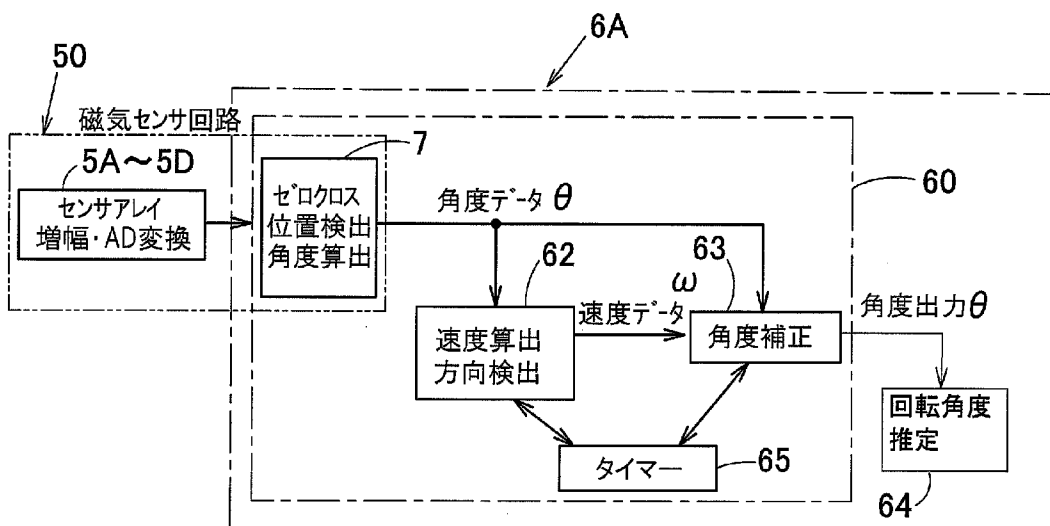
[図12]



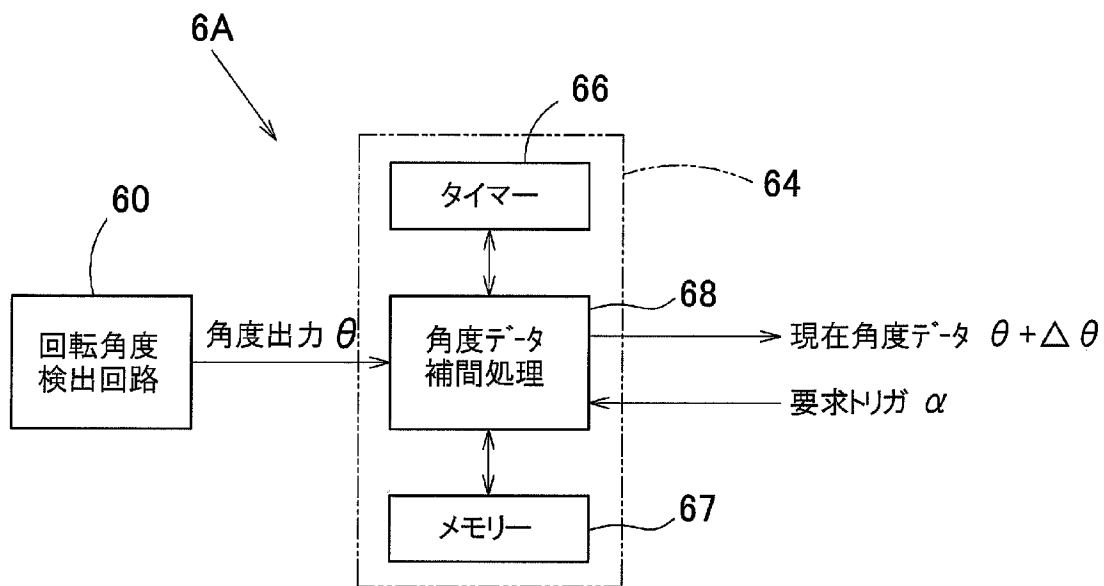
[図13]



