

(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2011-163865

(P2011-163865A)

(43) 公開日 平成23年8月25日(2011.8.25)

(51) Int.Cl.

G01D 5/245 (2006.01)

F I

G01D 5/245

J

テーマコード(参考)

2F077

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-25586 (P2010-25586)
 (22) 出願日 平成22年2月8日(2010.2.8)

(71) 出願人 508215625
 株式会社青電舎
 神奈川県相模原市緑区西橋本5丁目4番3
 〇号
 (74) 代理人 100094020
 弁理士 田宮 寛社
 (72) 発明者 権藤 雅彦
 山梨県上野原市コモアしおつ2-3-1
 Fターム(参考) 2F077 CC02 NN02 NN14 PP01 TT04
 TT21 TT32 TT49 TT75 TT83

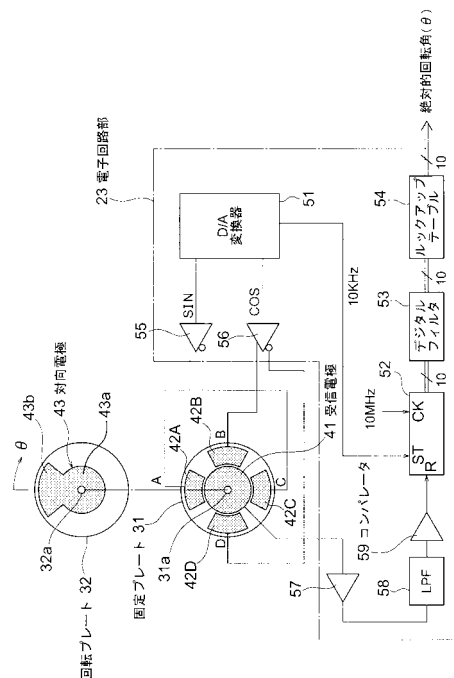
(54) 【発明の名称】 回転型静電エンコーダ

(57) 【要約】

【課題】 回転操作部等の機構部分が簡素な構造であり、処理回路が簡素な回路構成を有し、安価に製作することができる回転型静電エンコーダを提供する。

【解決手段】 この回転型静電エンコーダ10は、受信電極41、受信電極の周りで円周方向に並べて配置される4つの送信電極42A~42Dを有する固定プレート31と、固定プレートに対して略平行でかつ回転自在に設けられ、受信電極に対向しかつ回転に応じて対向面積が変化する中心非対称な誘導電極43を有する回転プレート32と、送信電極に対して多相信号を送信する多相信号送信手段51と、受信電極から出力される受信信号を増幅する増幅器57と、増幅器の出力信号から回転プレートの回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器59と、比較器の出力信号に基づき回転プレートの回転動作に係る絶対回転角を求める電子回路部23とを備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中央部に配置される受信電極と、この受信電極の周りで円周方向に並べて配置される複数の送信電極とを有する固定子と、

前記固定子に対して略平行でかつ回転自在に設けられ、前記固定子の前記受信電極に対向しかつ回転に応じて対向面積が変化する中心非対称な誘導電極を有する回転子と、

前記固定子の前記複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

前記固定子の前記受信電極から出力される受信信号を増幅する増幅器と、

前記増幅器の出力信号から前記回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と

10

、
前記比較器の出力信号に基づき前記回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、

を備えることを特徴とする回転型静電エンコーダ。

【請求項 2】

円周方向に並べて配置される複数の送信電極と、内側受信電極と、外側受信電極とを有する固定子と、

前記固定子に対して略平行でかつ回転自在に設けられ、第 1 誘導電極と第 2 誘導電極を有し、前記の第 1 および第 2 の誘導電極は前記内側受信電極の一部に対向する回転子と、

前記固定子の前記複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

20

前記内側受信電極および前記外側受信電極からそれらの差分信号を取り出す差動増幅器と、

前記差動増幅器の出力信号から前記回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と、

前記比較器の出力信号に基づき前記回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、

を備えることを特徴とする回転型静電エンコーダ。

【請求項 3】

中心非対称な位置に配置された受信電極を有する内側円筒部と、

30

内面に円周方向に並べて配置される複数の送信電極を有する外側円筒部と、

前記外側円筒部の前記複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

前記内側円筒部の前記受信電極から出力される受信信号を増幅する増幅器と、

前記増幅器の出力信号から前記回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と

、
前記比較器の出力信号に基づき前記回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、

を備えることを特徴とする回転型静電エンコーダ。

【請求項 4】

40

中心非対称な位置に配置された第 1 受信電極と第 2 受信電極を有する内側円筒部と、

内面に円周方向に並べて配置される複数の送信電極を有する外側円筒部と、

前記外側円筒部の前記複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

前記第 1 受信電極および前記第 2 受信電極から差分信号を取り出す差動増幅器と、

前記差動増幅器の出力信号から前記回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と、

前記比較器の出力信号に基づき前記回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、

を備えることを特徴とする回転型静電エンコーダ。

50

【請求項 5】

前記内側円筒部および前記外側円筒部の各々は可撓性を有する筒部材で形成されることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の回転型静電エンコーダ。

【請求項 6】

円周方向に並べて配置される複数の送信電極と、内側受信電極と、外側受信電極とを有する固定子と、

前記固定子に対して略平行でかつ回転自在に設けられ、第 1 誘導電極と第 2 誘導電極を有し、前記の第 1 および第 2 の誘導電極は前記内側受信電極の一部に対向する回転子と、前記固定子の前記複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

前記内側受信電極および前記外側受信電極からそれらの差分信号を取り出す差動増幅器と、

前記差動増幅器の出力信号から前記回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する第 1 の比較器と、

前記比較器の出力信号に基づき前記回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、

前記内側受信電極および前記外側受信電極からそれらの加算信号を求める加算回路と、

前記加算回路の出力信号に基づき前記回転子を押し込んだ場所に対応する位相情報をパルス長として抽出する第 2 の比較器と、

前記加算回路の出力信号と前記第 2 の比較器の出力信号に基づいて前記回転子が押し込まれた状態を判定するスイッチ機能判定回路と、

を備えることを特徴とする回転型静電エンコーダ。

【請求項 7】

前記スイッチ機能判定回路は、前記第 2 の比較器の出力信号に基づき前記パルス長を計測するパルスカウンタと、前記加算回路から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換する A / D 変換器とを含むことを特徴とする請求項 6 記載の回転型静電エンコーダ。

【請求項 8】

前記スイッチ機能判定回路は、前記パルスカウンタで計測されたパルス長を位相に対応させかつ前記 A / D 変換器の出力を振幅に対応させて成るベクトル量を求め、このベクトル量の振幅に基づいて前記回転子の押し込み状態を判定し、当該ベクトルの位相量から前記回転子の押し込まれた場所を判定する判定手段を備えることを特徴とする請求項 6 記載の回転型静電エンコーダ。

【請求項 9】

前記信号処理手段はパルスカウンタを用いて構成されることを特徴とする請求項 6 記載の回転型静電エンコーダ。

【請求項 10】

前記複数の送信電極は円周方向に並べて配置された 4 つの電極であり、前記多相の送信回路は位相が 90° ずつずれた 4 相の送信回路であることを特徴とする請求項 6 記載の回転型静電エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は回転型静電エンコーダに関し、特に、簡素な構造を有しかつ絶対角度を得ることができるアブソリュート式の回転型静電エンコーダに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、静電型エンコーダの一例は特許文献 1 に開示される。特許文献 1 に開示される静電型エンコーダでは、固定子に対して移動するように移動子を設けるように構成し、当該移動子の位置の測定を可能にする。この静電型エンコーダによれば、固定子は誘導電極と電位検出電極を有するプレート体として形成され、移動子は電極を有するプレート体とし

10

20

30

40

50

て形成される。プレート状固定子に対してプレート状移動子はその上に配置され、スライド自在に移動するように設けられ、これにより静電型エンコーダのセンサ部が形成される。特許文献 1 の静電型エンコーダのセンサ部は薄型で小型に作ることができる。

【 0 0 0 3 】

また関連する従来技術として、特許文献 2 では容量性変位エンコーダが開示される。この容量性変位エンコーダでは、円板状静止体に対する円板状移動体の回転位置を検知するための機構を有し、静止体に結合された少なくとも 1 つの静止素子と、静止素子の近傍において移動体に結合された移動素子とから構成される。電界送信装置は静電界を発生させ、この静電界は、両素子の相対的な回転移動に伴って両素子間に現れるキャパシタンス変化によって変調される。処理回路が、変調された静電界を検知し、これに呼応して移動体の回転測定量を求める。

