

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-322794

(P2006-322794A)

(43) 公開日 平成18年11月30日(2006.11.30)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G O 1 B 7/30 (2006.01) G O 1 B 7/30 1 O 1 B 2 F O 6 3

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-145808 (P2005-145808)	(71) 出願人	000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(22) 出願日	平成17年5月18日(2005.5.18)	(74) 代理人	100071526 弁理士 平田 忠雄
		(72) 発明者	毛受 良一 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
		(72) 発明者	村上 賢一 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
		Fターム(参考)	2F063 AA36 BA08 CA15 DA01 DA05 DC03 GA52 KA03

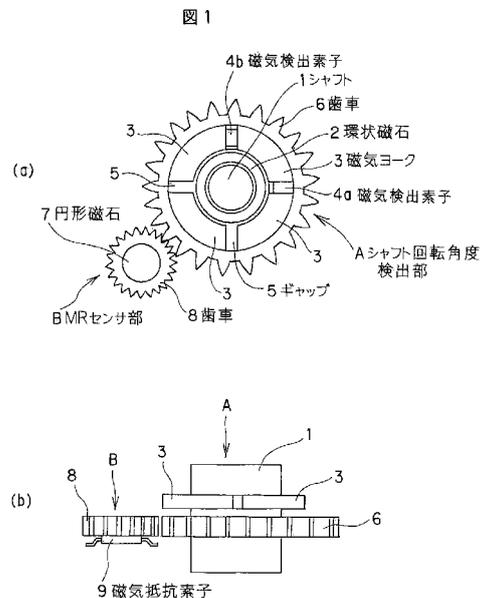
(54) 【発明の名称】 操舵角センサ

(57) 【要約】

【課題】測定対象を回転させること無く、センサの電源を入れた時に瞬時に回転角度を検出できるとともに、多回転においても絶対角度を検出できる操舵角センサを提供する。

【解決手段】シャフト1の径よりも大径の歯車6を有するシャフト回転角度検出部Aと、歯車6と噛み合うように設けられた小径の歯車8を有するMRセンサ部Bとの2つの部分から構成し、シャフト回転角度検出部Aにおける磁気検出素子4a、4b及びMRセンサ部Bにおける磁気抵抗素子9からのセンサ信号の組み合わせにより、回転角度を検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シャフトの径よりも大径の歯車 I を有し、かつ前記歯車 I の内側に磁気センサ I が設けられたシャフト回転角度検出部と、

前記歯車 I と噛み合うように設けられた小径の歯車 I I を有すると共に、一部に磁気センサ I I が配された M R センサ部と、

前記磁気センサ I により検出したシャフト回転角度信号に対して、更に、前記磁気センサ I I から検出したセンサ信号を組み合わせるにより絶対角度を演算する演算部とを備え、

前記歯車 I の歯数は、前記歯車 I I の歯数より大きく、かつ前記歯車 I の歯数は、前記歯車 I I の歯数の非整数倍とすることを特徴とする操舵角センサ。 10

【請求項 2】

前記シャフト回転角度検出部は、前記シャフトの周囲に設けられた環状磁石の外周面に、複数個の磁気ヨークがそれぞれ所定のギャップを空けて固定配置されると共に、前記ギャップには、磁気センサ I が設けられ、前記 M R センサ部は、前記歯車 I I の中心に磁石が設けられると共に、前記磁石の下部には磁気センサ I I が固定設置されることを特徴とする請求項 1 記載の操舵角センサ。

【請求項 3】

前記シャフト回転角度検出部において、4 個の磁気ヨークがそれぞれ所定のギャップを空けて固定配置され、前記ギャップのうち 2 つに、磁気センサ I としての磁気検出素子が設けられ、かつ前記 M R センサ部において、磁気センサ I I としての磁気抵抗素子が固定設置されていることを特徴とする請求項 1 記載の操舵角センサ。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両等の軸の回転角度を検出する操舵角センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 10、図 11 に、車両の操舵角センサに使用する回転角検出装置の一例を示す。

