

(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2009-58240

(P2009-58240A)

(43) 公開日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.

G01D 5/245 (2006.01)

F I

G01D 5/245

R

テーマコード(参考)

2F077

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-223361 (P2007-223361)
 (22) 出願日 平成19年8月30日 (2007.8.30)

(71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100095795
 弁理士 田下 明人
 (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
 Fターム(参考) 2F077 AA37 AA43 CC02 NN03 NN21
 PP15 QQ07 TT06 TT13 TT16
 TT32 TT35 TT51

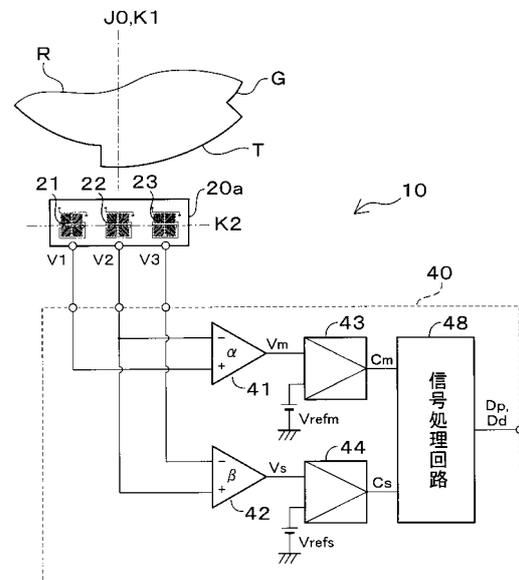
(54) 【発明の名称】 回転検出装置

(57) 【要約】

【課題】磁気センサの使用個数を削減し得る回転検出装置を提供する。

【解決手段】回転検出装置10では、オペアンプ41、コンパレータ43により、MREブリッジ21、22から異なる位相で出力されるセンサ信号V1、V2を差動演算してロータRの回転位置を検出可能な回転位置検出信号Vmを出力し、オペアンプ42、コンパレータ44、信号処理回路48により、MREブリッジ21、22のうちのMREブリッジ22から出力されるセンサ信号V2と回転位置検出信号Vmとに基づいてロータRの回転方向を検出可能な回転方向データDdを出力する。これにより、回転方向の検出に用いるセンサ信号を別途2信号必要とする場合に比べて、MREブリッジの使用個数を削減することができる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

歯車状のギヤを備えた回転体のギヤ歯に向けて磁界を発生する磁石と、
前記ギヤと前記磁石との間で前記磁石の磁気的中心軸に対して垂直な仮想直線に沿って
並んで配置され、前記回転体の回転に伴う前記ギヤ歯の移動によって変化する前記磁界に
基づいて電圧または電流が変動するセンサ信号をそれぞれ出力する複数の磁気センサと、
前記複数の磁気センサから異なる位相で出力される複数のセンサ信号を差動演算して前
記回転体の回転位置を検出可能な回転位置検出信号を出力する回転位置検出手段と、
前記複数の磁気センサのうち 1 以上から出力される前記センサ信号と前記回転位置検
出信号とに基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力する回転
方向検出手段と、
を備えることを特徴とする回転検出装置。

10

【請求項 2】

前記回転方向検出手段に対して前記センサ信号を出力する磁気センサが 1 であり、この
共用磁気センサが、前記複数の磁気センサのなかで、前記回転体の回転中心と前記仮想直
線とを最短距離で結ぶ仮想中心線に最も接近し得る位置に配置されている場合には、前記
共用磁気センサよりも前記仮想中心線から離隔して位置する他の磁気センサを備え、
前記回転方向検出手段は、前記共用磁気センサから出力されるセンサ信号および前記他
の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、前記回転位置検
出信号と、に基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力するこ
とを特徴とする請求項 1 記載の回転検出装置。

20

【請求項 3】

前記回転位置検出手段により差動演算される前記複数のセンサ信号は、前記仮想中心線
を挟んでほぼ対称に位置する前記複数の磁気センサから出力されるものであり、
前記他の磁気センサは、前記ギヤと前記磁石との間で前記複数の磁気センサのいずれよ
りも前記仮想中心線から離隔して位置することを特徴とする請求項 2 記載の回転検出装置
。

【請求項 4】

前記回転方向検出手段に対して前記センサ信号を出力する磁気センサが 1 であり、この
共用磁気センサが、前記複数の磁気センサのなかで、前記回転体の回転中心と前記仮想直
線とを最短距離で結ぶ仮想中心線から最も離隔し得る位置に配置されている場合には、前
記共用磁気センサよりも前記仮想中心線に接近して位置する他の磁気センサを備え、
前記回転方向検出手段は、前記共用磁気センサから出力されるセンサ信号および前記他
の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、前記回転位置検
出信号と、に基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力するこ
とを特徴とする請求項 1 記載の回転検出装置。

30

【請求項 5】

前記回転位置検出手段により差動演算される前記複数のセンサ信号は、前記仮想中心線
を挟んでほぼ対称に位置する前記複数の磁気センサから出力されるものであり、
前記他の磁気センサは、前記ギヤと前記磁石との間で前記複数の磁気センサのいずれよ
りも前記仮想中心線に接近して位置することを特徴とする請求項 4 記載の回転検出装置。

40

【請求項 6】

前記回転方向検出手段に対して前記センサ信号を出力する磁気センサが 2 であり、これ
らのうちの一方を第 1 共用磁気センサ、他方を第 2 共用磁気センサとし、これら両共用磁
気センサがいずれも前記仮想中心線に対して一方向側に位置する場合、
前記回転方向検出手段は、前記第 1 共用磁気センサから出力されるセンサ信号および前
記第 2 共用磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、前記回
転位置検出信号と、に基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を
出力することを特徴とする請求項 1 記載の回転検出装置。

【請求項 7】

50

前記回転位置検出手段により差動演算される前記複数のセンサ信号は、前記仮想中心線を挟んでほぼ対称に位置する前記複数の磁気センサから出力されるものであり、

前記第1共用磁気センサは、前記ギヤと前記磁石との間で前記複数の磁気センサのなかで前記仮想中心線から最も離隔し得る位置に配置され、

前記第2共用磁気センサは、前記第1共用磁気センサの隣で前記仮想中心線側に配置されていることを特徴とする請求項6記載の回転検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転体の回転位置および回転方向を検出可能な回転検出装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

回転体の回転位置を検出可能な回転検出装置として、例えば、下記特許文献1に開示される「回転検出装置」がある。この種の回転検出装置では、バイアス磁石を用いて回転体のギヤ歯に向けてバイアス磁界を発生させ、ギヤの「山」（ギヤ歯の凸部）、とギヤの「谷」（ギヤ歯の凹部）による「山」「谷」、「谷」「山」の変化に基づいて変化する磁界の方向を出力信号の位相が異なる2つの磁気抵抗素子（MRE）で検出することにより、このようなギヤ歯の位置、つまり回転体の回転位置を検出可能にしている。

【特許文献1】特開平11-237256号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、上記特許文献1に開示される回転検出装置のように、磁気抵抗素子やホール素子等の磁気センサを用いて磁界の方向に基づいて回転体の回転方向を検出する構成を採用する場合には、回転体の回転位置に加えて回転体の回転方向をも検出し得るように構成するとなると、回転方向を検出するための磁気センサを別途設ける必要がある。そして、この場合、回転位置の検出と同様に、一般的には複数の磁気センサからセンサ信号を得て検出する。

【0004】

このため、例えば、回転体の回転位置および回転方向を検出可能な回転検出装置を実現しようとする、回転位置の検出に用いるセンサ信号が2信号必要となり、また回転方向の検出に用いるセンサ信号が別途2信号必要になることから、最小構成でも4つの磁気センサが不可欠となり、磁気センサの使用数が増加してしまう問題がある。

30

【0005】

また、例えば、このような磁気センサを基板上に複数配置してセンサチップ（センサIC）を構成する場合には、実装する磁気センサの数が増大すると、必然的にチップ面積の増大にも繋がることから、センサチップの小型化の要請に応えにくいという問題もある。

【0006】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、磁気センサの使用個数を削減し得る回転検出装置を提供することにある。また、センサチップのチップ面積の増大を抑制し得る回転検出装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、特許請求の範囲に記載の請求項1の回転検出装置では、歯車状のギヤを備えた回転体のギヤ歯に向けて磁界を発生する磁石と、前記ギヤと前記磁石との間で前記磁石の磁気中心軸に対して垂直な仮想直線に沿って並んで配置され、前記回転体の回転に伴う前記ギヤ歯の移動によって変化する前記磁界に基づいて電圧または電流が変動するセンサ信号をそれぞれ出力する複数の磁気センサと、前記複数の磁気センサから異なる位相で出力される複数のセンサ信号を差動演算して前記回転体の回転位置を検出

50

可能な回転位置検出信号を出力する回転位置検出手段と、前記複数の磁気センサのうちの1以上から出力される前記センサ信号と前記回転位置検出信号とに基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力する回転方向検出手段と、を備えることを技術的特徴とする。

【0008】

特許請求の範囲に記載の請求項2の回転検出装置では、請求項1記載の回転検出装置において、前記回転方向検出手段に対して前記センサ信号を出力する磁気センサが1であり、この共用磁気センサが、前記複数の磁気センサのなかで、前記回転体の回転中心と前記仮想直線とを最短距離で結ぶ仮想中心線に最も接近し得る位置に配置されている場合には、前記共用磁気センサよりも前記仮想中心線から離隔して位置する他の磁気センサを備え、前記回転方向検出手段は、前記共用磁気センサから出力されるセンサ信号および前記他の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、前記回転位置検出信号と、に基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力することを技術的特徴とする。