10

【 0 0 0 4 】

特許文献 2 で、その図 2 に示された構成は、ステータ側に設けた 90 度ごとに分離されて設けられた 4 つの電極に 4 相の信号を供給して駆動し、その信号をロータにおける偏心した電極で受信し、その受信信号の位相を検出することによりロータの角度を検出する構成である。また図 7 に示された構成は、2 枚のステータを設け、2 枚のステータの間に 1 枚のロータを設けることにより、3 枚構造を有する。一方のステータの対向面には同心円で内側リング電極と外側リング電極が形成され、かつ外側リング電極は 90 度ごとに分離され 4 つの電極が形成されている。他方のステータの対向面には同心円で内側リング電極と外側リング電極が形成されている。ステータでは 4 つの電極に対して 4 相駆動を行う。

2 枚のステータの中間に位置するロータは一種の静電遮蔽材となっており、当該静電遮蔽材は偏心した電極構造を有する。受信信号は上記の他方のステータから取り出される。受信信号の位相は、ロータの静電遮蔽部材が偏心しているため、回転に応じて 0 ~ 360 度の範囲で変化する。

20

【 0 0 0 5 】

さらに関連する従来技術として静電容量式のエンコーダが特許文献 3 に開示される。この静電容量式エンコーダは、センサ部として円板状のステータとからなる 2 枚構造を有する。ステータは、中心に位置する送信電極と、3 相の受信信号を得るように送信電極の周囲に空間的に配置された 12 個の受信電極とを有する。またロータは空間的に 4 方向に飛び出した歯車状の電極を有する。

30

【 0 0 0 6 】

さらに非特許文献 1 は、電子化されたデジタルノギスを開示している。このデジタルノギスでは、当該文献の図 2 の構造図に示されるように、本尺部と、当該本尺部を移動するスライド部とから構成される。スライド部の位置を検出するための構成は静電容量を利用した方式である。この位置検出のための信号処理の回路は、インクリメンタリ型の信号処理の構成になっている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2005 - 221472 号公報

40

【 特許文献 2 】 特表 2002 - 542476 号公報

【 特許文献 3 】 特開平 08 - 233605 号公報

【 非特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 非特許文献 1 】 山口靖之、荒井喜博、「特集：エンコーダ活用図解集、デジマチックキャリパー CD とエンコーダ」、センサ技術、日本、1985 年 11 月号、Vol. 5、No. 12、p. 30 - 33

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

50

絶対回転角度を検出することができる回転型静電エンコーダを、例えば携帯電話の回転操作部あるいは家電製品の回転型リモコン等のダイヤル部に応用する場合には、特に薄型構造や低価格化が要求される。静電エンコーダの製作について、センサ部である電極部は比較的安価に製作することができるが、検出信号を処理して回転角度の値に係る信号を出力する処理回路の部分はその精度に応じて費用がかかるものであった。そこで、最終製品の価格との関係で、処理回路の回路構造を簡素化してその製造コストを大幅に低減することが求められている。

【0010】

また従来の回転型エンコーダでは、回転操作部等の構造部分にスイッチ機能を持たせたものは存在しなかった。換言すれば、角度検出機能部とスイッチ機能部を兼ね備えたデバイスが存在しなかった。従来の装置でそのような機能が必要とされる場合には、回転型エンコーダは回転角を求める構造のみを有するものとし、スイッチ機能部は他のスイッチ部材を用いて構成するようにしていた。

10

【0011】

ところが、携帯電話の回転操作部や回転型リモコン等のダイヤル部の機能を実現する場合において、矢印キーやスイッチ機能も同時に実現することができれば、部品スペースの有効利用や低コスト化に大いに貢献することができる。

【0012】

本発明の第1の目的は、上記の課題に鑑み、回転操作部等の機構部分が簡素な構造であり、処理回路が簡素な回路構成を有し、安価に製作することができる回転型静電エンコーダを提供することにある。

20

本発明の第2の目的は、円板状または円筒状の回転機構部を備え、応用範囲の広い回転型静電エンコーダを提供することにある。

本発明の第3の目的は、回転角度の検出機能と共に回転部を押したことを判別して出力するスイッチ機能をコンパクトにかつ小型に実現し製作することができる回転型静電エンコーダを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る回転型静電エンコーダは、上記の目的を達成するため、次のように構成される。

30

【0014】

第1の回転型静電エンコーダ（請求項1に対応）は、

中央部に配置される受信電極と、この受信電極の周りで円周方向に並べて配置される複数の送信電極とを有する固定子（固定プレートに対応）と、

固定子に対して略平行でかつ回転自在に設けられ、固定子の受信電極に対向しかつ回転に応じて対向面積が変化する中心非対称な誘導電極を有する回転子（回転プレートに対応）と、

固定子の複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

固定子の受信電極から出力される受信信号を増幅する増幅器と、

40

上記の増幅器の出力信号から回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と、比較器の出力信号に基づき回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、を備えるように構成される。

【0015】

上記の回転型静電エンコーダによれば、固定子に対する回転子の回転角度を絶対角度として取り出す。固定子側の送信電極と受信電極の電極配置パターンと、回転子側の誘導電極の電極配置パターンとの間で電荷誘導作用を生じさせ、かつ回転子側の誘導電極の形状に偏心形状を持たせることにより、回転子の回転動作時に電極対向状態や対向部分の形状が回転角度に応じて一義的に決まるようにし、これにより相対的な回転角度状態を検出し、これを絶対角度情報として取り出すようにしている。また固定子の受信電極は単一であ

50

り、単一の受信電極から取り出される単一の受信信号に基づいて回転子の回転角度を検出するように構成されている。

【0016】

第2の回転型静電型エンコーダ(請求項2に対応)は、

円周方向に並べて配置される複数の送信電極と、内側受信電極と、外側受信電極とを有する固定子と、

固定子に対して略平行でかつ回転自在に設けられ、第1誘導電極と第2誘導電極を有し、第1および第2の誘導電極は内側受信電極の一部に対向する回転子と、

固定子の複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

内側受信電極および外側受信電極からそれらの差分信号を取り出す差動増幅器と、差動増幅器の出力信号から回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と、比較器の出力信号に基づき回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、を備えるように構成される。

【0017】

第3の回転型静電型エンコーダ(請求項3に対応)は、

中心非対称な位置に配置された受信電極を有する内側円筒部と、

内面に円周方向に並べて配置される複数の送信電極を有する外側円筒部と、

外側円筒部の複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

内側円筒部の受信電極から出力される受信信号を増幅する増幅器と、増幅器の出力信号から回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と、比較器の出力信号に基づき回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、を備えるように構成される。

【0018】

第4の回転型静電型エンコーダ(請求項4に対応)は、

中心非対称な位置に配置された第1受信電極と第2受信電極を有する内側円筒部と、

内面に円周方向に並べて配置される複数の送信電極を有する外側円筒部と、

外側円筒部の複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

第1受信電極および第2受信電極から差分信号を取り出す差動増幅器と、差動増幅器の出力信号から回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する比較器と、比較器の出力信号に基づき回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、を備えるように構成される。

【0019】

上記の第3と第4の回転型静電型エンコーダにおいて、上記の内側円筒部および外側円筒部の各々は可撓性を有する筒部材で形成されることを特徴とする。

【0020】

第5の回転型静電型エンコーダ(請求項6に対応)は、

円周方向に並べて配置される複数の送信電極と、内側受信電極と、外側受信電極とを有する固定子と、

固定子に対して略平行でかつ回転自在に設けられ、第1誘導電極と第2誘導電極を有し、第1および第2の誘導電極は内側受信電極の一部に対向する回転子と、

固定子の複数の送信電極に対して等分割した位相の異なる多相信号を送信する多相信号送信手段と、

内側受信電極および前記外側受信電極からそれらの差分信号を取り出す差動増幅器と、差動増幅器の出力信号から回転子の回転動作に基づく位相信号を抽出する第1の比較器と、

比較器の出力信号に基づき回転子の回転動作に係る絶対回転角を求める信号処理手段と、

、

10

20

30

40

50

内側受信電極および外側受信電極からそれらの加算信号を求める加算回路と、
加算回路の出力信号に基づき回転子を押し込んだ場所に対応する位相情報をパルス長として抽出する第2の比較器と、