この回転角検出装置は、中心に回転軸 22 を有する円形の回転スリット板 21 の周縁部近くに、複数個のスリット 23 からなるスリット列を一定ピッチで配列形成し、このスリット列を両面側から挟むように、コ字型のフォトカプラ 24 を固定設置したものである。 30

【0003】

フォトカプラ 24 は、光源部 25 と受光部 26 とをギャップを挟んで対向配置したものである。光源部 25 としては発光ダイオード (LED) が用いられ、この LED からの光でスリット列を片面側から照明し、反対側の受光部 26 の面にスリット列による明暗パターンを生じさせる。

【0004】

受光部 26 には、フォトダイオードアレイ (PDA) が使用され、例えば、図 11 に示すように、10 個のフォトダイオード $P_0 \sim P_9$ がスリット 23 の配列方向に直線状に配列される。また、受光部 26 には、PDA と同一側に 1 個の受光素子 27 が設けられ、回転スリット板 21 が回転したときスリット 23 の通過数を検出する。PDA における各フォトダイオード $P_0 \sim P_9$ は、明暗パターンに対してそれぞれ独立して動作し、スリット 23 を通して光が当たったフォトダイオードから光電変換信号が出力され、回転スリット板 21 の影になったフォトダイオードからは光電変換信号が出力されない。 40

【0005】

この回転角検出装置では、PDA 上の何れの位置に明暗パターンにおける明暗境界線が移動したか、言い換えれば PDA 上の何れの位置にスリット 23 の端縁 h が移動したかを検出するとともに、受光素子 27 で通過スリット 23 の数を検出し、この両検出情報に基づいて回転軸 22 の回転角を計測している (特許文献 1 参照)。 50

【0006】

また、図12に、車両の操舵角センサの他の例を示す。

この操舵角センサは、ステアリングシャフト31に、減速ギア機構32が取り付けられたものであり、この減速ギア機構32は、ステアリングシャフト31と一体的に回転する最大半径歯車32aと、最大半径歯車32aに噛み合って回転する大半径歯車32bと、大半径歯車32bの回転軸に取り付けられ、大半径歯車32bと一体的に回転する小半径歯車32cと、小半径歯車32cに噛み合って回転する中半径歯車32dとで構成されている。この減速ギア機構32により、ステアリングシャフト31の全回転角度範囲（例えば左右2回転の角度範囲； ± 720 度）を双方向において1回転（360度）未満の回転角度範囲に変換して、出力軸を構成する中半径歯車32dの回転軸が左右1回転未満の角

10

【0007】

図13に、検出部33の具体的な構成を示す。

この検出部33において、中半径歯車32dの回転軸41には、円環帯状ヨーク42が固定され、円環帯状ヨーク42の外周側面には、円環帯状磁石43が接着されている。円環帯状ヨーク42は、軟鉄などの軟磁性材料で作られている。円環帯状磁石43は、半径方向に磁化されている。この円環帯状磁石43の外周側には、4個の固定子44が所定のギャップ45を置いて90度間隔で固定配置されている。4個のギャップ45のうち隣接する2個のギャップには、磁気センサであるホール素子46、47がそれぞれ設けられて

20

【0008】

以上のような構成を有する検出部33の構成において、円環帯状磁石43が回転すると、回転角度に応じてギャップ45での磁束密度が直線的に変化するので、そこに設けたホール素子46または47により回転角度に応じた出力をアナログ的に取り出すことができる。

【0009】

そして、信号処理回路34では、ホール素子46または47により得られた出力に基づき、減速ギア機構32により変換した分を補正して操舵角度が得られる（特許文献2参照）。