10

【0009】

特許請求の範囲に記載の請求項3の回転検出装置では、請求項2記載の回転検出装置において、前記回転位置検出手段により差動演算される前記複数のセンサ信号は、前記仮想中心線を挟んでほぼ対称に位置する前記複数の磁気センサから出力されるものであり、前記他の磁気センサは、前記ギャと前記磁石との間で前記複数の磁気センサのいずれよりも前記仮想中心線から離隔して位置することを技術的特徴とする。

20

【0010】

特許請求の範囲に記載の請求項4の回転検出装置では、請求項1記載の回転検出装置において、前記回転方向検出手段に対して前記センサ信号を出力する磁気センサが1であり、この共用磁気センサが、前記複数の磁気センサのなかで、前記回転体の回転中心と前記仮想直線とを最短距離で結ぶ仮想中心線から最も離隔し得る位置に配置されている場合には、前記共用磁気センサよりも前記仮想中心線に接近して位置する他の磁気センサを備え、前記回転方向検出手段は、前記共用磁気センサから出力されるセンサ信号および前記他の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、前記回転位置検出信号と、に基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力することを技術的特徴とする。

30

【0011】

特許請求の範囲に記載の請求項5の回転検出装置では、請求項4記載の回転検出装置において、前記回転位置検出手段により差動演算される前記複数のセンサ信号は、前記仮想中心線を挟んでほぼ対称に位置する前記複数の磁気センサから出力されるものであり、前記他の磁気センサは、前記ギャと前記磁石との間で前記複数の磁気センサのいずれよりも前記仮想中心線に接近して位置することを技術的特徴とする。

【0012】

特許請求の範囲に記載の請求項6の回転検出装置では、請求項1記載の回転検出装置において、前記回転方向検出手段に対して前記センサ信号を出力する磁気センサが2であり、これらのうちの一方を第1共用磁気センサ、他方を第2共用磁気センサとし、これら両共用磁気センサがいずれも前記仮想中心線に対して一方向側に位置する場合、前記回転方向検出手段は、前記第1共用磁気センサから出力されるセンサ信号および前記第2共用磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、前記回転位置検出信号と、に基づいて前記回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力することを技術的特徴とする。

40

【0013】

特許請求の範囲に記載の請求項7の回転検出装置では、請求項6記載の回転検出装置において、前記回転位置検出手段により差動演算される前記複数のセンサ信号は、前記仮想中心線を挟んでほぼ対称に位置する前記複数の磁気センサから出力されるものであり、前記第1共用磁気センサは、前記ギャと前記磁石との間で前記複数の磁気センサのなかで前

50

記仮想中心線から最も離隔し得る位置に配置され、前記第2共用磁気センサは、前記第1共用磁気センサの隣で前記仮想中心線側に配置されていることを技術的特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

請求項1の発明では、回転位置検出手段により、複数の磁気センサから異なる位相で出力される複数のセンサ信号を差動演算して回転体の回転位置を検出可能な回転位置検出信号を出力し、また回転方向検出手段により、複数の磁気センサのうち1以上から出力されるセンサ信号と回転位置検出信号とに基づいて回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力する。これにより、回転方向検出手段では、回転位置検出手段から出力される回転位置検出信号と、この回転位置検出手段による差動演算のために複数の磁気センサから出力されるセンサ信号と、に基づいて回転体の回転方向を検出するので、回転方向を検出するためだけにセンサ信号を出力する磁気センサを別途設ける必要がない。

10

【0015】

したがって、回転方向の検出に用いるセンサ信号を別途2信号必要とする場合に比べて磁気センサの使用個数を削減することができる。また、このような複数の磁気センサを基板上に複数配置してセンサチップ(センサIC)を構成した場合には、ギヤと磁石との間で磁石の磁気的中心軸に対して垂直な仮想直線に沿って並んで配置される複数の磁気センサの個数を、回転方向の検出に用いるセンサ信号を別途2信号必要とする場合に比べて削減できることから、当該仮想直線方向のセンサチップの長さを短くできるとともにチップ面積の増大を抑制することができる。

20

【0016】

請求項2の発明では、回転方向検出手段に対してセンサ信号を出力する磁気センサが1であり、この共用磁気センサが、複数の磁気センサのなかで、回転体の回転中心と仮想直線とを最短距離で結ぶ仮想中心線に最も接近し得る位置に配置されている場合には、共用磁気センサよりも仮想中心線から離隔して位置する他の磁気センサを備え、回転方向検出手段は、共用磁気センサから出力されるセンサ信号および他の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、回転位置検出信号と、に基づいて回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力する。これにより、回転方向検出手段では、共用磁気センサから出力されるセンサ信号と、この共用磁気センサから物理的に離れて位置する他の磁気センサから出力される位相の異なるセンサ信号とを差動演算するので、これら両磁気センサ間の中心を磁気的中心とした差動出力信号を演算結果として得ることができる。そして、この磁気的中心は、複数の磁気センサから異なる位相で出力される複数のセンサ信号を差動演算して回転位置検出信号を得る場合のその磁気的中心とは異なることから、この差動出力信号と回転位置検出信号とは、異なった位置で最大値(ピーク値)を持つため、両信号の位置関係で回転体の回転方向を検出することができる。したがって、磁気センサの使用個数の削減やチップ面積の増大抑制に加えて、例えば、磁気センサが磁気抵抗素子である場合にこのようなピーク値が鋭く現れやすい当該素子の特性に適した構成と差動出力信号を得ることができる。

30

【0017】

請求項3の発明では、回転位置検出手段により差動演算される複数のセンサ信号は、仮想中心線を挟んでほぼ対称に位置する複数の磁気センサから出力されるものであり、他の磁気センサは、ギヤと磁石との間で複数の磁気センサのいずれよりも仮想中心線から離隔して位置する。これにより、仮想中心線付近に位置する複数の磁気センサの磁気的中心に対して、共用磁気センサと他の磁気センサとの間の磁気的中心を、共用磁気センサ以外の複数の磁気センサと他の磁気センサとの間の磁気的中心よりも離すことができる。したがって、共用磁気センサから出力されるセンサ信号および他の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、回転位置検出信号と、の位相差を大きくすることができるので、回転体の回転方向の検出をより確実にすることができる。

40

【0018】

請求項4の発明では、回転方向検出手段に対してセンサ信号を出力する磁気センサが1

50

であり、この共用磁気センサが、複数の磁気センサのなかで、回転体の回転中心と仮想直線とを最短距離で結ぶ仮想中心線から最も離隔し得る位置に配置されている場合には、共用磁気センサよりも仮想中心線に接近して位置する他の磁気センサを備え、回転方向検出手段は、共用磁気センサから出力されるセンサ信号および他の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、回転位置検出信号と、に基づいて回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力する。これにより、回転方向検出手段では、共用磁気センサから出力されるセンサ信号と、この共用磁気センサから物理的に離れて位置する他の磁気センサから出力される位相の異なるセンサ信号とを差動演算するので、これら両磁気センサ間の中心を磁気的中心とした差動出力信号を演算結果として得ることができる。そして、この磁気的中心は、複数の磁気センサから異なる位相で出力される複数のセンサ信号を差動演算して回転位置検出信号を得る場合のその磁気的中心とは異なることから、この差動出力信号と回転位置検出信号とは、異なった位置で最大値（ピーク値）を持つため、両信号の位置関係で回転体の回転方向を検出することができる。したがって、磁気センサの使用個数の削減やチップ面積の増大抑制に加えて、例えば、磁気センサが磁気抵抗素子である場合にこのようなピーク値が鋭く現れやすい当該素子の特性に適した構成と差動出力信号を得ることができる。

10

【0019】

請求項5の発明では、回転位置検出手段により差動演算される複数のセンサ信号は、仮想中心線を挟んでほぼ対称に位置する複数の磁気センサから出力されるものであり、他の磁気センサは、ギャと磁石との間で複数の磁気センサのいずれよりも仮想中心線に接近して位置する。これにより、仮想中心線付近に位置する複数の磁気センサの磁気的中心に対して、共用磁気センサと他の磁気センサとの間の磁気的中心を、共用磁気センサ以外の複数の磁気センサと他の磁気センサとの間の磁気的中心よりも離すことができる。したがって、共用磁気センサから出力されるセンサ信号および他の磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、回転位置検出信号と、の位相差を大きくすることができるので、回転体の回転方向の検出をより確実にすることができる。

20

【0020】

請求項6の発明では、回転方向検出手段に対してセンサ信号を出力する磁気センサが2であり、これらのうちの一方を第1共用磁気センサ、他方を第2共用磁気センサとし、これら両共用磁気センサがいずれも仮想中心線に対して一方向側に位置する場合、回転方向検出手段は、第1共用磁気センサから出力されるセンサ信号および第2共用磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、回転位置検出信号と、に基づいて回転体の回転方向を検出可能な回転方向検出信号を出力する。これにより、回転方向検出手段では、第1共用磁気センサから出力されるセンサ信号と、この第1共用磁気センサから物理的に離れて位置する第2共用磁気センサから出力される位相の異なるセンサ信号とを差動演算するので、これら両磁気センサ間の中心を磁気的中心とした差動出力信号を演算結果として得ることができる。そして、この磁気的中心は、複数の磁気センサから異なる位相で出力される複数のセンサ信号を差動演算して回転位置検出信号を得る場合のその磁気的中心とは異なることから、この差動出力信号と回転位置検出信号とは、異なった位置で最大値（ピーク値）を持つため、両信号の位置関係で回転体の回転方向を検出することができる。したがって、磁気センサの使用個数の削減やチップ面積の増大抑制に加えて、例えば、磁気センサが磁気抵抗素子である場合にこのようなピーク値が鋭く現れやすい当該素子の特性に適した構成と差動出力信号を得ることができる。