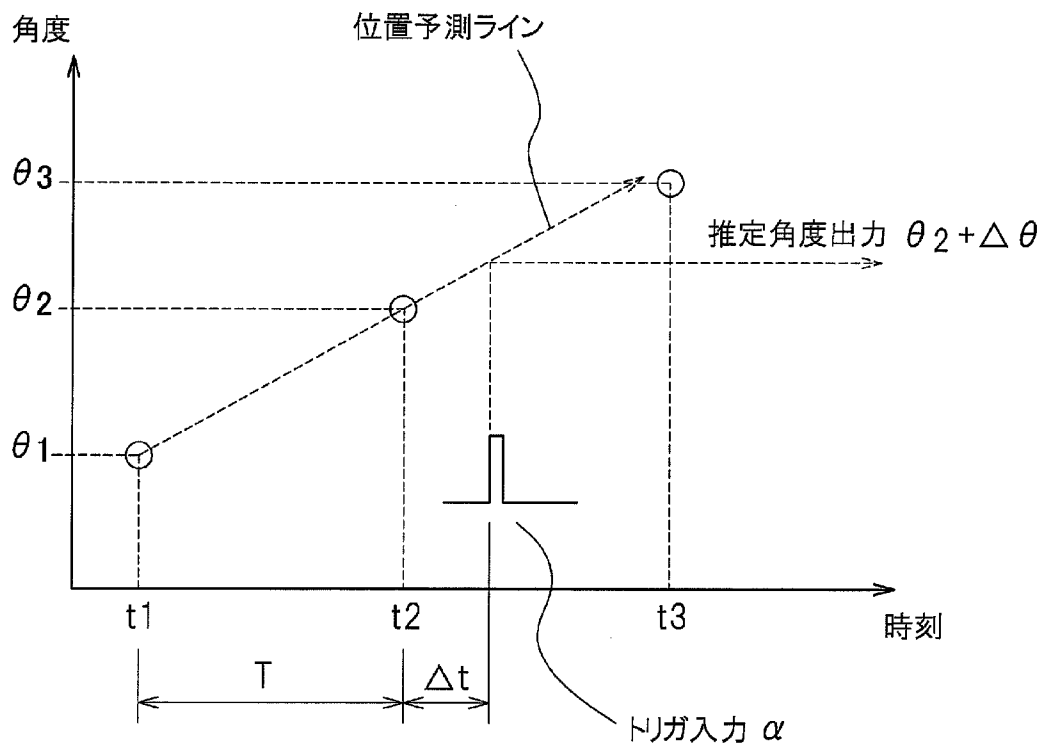
[図14]



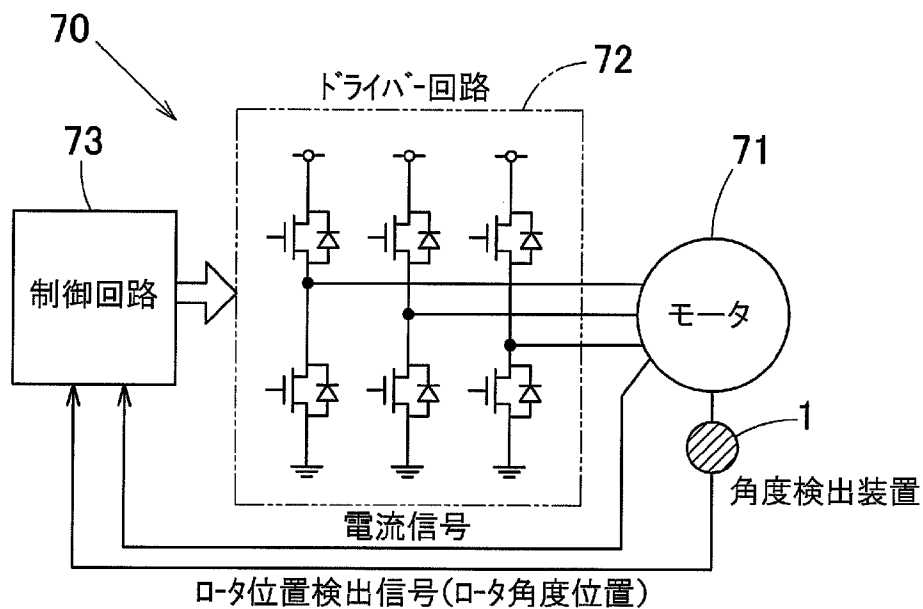
[図15]