30

【特許文献1】特開昭62-7173号公報

【特許文献2】特開2002-148015号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、図10、11に示す方法では、絶対舵角を検出する際に、ステアリングを動作させる必要があった。また、センサが光エンコーダ方式のため、センサの分解能が粗くなるという問題もあった。更に、光エンコーダのパルス信号をカウンターでカウントすることで、絶対舵角を演算しているため、パルス信号を数えるカウンターの電源は、ステアリングシャフトに取り付け、調整した後、常時通電しておかなければならない。その

40

【0011】

一方、図12、13に示す方法では、多回転により基準位置から360°より大きな角度で回転した場合は、絶対角度そのものを検出できなかった。例えば、基準位置から500°回転した場合、360°で一旦リセットされて、 $500 - 360 = 140$ °が検出角度として検出されてしまっていた。

【0012】

従って、本発明の目的は、測定対象を回転させることなく、センサの電源を入れた時に瞬時に回転角度を検出できるとともに、多回転においても絶対角度を検出できる操舵角セ

50

ンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するため、本発明の操舵角センサは、シャフトの径よりも大径の歯車 I を有し、かつ前記歯車 I の内側に磁気センサ I が設けられたシャフト回転角度検出部と、前記歯車 I と噛み合うように設けられた小径の歯車 I I を有すると共に、一部に磁気センサ I I が配された M R センサ部と、前記磁気センサ I により検出したシャフト回転角度信号に対して、更に、前記磁気センサ I I から検出したセンサ信号を組み合わせることにより絶対角度を演算する演算部とを備え、前記歯車 I の歯数は、前記歯車 I I の歯数より大きく、かつ前記歯車 I の歯数は、前記歯車 I I の歯数の非整数倍とすることを特徴とする。

10

【0014】

前記シャフト回転角度検出部は、前記シャフトの周囲に設けられた環状磁石の外周面に、複数個の磁気ヨークをそれぞれ所定のギャップを空けて固定配置すると共に、前記ギャップには、磁気センサ I を設け、前記 M R センサ部は、前記歯車 I I の中心に磁石を設けると共に、前記磁石の下部には磁気センサ I I を固定設置することもできる。

【0015】

前記シャフト回転角度検出部において、4個の磁気ヨークをそれぞれ所定のギャップを空けて固定配置し、前記ギャップのうち2つに、磁気センサ I としての磁気検出素子を設け、かつ前記 M R センサ部において、磁気センサ I I としての磁気抵抗素子を固定設置

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、測定対象を回転させることなく、センサの電源を入れた時点で絶対舵角を検出することができる。このため、絶対舵角値が必要なときのみ、電源を使用するので、消費電流を最小とすることが可能となり、バッテリーあがりを最小限にすることができる。

【0017】

また、本発明によれば、基準位置から 360° の範囲のみならず、多回転により基準位置から 360° より大きな角度で回転した場合でも絶対角度を検出することができ、車両

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の操舵角センサの実施形態について添付図面を参照しつつ説明する。

(全体構成)

図 1 (a)、(b) に、本発明の操舵角センサの一実施形態を示す。

この操舵角センサは、シャフト 1 の径よりも大径の歯車 6 を有するシャフト回転角度検出部 A と、歯車 6 と噛み合うように設けられた小径の歯車 8 を有する M R センサ部 B との 2 つの部分から構成される。

【0019】

シャフト回転角度検出部 A では、シャフト 1 の周囲に、環状磁石 2 が設けられ、この環状磁石 2 の外周面には、4 個の磁気ヨーク 3 が所定のギャップ 5 を空けて 90 度間隔で固定配置されている。4 個のギャップ 5 のうち隣接する 2 個のギャップには、磁気センサである磁気検出素子 4 a、4 b がそれぞれ設けられている。

40

【0020】

一方、M R センサ部 B では、歯車 8 の中心に円形磁石 7 が取り付けられ、更に、歯車 8 の下部には磁気抵抗素子 9 が固定設置されている。

この操舵角センサでは、シャフト回転角度検出部 A における磁気検出素子 4 a、4 b 及び M R センサ部 B における磁気抵抗素子 9 からのセンサ信号の組み合わせにより、回転角度を検出する。以下、構成部分毎に詳しく説明する。