30

40

【0021】

請求項7の発明では、回転位置検出手段により差動演算される複数のセンサ信号は、仮想中心線を挟んでほぼ対称に位置する複数の磁気センサから出力されるものであり、第1共用磁気センサは、ギャと磁石との間で複数の磁気センサのなかで仮想中心線から最も離隔し得る位置に配置され、第2共用磁気センサは、第1共用磁気センサの隣で仮想中心線側に配置されている。これにより、仮想中心線付近に位置する複数の磁気センサの磁気的中心に対して、第1共用磁気センサと第2共用磁気センサとの間の磁気的中心を、第1、

50

第2共用磁気センサ以外の複数の磁気センサ間の磁気的中心よりも離すことができる。したがって、第1共用磁気センサから出力されるセンサ信号および第2共用磁気センサから出力されるセンサ信号を差動演算した差動出力信号と、回転位置検出信号と、の位相差を大きくすることができるので、回転体の回転方向の検出をより確実にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の回転検出装置の実施形態について図を参照して説明する。

[第1実施形態]

本発明の第1実施形態を図1～図7を参照して説明する。まず、本第1実施形態に係る回転検出装置10の構成を図1～図3に基づいて説明する。なお、図1は、回転検出装置10の概略構成を示す説明図、図2は、センサチップの構成等を示す説明図、図3は、回転検出装置10の構成例を示す回路図である。

10

【0023】

図1に示すように、回転検出装置10は、ロータRの回転位置および回転方向を検出可能なもので、例えば、内燃機関におけるクランク角の検出に適用されるものである。回転検出装置10は、センサチップ20、バイアス磁石30および信号処理部40から構成されている。

【0024】

ロータRは、例えば、図略のクランクシャフトを軸として回転する回転体で、その外周には歯車状のギヤGを備えている。このギヤGは、山T1と谷T2とからなるギヤ歯Tを有しており、例えば、磁性体材料からなる。なお、図1では、ロータRの回転中心に符号Cを付している。

20

【0025】

バイアス磁石30は、ロータRのギヤ歯Tに向けて磁界を発生する磁石で、中空の筒状に形成されている。このバイアス磁石30は、上面（ロータRに近い面）にN極（またはS極）、下面（信号処理部40に近い面）にS極（またはN極）、となるように着磁されており、例えば、このバイアス磁石30の中心軸J0がロータRの回転中心Cと交差し得るように位置決めされている。これにより、当該バイアス磁石30の磁気的中心がギヤGに対してほぼ垂直をなして位置している。

【0026】

センサチップ20は、短冊形状に成形された共通の基板上に複数個のMREブリッジを形成したもので、例えば、銅等のリードフレーム上に搭載されてエポキシ等の熱硬化性樹脂によってモールド成形されている。本第1実施形態では、3個のMREブリッジ21, 22, 23を実装したセンサチップ20aを例示して説明する。

30

【0027】

具体的には、図2(A)に示すように、センサチップ20aに実装されるMREブリッジ21, 22, 23は、ギヤGとバイアス磁石30との間でバイアス磁石30の中心軸J0（仮想中心線K1）に対して垂直な仮想直線K2に沿って並んで配置されている。また、このセンサチップ20aは、その長手方向ほぼ中心である仮想中心線K1がバイアス磁石30の中心軸J0とほぼ一致する位置において、センサチップ20aの一部が中空状のバイアス磁石30の内部空間に入り込むように、バイアス磁石30に対して配置されている。また、ロータRの回転中心Cと仮想直線K2とを最短距離で結ぶ仮想中心線K1に最も接近し得る位置にMREブリッジ22が配置されている

40

【0028】

また、これらのMREブリッジ21, 22, 23は、MREブリッジ21とMREブリッジ22との離隔距離L1と、MREブリッジ22とMREブリッジ23との離隔距離L2とが等しくなるように配置されており（ $L1 = L2$ ）、またMREブリッジ21, 22, 23には、それぞれアース（基準電位）Gndに対して電源電圧E（電源電位）が供給されている。

【0029】

50

つまり、MREブリッジ21, 22, 23のうち、MREブリッジ21, 23に挟まれてこれらの真ん中に位置するMREブリッジ22は、仮想中心線K1上に位置するように、配置されており、当該MREブリッジ22は、他のMREブリッジ21, 23に比べてロータRに最も接近した位置に配置されている。

【0030】

図2(B)に示すように、これらのMREブリッジ21, 22, 23は、いずれも4個の磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdから構成されており、磁気抵抗の異方性効果を有する強磁性材料(Ni-Co合金、Ni-Fe合金等)を、複数の長辺および短辺を接続して櫛歯状に形成したものである。

【0031】

このため、各磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdにおいては、長辺における抵抗値変化が支配的となり、長辺が設けられた向きに沿って、各磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdの検知軸が設定される。なお、各磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdは、検知軸の向きが異なるが、その長辺、短辺の長さ、本数等は同様に構成されている。

【0032】

また、これら4個の磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdは、センサチップ20aにおいて2行2列のマトリクス状に配列されており、その各列の磁気抵抗素子MRE(MREaとMREbは第1列、MREcとMREdが第2列)はバイアス磁石30の磁界の磁気的中心と平行な向きに並べられ、かつ各行の磁気抵抗素子MRE(MREaとMREcは第1行、MREbとMREdは第2行)はロータRの回転方向に沿って並べられている。また、磁気抵抗素子MREaと磁気抵抗素子MREdとは、バイアス磁石30の磁界の磁気的中心に対して略45°の角度に検知軸を持ち、磁気抵抗素子MREbと磁気抵抗素子MREcとは、その磁気的中心に対して略-45°の角度に検知軸を持つように、それぞれ配置されている。

【0033】

したがって、磁気抵抗素子MREa, MREdの検知軸と磁気抵抗素子MREb, MREcの検知軸とは、互いに直交するため、MREブリッジ21, 22, 23に作用する磁界の方向の変化に対して、磁気抵抗素子MREa, MREdと磁気抵抗素子MREb, MREcとは、抵抗値の増減方向が異なることとなる。

【0034】

図2(C)に示すように、これら4個の磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdは、MREa MREd MREb MREcの順番で、電源電圧EとアースGnd間において直列接続されていることから、例えば、MREブリッジ21の出力は、MREdとMREbとの間の中間電位V1として取り出される。同様に、MREブリッジ22の出力は、MREdとMREbとの間の中間電位V2として、MREブリッジ23の出力は、MREdとMREbとの間の中間電位V3として、それぞれ取り出される。なお、4個の磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdの接続に関して、MREc MREb MREd MREaの順番で電源電圧EとアースGnd間に接続しても良い。

【0035】

したがって、磁気抵抗素子MREa, MREb, MREc, MREdの抵抗値をそれぞれRa, Rb, Rc, Rdとし、MREブリッジ21に印加される電源電圧をEとすると、MREブリッジ21の中間電位V1は下記の数式1によって表すことができる。

【0036】

【数1】

$$V1 = (Rb + R\sigma 1 + Rc + R\sigma 2) \times E / (Ra + R\sigma 1 + Rb + R\sigma 2 + Rc + R\sigma 1 + Rd + R\sigma 2)$$

【0037】

ここで、R1, R2は、外部応力1, 2による磁歪効果により発生する抵抗値

10

20

30

40

50

の変化量で、外部応力 F_1 と外部応力 F_2 とは異なるが、上記数式 1 に示すように、この 2 つの外部応力 F_1 , F_2 の合計が分子、分母ともに含まれており、少なくとも各磁気抵抗素子 $MRE a$, $MRE b$, $MRE c$, $MRE d$ の各抵抗値 $R a$, $R b$, $R c$, $R d$ が等しくなった場合、外部応力 F_1 , F_2 が中点電位 V_1 に影響を与えることはない。

【 0 0 3 8 】

つまり、図 2 (B) に示す MRE ブリッジ 2 1 は、磁気抵抗素子 $MRE a$ と $MRE d$ および磁気抵抗素子 $MRE b$ と $MRE c$ とは、マトリクス状配列においてそれぞれ異なる列に配置されるので、それぞれの列に異なる外部応力 F_1 , F_2 が印加されても、磁気抵抗素子 $MRE a$ と $MRE d$ への磁歪効果の影響の合計と、磁気抵抗素子 $MRE b$ と $MRE c$ への磁歪効果の影響の合計とを等しくすることができる。

10

【 0 0 3 9 】

このため、 MRE ブリッジ 2 1 の中点電位 V_1 に対する各磁気抵抗素子 $MRE a$, $MRE b$, $MRE c$, $MRE d$ における磁歪効果の影響が、 $MRE a$, $MRE d$ からなる素子部と $MRE b$, $MRE c$ からなる素子部とでほぼ相殺できることから、磁歪効果の影響を低減でき、そこに作用するバイアス磁界の方向に対応した出力信号を高精度に出力可能にしている。 MRE ブリッジ 2 2 , 2 3 についても同様である。

【 0 0 4 0 】

信号処理部 4 0 は、センサチップ 2 0 a に実装された 3 個の MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 , 2 3 から異なる位相で出力される複数のセンサ信号 V_1 , V_2 , V_3 を差動演算してロータ R の回転位置を検出可能な回転位置検出信号 V_m に基づいて回転位置データ D_p を出力したり、これら MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 , 2 3 のうちの MRE ブリッジ 2 2 から出力されるセンサ信号 V_2 と回転位置検出信号 V_m とに基づいてロータ R の回転方向を検出可能な回転方向データ D_d を出力する機能を有するものである。