加算回路の出力信号と第2の比較器の出力信号に基づいて回転子が押し込まれた状態を判定するスイッチ機能判定回路（電子回路部23B）と、を備えるように構成される。

【0021】

上記の構成において、スイッチ機能判定回路は、第2の比較器の出力信号に基づきパルス長を計測するパルスカウンタと、加算回路から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器とを含むことを特徴とする請求項6記載の回転型静電エンコーダ。

10

上記の構成において、スイッチ機能判定回路は、パルスカウンタで計測されたパルス長を位相に対応させかつA/D変換器の出力を振幅に対応させて成るベクトル量を求め、このベクトル量の振幅に基づいて回転子の押し込み状態を判定し、当該ベクトルの位相量から回転子の押し込まれた場所を判定する判定手段を備えることを特徴とする。

上記の構成において、信号処理手段はパルスカウンタを用いて構成されることを特徴とする。

上記の構成において、複数の送信電極は円周方向に並べて配置された4つの電極であり、多相の送信回路は位相が90°ずつずれた4相の送信回路であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

20

本発明に係る回転型静電エンコーダによれば、次の効果を奏する。

第1に、円板状センサ部および円筒状センサ部のいずれの場合にも、固定子に対する回転子の回転動作に基づきかつ各々の電極の間の静電作用に基づく電荷誘導で回転子の絶対回転角を検出するようにしたため、回転操作部等の機構部分が簡素な構造であり、また処理回路が簡素な回路構成を有し、安価に製作することができる。

第2に、回転型静電エンコーダのセンサ部として用途に応じて小型の円板状または円筒状の回転機構部を備えるように構成することができ、応用範囲の広い回転型静電エンコーダを実現することができる。

第3に、固定プレートと回転プレートから成る円板状センサ部で、固定プレートと回転プレートとの間に、回転可能構造と共にスイッチ機能を可能にする可動構造部を設けて両プレートを連結するようにし、さらに受信信号の処理を行う電子回路部にスイッチ機能の動作状態を判定する回路を設けるようにしたため、回転角度の検出機能と共に回転部を押し込んだことを判別して出力するスイッチ機能をコンパクトにかつ小型に実現し製作することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る回転型静電エンコーダの実施形態の全体構成を示す斜視図である。

【図2】本実施形態に係る回転型静電エンコーダのセンサ部の平面図である。

【図3】本実施形態に係る回転型静電エンコーダのセンサ部の側面図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る円板状のセンサ部であって、固定プレートと回転プレートの電極の配置パターンと、送信信号を出力しかつ受信信号を受信して処理する電子回路部の回路構成とを示す図である。

40

【図5】本発明の第2実施形態に係る円筒状のセンサ部における電極の配置パターンの第1の例を示す図である。

【図6】図5における円筒状のセンサ部の横断面図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る円筒状のセンサ部における電極の配置パターンの第2の例を示す図である。

【図8】図7における円筒状のセンサ部の横断面図である。

【図9】本発明の第3実施形態に係る回転型静電エンコーダの回転角度検出機能とスイッチ機能の構成を示し、固定プレートと回転プレートの電極の配置パターンと、送信信号を

50

出力しかつ受信信号を受信して処理する電子回路部の回路構成とを示す図である。

【図10】第3実施形態における回転角度の検出の原理を説明する図である。

【図11】第3実施形態における4方向のスイッチ機能の動作原理を説明する図である。

【図12】第3実施形態における中央方向のスイッチ機能の動作原理を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下に、本発明の好適な実施形態（実施例）を添付図面に基づいて説明する。

【0025】

図1～図3を参照して本発明に係る回転型静電エンコーダが適用される機械的構造の一例を説明する。図1はセンサ部として回転型静電エンコーダを備える装置全体の斜視図を示し、図2はセンサ部を平面形状を拡大して示し、図3はセンサ部の側面形状を示している。なお図1～図3で図示した構成は一例であり、これに限定されるものではない。またその大きさ、寸法も任意に決めることができる。

10

【0026】

図1において10は回転型静電エンコーダの装置本体である。回転型静電エンコーダ10は例えば基台21の上に設けられている。当該基台21の上にセンサ部22と、フラットケーブル24を介してセンサ部22に対して必要な送信信号（電圧信号）を与えると共にセンサ部22から出力される検出受信信号を入力する電子回路部23とが設けられている。電子回路部23は、検出受信信号等に基づいてセンサ部22で生じた回転角度に係る計測値を求める。計測値に係る信号は電子回路部23から信号線ケーブル24を介して取り出される。25はバッテリーや表示装置につながるケーブルである。なお電子回路部23に電力を供給するバッテリーの図示は省略されている。また実際の製品レベルでは電子回路部23はケーシングでカバーされており、製品のレベルにおいて電子回路要素は図1に示すごとき外部に露出した状態にはない。

20

【0027】

センサ部22は全体形状として円板状のセンサ部である。センサ部22は、図1～図3に示すように、図中下側に位置しかつ基台21に支持軸部30で固定された円板状の固定プレート（ステータ）31と、図中上側に位置しかつ軸32aの周りに回転自在に設けられた円板状の回転プレート（ロータ）32とから構成されている。固定プレート31と回転プレート32は、略同じ直径を有する円板形状を有しており、それらの中心を一致させた状態で所要の隙間をあけて対向させ、かつ好ましくは平行にあるいは略平行になるように配置されている。固定プレート31と回転プレート32は共に絶縁材料で作られており、さらに固定プレート31と回転プレート32の対向面には後述するような特定のパターン形状で複数の電極が形成されている。基台21に固定して設けられた固定プレート31に対して、回転プレート32は任意の回転角度で回転させることができる。また、回転プレート32の上面には、回転プレート32を回転させるときに、回転力を与える指を接触させるための突部33が設けられている。

30

【0028】

装置本体10やセンサ部22のサイズについて、図1等で示した形状を有するものは相対的に或る程度の大きさを有するものであるが、当該サイズは用途や目的に応じて任意の大きさにすることができる。例えばセンサ部22を、携帯電話等の回転角度のセンシング機能部と同時に回転操作子として利用する場合には、通常の携帯電話機に組み込める程度の大きさとなるように小型でかつコンパクトに製作することが可能である。

40

【0029】

電子回路部23には、例えば、後述されるごとく、固定プレート31に形成された送信電極に送信信号を供給する送信回路と、固定プレート31に形成された受信電極から得られる受信信号を処理する信号処理回路が設けられている。電子回路部23と固定プレート31の各電極との間には上記のフラットケーブル24が配線されている。

【0030】

50

次に図4を参照して本発明に係る回転型静電エンコーダの第1の実施形態を説明する。この第1の実施形態では、センサ部22を形成する固定プレート(ステータ)31と回転プレート(ロータ)32の各々の対向面(内面)に形成される電極の構造と、電子回路部23の内部構造を説明する。電極は、絶縁体で形成された固定プレート31と回転プレート32の各表面に導電体(例えば銅箔)で形成されている。第1の実施形態はパルス長カウンタ方式の回転型静電エンコーダを示している。

【0031】

図4において、電極の構造について、固定プレート31の対向面(内面)には、中心部に配置される略円形の受信電極41と、当該受信電極41の周囲に等間隔で配置される4つの略扇形に類似した送信電極42A, 42B, 42C, 42Dとが設けられている。回転プレート32の中心軸32aは固定プレート31の中心31aと一致しており、回転自在である。これにより固定プレート31に対して回転プレート32は時計回りまたは反時計回りに自在に回転し得る。回転プレート32の対向面(内側面)には、固定プレート31の受信電極41および送信電極42A~42Dと面している対向電極43が形成されている。回転プレート32の対向電極43は2つの部分が1つの連続した形状をなし、略円形の中央部43aと、これにつながる略扇形に類似した周縁部43bとから構成されている。

10

【0032】

固定プレート31の受信電極41は、回転プレート32の対向電極43の中央部43aに常に対面している位置関係にある。また、固定プレート31の4つの送信電極42A~42Dの各々は、回転プレート32の回転位置に応じて、そのいずれか少なくとも1つが、回転プレート32の対向電極43の周縁部43bに対面し得る位置関係にある。回転プレート32の対向電極43の周縁部43bが対向する送信電極42A~42Dは、回転プレート32の回転状態に応じて変化していく。固定プレート31における送信電極42A~42Dおよび受信電極41に対して、回転プレート32の対向電極43は、静電誘導に基づき電荷を誘導するための誘導電極としての機能を有している。