50

【0021】

(シャフト回転角度検出部 A)

図2に、シャフト回転角度検出部 A の部分構成 (図2 (a)) と磁気検出素子 4 a、4 b による出力波形 (図2 (b)) を示す。

【0022】

図2 (a) において、環状磁石 2 の外側には、4 つの磁性体からなる磁気ヨーク 3 が環状磁石 2 とは非接触で設置されており、磁気ヨーク 3 は互いに均等な間隔をおいて設置されている。磁気ヨークの間には、磁気検出素子 4 a、4 b が配置されている。シャフト 1 が回転すると、それに伴い環状磁石 2 が同期して回転する。環状磁石 2 が発生する磁界は、磁気ヨーク 3 を通過しながら、N 極から S 極へ戻るため、磁気検出素子 4 a、4 b はシャフト 1 の回転に応じて磁束密度の変化が生じる。

10

【0023】

図2 (b) に、シャフト 1 の回転角度と磁気検出素子 4 a、4 b の出力波形の関係例を示す。図に示すように、磁石の回転角度に応じて、磁気検出素子 4 a の出力は \sin 波形を示し、磁気検出素子 4 b の出力は \cos 波形を示す。磁気検出素子 4 a の出力と磁気検出素子 4 b の出力の 2 信号を A/D コンバータで取り込み、 \tan^{-1} を求めることで、シャフト 1 の回転角度波形が求められる。演算後の出力波形の一例を図3に示す。

【0024】

(MR センサ部 B)

MR センサ部 B では、シャフト 1 の回転より増速した歯車 8 の回転角度を検出する。歯車 8 が回転すると、歯車 8 の下部に固定設置された磁気抵抗素子 9 は、歯車 8 の中心に取り付けられた円形磁石 7 が発生する磁界の影響を受け、歯車 8 の回転角度に対し、例えば図4に示す出力波形を示す。

20

【0025】

(シャフト回転角度検出部 A の歯車 6 と MR センサ部 B の歯車 8 との関係)

本操舵角センサでは、歯車 6 を有するシャフト回転角度検出部 A からの出力波形と、歯車 8 を有する MR センサ部 B からの出力波形とを組み合わせることにより絶対角度を演算する。ここで、歯車 6 と歯車 8 の歯数は下記条件を満たすように形成されている。

(1) 歯車 6 の歯数 > 歯車 8 の歯数

(2) 歯車 6 の歯数は、歯車 8 の歯数の整数倍であってはならない。

30

【0026】

(1) の条件により、シャフト 1 の回転に対して歯車 8 は増速されて回転する。MR センサ部 B の増速数は、シャフト 1 に取り付けられた歯車 6 と、歯車 8 の歯数により決まる。

また、上記 (2) の要件を必要としたのは、歯車 6 の歯数が歯車 8 の歯数の整数倍になると、歯車 6 を有するシャフト回転角度検出部 A からの出力波形信号と歯車 8 を有する MR センサ部 B からの出力波形信号とが重なってしまい、これらの信号を組み合わせることにより絶対角度を演算することができなくなるからである。

このため、上記 (1)、(2) の条件を満たす場合に初めて、歯車 6 と歯車 8 との組み合わせにより、任意回転数に対する絶対角度を検出することが可能となる。

40

【0027】

図5は、シャフト回転角度検出部 A によるシャフト回転角度検出信号と、MR センサ部 B による磁気抵抗素子 9 の出力信号とを重ね合わせ、絶対角度を横軸にしたグラフ上にしたものである。ここでは、シャフト回転角度検出部 A の歯車 6 の歯数と MR センサ部 B の歯車 8 の歯数との比を 1.13 : 1 とし、絶対角度範囲を $-540^\circ \sim 540^\circ$ とした。絶対角度を検出するためには、全ての絶対角度領域内で 2 つの信号波形値を組み合わせる必要がある。この図では、シャフト回転角度検出信号値は、 180° ごとの絶対舵角の繰り返し波形を示しているため、 180° 毎の領域内において磁気抵抗素子 9 の出力信号が重複しなければ、これらの信号波形の組み合わせにより、絶対角度を演算することができる。

