

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5116751号
(P5116751)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int.Cl.

G O 1 D 5/244 (2006.01)

F 1

G O 1 D 5/244

C

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-270142 (P2009-270142)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成21年11月27日 (2009.11.27)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(65) 公開番号	特開2011-117731 (P2011-117731A)	(74) 代理人	100093562 弁理士 児玉 俊英
(43) 公開日	平成23年6月16日 (2011.6.16)	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 岳生
審査請求日	平成21年11月30日 (2009.11.30)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
(31) 優先権主張番号	特願2009-250404 (P2009-250404)	(72) 発明者	島内 英樹 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(32) 優先日	平成21年10月30日 (2009.10.30)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁界強度を検出する磁電変換素子と、閾値を有し、この閾値と前記磁電変換素子の出力信号との比較により矩形波の信号を出力する比較回路と、この比較回路の出力信号を用いて、前記磁電変換素子に印加される磁界に変化を与える磁性移動体の移動位置と移動方向を検出してセンサ出力信号を出力する信号処理部とを有する信号処理回路を備えた磁気検出装置において、前記信号処理回路の出力は、ハイレベルからローレベルもしくはローレベルからハイレベルへの切り替わりが前記磁性移動体の位置に対応する位置信号であり、ハイレベルもしくはローレベルである時間幅が前記磁性移動体の移動方向に対応するものであって、前記磁性移動体の移動方向によりハイレベルもしくはローレベルである時間幅が期間 t_1 もしくは期間 t_2 に固定されており、前記期間 t_1 もしくは期間 t_2 の時間内に前記磁性移動体の移動方向が切り替わった場合に、前記信号処理回路は、前記期間 t_1 もしくは期間 t_2 の時間内での前記磁電変換素子の出力信号の変化が、ある定数 a を用いて $a \times t_1$ もしくは $a \times t_2$ と近似できる場合、前記閾値のヒステリシス h が、

$$h^2 > t_1^2 \times (a^2 - 1)$$

もしくは

$$h^2 > t_2^2 \times (a^2 - 1)$$

を満足するヒステリシスを有することにより、前記磁性移動体の移動方向が切り替わる直前の前記磁性移動体の位置を示す位置信号と同一の位置信号を出力し、前記磁性移動体の移動方向の切り替わりによる前記磁性移動体の位置と前記信号処理回路の位置信号にずれ

10

20

が生じないようにしたことを特徴とする磁気検出装置。

【請求項 2】

前記信号処理回路は、前記比較回路の閾値が 2 水準以上のヒステリシスを有するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の磁気検出装置。

【請求項 3】

前記信号処理回路は、前記期間 t_1 もしくは期間 t_2 の時間内に前記磁性移動体の移動方向が切り替わった場合に、前記磁電変換素子の出力信号に応じて前記比較回路の閾値のヒステリシスを切り替えるヒステリシス調整回路を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の磁気検出装置。

【請求項 4】

前記信号処理回路は、前記磁電変換素子の出力信号の変動に応じて前記比較回路の閾値を変動させる閾値調整回路を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の磁気検出装置。

【請求項 5】

前記信号処理回路は、車載用回転検出装置として利用することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の磁気検出装置。

【請求項 6】

前記磁電変換素子は、磁気抵抗 (MR) 素子であることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の磁気検出装置。

【請求項 7】

前記磁電変換素子は、巨大磁気抵抗 (GMR) 素子を用いることを特徴とする請求項 6 に記載の磁気検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、磁性移動体による磁界強度を検出する磁気検出装置に関し、例えば回転体の回転数や回転角度を検出する磁気検出装置であって、特に、磁性移動体の移動方向を検出することのできる磁気検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

磁性移動体による磁界強度を検出する磁気検出装置において、磁性移動体の移動方向を検出する方式は、磁気検出センサが出力する信号によって幾つかの従来技術がある。センサ出力信号がデジタル信号 (矩形波) である場合、磁性移動体の移動方向の検出には、センサ出力信号を電位変調する方式と時間変調する方式とがある。

センサ出力信号を電位変調する方式の従来技術の一つは、特許第 3588044 号に開示されている。この方式は、バイアス磁界を発生する磁石と、磁性移動体に対向しその移動方向に並べて配置された第 1、第 2 磁気抵抗効果素子体とそれぞれの出力回路を内蔵した磁気検出センサが、磁性移動体の移動に応じる磁界変化を検出して、その移動方向により出力信号のハイレベルとローレベルの少なくとも何れかを異なる電位とし、コンピュータユニットはセンサ出力信号の電位を計測することによって移動方向を検出する。

【0003】

一方、センサ出力信号を時間変調する方式は、磁性移動体の移動方向により磁気検出センサの出力タイミング (時間) が異なり、例えば移動方向が正方向の時は、信号の時間幅を a 、移動方向が逆方向の時は、信号の時間幅を b ($a < b$) とすると、コンピュータユニットはセンサ出力信号の時間幅を計測することによって移動方向を検出する。

この発明は、このセンサ出力信号を時間変調する方式に関するもので、この方式での従来技術は、例えば、実開昭 57-14858 号公報や特開 2001-88632 号公報に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

20

30

40

50

【特許文献1】実開昭57-14858号公報
 【特許文献2】特開2001-88632号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

まず、従来の磁気検出装置について図15～図18を参照しながら説明する。

図18は従来の磁気検出装置の磁気回路構成図であり、図18(a)は斜面図、図18(b)は正面図である。図18において、磁電変換素子1a、1bとモノリシックに構成した信号処理回路チップ2の下面にバイアス磁界を発生する磁石3を配置する。これを磁性移動体4に対向し近接させ、磁電変換素子1a、1bは、磁石3が発生する磁界が磁性移動体4の近接及びその移動によって形成する磁界分布を検出し、電気抵抗及びその変化として出力する。磁電変換素子1a、1bは磁性移動体4の移動方向の検出のために、移動に伴って時間ずれのある、即ち位相差のある電気抵抗変化を生じる必要があり、例えば磁性移動体4の移動方向に並べて配置する。

【0006】

図15は磁気検出装置の信号処理回路である。磁電変換素子1a、1bは、それぞれにブリッジ回路10a、10bを構成し、磁性移動体4の移動によって磁電変換素子1a、1bの電気抵抗が変化すると、電圧変化としてブリッジ信号a、bが得られる。ブリッジ信号a、bは比較回路11、12で閾値c、dと比較され、矩形波信号e、fに変換される。矩形波信号e、fは移動方向判定回路13に入力され移動方向信号gが得られる。移動方向信号gは矩形波信号fと伴に出力信号生成回路14に入力、処理され、その出力としてセンサ出力信号iが得られる。

【0007】

図16は磁気検出装置の動作波形である。図中、a、bは磁電変換素子1a、1bのブリッジ信号を、c、dは各ブリッジ信号の閾値を、e、f、g、iは、信号処理回路の各部の信号を示しており、波形は磁性移動体の移動方向が正方向から逆方向へ切り替わった一例を示している。ブリッジ信号a、bを変換した矩形波信号e、fには位相差があり、その組合せは磁性移動体の移動方向によって異なるため、移動方向信号gは磁性移動体の移動方向が正方向時はローレベル、逆方向時はハイレベルとなる。センサ出力信号iの位置信号であるハイレベルからローレベルへの切り替わりタイミングは、矩形波信号fと同期して磁性移動体の移動方向に応じて、ローレベルの時間が正方向の場合は期間t1、逆方向の場合は期間t2と時間変調がかけられる。

【0008】

図17は、磁電変換素子1bのブリッジ信号bと閾値d、信号処理回路各部の信号e、f、g、及びセンサ出力信号iを示しており(ブリッジ信号a及び閾値cは省略)、波形は磁性移動体の移動方向が逆方向から正方向へ切り替わった一例を示している。