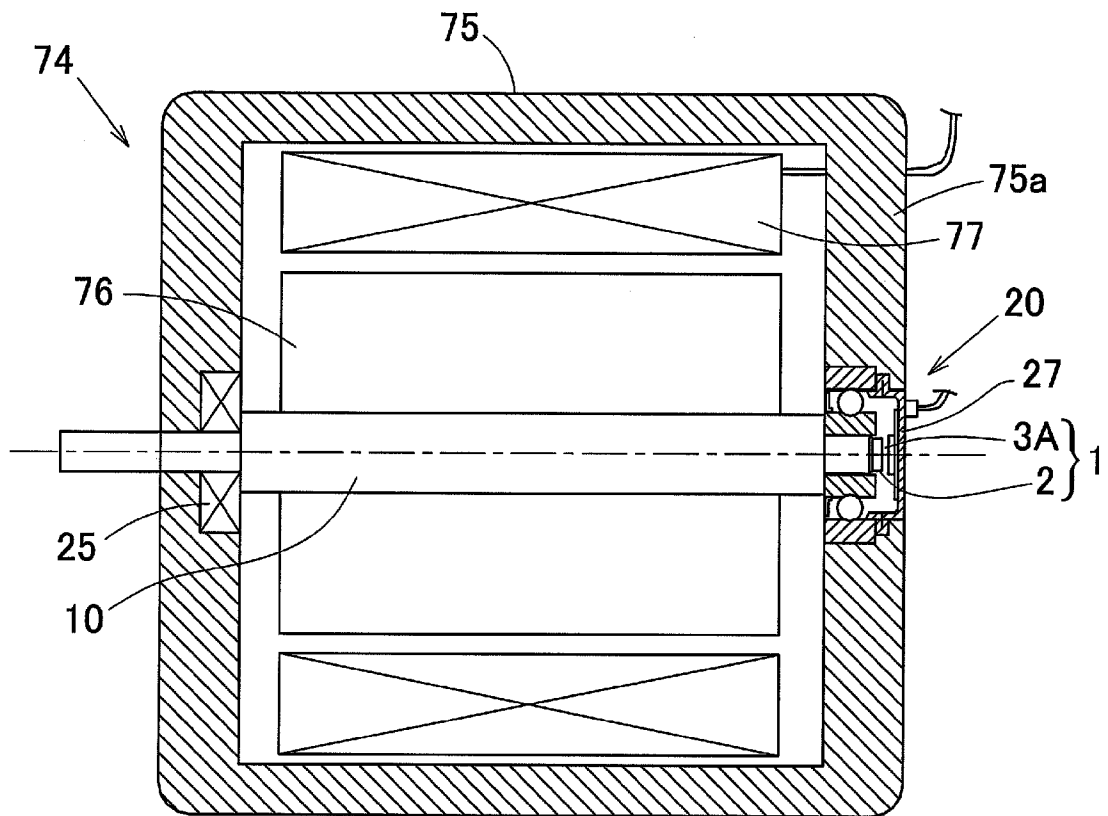
[図16]



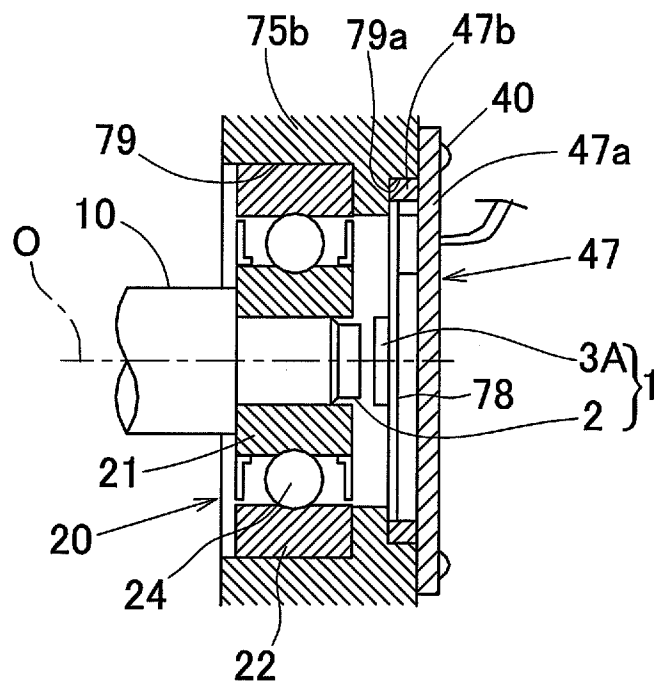
[図17]