20

【 0 0 4 1 】

具体的には、図 3 に示すように、信号処理部 4 0 は、オペアンプ 4 1 , 4 2、コンパレータ 4 3 , 4 4、信号処理回路 4 8 等から構成されている。例えば、 MRE ブリッジ 2 1 から出力されるセンサ信号 V_1 をオペアンプ 4 1 の非反転入力 (+)、 MRE ブリッジ 2 2 から出力されるセンサ信号 V_2 を同オペアンプ 4 1 の反転入力 (-)、にそれぞれ入力可能に、 MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 とオペアンプ 4 1 とを接続する。また、このオペアンプ 4 1 の出力を、所定の基準電圧 V_{refm} に閾値電圧 V_{th} が設定されたコンパレータ 4 3 に

30

【 0 0 4 2 】

また、 MRE ブリッジ 2 2 から出力されるセンサ信号 V_2 は、オペアンプ 4 2 の非反転入力 (+) にも入力可能に MRE ブリッジ 2 2 とオペアンプ 4 2 とを接続し、さらにこのオペアンプ 4 2 の反転入力 (-) に MRE ブリッジ 2 3 から出力されるセンサ信号 V_3 を入力可能に MRE ブリッジ 2 3 とオペアンプ 4 2 とを接続する。

【 0 0 4 3 】

これにより、図 4 に示すように、オペアンプ 4 1 に入力された両入力の差動電圧 ($V_1 - V_2$) が所定ゲイン (例えば 2 倍、3 倍) で増幅されて差動出力信号 $V_m (= (V_1 - V_2))$ としてオペアンプ 4 1 から出力され、さらにコンパレータ 4 3 に入力されることにより、差動出力信号 V_m が閾値電圧 $V_{th} (= V_{refm})$ よりも高い場合に H レベル、差動出力信号 V_m が閾値電圧 V_{th} よりも低い場合に L レベル、の出力信号 C_m が当該コンパレータ 4 3 から出力される (図 4 に示す破線の波形)。なお、図 4 には、オペアンプ 4 1 , 4 2 による出力波形の例とコンパレータ 4 3 , 4 4 による出力信号の例が図示されている。

40

【 0 0 4 4 】

このとき、オペアンプ 4 1 から出力される差動出力信号 V_m のピーク (最大値) は、 MRE ブリッジ 2 1 と MRE ブリッジ 2 2 との間のほぼ中心である磁気的中心 J_1 を示すことから、コンパレータ 4 3 の閾値電圧 V_{th} を適宜設定することで、ギヤ歯 T が MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 の磁気的中心 J_1 に接近していることがわかる。つまり、ロータ R の回転

50

位置を検出することが可能となる。

【0045】

また、オペアンプ42に入力された両入力の差動電圧($V_2 - V_3$)が所定ゲイン(例えば2倍、3倍)で増幅されて差動出力信号 $V_s (= (V_2 - V_3))$ としてオペアンプ42から出力され、さらにコンパレータ44に入力されることにより、差動出力信号 V_s が閾値電圧 $V_{th} (= V_{refs})$ よりも高い場合にHレベル、差動出力信号 V_s が閾値電圧 V_{th} よりも低い場合にLレベル、の出力信号 C_s が当該コンパレータ44から出力される(図4に示す実線の波形)。

【0046】

このとき、オペアンプ42から出力される差動出力信号 V_s のピーク(最大値)は、MREブリッジ22とMREブリッジ23との間のほぼ中心である磁気的中心 J_2 を示すことから、コンパレータ44の閾値電圧 V_{th} を適宜設定することで、ギヤ歯TがMREブリッジ22, 23の磁気的中心 J_2 に接近していることがわかる。

10

【0047】

このため、差動出力信号 V_m と同様に、この差動出力信号 V_s によってもロータRの回転位置を検出することが可能となるが、本実施形態では、この差動出力信号 V_s をコンパレータ44に入力することによって出力される出力信号 C_s の論理値に基づいてロータRの回転方向を検出する。なお、ロータRの回転位置を検出するために差動出力信号 V_s を用いても良い。

【0048】

即ち、オペアンプ41から出力される差動出力信号 V_m のピークは、MREブリッジ21とMREブリッジ22との間のほぼ中心である磁気的中心 J_1 に現れる一方で、オペアンプ42から出力される差動出力信号 V_s のピークは、MREブリッジ22とMREブリッジ23との間のほぼ中心である磁気的中心 J_2 に現れることから、両信号の位置関係でロータRの回転方向を検出することができ、このようなピークはMREブリッジ21, 22, 23が磁気抵抗素子であることからその特性上、尖鋭なピークを得られる(図4参照)。

20

【0049】

例えば、「差動出力信号 V_m , V_s の位置関係」は、コンパレータ43, 44から出力される矩形波の立ち上がりエッジの位置関係で把握することができる。より具体的には、図5(A)に示すように、ロータRが正転方向(図5(A)に示す矢印For方向;反時計回りに回転している場合には、ギヤ歯TがMREブリッジ21の側から接近するため、MREブリッジ21, 22から出力される差動出力信号 V_m の方が、MREブリッジ22, 23から出力される差動出力信号 V_s よりも早くコンパレータ43に入力され、それに遅れて差動出力信号 V_s がコンパレータ44に入力される。なお、図5(A)には、ロータRの回転方向の検出例で、正転方向の場合が図示されている。

30

【0050】

このため、コンパレータ43から出力される出力信号 C_m が立ち上がった後に、コンパレータ44から出力される出力信号 C_s が立ち上がることから、出力信号 C_m の立ち上がりエッジ時点においては、出力信号 C_s はまだLレベルのままで立ち上がっていない(図5(A)に示す印)。つまり、出力信号 C_s の論理値は「L」である。

40

【0051】

これに対して、図5(B)に示すように、ロータRが逆転方向(図5(B)に示す矢印Rev方向;時計回りに回転している場合には、ギヤ歯TがMREブリッジ23の側から接近するため、MREブリッジ22, 23から出力される差動出力信号 V_s の方が、MREブリッジ21, 22から出力される差動出力信号 V_m よりも早くコンパレータ44に入力され、それに遅れて差動出力信号 V_m がコンパレータ43に入力される。なお、図5(B)には、ロータRの回転方向の検出例で、反転方向の場合が図示されている。

【0052】

このため、コンパレータ44から出力される出力信号 C_s が立ち上がった後に、コンパ

50

レータ 4 3 から出力される出力信号 C_m が立ち上がることから、出力信号 C_m の立ち上がりエッジ時点においては、出力信号 C_s はすでに立ち上がっており H レベルになっている (図 5 (B) に示す 印)。つまり、出力信号 C_s の論理値は「 H 」である。

【 0 0 5 3 】

以上から、コンパレータ 4 3 から出力される出力信号 C_m の立ち上がりエッジにおいてコンパレータ 4 4 から出力される出力信号 C_s の論理値を判定することで、それが「 L 」であれば正転方向に、また「 H 」であれば逆転方向に、それぞれロータ R が回転していることを検出することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、図 4 からわかるように、オペアンプ 4 1 , 4 2 の所定ゲイン G_1 , G_2 やコンパレータ 4 3 , 4 4 の閾値電圧 V_{th} (= V_{refm} , V_{refs}) を適宜調整することによって、コンパレータ 4 3 , 4 4 から出力される出力信号 C_m , C_s が H レベルである期間 (以下「 H レベル期間」という) を変更することができる。

【 0 0 5 5 】

例えば、本実施形態では、出力信号 C_s の H レベル期間が出力信号 C_m の H レベル期間よりも長く、かつ、出力信号 C_m の立ち上がりエッジ時点が出力信号 C_s の H レベル期間のほぼ中央になるように、オペアンプ 4 1 , 4 2 の所定ゲイン G_1 , G_2 やコンパレータ 4 3 , 4 4 の閾値電圧 V_{th} を設定する。これにより、出力信号 C_m の立ち上がりエッジ時点において、出力信号 C_s の論理判定の確実性を高めることから、ロータ R の回転方向の検出精度を向上させることができる。

【 0 0 5 6 】

このような出力信号 C_m の立ち上がりエッジにおいて出力信号 C_s の論理値を判定する処理は、信号処理回路 4 8 により行われる。即ち、信号処理回路 4 8 には、コンパレータ 4 3 , 4 4 から出力される出力信号 C_m , C_s を入力可能にコンパレータ 4 3 , 4 4 の出力側が接続されており、このような判定処理や、前述したロータ R の回転位置を検出する処理を可能にするロジック回路が形成されている。この信号処理回路 4 8 による処理結果は、回転位置データ D_p や回転方向データ D_d として信号処理回路 4 8 から出力される。なお、信号処理回路 4 8 は、DSP (Digital Signal Processor) であっても良い。

【 0 0 5 7 】

例えば、ロータ R のギヤ歯 T の位置が所定角度範囲内にある場合には「 H 」 (H レベル)、当該範囲内にはない場合には「 L 」 (L レベル) の回転位置データ D_p が信号処理回路 4 8 から出力される。また、ロータ R の回転が正転方向である場合には「 L 」 (L レベル)、当該回転が反転方向である場合には「 H 」 (H レベル) の回転方向データ D_d が信号処理回路 4 8 から出力される。

【 0 0 5 8 】

このように回転検出装置 1 0 を構成するセンサチップ 2 0 a では、3 個の MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 , 2 3 を用いて、ロータ R の回転位置と回転方向を検出可能にしている。即ち、これら 3 個の MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 , 2 3 は、ロータ R のギヤ G とバイアス磁石 3 0 との間でバイアス磁石 3 0 の中心軸 (磁気的中心軸) J_0 に対して垂直な仮想直線 K_2 に沿って並んで配置され、これらの真ん中に位置する MRE ブリッジ 2 2 は、他の MRE ブリッジ 2 1 , 2 3 に比べてロータ R に最も接近した位置に配置されている。また、これら MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 , 2 3 からは位相の異なるセンサ信号 V_1 , V_2 , V_3 が出力される。