磁性移動体が移動すると磁性移動体の突起(1)、(2)に応じてブリッジ信号bが変化し、時刻Aでブリッジ信号bと閾値dが交差し、矩形波信号fはローレベルからハイレベルに切り替わり、センサ出力信号iはハイレベルからローレベルへ切り替わる。

その後センサ出力信号iは期間t2経過後、時刻Cでハイレベルへ戻る。

【0009】

センサ出力信号iがローレベルとなっている時刻Bにおいて、ブリッジ信号bは閾値dと再度交差し、矩形波信号fはハイレベルからローレベルへ切り替わる。センサ出力信号iは期間t2内であるため信号処理回路の信号fに同期した位置信号を出力できない。

コンピュータユニットはセンサ出力信号iのローレベルの時間幅を測定し移動方向を判別する。時刻Aでセンサ出力信号iがハイレベルからローレベルへ切り替わったことにより磁性移動体の位置を検出し、時刻Cでセンサ出力信号iのローレベルである時間幅が期間t2であることから磁性移動体の移動方向が逆方向で、位置が突起(1)であると判断する。その後、時刻Dでセンサ出力信号iが再びハイレベルからローレベルへ切り替わったことを検出し、時刻Eでセンサ出力信号iがローレベルである時間幅が期間t1であること

10

20

30

40

50

から、時刻 D のセンサ出力信号 i を磁性移動体の移動方向が正方向で位置が突起(1)と判断する。よって磁性移動体の移動方向が切り替わった後の突起(1)の検出が遅れる。

【 0 0 1 0 】

前記検出遅れは、移動方向における正方向・逆方向の繰り返し動作時には累積する恐れがあり、移動方向の検出によって移動位置を正確に検出することを必要とした利用には適さない。

【 0 0 1 1 】

この発明は、上記のような従来装置における課題を解決するためになされたもので、センサ出力信号のハイレベルもしくはローレベルの時間幅 t_1 もしくは t_2 の期間内に磁性移動体の移動方向が切り替わった場合でも、磁性移動体の移動方向を遅れなく正確に検出することのできる磁気検出装置を提供することを目的とする。10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

この発明に係わる磁気検出装置は、磁界強度を検出する磁電変換素子と、閾値を有し、この閾値と前記磁電変換素子の出力信号との比較により矩形波の信号を出力する比較回路と、この比較回路の出力信号を用いて、前記磁電変換素子に印加される磁界に変化を与える磁性移動体の移動位置と移動方向を検出してセンサ出力信号を出力する信号処理部とを有する信号処理回路を備えた磁気検出装置において、前記信号処理回路の出力は、ハイレベルからローレベルもしくはローレベルからハイレベルへの切り替わりが前記磁性移動体の位置に対応する位置信号であり、ハイレベルもしくはローレベルである時間幅が前記磁性移動体の移動方向に対応するものであって、前記磁性移動体の移動方向によりハイレベルもしくはローレベルである時間幅が期間 t_1 もしくは期間 t_2 に固定されており、前記期間 t_1 もしくは期間 t_2 の時間内に前記磁性移動体の移動方向が切り替わった場合に、前記信号処理回路は、前記期間 t_1 もしくは期間 t_2 の時間内での前記磁電変換素子の出力信号の変化が、ある定数 a を用いて $a \times t_1$ もしくは $a \times t_2$ と近似できる場合、前記閾値のヒステリシス h が、20

$$h^2 > t_1^2 \times (a^2 - 1)$$

もしくは

$$h^2 > t_2^2 \times (a^2 - 1)$$

を満足するヒステリシスを有することにより、前記磁性移動体の移動方向が切り替わる直前の前記磁性移動体の位置を示す位置信号と同一の位置信号を出力し、前記磁性移動体の移動方向の切り替わりによる前記磁性移動体の位置と前記信号処理回路の位置信号にずれが生じないようにしたものである。30

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

この発明の磁気検出装置によれば、センサ出力信号のハイレベルもしくはローレベルの時間幅 t_1 もしくは t_2 の期間内に磁性移動体の移動方向が切り替わった場合でも、磁性移動体の移動方向を遅れなく正確に検出することができ、コンピュータユニットは磁性移動体の位置を正確に検出可能となる。40

【 0 0 1 4 】

上述した、またその他の、この発明の目的、特徴、効果は、以下の実施の形態における詳細な説明および図面の記載からより明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】この発明の実施の形態1の磁気検出装置における磁気回路構成図である。

【図 2】この発明の実施の形態1における磁気回路構成の他の一例を示す図である。

【図 3】この発明の実施の形態1の磁気検出装置における信号処理回路図である。

【図 4】この発明の実施の形態1の磁気検出装置の動作波形図である。

【図 5】図 4 におけるプリッジ信号 b と閾値 d との交点付近の拡大図である。

【図 6】この発明の実施の形態1の磁気検出装置におけるプリッジ信号 b と閾値 d の動作50

波形の具体例を示す図である。

【図7】この発明の実施の形態2の磁気検出装置におけるブリッジ信号bと閾値dの関係を示す動作波形の拡大図である。

【図8】この発明の実施の形態3の磁気検出装置における信号処理回路図である。

【図9】この発明の実施の形態3の磁気検出装置の動作波形図である。

【図10】この発明の実施の形態4の磁気検出装置における信号処理回路図である。

【図11】この発明の実施の形態4の磁気検出装置の動作波形図である。

【図12】この発明の実施の形態5の磁気検出装置における信号処理回路図である。

【図13】この発明の実施の形態5の磁気検出装置の動作波形図である。

【図14】この発明の実施の形態5の磁気検出装置における動作波形の具体例を示す図である。 10

【図15】従来の磁気検出装置の信号処理回路図である。

【図16】従来の磁気検出装置の動作波形図である。

【図17】従来の磁気検出装置の動作波形図である。

【図18】従来の磁気検出装置の磁気回路構成図である。

【図19】この発明の実施の形態1の磁気検出装置における磁性移動体が正方向から逆方向へ切り替わった場合の動作波形図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1はこの発明の実施の形態1の磁気検出装置における磁気回路構成図であり、図1(a)は斜面図、図1(b)は正面図である。 20

図1に示すように、実施の形態1の磁気検出装置は、磁電変換素子1a、1bとモノリシックに構成した信号処理回路チップ2の下面に、バイアス磁界を発生する磁石3を配置する。これを磁性移動体4に対向して近接させ、磁電変換素子1a、1bは、磁石3が発生する磁界が磁性移動体4の近接及びその移動によって形成する磁界分布を検出し、電気抵抗及びその変化として出力する。磁電変換素子1a、1bは磁性移動体4の移動方向の検出のために、移動に伴って時間ずれのある、即ち位相差のある電気抵抗変化を生じる必要があり、例えば磁性移動体4の移動方向に並べて配置する。

なお、この発明の磁気検出装置における磁気回路は、磁電変換素子1a、1bが磁性移動体4の近接及びその移動によって形成する磁界分布を検出できる構成であればよく、例えば、図2に示すように、磁性移動体4があるピッチで配置された磁石の集合体でもよい。この場合は磁石3は必ずしも必要ではない。 30

【0017】

図3は実施の形態1の磁気検出装置における信号処理回路である。図3に示すように、磁電変換素子1a、1bはそれぞれにブリッジ回路10a、10bを構成し、磁性移動体4の移動によって磁電変換素子1a、1bの電気抵抗が変化すると、電圧変化としてブリッジ信号a、bが得られる。ブリッジ信号a、bは、比較回路21、22で閾値c、dと比較され、矩形波信号e、fに変換される。矩形波信号e、fは信号処理部である移動方向判定回路23に入力され、移動方向信号gが得られる。移動方向信号gは矩形波信号fと併に同じく信号処理部である出力信号生成回路24に入力、処理され、その出力としてセンサ出力信号iが出力される。 40

【0018】

図4は実施の形態1の動作波形図である。図中の各波形は、ブリッジ信号bと比較回路の閾値d、信号処理回路各部の信号e、f、gおよびセンサ出力信号iを示しており(ブリッジ信号a及び閾値cは省略)、波形は磁性移動体4の移動方向が逆方向から正方向へ切り替わった一例を示している。