50

【0028】

(絶対角変換方法)

シャフト回転角度検出部 A によるシャフト回転角度検出信号と、MR センサ部 B による磁気抵抗素子 9 の出力信号との 2 つの検出信号は、AD コンバータにより一度パソコンに取り込まれ、後述する絶対舵角を算出するテーブル (図 6) にて演算され、絶対舵角に変換される。テーブルは、シャフト回転角度周期と同じ 180° で作成されるが、MR センサの周期は 180° 未満である。このため、 $0 \sim 540^\circ$ の各範囲における磁気抵抗素子 9 の出力信号をテーブル上に重ね合わせると、これらの出力信号が重複していなければ、磁気抵抗素子 9 の出力信号とシャフト回転角検出信号の両者のレベルを比較することにより、絶対舵角を算出することが可能となる。

10

【0029】

具体的には、歯車 6 の歯数を X_1 、歯車 8 の歯数を X_2 とすると、歯車 6 の回転周期は、 $180 [^\circ]$ 、歯車 8 の回転周期は、 $(X_2 / X_1) * 180 [^\circ]$ と示すことができる。

一例として図 6 (a) に、 $0 < X_2 / X_1 < 1$ における、絶対角 $0 \sim 180^\circ$ での変化を示す絶対角変換テーブルを示す。 $0 < X_2 / X_1 < 1$ であるから、磁気抵抗素子 9 の出力信号は、周期が $(X_2 / X_1) * 180 [^\circ]$ であるため、1 波長と $\{(X_1 - X_2) / X_1\} * 180$ 周期分の信号波形が検出される。これに更に、磁気抵抗素子 9 の $0 \sim 180^\circ$ と $180^\circ \sim 360^\circ$ の波形を重ねると、(b) のようになり、磁気抵抗素子 9 の信号波形が重なることはない。多回転により磁気抵抗素子 9 のセンサ信号が 0 になる位置が原点に戻ると、それ以降は同じ繰り返し信号になるため、絶対角度を演算することができなくなる。よって、 X_1 と X_2 の歯数を調整することにより、 $0 \sim 180^\circ$ と同じ波形となるまで絶対舵角を検出することが出来る。

20

【0030】

なお、 $0 \sim 180^\circ$ と同じ波形が検出される場合は、下記の場合である。

シャフトの回転角を θ とすると、歯車 8 の回転角は、 $(X_2 / X_1) * \theta$ となる。シャフトの回転角は 180° 毎の繰り返しとなるため、 $(X_2 / X_1) * \theta$ が 180 で割り切れる場合となる。

【0031】

(本操舵角センサの効果)

(1) 本操舵角センサでは、シャフト回転角度検出部 A により検出した回転角度と、MR センサ B においてシャフトの回転より増速した磁石付き歯車において検出した回転角度を組み合わせることで、多回転での絶対角度を検出することができる。例えば、基準位置から 500° 回転した場合、従来の角度センサでは、角度 140° (360° でリセットされる) と検出されるのに対して、本操舵角センサでは、絶対角度 500° と検出される。

30

(2) ステアリングを動作させることなく、センサの電源を入れた時点で絶対舵角を検出することができる。このため、絶対舵角値が必要なときのみ、電源を使用するので、消費電流を最小とすることが可能となり、バッテリーあがりを最小限にすることができる。