20

【0033】

また図4において上記の電子回路部23は一点鎖線のブロックで示されている。当該電子回路部23は例えばアナログ混在型マイコン等で作られる。電子回路部23に含まれる各機能部の内、デジタルフィルタ53とルックアップテーブル54はソフトウェア的に処理される。D/A変換器51は2種類の送信信号SIN, COSを出力する。送信信号SINは正弦的交流信号であり、送信信号COSは余弦的交流信号である。送信信号SINと送信信号COSとは位相が90°(π/2)ずれている。さらにD/A変換器51から10kHzの周波信号が出力され、当該周波信号はカウンタ52のST(スタート)端子に入力されている。

30

【0034】

D/A変換器51から出力される送信信号SINは、差動増幅器55を介して、固定プレート31における4つの送信電極42A~42Dのうち、180°ずれた反対位置に存する対になった2つの送信電極42A, 42Cの間に印加される。またD/A変換器51から出力される送信信号COSは、差動増幅器56を介して、固定プレート31における残りの180°ずれた反対位置に存する対になった2つの送信電極42B, 42Dの間に印加される。

40

【0035】

固定プレート31の中央に設けられた受信電極41から出力される受信信号は、増幅器57、ローパスフィルタ(LPF)58、コンパレータ59を介して、電子回路部23のカウンタ52のR(ストップ)端子に入力される。受信電極41からの受信信号は、コンパレータ59によって交流アナログ信号がデジタルパルスに変換される。カウンタ52のCK(クロック)端子には例えば10MHzのクロック信号が入力され、さらにST(スタート)端子には前述した通りD/A変換器51から10kHzの周波信号が入力されている。周波数10kHzの信号は基準波(基準信号)であり、前述した送信信号SINに

50

対応するものである。カウンタ 5 2 は、固定プレート 3 1 に対する回転プレート 3 2 の回転による相対的位置変化に基づく位相量を計測して回転プレート 3 2 の絶対的回転角 () を求める。カウンタ 5 2 は 1 0 ビットカウンタとして構成され、その出力端から 1 0 ビット形式で回転プレート 3 2 の絶対的回転角 () に係る信号が出力される。後段のデジタルフィルタ 5 3 は計測数値のバラツキを改善する機能を有する。またルックアップテーブル 5 4 は計測数値の直線性を改善する機能を有している。こうしてルックアップテーブル 5 4 の出力端子から、計測数値のバラツキおよび直線性が改善された回転プレート 3 2 の絶対的回転角 () が 1 0 ビット形式の計測数値として出力される。ルックアップテーブル 5 4 の出力値は電子回路部 2 3 から出力される計数数値となる。

【 0 0 3 6 】

上記において、2つの送信電極 4 2 A , 4 2 C の間の送信信号 S I N は、 $E_{A C} = E \sin \omega t$ であり、2つの送信電極 4 2 B , 4 2 D の間の送信信号 C O S は $E_{B D} = E \cos \omega t$ である。また受信電極 4 1 から取り出される受信信号は $E_R = k_1 E \sin(\omega t + \theta)$ である。絶対的回転角 () は、 $\theta = \tan^{-1}(\text{IMAG} / \text{REAL})$ として回転プレート 3 2 の回転角 を絶対値として取り出される。

【 0 0 3 7 】

送信電極 4 2 A ~ 4 2 D と受信電極 4 1 の対向関係において、両電極の間では次のような誘電関係が生じ、この誘電関係に基づいて受信信号が得られる。

送信電極 4 2 A , 4 2 C に送信信号 S I N が給電され、送信電極 4 2 B , 4 2 D に送信信号 C O S が給電されているとき、2つの送信信号 S I N (正弦信号) と送信信号 C O S (余弦信号) の間には 9 0 ° の位相がずれが生じている。送信信号 S I N を給電された状態で電荷誘導が生じる送信電極 4 2 A , 4 2 C の各々の電荷誘起状態と、送信信号 C O S を給電された状態で電荷誘導が生じる送信電極 4 2 B , 4 2 D の各々の電荷誘起状態において、回転する受信電極 4 3 の周縁部 4 3 b が送信電極 4 2 A ~ 4 2 D に順次に対面すると、周縁部 4 3 b には同時に対面する 1 つまたは 2 つの送信電極での電荷分布に応じた反対電荷が回転角度に応じて発生する。この周縁部 4 3 b に誘起される電荷分布状態は受信電極 4 3 全体の電荷分布状態になる。このため、例えば受信電極 4 3 の周縁部 4 3 b が例えば円周方向に配列された 4 つの送信電極 4 2 A ~ 4 2 D に沿って時計回りに回転するとき、受信電極 4 3 における電荷分布状態が周期的に変化し、これにより受信電極 4 3 で生じる電荷分布状態、すなわちこれを表す受信信号から回転プレート 3 2 の回転角度情報を取り出すことができる。

【 0 0 3 8 】

本実施形態の回転型静電エンコーダによれば、特に、固定プレート 3 1 における電極の製作について電極パターンが簡素であるため片面プリント基板の構造を採用して製作することができ、製作コストを低減することができる。また受信信号は差信号として取り出すのではないため、換言すれば差動出力である必要は必ずしもないため、一般的な C M O S オペアンプを用いることができ、安価に製作することができる。

【 0 0 3 9 】

次に図 5 ~ 図 8 を参照して本発明に係る回転型静電エンコーダの第 2 の実施形態を説明する。この実施形態に係る回転型静電エンコーダは、センサ部の機械的構造に特徴があり、センサ部が円筒状の形態を有している。図 5 と図 6 は 2 つの受信電極を備える構造例を示し、図 7 と図 8 は 1 つの受信電極を備える構造例を示している。

【 0 0 4 0 】

図 5 と図 6 に基づき、円筒状センサ部であって 2 つの受信電極を備えるセンサ部 7 0 について説明する。図 5 はセンサ部 7 0 の機械的構造と電極の配置関係とを示し、図 6 は送信電極と受信電極の対面関係を示している。

このセンサ部 7 0 は、同軸的に配置される外側円筒体 7 1 と内側円筒体 7 2 を備える。通常的な構造では、図示しない他の部材に取り付けられて固定された外側円筒体 7 1 に対して、同軸で内側円筒体 7 2 が回転自在に設けられる。図示例では、説明の便宜上、内側円筒体 7 2 は、外側円筒体 7 1 の外部に取り出して示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

外側円筒体 7 1 の内面には、その円周方向に第 1 から第 4 の 4 つの送信電極 7 3 A ~ 7 3 D が等間隔に設けられている。4 つの送信電極 7 3 A ~ 7 3 D のうち対向する 2 つの送信電極 7 3 A , 7 3 C の間には送信信号 S I N が給電され、他の 2 つの送信電極 7 3 B , 7 3 D の間には送信信号 C O S が給電される。また内側円筒体 7 2 の外面には、2 つの受信電極 7 4 A , 7 4 B が 1 8 0 ° の角度をあけて反対側の位置に設けられている。受信電極 7 4 A , 7 4 B は外側円筒体 7 1 の内面の 4 つの送信電極 7 3 A ~ 7 3 D に対面する位置に配置される。2 つの受信電極 7 4 A , 7 4 B の各々からは信号線 7 5 A , 7 5 B が引き出される。信号線 7 5 A , 7 5 B は同軸ケーブル 7 6 A , 7 6 B として外部に引き出される。信号線 7 5 A , 7 5 B の受信信号 (U , V) は、内側円筒体 7 2 が回転自在であるため、スリップリング 7 7 を介して取り出され、差動増幅器 7 8 の入力部に入力される。差動増幅器 7 8 から所要レベルに増幅された受信信号が出力される。

10

【 0 0 4 2 】

4 つの送信電極 7 3 A ~ 7 3 D と 2 つの受信電極 7 4 A , 7 4 B の各々の形状は、円筒体の軸方向に必要とされる任意の長さを有し、かつ円周方向には同様な任意の長さの弧をなす形状を有している。