【 0 0 5 9 】

このため、MRE ブリッジ 2 1 , 2 2 から出力されるセンサ信号 V_1 , V_2 をオペアンプ 4 1 で差動演算してその差動出力信号 V_m が所定の閾値電圧 V_{th} (= V_{refm}) を超える場合にコンパレータ 4 3 から H レベルの出力信号 C_m を出力することによりロータ R の回転位置を検出する。その一方で、ロータ R の回転中心 C と仮想直線 K_2 とを最短距離で結ぶ仮想中心線 K_1 に最も接近し得る位置に配置されている MRE ブリッジ 2 2 から出力されるセンサ信号 V_2 とこの MRE ブリッジ 2 2 よりも仮想中心線 K_1 から離隔して位置す

10

20

30

40

50

るMREブリッジ23から出力されるセンサ信号V3とをオペアンプ42で差動演算してその差動出力信号Vsが所定の閾値電圧Vth(=Vrefs)を超える場合にコンパレータ44からHレベルの出力信号Csを出力することにより、この出力信号Csと出力信号Cmとに基づいてロータRの回転方向を検出する。

【0060】

つまり、図6(A)に示すように、ロータRの回転位置を検出する際に用いるセンサ信号A、Mのうち、MREブリッジ22から出力されるセンサ信号MはロータRの回転方向を検出する際にも用いるので、その分、回転方向を検出するためだけにセンサ信号を出力するMREブリッジ(磁気センサ)を削減することができる。

【0061】

なお、図6(A)には、MREブリッジ21、22から出力されたセンサ信号A、Mがオペアンプ41に入力され、またMREブリッジ22、23から出力されたセンサ信号M、Dがオペアンプ42に入力されて、それぞれ差動出力信号としてA-M、M-Dが出力されることが図示されている。また、図6(B)には、両オペアンプ41、42から出力される差動出力信号A-M、M-D(図6(B)に示す縦軸の「磁気ベクトル振れ角」のこと)の波形例が図示されており、同図に示す一点鎖線を閾値電圧Vthとした場合に、前述した出力信号Cm、Csがコンパレータ43、44から得られることがわかる。

【0062】

これに対し、3個のMREブリッジ21、22、23のうちMREブリッジ22を共用化することなく、回転方向を検出するためだけにセンサ信号を出力するMREブリッジを別途2個設けた場合には、例えば、図7(A)に示す比較例1の構成となる。即ち、4個のMREブリッジ21、102、103、24でセンサチップ100aを構成することによって、例えば、MREブリッジ21、103から出力されるセンサ信号A、Cをオペアンプ41に入力し、MREブリッジ102、24から出力されるセンサ信号B、Dをオペアンプ42に入力する。なお、MREブリッジ103、24から出力されるセンサ信号B、Cを、MREブリッジ22から出力される1つのセンサ信号Mで共用すると考えれば、図6に示す構成になることが理解される。

【0063】

これにより、両オペアンプ41、42からは、差動出力信号A-C、B-Dが出力され、閾値電圧Vthによりコンパレートすることで、前述と同様に出力信号Cm、Csを得ることが可能となる。ところが、本第1実施形態に係るセンサチップ20aに比べてMREブリッジ102、103のいずれか一方が多い分、MREブリッジの使用個数が多くなり、またその分、短冊形状をなすセンサチップ100aの長手方向が長くなったり、チップ面積が増大するという問題があり、本第1実施形態に係るセンサチップ20aでは、前述したようにMREブリッジ22を回転位置検出および回転方向検出のいずれにも用いること(共用化すること)により、このような問題を解決している。

【0064】

以上説明したように、本第1実施形態に係る回転検出装置10では、オペアンプ41、コンパレータ43により、MREブリッジ21、22から異なる位相で出力されるセンサ信号V1、V2を差動演算してロータRの回転位置を検出可能な回転位置検出信号Vmを出力し、またオペアンプ42、コンパレータ44、信号処理回路48により、MREブリッジ21、22のうちMREブリッジ22から出力されるセンサ信号V2と回転位置検出信号Vmとに基づいてロータRの回転方向を検出可能な回転方向データDdを出力する。そして、本第1実施形態の場合、オペアンプ42、コンパレータ44、信号処理回路48に対してセンサ信号を出力するのは、MREブリッジ22であり、このMREブリッジ22(共用磁気センサ)が、MREブリッジ21、22のなかで、ロータRの回転中心Cと仮想直線K2とを最短距離で結ぶ仮想中心線K1に最も接近し得る位置に配置されているので、MREブリッジ22よりも仮想中心線K1から離隔して位置するMREブリッジ23(他の磁気センサ)を備え、オペアンプ42、コンパレータ44、信号処理回路48は、MREブリッジ22から出力されるセンサ信号V2およびMREブリッジ23から出

10

20

30

40

50

力されるセンサ信号 V_3 を差動演算した差動出力信号 V_s と、回転位置検出信号 V_m と、に基づいてロータ R の回転方向を検出可能な回転方向データ D_d を出力する。

【0065】

これにより、オペアンプ 42、コンパレータ 44、信号処理回路 48 では、MREブリッジ 22 から出力されるセンサ信号 V_2 と、このMREブリッジ 22 から物理的に離れて位置するMREブリッジ 23 から出力される位相の異なるセンサ信号 V_3 とを差動演算するので、これら両MREブリッジ 22, 23 間の中心を磁気的中心 J_2 とした差動出力信号 V_s を演算結果として得ることができる。そして、この磁気的中心 J_2 は、MREブリッジ 21, 22 から異なる位相で出力されるセンサ信号 V_1, V_2 を差動演算して回転位置検出信号 V_m を得る場合のその磁気的中心 J_1 とは異なることから（図4参照）、この差動出力信号 V_s と回転位置検出信号 V_m とは、異なった位置で最大値（ピーク値）を持つため、両信号の位置関係でロータ R の回転方向を検出することができる。したがって、回転方向の検出に用いるセンサ信号を別途2信号必要とする場合に比べて（図7参照）、MREブリッジの使用個数を削減することができる（図6参照）。また、このようなMREブリッジ 21等を複数配置して構成しているセンサチップ 20aにおいては、MREブリッジの数を削減できることに伴い仮想直線 K_2 方向のセンサチップ 20aの長さを短くできるとともにチップ面積の増大を抑制することができる。

10

【0066】

[第2実施形態]

続いて、本発明の第2実施形態を図8～図10を参照して説明する。本第2実施形態に係る回転検出装置 10' では、センサチップ 20b に実装されるMREブリッジの数が5個で構成される。そして、これらのMREブリッジ 21, 22, 23, 24, 25のうち、MREブリッジ 21, 22, 24, 25 から出力されるセンサ信号 A, B, C, D が、オペアンプ 41a, 41b, 41c に差動入力され、MREブリッジ 21, 23 から出力されるセンサ信号 A, M がオペアンプ 42 に差動入力される。

20

【0067】

なお、このセンサチップ 20b においても、前述したセンサチップ 20a と同様に、その長手方向ほぼ中心である仮想中心線 K_1 がバイアス磁石 30 の中心軸 J_0 とほぼ一致する位置において、センサチップ 20a の一部が中空状のバイアス磁石 30 の内部空間に入り込むように、バイアス磁石 30 に対して配置されており、またロータ R の回転中心 C と仮想直線 K_2 とを最短距離で結ぶ仮想中心線 K_1 に最も接近し得る位置に中央のMREブリッジ 23 が配置されている。MREブリッジ 24, 25 は、MREブリッジ 21, 22, 23 と同様に構成されている。

30

【0068】

即ち、センサチップ 20b では、短冊形状に成形された共通の基板上に、5個のMREブリッジ 21, 22, 23, 24, 25 が等間隔に実装されており、MREブリッジ 21 から出力されるセンサ信号 A は、オペアンプ 41b, 42 の非反転入力 (+) にそれぞれ入力され、MREブリッジ 22 から出力されるセンサ信号 B は、オペアンプ 41a の非反転入力 (+) に入力され、MREブリッジ 24 から出力されるセンサ信号 C は、オペアンプ 41a の反転入力 (-) に入力され、MREブリッジ 25 から出力されるセンサ信号 D は、オペアンプ 41b の反転入力 (-) にそれぞれ入力される。これにより、オペアンプ 41a (例えば所定ゲインが2倍に設定されている) からは、その差動出力信号として $2(B - C)$ が出力され、オペアンプ 41b (例えば所定ゲインが1倍に設定されている) からは、その差動出力信号として $(A - D)$ が出力されて、それぞれオペアンプ 41c に入力されることで、当該オペアンプ 41c から回転位置検出信号 V_m として $(2(B - C) - (A - D))$ が出力される。

40

【0069】

これに対し、MREブリッジ 23 から出力されるセンサ信号 M は、MREブリッジ 21 から出力されるセンサ信号 A が非反転入力 (+) に入力されるオペアンプ 42 の反転入力 (-) に入力される。これにより、当該オペアンプ 42 (例えば所定ゲインが1倍に設定

50

されている)からは、差動出力信号 V_s として (A - M) が出力される。

【0070】

本第2実施形態のセンサチップ20bでは、その長手方向ほぼ中心にあたる仮想中心線K1を中心に左右対称にMREブリッジ21, 22とMREブリッジ24, 25が配置されており、それぞれから出力されるセンサ信号A, B, C, Dは、差動入力されることから、これらの磁気的中心J1は、仮想中心線K1とほぼ一致して位置する。一方、オペアンプ42の非反転入力(+)に入力されるセンサ信号Aは、仮想中心線K1からセンサチップ20bの長手方向に最も離隔した位置に配置されるMREブリッジ21から出力されるもので、これに対して反転入力(-)に入力されるセンサ信号Mは、仮想中心線K1上に配置されるMREブリッジ23から出力されるものである。このため、これらの磁気的中心J2は、MREブリッジ21とMREブリッジ23との間のほぼ中心となる。