(3) 測定対象の絶対回転角度を非接触で検出することができる。

(4) 本操舵角センサでは操舵角情報が得られるので、将来の自動車の自動操縦の 1 つの要素技術を提供できる。

40

(5) カーナビゲーションの自立航法に活用することも可能である。

【実施例】

【0032】

図 7 に、本操舵角センサをステアリングシャフト用角度センサに適用した例を示す。

このステアリングシャフト用角度センサ 10 は、センサ部分として図 1 に示した構成の操舵角センサを用いている。また、演算用プロセッサ 11 を同一基板上に配置することで実装面積を最小にしている。

【0033】

図 8 に、自動車ステアリング全体システムの説明図を示す。上記ステアリングシャフト

50

用角度センサ 10 は、図 8 に示した絶対舵角センサ 12、演算回路 13、運動制御用コントローラ 14、及びステアリングシャフト 15 の内、絶対舵角センサ 12 及び演算回路 13 の部分に対応している。

【0034】

図 9 に、シャフト回転角度検出部の磁界シミュレーション結果を示す。解析は、図 2 に示すシャフト回転角度検出部 A の形状を用い、環状磁石 2 を回転させて行った。これより、磁気検出素子 4 a、4 b 共に、図 2 (b) に対応した出力波形が得られた。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】本発明の操舵角センサの一実施形態を示す構成図であり、(a) は平面図、(b) は側面図である。 10

【図 2】本実施形態の操舵角センサの説明図であり、(a) は、シャフト回転角度検出部の部分構成図、(b) は 2 つの磁気検出素子による絶対角度出力波形図である。

【図 3】本実施形態の操舵角センサのシャフト回転角度検出部 A における演算後の絶対角度出力波形図である。

【図 4】本実施形態の操舵角センサの MR センサ部 B における絶対角度出力波形図である。

【図 5】シャフト回転角度検出信号と磁気抵抗素子の出力信号の組み合わせを示したグラフである。

【図 6】シャフト回転角度検出信号と磁気抵抗素子の出力信号の組み合わせを示したグラフであり、(a) は絶対角 0 ~ 180 ° での変化を示すもの、(b) は絶対角 0 ~ 180 ° と 180 ° ~ 360 ° の変化を重ねたものである。 20