ここで、閾値dは後述のようにヒステリシスを備えている。また、ブリッジ信号a、bを変換した矩形波信号e、fには位相差があり、その組合せは磁性移動体4の移動方向によって異なるため、磁性移動体4の移動方向の判別ができ、移動方向信号gは移動方向が正方向時はローレベル、逆方向時はハイレベルとなる。 50

センサ出力信号 i は矩形波信号 f と同期して、移動方向に応じローレベルの時間が正方向の場合は期間 $t_1 = 45 \mu s e c$ 、逆方向の場合は期間 $t_2 = 90 \mu s e c$ と時間変調がかけられる。

【0019】

図5は図4におけるブリッジ信号 b と閾値 d との交点付近の拡大図を示している。ブリッジ信号 b と閾値 d が交差する(時刻F)と、矩形波信号 f がローレベルからハイレベルへ変化し、同時に閾値 d はヒステリシス h だけ変化する。閾値 d がヒステリシス h だけ変化すると、ブリッジ信号 b と閾値 d が交差した時刻Fから次にブリッジ信号 b と閾値 d が交差する(時刻H)までに、時間 t だけ遅れが生じる。

【0020】

ここで、時刻Fにおいて磁性移動体の移動方向が切り替わった後のブリッジ信号 b の変化 $S(t)$ がある定数 a を用いて、 $a \times t$ と近似できる場合、図4における閾値 d のヒステリシス h の値を、

$$h^2 > t_2^2 \times (a^2 - 1)$$

を満足するように設定する。

【0021】

これにより、矩形波信号 f はセンサ出力信号 i がローレベルである期間 t_2 よりも遅れてハイレベルからローレベルへ切り替わるため、磁性移動体4の位置を示すセンサ出力信号 i のハイレベルからローレベルへ切り替わるタイミング(位置信号)が矩形波信号 f と同期して出力できるため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがなく、コンピュータユニットは、磁性移動体の移動方向が期間 t_2 内で切り替わった場合にも、磁性移動体の位置の正確な検出が可能となるものである。

【0022】

図6は、一例として、自動車のエンジンのピストン位置を検出するための、クランクシャフトに取り付けられた円形のプレートの回転検出装置の場合で、磁性移動体として直径150mm、厚み2.6mm、突起数60、突起幅2.5mmの鉄製のプレートを用いた場合のブリッジ信号 b と閾値 d を示している。

磁性移動体の移動方向が切り替わった後のブリッジ信号 b の変化を $a = 2.8 \times 10^2$ とし $S(t)$ を $(2.8 \times 10^2) \times t$ と近似し、ヒステリシス h の値を30mVと設定する。図4においては、これにより

$$h^2 > t_2^2 \times (a^2 - 1)$$

を満足し、矩形波信号 f はセンサ出力信号 i がローレベルである期間 $t_2 = 90 \mu s e c$ よりも遅れて $95 \mu s e c$ 後にハイレベルからローレベルへ切り替わり、磁性移動体の位置を示すセンサ出力信号 i のハイレベルからローレベルへ切り替わるタイミング(位置信号)が矩形波信号 f と同期して出力できるため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがない。

【0023】

コンピュータユニットは時刻Fでセンサ出力信号 i がハイレベルからローレベルへ切り替わったことにより磁性移動体の位置を検出し、時刻Gでセンサ出力信号 i のローレベルである時間幅が期間 t_2 であることから磁性移動体の移動方向が逆方向で、磁性移動体の位置が突起(1)であることを判断する。その後、時刻Hでセンサ出力信号 i が再びハイレベルからローレベルへ切り替わったことを検出し、時刻Iでセンサ出力信号 i がローレベルである時間幅が期間 t_1 であることから、時刻Hのセンサ出力信号 i を磁性移動体の移動方向が正方向で位置が突起(1)であると判断することができ、磁性移動体4の移動方向がセンサ出力信号 i がローレベルである期間 t_1 もしくは期間 t_2 の期間内に磁性移動体の移動方向が切り替わった場合にも、磁性移動体4の位置の正確な検出を可能とするものである。

【0024】

なお、実施の形態1において、磁性移動体の移動方向の検出は、磁性移動体4が逆方向から正方向に切り替わった場合に限定されるものではなく、磁性移動体が正方向から逆方

向へ切り替わった場合であってもよい。

【0025】

図19は磁性移動体が正方向から逆方向へ切り替わった場合の動作波形図である。図中の各波形は、ブリッジ信号bと閾値d、信号処理回路各部の信号e、f、gおよびセンサ出力信号iを示しており(ブリッジ信号a及び閾値cは省略)、波形は磁性移動体の移動方向が正方向から逆方向へ切り替わった一例を示している。この場合において、磁性移動体の移動方向が切り替わった後のブリッジ信号bの変化S(t)がある定数aを用いて $a \times t$ と近似できる場合、ヒステリシスによる時間遅れtが

$$h^2 > t^2 \times (a^2 - 1)$$

を満たすように設定され、センサ出力信号iが矩形波信号fと同期して出力できるため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがない。

【0026】

上述した実施の形態1の磁気検出装置を、例えばエンジンのクランク軸に取り付けられたプレートの回転角度を検出する検出装置として利用する場合、クランク軸に取り付けられたプレートには規則的に突起が設けられるため、ブリッジ信号bは正弦波に近い波形となる。このとき、ブリッジ信号bの振幅中心の傾きが最も大きくなるため、閾値dをブリッジ信号bの振幅中心に設定するとプレートの突起位置とセンサ出力信号の位置信号とのズレが小さくなる。

【0027】

また、前記実施の形態1のようなヒステリシスの設定は、特にアイドリングストップシステムを搭載したエンジンのクランク軸の回転角度を検出する検出装置のように、磁性移動体の位置に対する磁気検出センサの出力信号のズレ(位置精度)が、磁性移動体の移動方向が正方向である場合に対し、磁性移動体の移動方向が逆方向の場合には正方向ほど位置精度を必要としない用途に適している。

【0028】

なお、図6の実施の形態1において、ヒステリシスhをブリッジ信号bのノイズ幅よりも充分大きい10mVと設定すると、ヒステリシスhによる時間遅れは70μsecとなり、センサ出力信号iが矩形波信号fと同期した位置信号を出力できないため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れが生じる可能性がある。

【0029】

実施の形態2。

図7はこの発明の実施の形態2の磁気検出装置の動作波形の拡大図である。

なお、この実施の形態2の磁気検出装置における信号処理回路の構成、および動作波形図は、実施の形態1で説明した図3、図4と同様であるので、説明は省略する。

【0030】

図7は図4におけるブリッジ信号bと閾値dとの交点付近の拡大図を示している。ブリッジ信号bと閾値dが交差する(時刻F)と、矩形波信号fがローレベルからハイレベルへ変化し、同時に閾値dはヒステリシスhだけ変化する。閾値dがヒステリシスhだけ変化すると、ブリッジ信号bと閾値dが交差した時刻Fから次にブリッジ信号bと閾値dが交差する(時刻H)までに時間tだけ遅れが生じる。

【0031】

ここで、実施の形態2の磁気検出装置においては、(図4において)前記閾値dのヒステリシスhの値を

$$t > t_2$$

を満足するように設定する。

これにより矩形波信号fはセンサ出力信号iがローレベルである期間 t_2 よりも遅れてハイレベルからローレベルへ切り替わり、実施の形態1と同様に、図4におけるセンサ出力信号iが矩形波信号fと同期して出力できるため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがなく、コンピュータユニットは磁性移動体の移動方向が切り替わった場合にも、磁性移動体の位置の正確な検出が可能となるものである。

10

20

30

40

50

【0032】

また、磁性移動体の移動方向が正方向から逆方向へ切り替わった場合にも、磁性移動体の移動方向の検出遅れが生じないためには、閾値のヒステリシス h による遅れ時間 t を、センサ出力信号 i がローレベルである期間 t_1 もしくは期間 t_2 に対して