【 0 0 4 3 】

上記の 4 つの送信電極 7 3 A ~ 7 3 D と 2 つの受信電極 7 4 A , 7 4 B を有するセンサ部 7 0 の場合においても、2 つの送信信号 S I N , C O S を供給する回路および差動増幅器 7 8 からの出力信号の処理回路の構成は、図 4 に示した電子回路部 2 3 と実質的に同じである。

20

【 0 0 4 4 】

上記のセンサ部 7 0 を有する回転型静電エンコーダによれば、特に小型に作ることににより例えば医療用超音波プローブに適し、当該超音波プローブの先端部の回転角検出部として用いることができる。当該超音波プローブの外径はおよそ 1 ~ 3 mm 程度である。内側円筒体 7 2 の回転プレを画像処理によって補正することによって、被検査体について正確な空間把握を行うことができる。

【 0 0 4 5 】

図 7 と図 8 に基づき、円筒状センサ部であって 1 つの受信電極を備えるセンサ部 8 0 について説明する。

30

このセンサ部 8 0 について、図 8 等で明らかなように、外側円筒体と内側円筒体からなる機械的構造部分は、図 5 等で説明したものと同じであるので、同一要素には同一の符号を付している。機械的な構造上で異なる点は、内側円筒体 7 2 の外面においてその円周方向に 1 つの受信電極 8 1 が設けられていることである。その他の機械的構造の部分は前述したセンサ部 7 0 と同じである。

内側円筒体 7 2 の外面に設けられた 1 つの受信電極 8 1 から 1 本の信号線 8 2 が引き出され、さらに同軸ケーブル 8 3 によって外部に取り出され、スリップリング 8 4 に接続される。スリップリング 8 4 からはさらに受信信号が取り出され、増幅器 8 5 の入力端に入力される。増幅器 8 5 から所要レベルに増幅された受信信号が出力される。

増幅器 8 5 から出力される信号を処理するための回路は図 1 に示した信号処理回路と基本的に同じである。

40

センサ部 8 0 は、機械的構造部分の構成が簡素であり、製作コストを安価にすることができるという利点を有する。

【 0 0 4 6 】

次いで、図 9 ~ 図 1 2 を参照して、本発明に係る回転型静電エンコーダの第 3 の実施形態を説明する。

この実施形態に係る回転型静電エンコーダは、円板状のセンサ部にスイッチ機能部を付加しかつ電子回路部にスイッチ機能部のオン・オフ動作 (スイッチ機能) を検出する回路構成を設けた点に特徴がある。なお第 3 実施形態においても、第 1 実施形態の場合と同様に、符号 3 1 は固定プレートを指し、符号 3 2 は回転プレートを指している。固定プレー

50

ト 3 1 と回転プレート 3 2 の各々の形状、配置関係および動作関係は、前述した実施形態で説明した内容と実質的に同じである。但し、固定プレート 3 1 および回転プレート 3 2 に設けた電極構造には、前述の実施形態とは異なっており、本出願人が先に出願した特願 2 0 0 8 - 2 1 1 3 3 7 (図 3、図 1 3 等) で開示した電極構造が用いられている。

【 0 0 4 7 】

先ず図 9 を参照して固定プレート 3 1 と回転プレート 3 2 とが対向する各々の対向面に形成した電極構造を説明する。

【 0 0 4 8 】

固定プレート 3 1 の電極パターンでは、円形である固定プレート 3 1 の外周部の全周縁に沿って配置されたリング形状の電極 1 0 1 が設けられ、固定プレート 3 1 の中心部に配置された円形形状の電極 1 0 2 が設けられる。外周部の電極 1 0 1 は第 1 の受信電極であり、中心部の電極 1 0 2 は第 2 の受信電極である。2 つの受信電極 1 0 1、1 0 2 の各々から受信信号 (U、V) が取り出される。2 つの受信電極 1 0 1、1 0 2 の間には 4 つの送信電極 1 0 3 A、1 0 3 B、1 0 3 C、1 0 3 D が配置される。4 つの送信電極 1 0 3 A ~ 1 0 3 D は、固定プレート 3 1 の中心 3 1 a の周りに円周方向に 9 0 ° ずつ位置をずらして等間隔で配置されている。固定プレート 3 1 の対向面で、上記の受信電極 1 0 1、1 0 2 と送信電極 1 0 3 A ~ 1 0 3 D が形成されていない領域は絶縁体表面となっている。

【 0 0 4 9 】

回転プレート 3 2 の電極パターンでは、第 1 受信電極 1 0 1 に対面して重なるように配置されかつ一部がはみ出した偏心打ち抜き外周部である第 1 誘導電極 1 1 1 と、第 1 誘導電極 1 1 1 の内側に位置しかつ第 2 受信電極 1 0 2 に対面して重なるように配置されかつ一部がはみ出した偏心円形部である第 2 誘導電極 1 1 2 が設けられている。第 1 誘導電極 1 1 1 は、その周縁部分が全周に渡って常に第 1 受信電極 1 0 1 (破線 1 0 1 で示す) と重なって対面している状態にある。また第 2 誘導電極 1 1 2 は、円形形状であるが、回転プレート 3 2 の中心 3 2 a に対して偏心した位置に配置されている。そのため、第 2 誘導電極 1 1 2 は、その偏心中心の部分が常に第 2 受信電極 1 0 2 (破線 1 0 2 で示す) に重なって対面している状態にある。これらの関係は、固定プレート 3 1 に対して、回転プレート 3 2 が例えば時計方向に回転したときにも常に成り立っている。ただし、固定プレート 3 1 の 4 つの送信電極 1 0 3 A ~ 1 0 3 D と、回転プレート 3 2 の第 1 誘導電極 1 1 1 および第 2 誘導電極 1 1 2 との対面関係では、回転プレート 3 2 の回転状態に応じて変化が生じる。なお、第 1 誘導電極 1 1 1 と第 2 誘導電極 1 1 2 との間には絶縁体で形成された円形境界部 1 1 3 が形成されている。

【 0 0 5 0 】

固定プレート 3 1 に形成された第 1 受信電極 1 0 1、第 2 受信電極 1 0 2、および 4 つの送信電極 1 0 3 A ~ 1 0 3 D の各々と、回転プレート 3 2 に形成された第 1 誘導電極 1 1 1 および第 2 誘導電極 1 1 2 の各々が対向している状態において、それらの対向部分ではコンデンサが形成されている。

【 0 0 5 1 】

図 9 において、一点鎖線で示したブロック 2 3 は前述した第 1 実施形態と同様に電子回路部を示している。本実施形態の電子回路部 2 3 では、2 つの電子回路部 2 3 A、2 3 B を有している。電子回路部 2 3 の境界線 2 3 - 1 の上側部分が電子回路部 2 3 A であり、下側部分が電子回路部 2 3 B である。電子回路部 2 3 A は、固定プレート 3 1 に対する回転プレート 3 2 の回転による相対的位置変化に基づく位相量を計測して回転プレート 3 2 の絶対的回転角 () を求めるための回路である。電子回路部 2 3 B はスイッチ機能 (オン・オフ動作) を検出するための回路である。

【 0 0 5 2 】

電子回路部 2 3 A は、第 1 実施形態で説明した電子回路部 2 3 の構成および機能と実質的に同じである。電子回路部 2 3 A では、機能要素として、D / A 変換器 1 5 1、カウンタ 1 5 2、デジタルフィルタ 1 5 3、ルックアップテーブル 1 5 4 を備える。D / A 変換

10

20

30

40

50

器151は2種類の送信信号SIN, COSを出力する。送信信号SINは正弦的交流信号であり、送信信号COSは余弦的交流信号である。送信信号SINと送信信号COSとは位相が 90° ($\pi/2$)ずれている。送信信号SINは、2次ローパスフィルタ155を介して差動増幅器156に入力され、さらにその後、固定プレート31における4つの送信電極103A~103Dのうち、 180° ずれた反対位置に存する対になった2つの送信電極103A, 103Cの間に印加される。送信信号COSは、2次ローパスフィルタ157を介して差動増幅器158に入力され、さらにその後、固定プレート31における残りの 180° ずれた反対位置に存する対になった2つの送信電極103B, 103Dの間に印加される。2次ローパスフィルタ155, 157の遮断周波数 f_c は例えば3kHzであり、高周波成分が除去される。

10

【0053】

またD/A変換器151から2.5kHzの周波信号が出力され、当該周波信号はカウンタ52のST(スタート)端子に入力されている。さらにD/A変換器151には50kHzのクロック信号が入力されている。