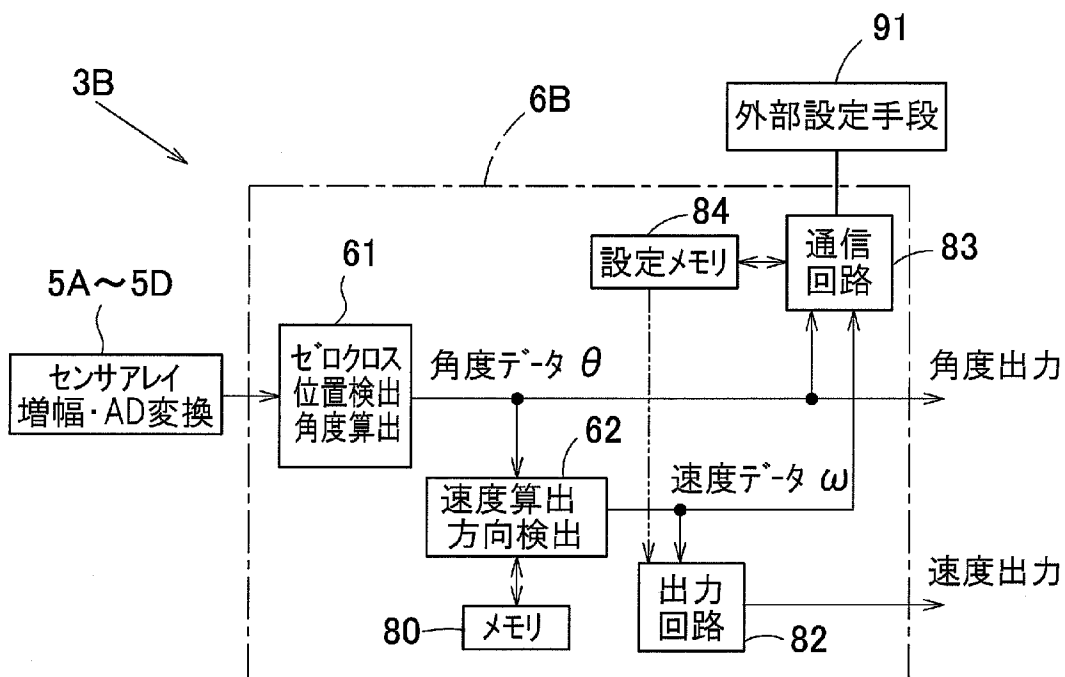
[図18]



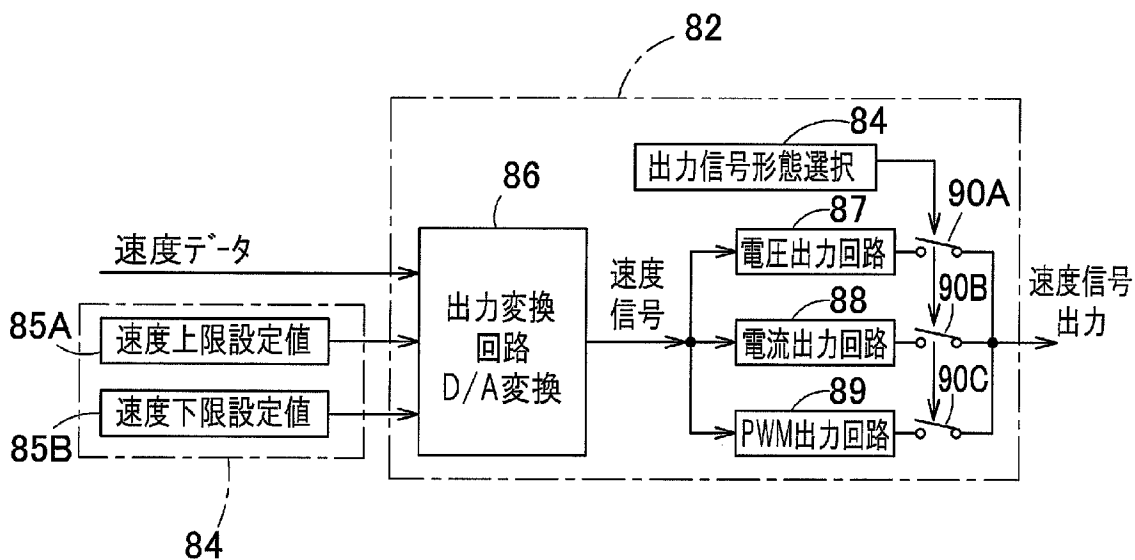
[図19]