$t > t_1$ (但し、 $t_1 > t_2$)

もしくは

$t > t_2$ (但し、 $t_1 < t_2$)

を満足するように設定すればよく、これによって、矩形波信号 f はセンサ出力信号 i がローレベルである期間 t_1 もしくは期間 t_2 よりも遅れてハイレベルからローレベルへ切り替わり、磁性移動体の位置を示すセンサ出力信号 i のハイレベルからローレベルへ切り替わるタイミング（位置信号）が矩形波信号 f と同期して出力できるため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがない。10

【0033】

実施の形態3。

図8は、この発明の実施の形態3の磁気検出装置における信号処理回路を示すものである。図8において、磁電変換素子1a、1bはそれぞれにブリッジ回路10a、10bを構成し、磁性移動体4の移動によって磁電変換素子1a、1bの電気抵抗が変化すると、電圧変化としてブリッジ信号a、bが得られる。ブリッジ信号aは比較回路31で閾値cと比較され矩形波信号eに変換される。ブリッジ信号bは比較回路32でそれぞれ異なるヒステリシス h_{30} 、 h_{31} ($h_{30} < h_{31}$) を有する閾値 d_{30} 、 d_{31} と比較され、矩形波信号 f_{30} 、 f_{31} に変換される。20

ブリッジ信号bを変換した矩形波信号 f_{30} 、 f_{31} は、ハイレベルからローレベルへ変化するまでのヒステリシスによる遅れ時間 t_{30} 、 t_{31} が異なる。矩形波信号 f_{30} 、 f_{31} は矩形波選択回路33に入力され、矩形波信号 f_{30} 、 f_{31} のいずれかを矩形波信号 g_{30} として出力する。矩形波信号e、 g_{30} は信号処理部である移動方向判定回路34に入力され、移動方向信号 i_{30} が得られる。移動方向信号 i_{30} は矩形波信号 g_{30} と伴に出力信号生成回路35に入力、処理され、その出力としてセンサ出力信号 j_{30} を出力する。

【0034】

図9はこの実施の形態3の動作波形図である。図中の各波形は、磁電変換素子1bのブリッジ信号b、ヒステリシス h_{30} 、 h_{31} を有する比較回路の閾値 d_{30} 、 d_{31} 、および信号処理回路の各部の信号e、 f_{30} 、 f_{31} 、 g_{30} 、 i_{30} 、およびセンサ出力信号 j_{30} を示しており（ブリッジ信号a及び閾値cは省略）、波形は磁性移動体4の移動方向が逆方向から正方向へ切り替わった一例を示している。移動方向判定回路34に入力されたブリッジ信号aを変換した矩形波信号eと矩形波選択回路33の出力 g_{30} には位相差があり、その組合せは磁性移動体の移動方向によって異なるため、磁性移動体の移動方向の判別ができる。移動方向信号 i_{30} は磁性移動体の移動方向が正方向時はローレベル、逆方向時はハイレベルとなる。センサ出力信号 j_{30} の位置信号は矩形波信号 g_{30} と同期して移動方向に応じローレベルの時間が正方向の場合は期間 t_1 、逆方向の場合は期間 t_2 と時間変調がかけられる。30

【0035】

矩形波選択回路33は入力された矩形波信号 f_{30} 、 f_{31} のヒステリシスによる遅れ時間 t_{30} 、 t_{31} を測定し、センサ出力信号 j_{30} がローレベルである期間 t_1 、 t_2 に対して

$t_{30} > t_2$ (但し、 $t_2 > t_1$)

もしくは

$t_{30} > t_1$ (但し、 $t_2 < t_1$)

を満足すれば、矩形波選択回路33は出力信号 g_{30} として矩形波信号 f_{30} を出力し、
 $t_{31} > t_2 > t_{30}$ (但し、 $t_2 > t_1$)

もしくは

10

20

30

40

50

$t_{31} > t_1 > t_{30}$ (但し、 $t_2 < t_1$)

である場合には、矩形波選択回路33は出力信号 g_{30} として矩形波信号 f_{31} を出力する。

【0036】

図9は矩形波選択回路33の出力 g_{30} として矩形波信号 f_{31} を出力した場合を示している。これにより、出力信号生成回路35に入力される矩形波選択回路33の出力信号 g_{30} は、センサ出力信号 j_{30} がローレベルとなる期間 t_1 もしくは期間 t_2 より後にハイレベルからローレベルへ切り替わるため、センサ出力信号 j_{30} が矩形波選択回路33の出力信号 g_{30} と同期した位置信号を出力でき、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがなく、コンピュータユニットは磁性移動体の移動方向が切り替わった場合にも、磁性移動体の位置の正確な検出が可能となるものである。

10

【0037】

なお、前記実施の形態3において、信号処理回路は、ブリッジ信号 b を矩形波信号に変換する比較回路は2つに限定するものではなく、3つ以上備えていてもよい。

【0038】

実施の形態4.

図10はこの発明の実施の形態4における磁気検出装置の信号処理回路を示すものである。図10において、磁電変換素子1a、1bはそれぞれにブリッジ回路10a、10bを構成し、磁性移動体4の移動によって磁電変換素子1a、1bの電気抵抗が変化すると、電圧変化としてブリッジ信号a、bが得られる。ブリッジ信号a、bは比較回路41、42で閾値c、dと比較され矩形波信号e、fに変換される。ブリッジ信号b、矩形波信号fはヒステリシス調整回路43に入力され、閾値dのヒステリシス h を調整する。

20

矩形波信号e、fは信号処理部である移動方向判定回路44に入力され、移動方向信号gが得られる。移動方向信号gは矩形波信号fと伴に出力信号生成回路45に入力、処理され、その出力としてセンサ出力信号iを出力する。

【0039】

図11は実施の形態4の動作波形図である。図中の各波形は、磁電変換素子1bのブリッジ信号b、ヒステリシス h を有する比較回路42の閾値dおよび信号処理回路の各部の信号e、f、g、およびiを示しており(ブリッジ信号a及び閾値cは省略)、波形は磁性移動体の移動方向が逆方向から正方向へ切り替わった一例を示している。

30

移動方向判定回路44に入力されたブリッジ信号aを変換した矩形波信号eと比較回路42の出力である矩形波信号fには位相差があり、その組合せは磁性移動体の移動方向によって異なるため、磁性移動体の移動方向の判別ができ、移動方向信号gは磁性移動体の移動方向が正方向時はローレベル、逆方向時はハイレベルとなる。センサ出力信号iは矩形波信号fと同期して移動方向に応じローレベルの時間が正方向の場合は期間 t_1 、逆方向の場合は期間 t_2 と時間変調がかけられる。

【0040】

ブリッジ信号bが変化し閾値dと交差すると、閾値dはヒステリシス h (min)だけ変化し、矩形波信号fはローレベルからハイレベルへ切り替わる。ヒステリシス調整回路43は矩形波信号fがローレベルからハイレベルへ切り替わったタイミングから、時間 t_4 ($t_4 < t_1, t_2$)経過後のブリッジ信号bの電位 $b(t_4)$ を測定し、閾値dと比較し、

$$b(t_4) < d$$

を満たす場合には、閾値dのヒステリシス h を h (min)に固定する。一方、

$$b(t_4) > d$$

である場合、ヒステリシス調整回路43は矩形波信号fがローレベルからハイレベルへ切り替わったタイミングから、センサ出力信号iがローレベルである期間 t_2 経過後のブリッジ信号bの電位 $b(t_2)$ を測定し、閾値dのヒステリシス h が、

$$h > b(t_2) - d$$

を満たすようにヒステリシスを変化させる。これによって、磁性移動体の移動方向の検出

40

50

において検出遅れを生じることがなく、センサ出力信号 i が矩形波信号 f と同期した位置信号を出力でき、コンピュータユニットは磁性移動体の移動方向が切り替わった場合にも、磁性移動体の位置の正確な検出が可能となるものである。