【0054】

固定プレート31の中央に設けられた受信電極102から出力される受信信号(U)は差動増幅器159の非反転入力端子(+)に入力され、周縁部に設けられた受信電極101から出力される受信信号(V)は差動増幅器159の反転入力端子(-)に入力される。差動増幅器159はその2つの入力電圧の差電圧を出力し、コンパレータ160の入力端に入力する。当該コンパレータ160の出力信号は電子回路部23Aのカウンタ152のR(ストップ)端子に入力される。差動増幅器159の出力端から出力される信号は、コンパレータ160によって交流アナログ信号がデジタルパルスに変換される。カウンタ152のCK(クロック)端子には例えば2.5MHzのクロック信号が入力され、さらにST(スタート)端子には前述した通りD/A変換器151から2.5kHzの周波信号が入力されている。周波数2.5kHzの信号は基準波(基準信号)であり、前述した送信信号SIN等に対応するものである。カウンタ152は、固定プレート31に対する回転プレート32の回転による相対的位置変化に基づく位相量を計測して回転プレート32の絶対的回転角(θ)を求める。カウンタ152は10ビットカウンタとして構成され、その出力端から10ビット形式で回転プレート32の絶対的回転角(θ)に係る信号が出力される。その後、第1実施形態の場合と同様に、計測数値のバラツキを改善するデジタルフィルタ153、および計測数値の直線性を改善するルックアップテーブル154を介して、ルックアップテーブル154の出力端子から、計測数値のバラツキおよび直線性が改善された回転プレート32の絶対的回転角(θ)が10ビット形式の計測数値として出力される。ルックアップテーブル154の出力値は電子回路部23Aから出力される計数数値となる。回転プレート32の回転角度(θ)を検出する原理は、さらに図10を参照して後述される。

20

30

【0055】

また電子回路部23Bは、機能要素として、カウンタ171、デジタルフィルタ172、2つのA/D変換器173, 174、スイッチ判定部175を備えている。カウンタ171のST(スタート)端子にはD/A変換器151からの2.5kHzの周波信号が入力され、CK(クロック)端子には2.5MHzの周波信号が入力される。カウンタ171の出力端からは8~10ビットのデジタル信号が出力される。デジタルフィルタ172は、カウンタ171から出力される計測数値のバラツキを改善する機能を有している。デジタルフィルタ172の出力信号Eはスイッチ判定部175に入力される。

40

【0056】

固定プレート31の受信電極102から出力される受信信号(U)はまた加算増幅器176の非反転入力端子(+)に入力され、受信電極101から出力される受信信号(V)は加算増幅器159の他の非反転入力端子(+)に入力される。加算増幅器176はその2つの入力電圧を加算して出力し、コンパレータ177の入力端に入力する。当該コンパレータ177の出力信号は電子回路部23Bのカウンタ171のR(ストップ)端子に入

50

力される。加算増幅器 176 の出力端から出力される信号は、コンパレータ 177 によって交流アナログ信号がデジタルパルスに変換される。また A/D 変換器 173 の入力端には加算増幅器 176 の出力信号が入力され、A/D 変換器 174 の入力端には差動増幅器 159 の出力信号が入力される。第 1 の A/D 変換器 173 は 4 方向スイッチ用のアナログ・デジタル変換の手段であり、第 2 の A/D 変換器 174 は中央スイッチ用のアナログ・デジタル変換の手段である。A/D 変換器 173 の出力信号 E_{CW} は 8 ビットのデジタル信号であり、A/D 変換器 174 の出力信号 E_{CU} は 8 ビットのデジタル信号である。各出力信号 E_{CW} 、 E_{CU} はスイッチ判定部 175 に入力される。スイッチ判定部 175 は、2 つの信号 E_{CW} 、 E_{CU} とデジタルフィルタ 172 の出力信号 E とを対比し、後述するような所定の基準に基づいてスイッチ情報を検出して出力する。

10

【0057】

図 10 を参照して回転角度 () の検出原理を説明する。図 10 において、(A) は固定プレート 31 の 4 つの送信電極 103A ~ 103D の各々に供給される送信信号 A, B, C, D の波形と位相関係を示し、(B) は回転プレート 32 の例えば 4 つの回転位置に応じた受信信号の受信ベクトルおよび受信の時間信号波形を図解する。

【0058】

図 10 の (A) において、2 つの送信電極 103A, 103C の間には前述した通り送信信号 SIN が供給される。従って、送信電極 103A には通常为正弦波形の送信信号 A が供給され、送信電極 103C には送信信号 A とは逆位相 (180° 位相がずれた) の正弦波形である送信信号 C が供給される。また 2 つの送信電極 103B, 103D の間には前述した通り送信信号 COS が供給される。送信電極 103B には通常の余弦波形の送信信号 B が供給され、送信電極 103D には送信信号 B とは逆位相 (180° 位相がずれた) の余弦波形である送信信号 D が供給される。符号 181 で示した関係図は、送信信号 A, B, C, D の位相の関係を示している。送信信号 A, B, C, D の隣り合う 2 つの送信信号の間には各々 90° の位相差が存在する。

20

【0059】

図 10 の (B) は回転プレート 32 が時計方向に回転する状態を示し、本図において、(1) は回転プレート 32 の第 2 誘導電極 112 が最上位位置にある回転位置を示し、(2) は第 2 誘導電極 112 が最右側位置にある回転位置を示し、(3) は第 2 誘導電極 112 が最下位位置にある回転位置を示し、(4) は第 2 誘導電極 112 が最左側位置にある回転位置を示している。回転位置 (1) ~ (4) の各々で受信信号に関する受信ベクトルと信号波形が示されている。

30

【0060】

図 10 の (B) において、(1) の回転位置では送信信号 B, D に関する電極成分は正負で相殺してゼロになり、送信電極 103C での送信信号 C が主になりかつ符号が反転される。その結果、受信信号は符号 191 に示すベクトルの信号成分になり、波形 191A の受信信号が発生する。当該波形 191A の受信信号は送信信号 A に類似した信号となる。(2) の回転位置では送信信号 A, C に関する電極成分は正負で相殺してゼロになり、送信電極 103D での送信信号 D が主になり、かつ符号が反転される。その結果、受信信号は符号 192 に示すベクトルの信号成分になり、波形 192A の受信信号が発生する。当該波形 192A の受信信号は送信信号 B に類似した信号となる。(3) の回転位置では送信信号 B, D に関する電極成分は正負で相殺してゼロになり、送信電極 103A での送信信号 A が主になりかつ符号が反転される。その結果、受信信号は符号 193 に示すベクトルの信号成分になり、波形 193A の受信信号が発生する。当該波形 193A の受信信号は送信信号 C に類似した信号となる。(4) の回転位置では送信信号 A, C に関する電極成分は正負で相殺してゼロになり、送信電極 103B での送信信号 B が主になり、かつ符号が反転される。その結果、受信信号は符号 194 に示すベクトルの信号成分になり、波形 194A の受信信号が発生する。当該波形 194A の受信信号は送信信号 D に類似した信号となる。

40

【0061】

50

固定プレート 3 1 に対して例えば時計回りの方向に回転プレート 3 2 が回転するときには、一例として (1) ~ (4) の回転プレート 3 2 の回転位置状態で、4 つの送信電極 1 0 3 A ~ 1 0 3 D の各々に供給される送信信号 A ~ D の組合せに基づいて、受信ベクトルで示される受信信号成分を検出することができる。送信信号 B の立ち上がりゼロクロス点を基準にして、波形 1 9 1 A ~ 1 9 4 A の受信信号の各々で受信信号のゼロクロス立ち上がり点までの時間を計測し、これにより回転プレート 3 2 の回転角度を検出することが可能となる。波形 1 9 2 A の受信信号において定義される時間 T で、角度情報を検出する電子回路部 2 3 A によれば、回転プレート 3 2 の回転角度を時間計測値 t として $0 \sim T$ の間での変化として検出することができる。

【 0 0 6 2 】

次に図 1 1 と図 1 2 を参照してスイッチ機能の原理を説明する。図 1 1 は 4 方向のスイッチ機能を説明するための図であり、図 1 2 は中央のスイッチ機能を説明するための図である。