【図 7】ステアリングシャフト用角度センサの一例を示す平面図である。

【図 8】自動車ステアリング全体システムを示す説明図である。

【図 9】シャフト回転角度検出部の磁界シミュレーション結果を示すグラフである。

【図 10】従来の車両の操舵角センサに使用する回転角検出装置を示す一部断面図である。

【図 11】図 10 における受光部の部分の部分拡大図である。

【図 12】従来の操舵角センサを示す構成図である。

【図 13】図 12 における検出部の部分拡大図である。 30

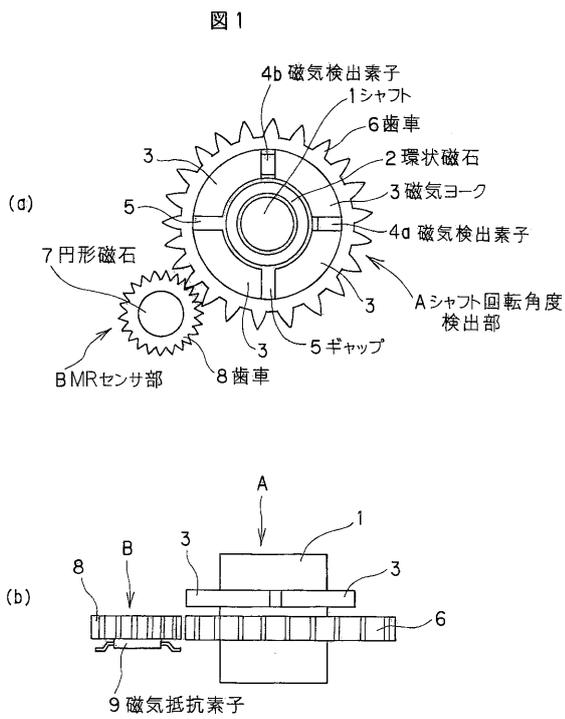
【符号の説明】

【0036】

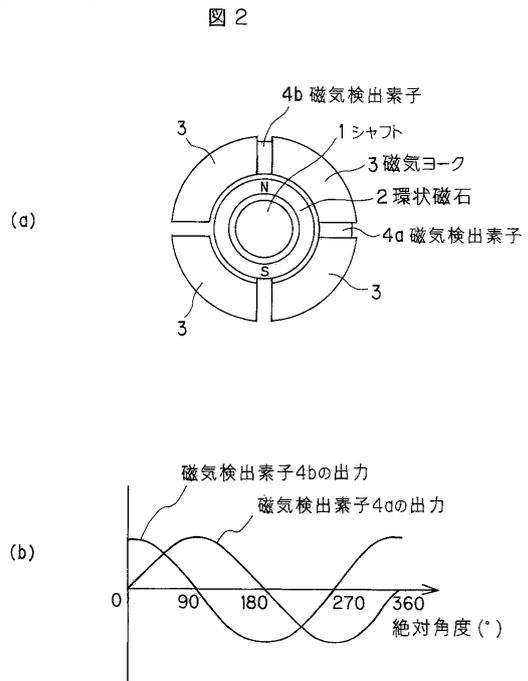
- 1 シャフト
- 2 環状磁石
- 3 磁気ヨーク
- 4 a、4 b 磁気検出素子
- 5 ギャップ
- 6 歯車
- 7 円形磁石
- 8 歯車
- 9 磁気抵抗素子
- A シャフト回転角度検出部
- B MR センサ部
- 10 ステアリングシャフト用角度センサ
- 11 演算用プロセッサ
- 12 絶対舵角センサ
- 13 演算回路
- 14 運動制御用コントローラ
- 15 ステアリングシャフト
- 16 タイヤ