【0041】

なお、上記説明では磁性移動体 4 の移動方向が逆方向から正方向へ切り替わる場合について説明したが、磁性移動体 4 の移動方向が正方向から逆方向へ切り替わる場合には、 $b(t_4)$ の値が、 $b(t_4) - d$ である場合に、

閾値 d のヒステリシス h が、

$$h > b(t_1) - d$$

を満たすようにヒステリシスを変化させることで、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがなく、センサ出力信号 i が矩形波信号 f と同期した位置信号を出力することができる。

【0042】

また、実施の形態 4 において、矩形波信号 f とセンサ出力信号 i の位相関係は前記位相関係に限定されるものではなく、磁性移動体の移動方向が正方向の時にはセンサ出力信号 i の出力がハイレベルからローレベルへ切り替わるタイミングが、矩形波信号 f のハイレベルからローレベルへ切り替わるタイミングであってもよい。この場合にはヒステリシス調整回路 4 3 は矩形波信号 f がハイレベルからローレベルへ切り替わってから時間 t_4 ($t_4 < t_1, t_2$) 経過後のブリッジ信号 b の電位 $b(t_4)$ を測定し、閾値 d と比較し、

$$b(t_4) > d$$

を満たす場合には閾値 d のヒステリシス h を $h(\min)$ に固定する。また、

$$b(t_4) - d$$

である場合、ヒステリシス調整回路 4 3 は矩形波信号 f がハイレベルからローレベルへ切り替わったタイミングから、センサ出力信号 i がローレベルである期間 t_2 経過後のブリッジ信号 b の電位 $b(t_2)$ を測定し、閾値 d のヒステリシス h が、

$$h > d - b(t_2)$$

を満たすようにヒステリシスを変化させる。

【0043】

実施の形態 5 。

上述した磁気検出装置を、例えば自動車のエンジンのピストン位置を検出するために使用する場合、磁性移動体と磁電変換素子のレイアウトや使用環境（特に高温下での使用）などにより磁電変換素子の信号が変動する場合がある。

実施の形態 5 の磁気検出装置は、このような使用環境によって磁電変換素子の出力信号が変動する場合に対応するものである。

【0044】

図 1 2 は実施の形態 5 の磁気検出装置における信号処理回路である。

図 1 2 において、磁電変換素子 1 a、1 b はそれぞれにブリッジ回路 1 0 a、1 0 b を構成し、磁性移動体 4 の移動によって磁電変換素子 1 a、1 b の電気抵抗が変化すると、電圧変化としてブリッジ信号 a、b が得られる。ブリッジ信号 a、b は比較回路 5 1、5 2 で閾値 c 、 d_5 と比較され、矩形波信号 e、f 5 に変換される。

ブリッジ信号 b は閾値調整回路 5 3 に入力され比較回路 5 2 の閾値 d_5 を調整する。矩形波信号 e、f 5 は信号処理部である移動方向判定回路 5 4 に入力され、移動方向信号 g 5 が得られる。移動方向信号 g 5 は矩形波信号 f 5 と共に出力回路 5 5 に入力、処理され、その出力としてセンサ出力信号 i 5 を出力する。

【0045】

図 1 3 はこの実施の形態 5 の動作波形図である。図中の各波形は、磁電変換素子 1 b のブリッジ信号 b、ヒステリシス h を有する閾値 d_5 および信号処理回路の各部の信号 e、f 5、g 5、および i 5 を示している（ブリッジ信号 a 及び閾値 c は省略）。

閾値 d_5 は固定のヒステリシス h を有し、ブリッジ信号 b の振幅 V に対して $1/2V$ の電

10

20

30

40

50

圧に設定する。移動方向判定回路 5 4 に入力されたブリッジ信号 a を変換した矩形波信号 e と、比較回路 5 2 の矩形波信号 f 5 には位相差があり、その組合せは磁性移動体の移動方向によって異なるため、磁性移動体の移動方向の判別ができる、移動方向信号 g 5 は磁性移動体の移動方向が正方向時はローレベル、逆方向時はハイレベルとなる。センサ出力信号 i 5 は矩形波信号 f 5 と同期して移動方向に応じローレベルの時間が正方向の場合は期間 $t_1 = 45 \mu s e c$ 、逆方向の場合は期間 $t_2 = 90 \mu s e c$ と時間変調がかけられる。

【 0 0 4 6 】

図 13 A はブリッジ信号 b の変動がない場合を示している。
この場合において、センサ出力信号 i 5 のローレベルである期間 t_2 に対して、ヒステリシス h による遅れ時間 t が $t > t_2$ を満たすようにヒステリシスを設定する。これによりセンサ出力信号 i 5 は矩形波信号 f 5 と同期した位置信号を出力できるため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れは発生しない。 10

【 0 0 4 7 】

図 13 B はブリッジ信号 b が変動し、かつ閾値 d 5 を変動させない場合を示している。
この場合、ヒステリシス h による時間遅れ t がセンサ出力信号 i 5 がローレベルである期間 t_2 よりも短くなり、センサ出力信号 i 5 は矩形波信号 f 5 と同期した位置信号を出力することができず、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じる。

【 0 0 4 8 】

図 13 C はブリッジ信号 b が変動し、閾値 d 5 をブリッジ信号 b の変動に応じて変動させた場合を示している。この場合、閾値調整回路 5 3 はブリッジ信号 b が変動しても、ブリッジ信号 b の振幅 V に対して $1/2 V$ となる電圧に閾値 d 5 を変動させる。これにより、閾値 d 5 はブリッジ信号 b が変動した場合でも、ブリッジ信号 b に変動がない場合と同様に、ヒステリシスによる時間遅れ t がセンサ出力信号 i 5 がローレベルである期間 t_2 よりも長くなり、センサ出力信号 i 5 は矩形波信号 f 5 と同期した位置信号を出力することができ、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じることがなく、コンピュータユニットは磁性移動体の移動方向が切り替わった場合にも、磁性移動体の位置の正確な検出が可能となるものである。 20

【 0 0 4 9 】

図 14 は、実施の形態 5 の具体例を示すもので、磁性移動体として直径 150 mm、厚み 2.6 mm、突起数 60、突起幅 2.5 mm の鉄製のプレートを用いた場合の、温度 25、150 における磁気検出センサのブリッジ信号 b、ヒステリシス h を有する閾値 d 5 および信号処理回路の各部の信号 e、f 5、g 5、および i 5 を示している（ブリッジ信号 a 及び閾値 c は省略）。

閾値 d 5 のヒステリシス h は環境温度 25（ブリッジ信号 b の変動がない場合）においてセンサ出力信号 i 5 のローレベルである期間 t_2 に対して、ヒステリシス h による時間遅れ t が $t > t_2$ を満たすように、30 mV に設定している。 30

【 0 0 5 0 】

図 14 A はブリッジ信号 b の変動がない場合を示している。
この場合、センサ出力信号 i 5 のローレベルである期間 $90 \mu s e c$ に対して、ヒステリシス h による遅れ時間は $180 \mu s e c$ であり、センサ出力信号 i 5 は矩形波信号 f 5 と同期した位置信号を出力できるため、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れは発生しない。 40

【 0 0 5 1 】

図 14 B はブリッジ信号 b が変動し、かつ閾値 d 5 を変動させない場合を示している。
環境温度が 25 から 150 に変わったことにより、ブリッジ信号 b は 60 mV 变動している。ブリッジ信号 b の変動に対応し閾値 d 5 を変動させない場合、ヒステリシス h による時間遅れ t は $70 \mu s e c$ となり、センサ出力信号 i 5 がローレベルである期間 $90 \mu s e c$ よりも短くなるため、センサ出力信号 i 5 は矩形波信号 f 5 と同期した位置信号を出力することができず、磁性移動体の移動方向の検出において検出遅れを生じる。 50