回転型静電エンコーダのセンサ部にスイッチ機能部を付加するためには、固定プレート 3 1 と回転プレート 3 2 との取付け構造において、回転プレート 3 2 において、回転動作だけでなく、固定プレート 3 1 との中心連結部で軸方向の押圧動作に対応する軸方向移動、および外縁部での押圧動作に対して中心連結部周りの傾斜移動を生じる構造部 (2 0 1) が設けられている。

【 0 0 6 3 】

4 方向のスイッチ機能の動作状態を示すマトリックス状の図 1 1 において、縦方向 (行方向) に関して、(1) は回転プレート 3 2 を押圧していない状態を示し、(2) は送信電極 1 0 3 D に対応する箇所では回転プレート 3 2 が押圧された状態を示し、(3) は送信電極 1 0 3 B に対応する箇所では回転プレート 3 2 が押圧された状態を示している。横方向 (列方向) に関して (イ) はセンサ部の断面図を示し、(ロ) は 4 つの送信電極 1 0 3 A ~ 1 0 3 D へ給電される 4 つの送信信号に係る電圧ベクトル V_A, V_B, V_C, V_D の押圧状態に応じたベクトルバランスを示し、(ハ) は 4 つの電圧ベクトルに基づく押圧状態に応じた合成ベクトルを示している。

【 0 0 6 4 】

図 1 1 の (1) に示すように、固定プレート 3 1 に対する回転プレート 3 2 は押圧されず (O F F 状態)、固定プレート 3 1 と略平行な位置関係にある。このときには、4 つの電圧ベクトル $V_A \sim V_D$ はバランスがとられ、合成ベクトルはゼロの状態 (2 1 1) にあり、出力信号は出ない。図 1 1 の (2) に示すように、固定プレート 3 1 に対してその送信電極 1 0 3 D に対応する回転プレート 3 2 の箇所を押圧して回転プレート 3 2 が図示されるごとく傾斜すると、4 つの電圧ベクトル $V_A \sim V_D$ のうち電圧成分 V_D が大きくなり、その結果、合成ベクトル 2 1 2 (-180° ベクトル) が生じる。さらに図 1 1 の (3) に示すように、固定プレート 3 1 に対してその送信電極 1 0 3 B に対応する回転プレート 3 2 の箇所を押圧して回転プレート 3 2 が図示されるごとく傾斜すると、4 つの電圧ベクトル $V_A \sim V_D$ のうち電圧成分 V_B が大きくなり、その結果、合成ベクトル 2 1 3 (0° ベクトル) が生じる。このことは送信電極 1 0 3 A に対応する箇所、あるいは送信電極 1 0 3 C に対応する箇所について、回転プレート 3 2 の外縁部を押圧しても同様な合成ベクトルが発生する。

【 0 0 6 5 】

上記のごとく、スイッチ機能を検出する電子回路部 2 3 B のスイッチ判定部 1 7 5 から出力されるスイッチ情報出力によれば、回転プレート 3 2 に関する 4 方向の押圧状態に応じて 4 つの電圧ベクトル $V_A \sim V_D$ のバランスが押圧位置に応じてくずれるので、その出力状態に基づいて 4 方向のオン・オフ動作、すなわち 4 方向の押圧状態を識別可能なスイッチ機能 (オン・オフ動作) を検出することができる。前述した A / D 変換器 1 7 3 の出力信号 E_{CW} は、回転プレート 3 2 に関する 4 方向の押圧状態に応じて生じる 4 つの電圧ベクトル $V_A \sim V_D$ のバランスに基づく信号を表している。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

なお図9に示したスイッチ機能検出のための電子回路23Bにおいて、加算増幅器176は、その2入力端子に2つの受信電極101, 102からの受信信号(U, V)が入力され、これらの2つの受信信号が加算される。その結果、加算増幅器176の出力端からは、回転プレート32が第1および第2の誘導電極111, 112ではなく単純な1つの円形電極になったと等価なものとしての出力信号が出力される。当該出力信号は本来的に無指向性の信号である。しかし、円板状のセンサ部において、固定プレート31と回転プレート32の間の平行性に関して回転プレート32が押圧されることにより4方向のいずれかでそのバランスが変化すると、上記のごとき、4方向のいずれかの押圧状態を検出することができる信号が取り出される。

【0067】

次に、中央方向のスイッチ機能の動作状態を示すマトリックス状の図12において、縦方向(行方向)に関して、(1)は回転プレート32を中央方向に押圧していない状態(OFF状態)を示し、(2)は中央方向に押圧下状態(ON状態)を示している。横方向(列方向)に関して(イ)はセンサ部の断面図を示し、(ロ)は非押圧(OFF)または押圧(ON)に応じたA/D変換器174の出力信号 E_{CU} に対応するベクトルの発生状態を示している。

【0068】

図12において、円221を描く半径としての大きさ(振幅)を有するベクトル V_R は基準電圧の電位レベルを示している。回転型静電エンコーダのセンサ部において、固定プレート31に対して回転プレート32を軸方向に移動させない非押圧状態のとき、出力信号 E_{CU} の大きさは基準電圧の電位レベル V_R よりも小さい。また固定プレート31に対して回転プレート32に力222を加え、回転プレート32を軸方向に移動させた押圧状態のとき、出力信号 E_{CU} の大きさは基準電圧の電位レベル V_R よりも大きくなる。これは固定プレート31と回転プレート32との距離が小さくなり、差動増幅器159の出力が大きくなり、その結果、A/D変換器174の出力信号 E_{CU} が大きくなるからである。なお、図12に示した(ベクトルの角度)は、前述した後段のカウンタ171で計測される。なお、前述した4方向のスイッチ機能として回転プレート32が傾斜するように押されたときには、A/D変換器174の出力信号 E_{CU} は基準電圧の電位レベル V_R よりも小さいままであるので、中央方向のスイッチが押圧されたとして検出されることはない。

【0069】

上記のごとく、スイッチ判定部175から出力されるスイッチ情報出力において、中央方向のスイッチ機能は、 $E_{CU} < V_R$ のときにはオフ状態と判断し、 $E_{CU} > V_R$ のときにはオン状態と判断する。こうして回転型静電エンコーダのセンサ部における中央方向のスイッチ機能に係るオン・オフ動作を検出することができる。

【0070】

以上の実施形態で説明された構成、形状、大きさおよび配置関係については本発明が理解・実施できる程度に概略的に示したものにすぎず、また数値および各構成の組成(材質)等については例示にすぎない。従って本発明は、説明された実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示される技術的思想の範囲を逸脱しない限り様々な形態に変更することができる。

【産業上の利用可能性】

【0071】

本発明に係る回転型静電エンコーダは、センサ部の構造および受信信号の処理回路の構成が簡素であるため、小型化に適しており、細かい箇所や狭い箇所に組み込むことができると共に、固定プレートと回転プレートから成るセンサ部に4方向または中央方向のスイッチ機能部を組み込むことができ、携帯電話等の小型の電気機器の回転操作部として有益である。

【符号の説明】

【0072】

10

20

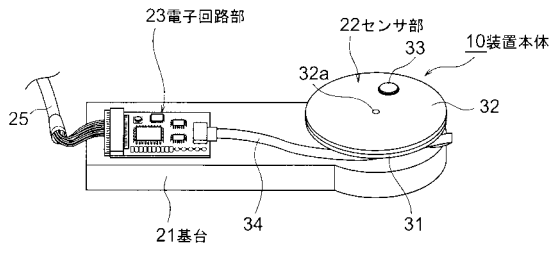
30

40

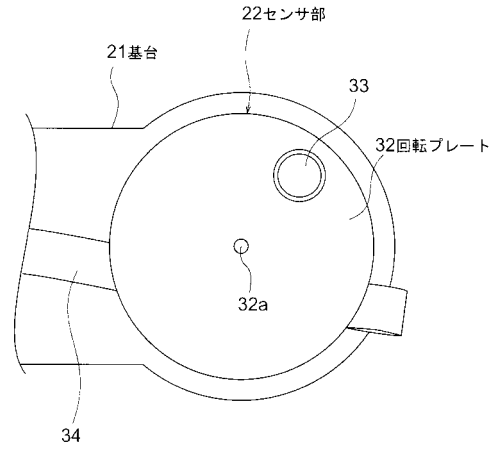
50

1 0	装置本体	
2 1	基台	
2 2	センサ部	
2 3	電子回路部	
2 5	ケーブル	
3 1	固定プレート (固定子)	
3 2	回転プレート (回転子)	
4 1	受信電極	
4 2 A ~ 4 2 D	送信電極	
4 3	対向電極	10
5 1	A / D変換器	
5 2	カウンタ	
5 5 , 5 6	差動増幅器	
5 7	増幅器	
5 9	コンパレータ	
7 0	センサ部	
7 1	外側円筒体	
7 2	内側円筒体	
7 3 A ~ 7 3 D	送信電極	
7 4 A , 7 4 B	受信電極	20
7 7	スリップリング	
8 1	受信電極	
8 4	スリップリング	
1 0 1 , 1 0 2	受信電極	
1 0 3 A ~ 1 0 4 D	送信電極	
1 1 1	第1誘導電極	
1 1 2	第2誘導電極	