10

【0071】

これにより、オペアンプ42、コンパレータ44、信号処理回路48では、MREブリッジ21(共用磁気センサ)から出力されるセンサ信号Aと、このMREブリッジ21から物理的に離れて位置するMREブリッジ23(他の磁気センサ)から出力される位相の異なるセンサ信号Mとを差動演算するので、これら両MREブリッジ21, 23間の中心を磁気的中心J2とした差動出力信号(A - M)を演算結果として得ることができる。そして、この磁気的中心J2は、MREブリッジ21, 22, 24, 25から異なる位相で出力されるセンサ信号A, B, C, Dを差動演算して回転位置検出信号 $V_m (= 2(B - C) - (A - D))$ を得る場合のその磁気的中心J1とは異なることから、この差動出力信号(A - M)と回転位置検出信号 V_m とは、異なった位置で最大値(ピーク値)を持つため(図8(B)参照)、前述した第1実施形態のセンサチップ20aで回転検出装置10を構成する場合と同様に、両信号の位置関係でロータRの回転方向を検出できる。

20

【0072】

また、オペアンプ41a, 41b, 41cにより差動演算されるセンサ信号A, B, C, Dは、仮想中心線K1を挟んでほぼ対称に位置するMREブリッジ21, 22, 24, 25から出力されるものであり、仮想中心線K1上に配置されるMREブリッジ23(他の磁気センサ)は、ギャップGとバイアス磁石30との間で複数のMREブリッジ21~25のいずれよりも仮想中心線K1に接近して位置する。これにより、MREブリッジ21(共用磁気センサ)とMREブリッジ23(他の磁気センサ)との間の磁気的中心J2を、MREブリッジ21以外のMREブリッジ22(またはMREブリッジ24)とMREブリッジ23との間の磁気的中心よりも離すことができる。したがって、MREブリッジ21から出力されるセンサ信号AおよびMREブリッジ23から出力されるセンサ信号Mを差動演算した差動出力信号(A - M)と、回転位置検出信号 $V_m (= 2(B - C) - (A - D))$ と、の位相差を大きくすることができるので、ロータRの回転方向の検出をより確実にすることができる。

30

【0073】

これに対し、5個のMREブリッジ21, 22, 23, 24, 25のうちのMREブリッジ21を共用化することなく、回転方向を検出するためだけにセンサ信号を出力するMREブリッジを別途2個設けた場合には、例えば、図9(A)に示す比較例2の構成となる。即ち、6個のMREブリッジ21, 22, 23, 24, 25, 106でセンサチップ100bを構成することによって、例えば、MREブリッジ21から出力されるセンサ信号Aをオペアンプ41bの非反転入力(+)に入力し、MREブリッジ22から出力されるセンサ信号Bをオペアンプ41aの非反転入力(+)に入力し、MREブリッジ24から出力されるセンサ信号Cをオペアンプ41aの反転入力(-)に入力し、MREブリッジ25から出力されるセンサ信号Dをオペアンプ41bの反転入力(-)に入力する。

40

【0074】

そして、オペアンプ41a(例えば所定ゲインが2倍に設定されている)からは、その差動出力信号として $2(B - C)$ が出力され、オペアンプ41b(例えば所定ゲインが1倍に設定されている)からは、その差動出力信号として (A - D) が出力されて、それぞ

50

れオペアンプ41cに入力されることで、当該オペアンプ41cから回転位置検出信号 V_m として $(2(B - C) - (A - D))$ が出力される。また、MREブリッジ23から出力されるセンサ信号Mをオペアンプ42の反転入力(-)に入力し、さらにMREブリッジ106から出力されるセンサ信号Eをオペアンプ42の非反転入力(+)に入力する。なお、MREブリッジ21, 106から出力されるセンサ信号A, Eを、MREブリッジ21から出力される1つのセンサ信号Aで共用すると考えれば、図8に示す構成になることが理解される。

【0075】

これにより、両オペアンプ41c, 42からは、差動出力信号 $(2(B - C) - (A - D))$, $(E - M)$ が出力され、閾値電圧 V_{th} によりコンパレートすることで、前述と同様に出力信号 C_m , C_s を得ることが可能となる。ところが、本第2実施形態に係るセンサチップ20bに比べてMREブリッジ106が多い分、MREブリッジの使用個数が多くなり、またその分、短冊形状をなすセンサチップ100bの長手方向が長くなったり、チップ面積が増大するという問題があり、本第2実施形態に係るセンサチップ20bでは、前述したようにMREブリッジ21を回転位置検出および回転方向検出のいずれにも用いること(共用化すること)により、このような問題を解決している。

10

【0076】

以上から、本第2実施形態に係る回転検出装置10'では、MREブリッジの使用個数の削減やセンサチップ20bのチップ面積の増大抑制に加えて、差動出力信号 $(A - M)$ と、回転位置検出信号 $V_m (= 2(B - C) - (A - D))$ と、の位相差を大きくすることができるので、ロータRの回転方向の検出をより確実にすることができる。

20

【0077】

なお、このようなセンサチップ20bの改変例として、例えば、図10に示すセンサチップ20cの構成でも良い。この改変例は、センサチップ20bを構成するMREブリッジ22, 23から出力されるセンサ信号B, Mを、MREブリッジ22から出力される1つのセンサ信号Bで共用した例である。これにより、MREブリッジ22から出力されるセンサ信号Bは、図8に示すセンサ信号Mの代わりにオペアンプ42の反転入力(-)に入力されることから、当該オペアンプ42からは差動出力信号 $(A - B)$ が出力される。

【0078】

このように構成しても、センサチップ20bとほぼ同様に、オペアンプ42、コンパレータ44、信号処理回路48では、MREブリッジ21(第1共用磁気センサ)から出力されるセンサ信号Aと、このMREブリッジ21から物理的に離れて位置するMREブリッジ22(第2共用磁気センサ)から出力される位相の異なるセンサ信号Bとを差動演算するので、これら両MREブリッジ21, 22間の中心を磁気的中心J2とした差動出力信号 $(A - B)$ を演算結果として得ることができる。そして、この磁気的中心J2は、MREブリッジ21, 22, 24, 25から異なる位相で出力されるセンサ信号A, B, C, Dを差動演算して回転位置検出信号 $V_m (= 2(B - C) - (A - D))$ を得る場合のその磁気的中心J1とは異なることから、この差動出力信号 $(A - B)$ と回転位置検出信号 V_m とは、異なった位置で最大値(ピーク値)を持つため(図10(B)参照)、前述した第1実施形態のセンサチップ20aで回転検出装置10を構成する場合と同様に、両信号の位置関係でロータRの回転方向を検出できる。また、このように構成しても、MREブリッジ21から出力されるセンサ信号AおよびMREブリッジ22から出力されるセンサ信号Bを差動演算した差動出力信号 $(A - B)$ と、回転位置検出信号 $V_m (= 2(B - C) - (A - D))$ と、の位相差を大きくできるので、ロータRの回転方向の検出をより確実にすることができる。

30

40

【0079】

[第3実施形態]

続いて、本発明の第3実施形態を図11および図12を参照して説明する。本第3実施形態に係る回転検出装置10''では、センサチップ20dに実装されるMREブリッジの数が2個で構成される。そして、これらのMREブリッジ21, 22のうち、MREブリ

50

ッジ 2 1 , 2 2 から出力されるセンサ信号 B , C が、オペアンプ 4 1 に差動入力され、M R E ブリッジ 2 2 から出力されるセンサ信号 C がアンプ 4 7 に入力される。なお、このアンプ 4 7 は、オペアンプ 4 2 に代わるもので、その出力はオペアンプ 4 2 と同様に、コンパレータ 4 4 に入力される。また、センサ信号 C に代えて、M R E ブリッジ 2 1 から出力されるセンサ信号 B をアンプ 4 7 に入力しても良い。

【 0 0 8 0 】

なお、このセンサチップ 2 0 d においても、前述したセンサチップ 2 0 a と同様に、その長手方向ほぼ中心である仮想中心線 K 1 がバイアス磁石 3 0 の中心軸 J 0 とほぼ一致する位置において、センサチップ 2 0 d の一部が中空状のバイアス磁石 3 0 の内部空間に入り込むように、バイアス磁石 3 0 に対して配置されている。また、M R E ブリッジ 2 1 , 2 2 は、磁気抵抗素子であっても良いが、ホール素子でも良い。

10

【 0 0 8 1 】

このようにセンサチップ 2 0 d を構成すると、オペアンプ 4 1 により、M R E ブリッジ 2 1 , 2 2 から異なる位相で出力されるセンサ信号 B , C を差動演算してロータ R の回転位置を検出可能な回転位置検出信号 $V_m (= B - C)$ を出力し、またアンプ 4 7、コンパレータ 4 4、信号処理回路 4 8 により、M R E ブリッジ 2 1 , 2 2 のうちの M R E ブリッジ 2 2 から出力されるセンサ信号 C と回転位置検出信号 V_m とに基づいてロータ R の回転方向を検出可能な回転方向データ D d を出力する。これにより、アンプ 4 7、コンパレータ 4 4、信号処理回路 4 8 では、オペアンプ 4 1 から出力される回転位置検出信号 V_m と、このアンプ 4 7、コンパレータ 4 4、信号処理回路 4 8 による差動演算のために M R E