【0052】

図14Cはブリッジ信号bが変動し、閾値d5をブリッジ信号bの変動に応じて変動させた場合を示している。この場合、閾値調整回路53はブリッジ信号bの変動量60mVに対応して閾値d5を60mV変動させている。これにより閾値d5はブリッジ信号bが変動した場合でも、ブリッジ信号bに変動がない場合と同様に、ヒステリシスhによる時間遅れが180μsecでセンサ出力信号i5がローレベルである期間90μsecよりも長くなり、センサ出力信号i5は矩形波信号f5と同期した位置信号を出力することができる。

【0053】

以上のように、この発明の実施の形態5の磁気検出装置によれば、特に自動車のエンジンのような使用環境の温度等が厳しい環境下で、磁電変換素子の出力信号が変動する場合に、閾値を磁電変換素子の出力信号の変動に応じて変動させる（もしくは閾値のヒステリシスの幅を変動させる）ことにより、磁性移動体の移動方向を遅れなく正確に検出することができるものである。 10

【0054】

なお、上述した各実施の形態において、磁電変換素子による回路構成はモノシリックに限定するものではなく、例えばホイートストンブリッジ回路を構成し、ブリッジの中点電位を差動増幅して用いてもよい。

【0055】

また、磁気検出装置の構成要素や構成の選択に限定が存在するものではない。 20
例えば、磁電変換素子としては、ホール素子、磁気抵抗（MR）素子、巨大磁気抵抗（GMR）素子、トンネル型磁気抵抗（TMR）素子など磁界強度を検出する素子であればよく、素子の個数や配置においても磁性移動体の移動位置や移動方向を検出できる範囲において任意に選ぶことができる（例えば、2個の磁気検出センサであってもよい）。
また信号処理回路としては、バイポーラー、MOS（Metal-Oxide Semiconductor）なども問わない。

【0056】

また、磁性移動体の移動方向を示す信号がセンサ出力信号のローレベルの時間幅に限定するものではなく、磁性移動体の移動方向を示す信号がハイレベルの時間幅であってもよい。 30

【0057】

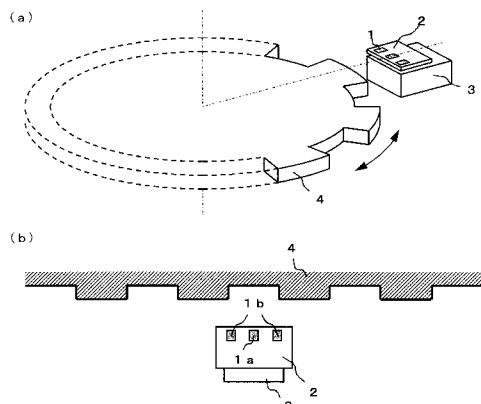
更に、この発明の磁気検出装置を車載用回転検出装置として用いた場合、回転位置の情報は例えば、エンジンのピストンの位置を与えて点火制御に用いられる。回転方向の検出により、ピストンの位置はエンジンの通常回転時だけでなく停止動作時などにおいても正確に検出することができ、全ての動作時において点火制御が可能となる。

【符号の説明】

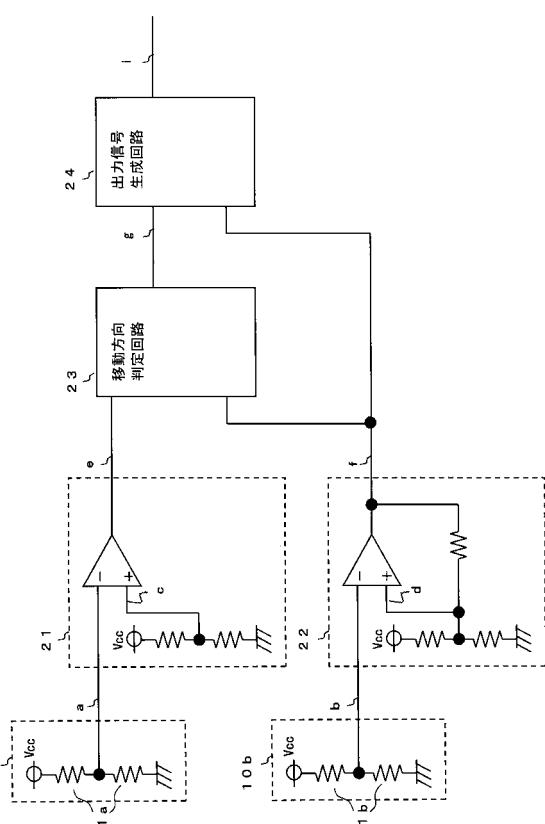
【0058】

1a、1b 磁電変換素子、2 信号処理回路、3 磁石、4 磁性移動体、
10a、10b ブリッジ回路、
21、22、31、32、41、42、51、52 比較回路、
23、34、44、54 移動方向判定回路、
24、35、45、55 出力信号生成回路
33 矩形波選択回路、43 ヒステリシス調整回路、53 閾値調整回路。 40