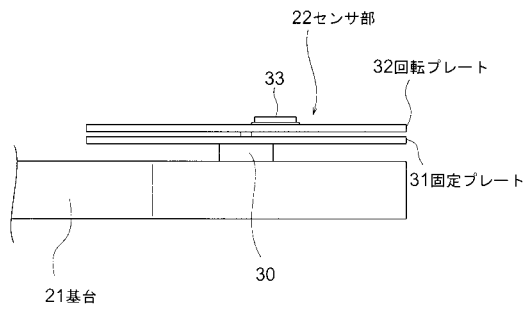
【 図 1 】



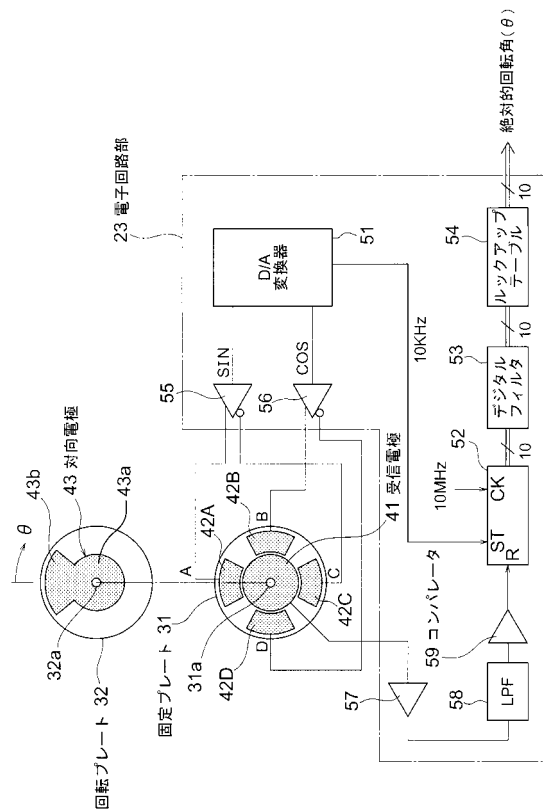
【 図 2 】



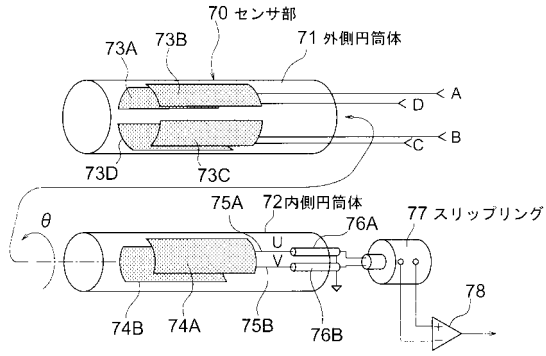
【 図 3 】



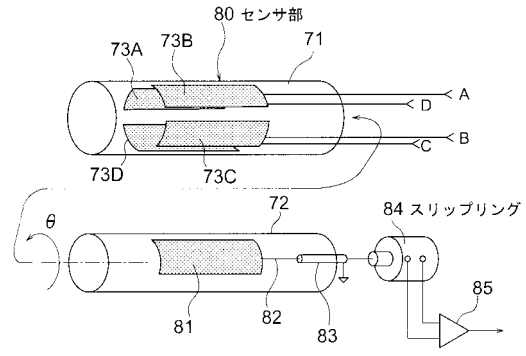
【 図 4 】



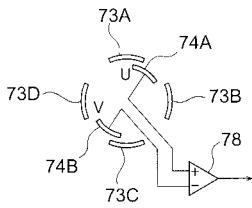
【図5】



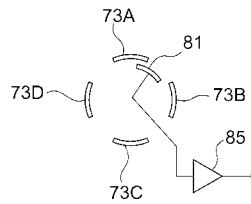
【図7】



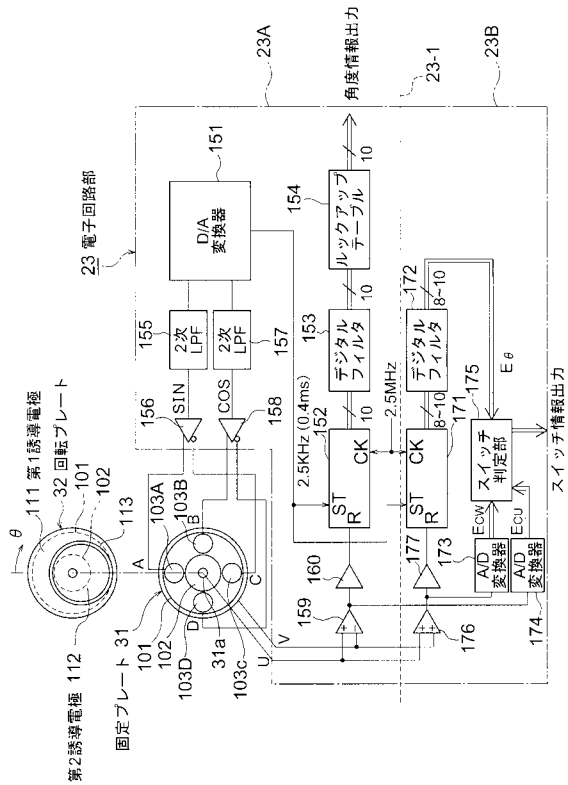
【図6】



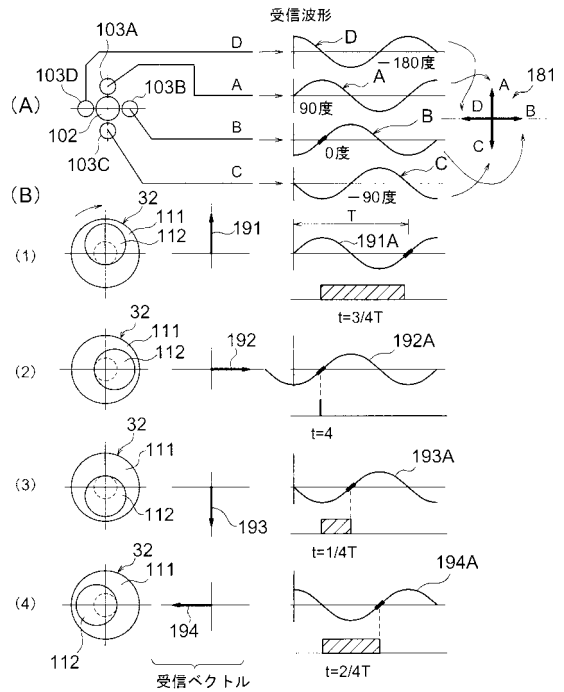
【図8】



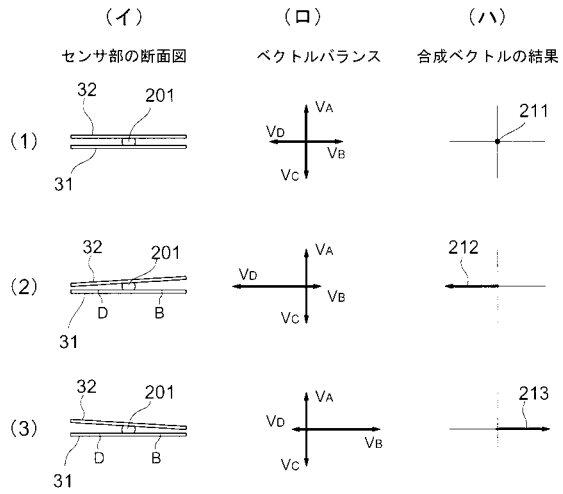
【図9】



【図10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