20

【 0 0 8 2 】

したがって、回転方向の検出に用いるセンサ信号を別途 2 信号必要とする場合に比べて M R E ブリッジの使用個数を大幅に削減することができる。また、このような 3 個の M R E ブリッジ 2 1 , 2 2 , 1 0 3 を基板上に複数配置してセンサチップ 1 0 0 d を構成した場合に比べて、センサチップ 2 0 d の長さを短くできるとともにチップ面積の増大を抑制することができる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 8 3 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る回転検出装置の概略構成を示す説明図である。

【 図 2 】 図 2 (A) はセンサチップの構成を示す説明図、図 2 (B) はセンサチップに形成された M R E ブリッジの構成を示す説明図、図 2 (C) は図 2 (B) に示す M R E ブリッジの等価回路を示す回路図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態に係る回転検出装置の構成例を示す回路図である。

【 図 4 】 第 1 実施形態に係る回転検出装置を構成するオペアンプによる出力波形の例とコンパレータによる出力信号の例を示す説明図である。

【 図 5 】 第 1 実施形態の回転検出装置による回転方向の検出例を示す説明図で、図 5 (A) は正転方向の場合、図 5 (B) は反転方向の場合、を示すものである。

40

【 図 6 】 図 6 (A) は、第 1 実施形態に係る回転検出装置を構成するセンサチップとオペアンプとの接続例を示す回路図で、図 6 (B) は、図 6 (A) に示す接続例における各オペアンプの出力波形の例を示す波形図である。

【 図 7 】 第 1 実施形態に対する比較例 1 で、図 7 (A) は、当該比較例 1 の回転検出装置を構成するセンサチップとオペアンプとの接続例を示す回路図で、図 7 (B) は、図 7 (A) に示す接続例における各オペアンプの出力波形の例を示す波形図である。

【 図 8 】 図 8 (A) は、第 2 実施形態に係る回転検出装置を構成するセンサチップとオペアンプとの接続例を示す回路図で、図 8 (B) は、図 8 (A) に示す接続例における各オペアンプの出力波形の例を示す波形図である。

【 図 9 】 第 2 実施形態に対する比較例 2 で、図 9 (A) は、当該比較例 2 の回転検出装置を

50

構成するセンサチップとオペアンプとの接続例を示す回路図で、図 9 (B) は、図 9 (A) に示す接続例における各オペアンプの出力波形の例を示す波形図である。

【図 10】図 10 (A) は、第 2 実施形態の改変例に係る回転検出装置を構成するセンサチップとオペアンプとの接続例を示す回路図で、図 10 (B) は、図 10 (A) に示す接続例における各オペアンプの出力波形の例を示す波形図である。

【図 11】図 11 (A) は、第 3 実施形態に係る回転検出装置を構成するセンサチップとオペアンプとの接続例を示す回路図で、図 11 (B) は、図 11 (A) に示す接続例における各オペアンプの出力波形の例を示す波形図である。

【図 12】第 3 実施形態に対する比較例 3 で、図 12 (A) は、当該比較例 3 の回転検出装置を構成するセンサチップとオペアンプとの接続例を示す回路図で、図 12 (B) は、図 12 (A) に示す接続例における各オペアンプの出力波形の例を示す波形図である。

【符号の説明】

【0084】

10、10'、10'' ... 回転検出装置

20a、20b、20c ... センサチップ

21 ... MREブリッジ (磁気センサ、共用磁気センサ、第 1 共用磁気センサ)

22 ... MREブリッジ (磁気センサ、共用磁気センサ、他の磁気センサ、第 2 共用磁気センサ)

23 ... MREブリッジ (磁気センサ、他の磁気センサ)

24 ... MREブリッジ (磁気センサ)

25 ... MREブリッジ (磁気センサ、共用磁気センサ)

30 ... パイアス磁石 (磁石)

40 ... 信号処理部

41、41a、41b、41c ... オペアンプ (回転位置検出手段)

42 ... オペアンプ (回転方向検出手段)

43 ... コンパレータ (回転位置検出手段)

44 ... コンパレータ (回転方向検出手段)

47 ... アンプ (回転方向検出手段)

48 ... 信号処理回路 (回転方向検出手段)

C ... 回転中心

Cm ... コンパレータ出力信号 (回転位置検出信号)

Cs ... コンパレータ出力信号 (差動出力信号)

Dd ... 回転方向データ

Dp ... 回転位置データ

G ... ギヤ

J0 ... 中心軸 (磁気的中心軸)

J1、J2 ... 磁気的中心

K1 ... 仮想中心線

K2 ... 仮想直線

MREa、MREb、MREc、MREd ... 磁気抵抗素子

R ... ロータ (回転体)

T ... ギヤ歯

V1、V2、V3 ... センサ信号

Vm ... 差動出力信号 (回転位置検出信号)