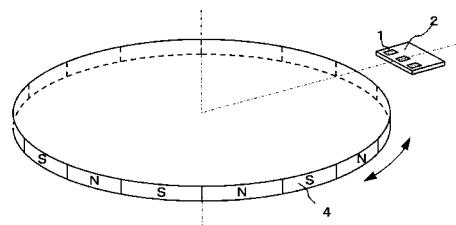
【図1】



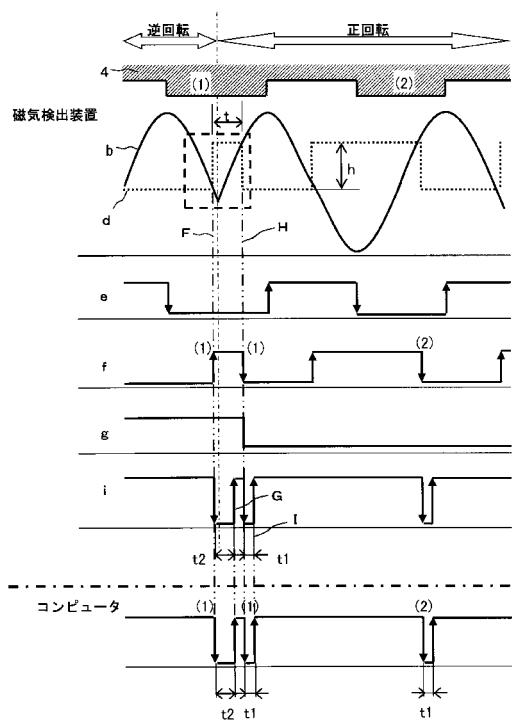
【図3】



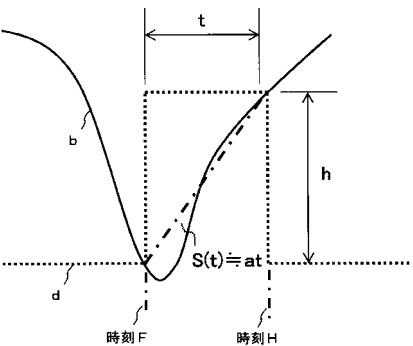
【図2】



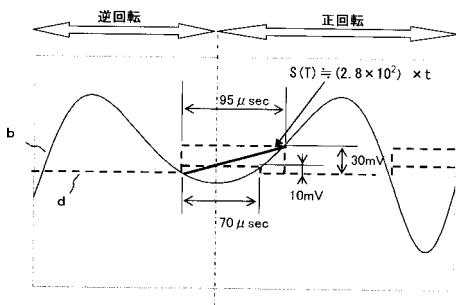
【図4】



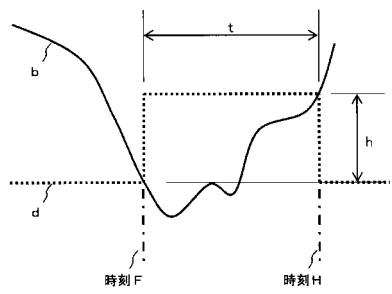
【図5】



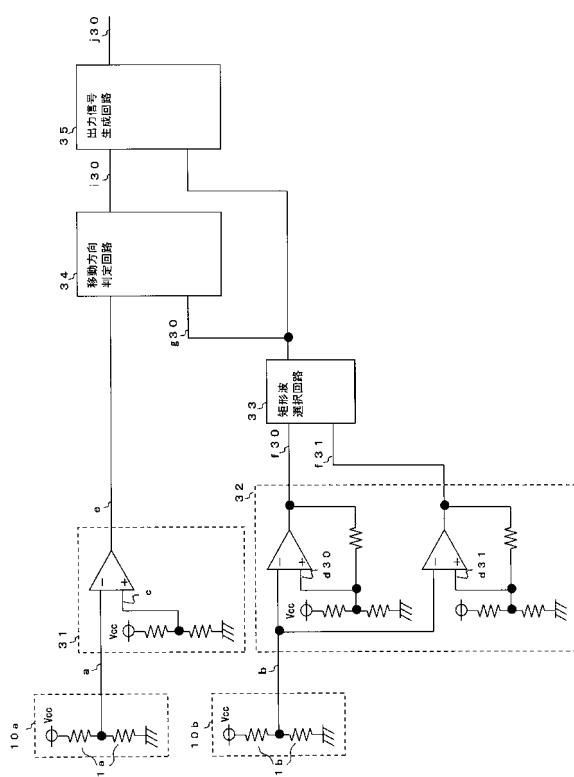
【図6】



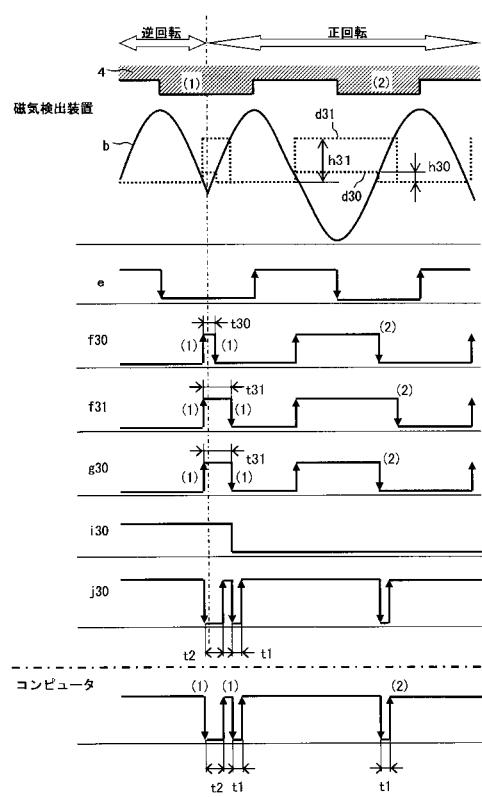
【図7】



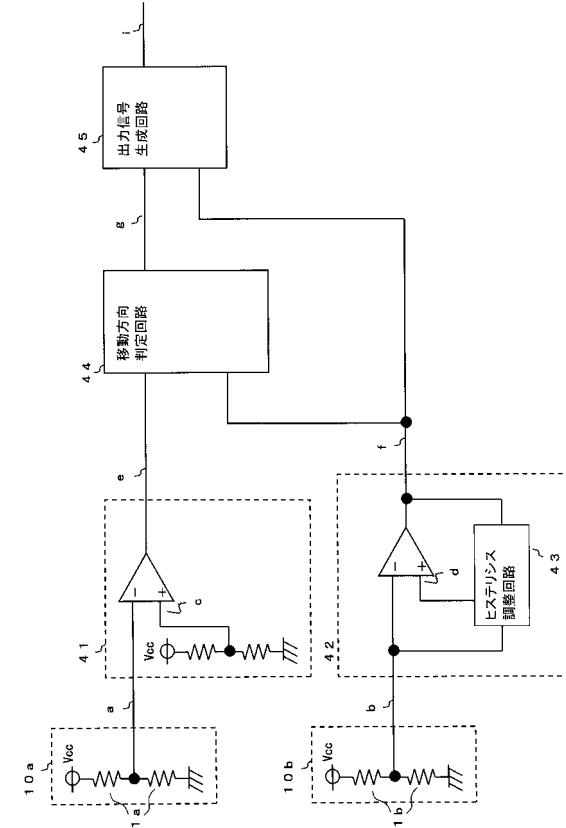
【図8】



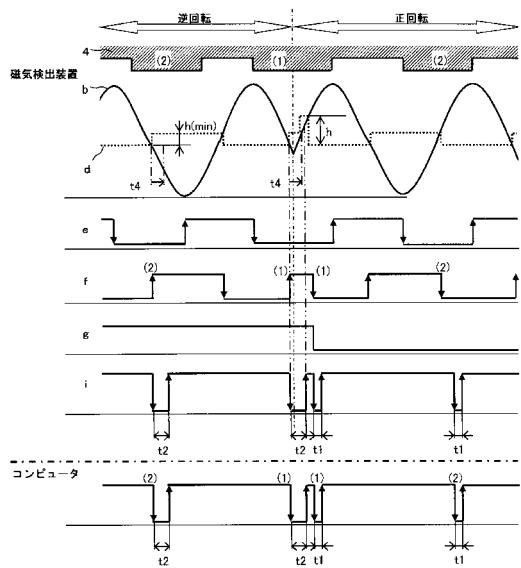
【図9】



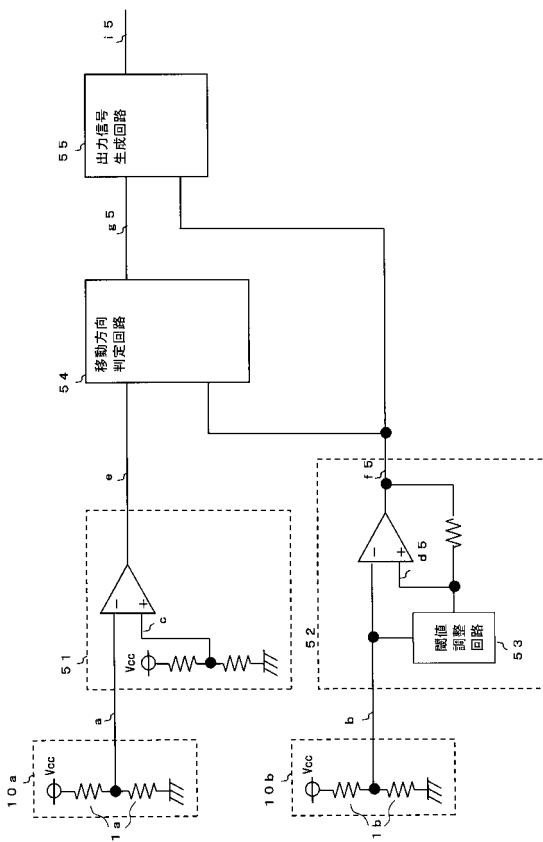
【図10】



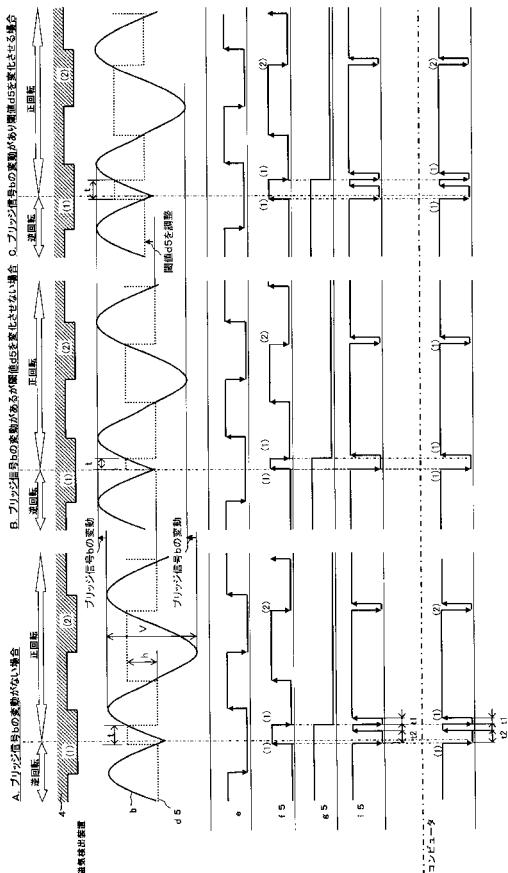
【図 1 1】



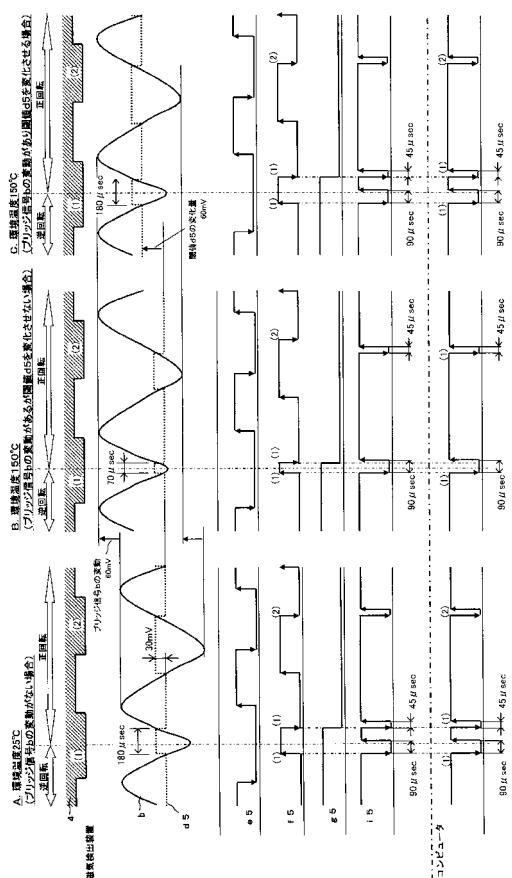
【図 1 2】