- 17 ピニオン
- 18 ラック

【 図 1 】

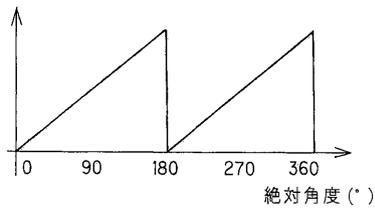


【 図 2 】



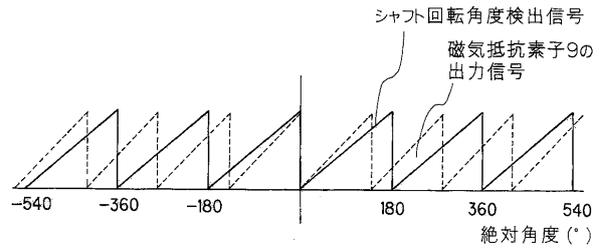
【 図 3 】

図 3



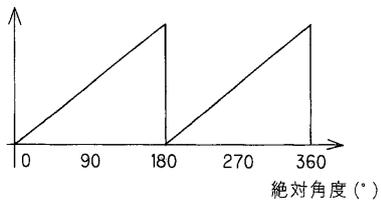
【 図 5 】

図 5



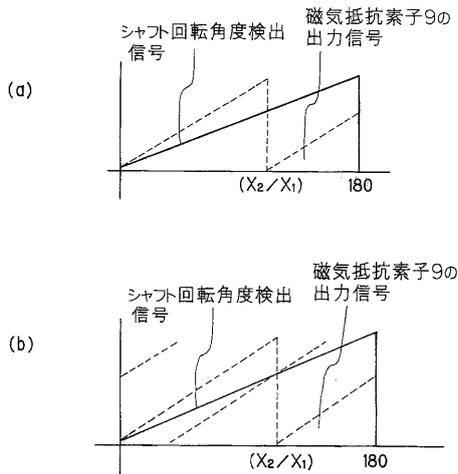
【 図 4 】

図 4



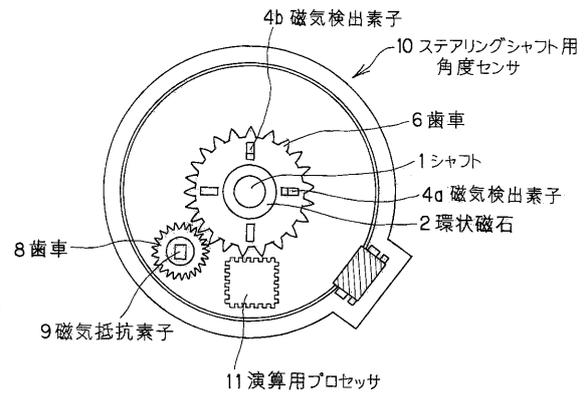
【 図 6 】

図 6



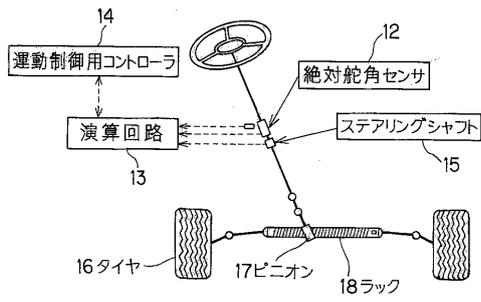
【 図 7 】

図 7



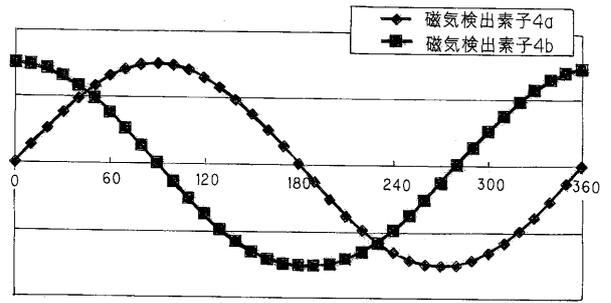
【 図 8 】

図 8



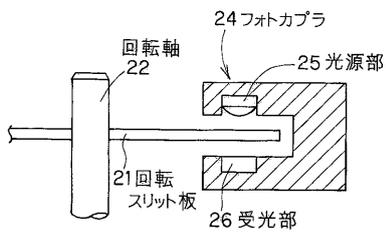
【 図 9 】

図 9



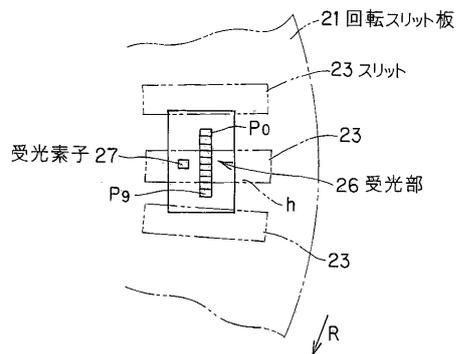
【 図 1 0 】

図 10

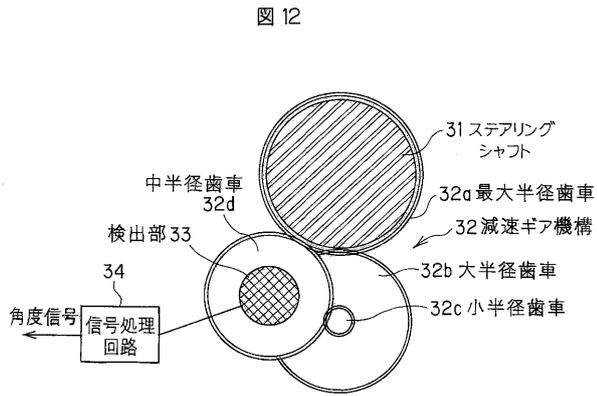


【 図 1 1 】

図 11



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