Vs ... 差動出力信号

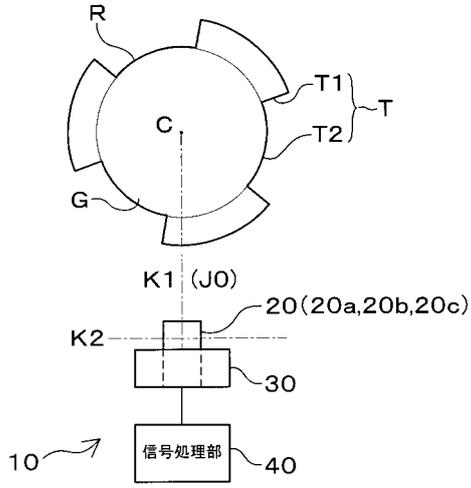
10

20

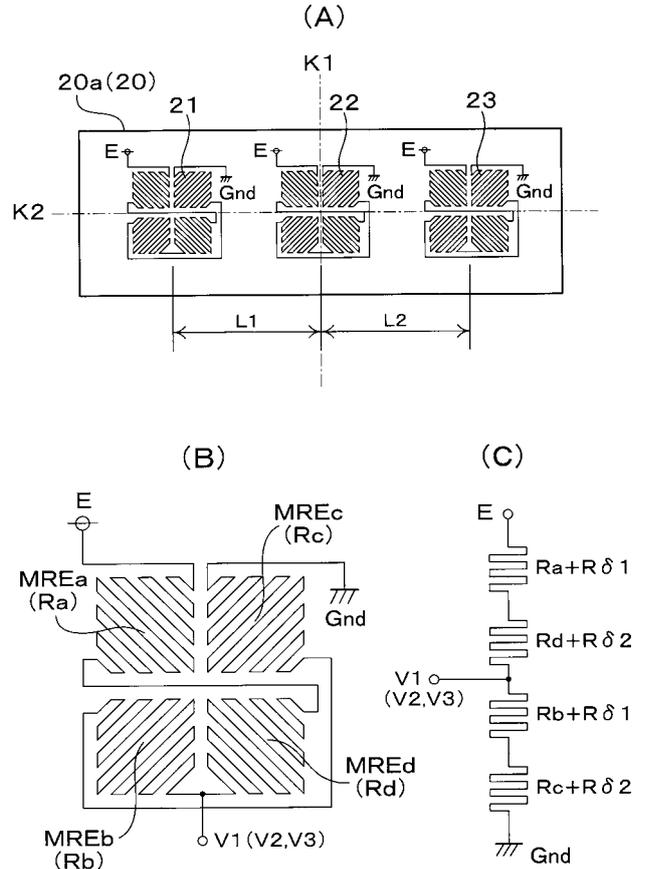
30

40

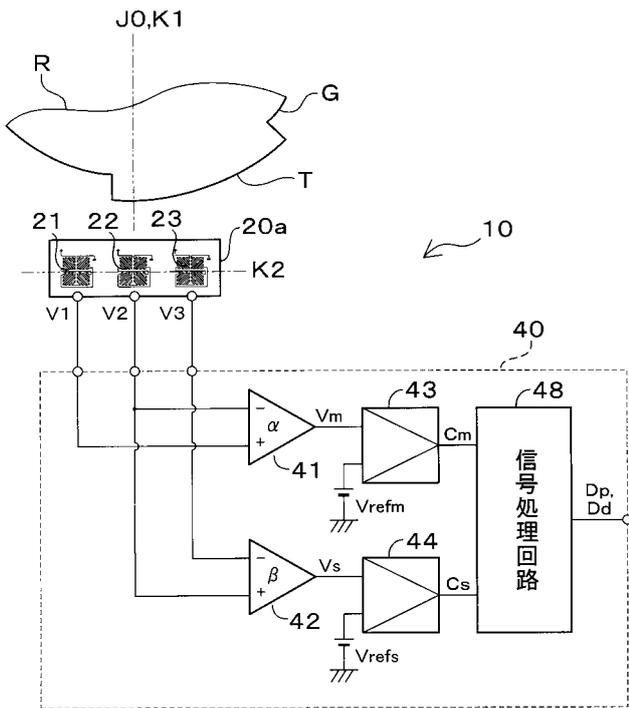
【 図 1 】



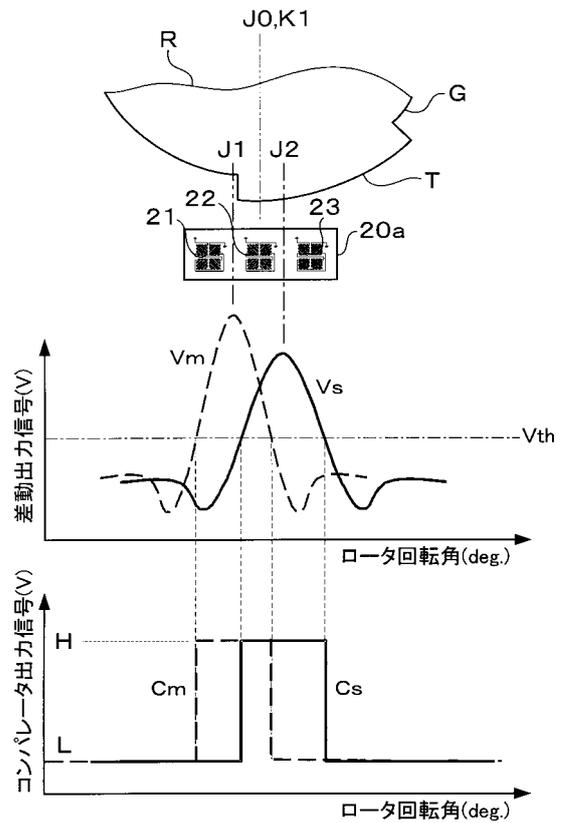
【 図 2 】



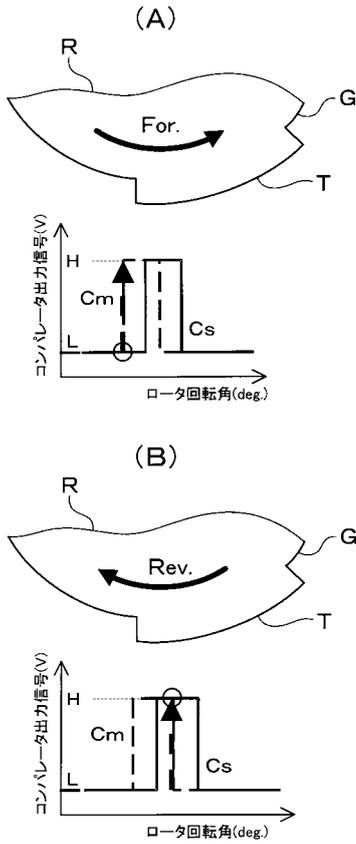
【 図 3 】



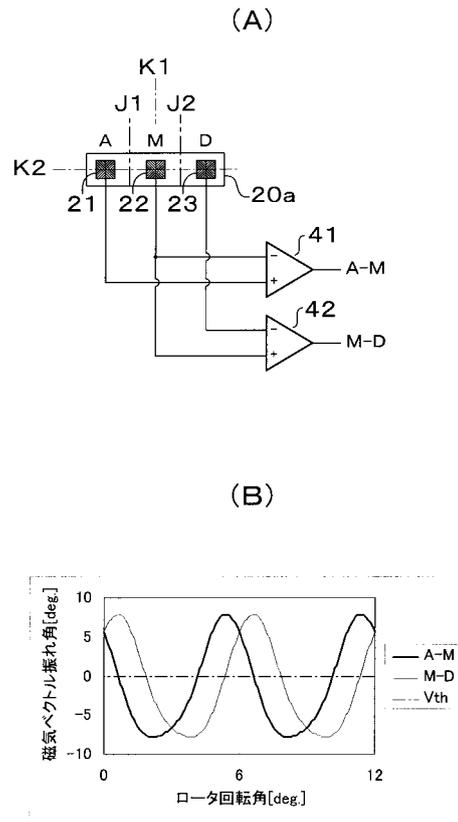
【 図 4 】



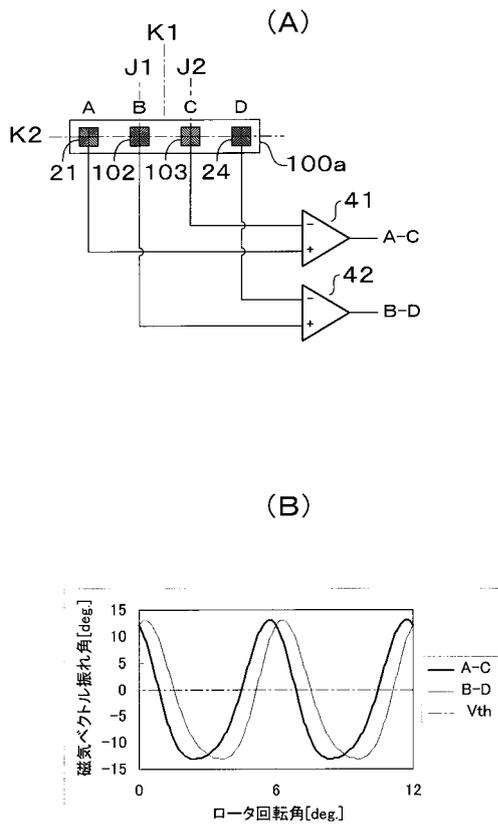
【 図 5 】



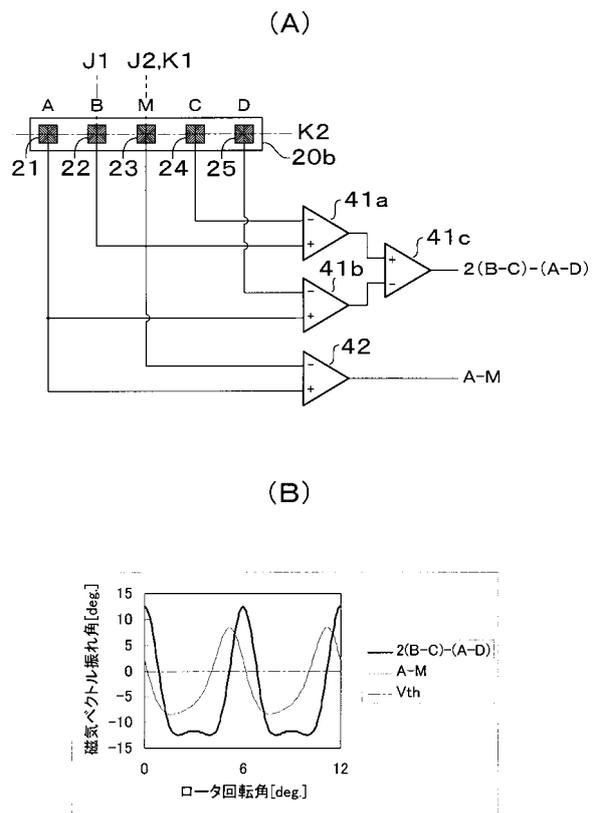
【 図 6 】



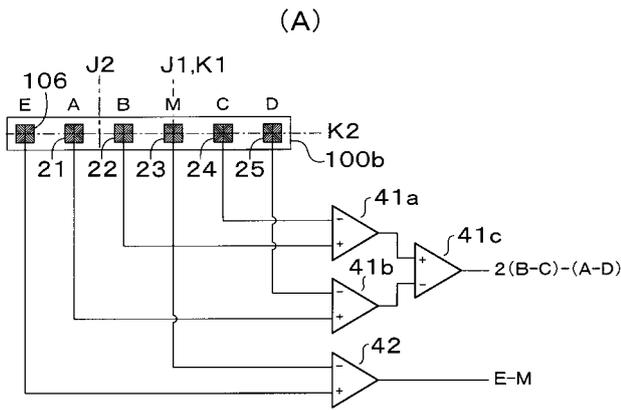
【 図 7 】



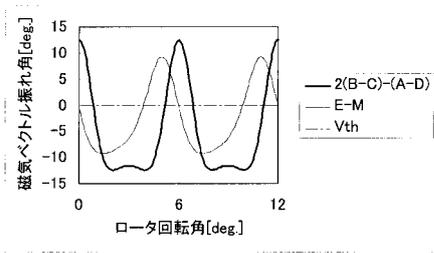
【 図 8 】



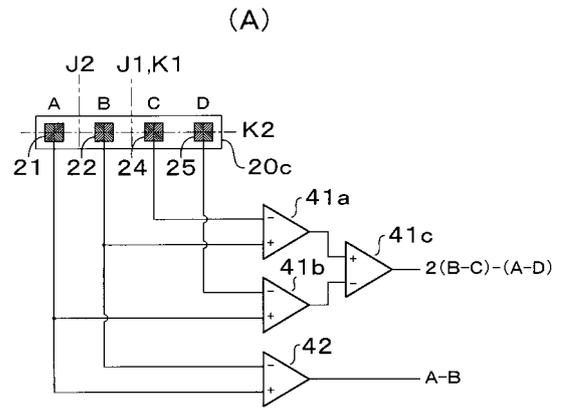
【図9】



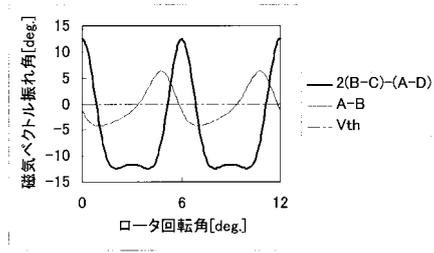
(B)



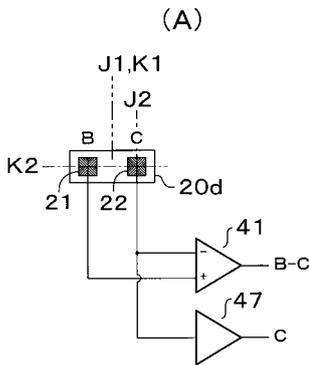
【図10】



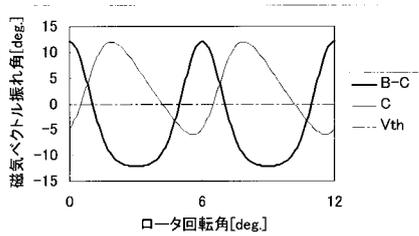
(B)



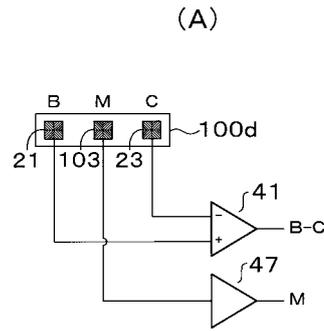
【図11】



(B)



【図12】



(B)