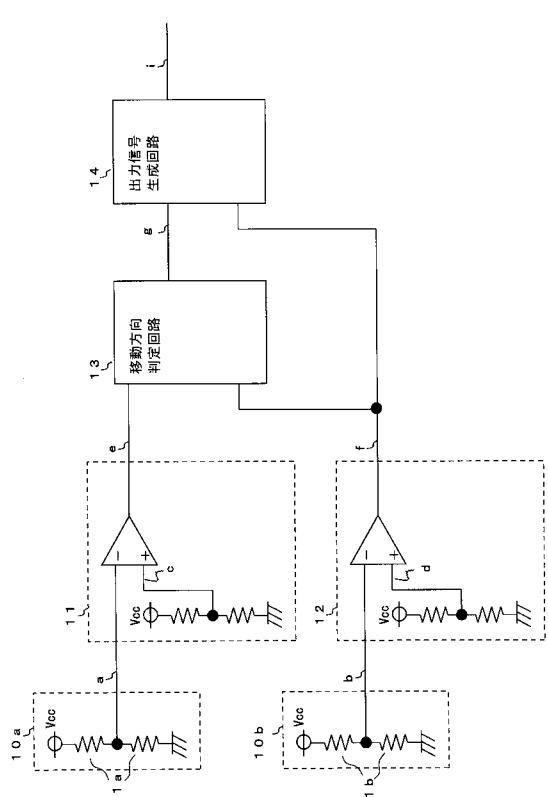
【図 1 3】



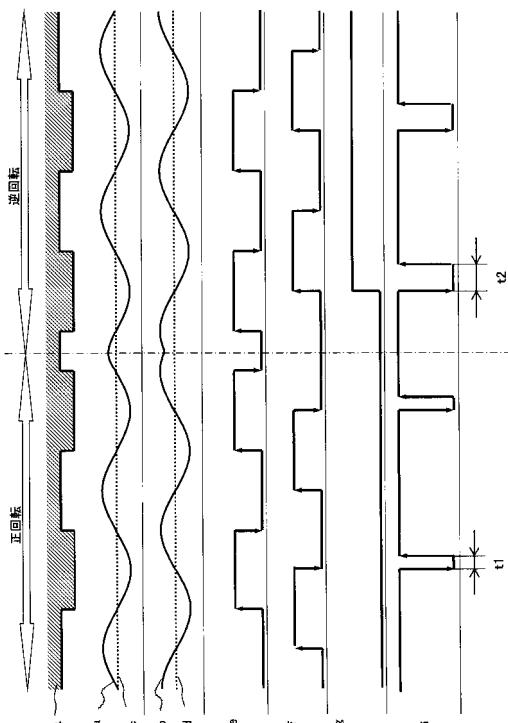
【図 1 4】



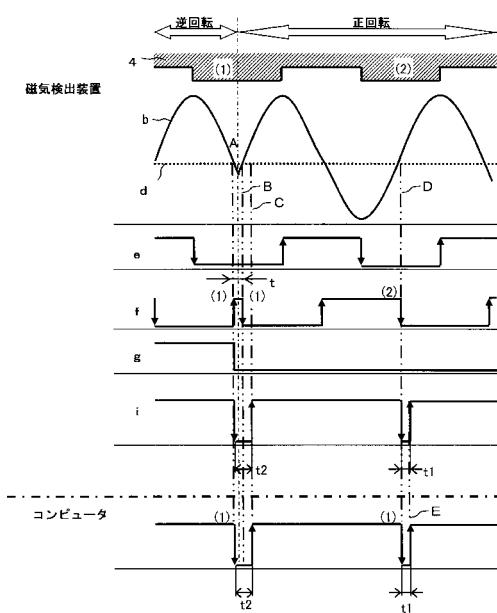
【図15】



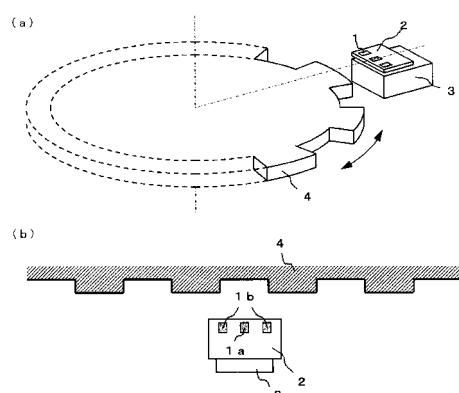
【図16】



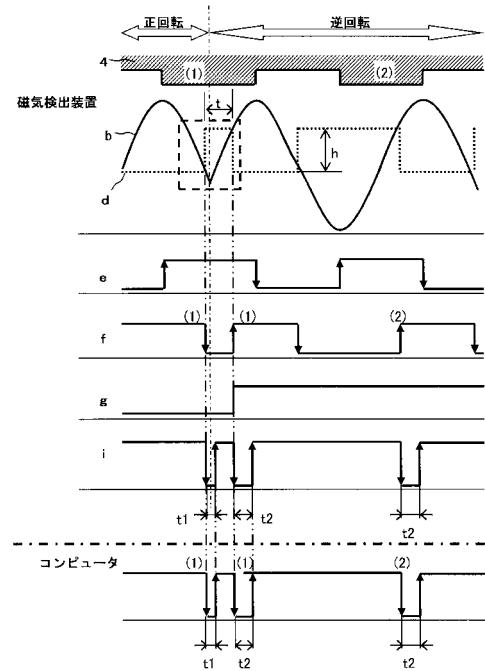
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 浩
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 川野 裕司
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 館沼 義範
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

審査官 真岩 久恵

(56)参考文献 特許第3588044 (JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 D 5 / 00 - 5 / 252
G 01 D 5 / 39 - 5 / 62