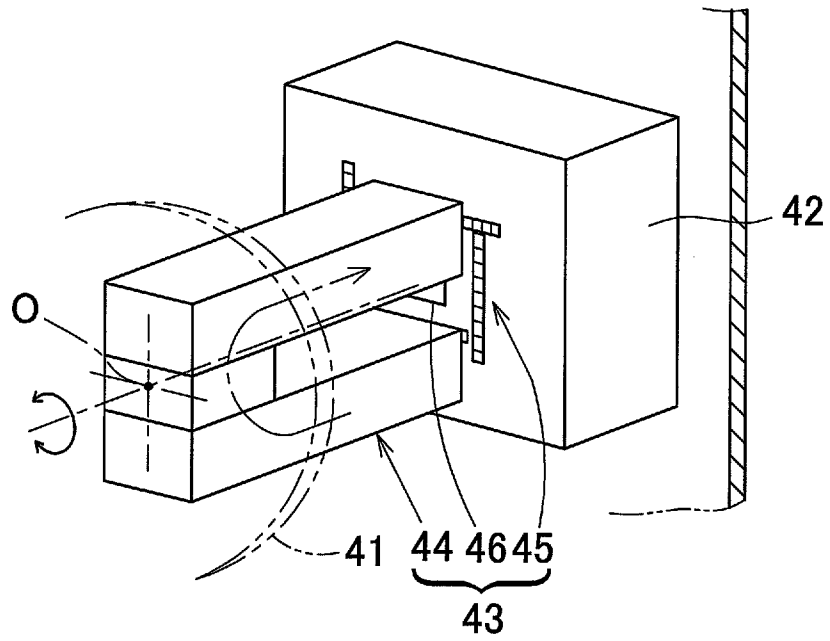
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/000180

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D5/18(2006.01) i, F16C41/00(2006.01) i, G01P3/44(2006.01) i

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)

G01D5/18, F16C41/00, G01P3/44

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
Y	JP 2004-239699 A (NTN Corp.), 26 August, 2004 (26.08.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
Y	JP 4-172219 A (Fanuc Ltd.), 19 June, 1992 (19.06.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
Y	JP 8-261794 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 October, 1996 (11.10.96), Full text; all drawings & US 5721546 A	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
16 April, 2007 (16.04.07)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2007 (01.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/000180

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-265504 A (Tamagawa Seiki Co., Ltd.), 07 October, 1997 (07.10.97), Full text; all drawings (Family: none)	3, 11, 12
Y	JP 9-273942 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 21 October, 1997 (21.10.97), Full text; all drawings & US 5783925 A	3, 11, 12
Y	JP 7-35574 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 February, 1995 (07.02.95), Full text; all drawings (Family: none)	4, 5
Y	JP 2002-139350 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 May, 2002 (17.05.02), Full text; all drawings (Family: none)	6, 7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01D5/18(2006.01)i, F16C41/00(2006.01)i, G01P3/44(2006.01)i

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))
 Int.Cl. G01D5/18, F16C41/00, G01P3/44

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
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2007年
 日本国実用新案登録公報 1996-2007年
 日本国登録実用新案公報 1994-2007年

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)

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 請求の範囲の番号
Y	J P 2 0 0 4 - 2 3 9 6 9 9 A (NTN株式会社) 2004.08.26、全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
Y	J P 4 - 1 7 2 2 1 9 A (フアナツク株式会社) 1992.06.19、全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
Y	J P 8 - 2 6 1 7 9 4 A (三菱電機株式会社) 1996.10.11、全文、全図&US 5721546 A	1-14

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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 16.04.2007	国際調査報告の発送日 01.05.2007
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 井上 昌宏 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	J P 9-265504 A (多摩川精機株式会社) 1997. 10. 07、全文、全図 (ファミリーなし)	3、11、12
Y	J P 9-273942 A (アイシン精機株式会社) 1997. 10. 21、全文、全図&US 5783925 A	3、11、12
Y	J P 7-35574 A (松下電器産業株式会社) 1995. 02. 07、全文、全図 (ファミリーなし)	4、5
Y	J P 2002-139350 A (松下電器産業株式会社) 2002. 05. 17、全文、全図 (ファミリーなし)	6、7