

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6363559号
(P6363559)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 D	5/347	(2006.01)	GO 1 D	5/347	1 1 0 M
GO 1 D	5/244	(2006.01)	GO 1 D	5/244	K
GO 1 D	5/12	(2006.01)	GO 1 D	5/12	K

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-117650 (P2015-117650)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成27年6月10日 (2015.6.10)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2017-3430 (P2017-3430A)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	平成29年1月5日 (2017.1.5)		〇番地
審査請求日	平成28年9月14日 (2016.9.14)	(74) 代理人	100099759
前置審査			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹
		(74) 代理人	100130133
			弁理士 曾根 太樹
		(72) 発明者	西岡 輝
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異物の侵入を検出可能な回転角度検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸の回転角度を検出するための複数のトラック部を含む回転体と、
前記トラック部に対応して配置された検知部と、
前記検知部にて生成される信号に基づいて異常を検出する異常検出部とを備え、
前記回転体は、第1のトラック部および第2のトラック部を含み、
前記検知部は、それぞれの前記トラック部に対応して配置され、前記トラック部の回転により変化する光の強度を検出する複数の受光素子、または、それぞれの前記トラック部に対応して配置され、前記トラック部の回転により変化する磁束密度を検出する複数のセンサを含み、第1のトラック部に基づく第1の信号および第2のトラック部に基づく第2の信号を生成し、

前記異常検出部は、第1の信号の変動幅および第2の信号の変動幅を算出する変動幅算出部と、第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との差が予め定められた変動幅判定値よりも大きくなっている場合に、回転角度検出器の内部への異物の侵入により異常が生じていると判定する判定部とを含む、回転角度検出器。

【請求項2】

回転軸の1回転内の位相を検出する位相検出部を備え、
前記異常検出部は、第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との差が前記変動幅判定値を超えている位相を検出し、

前記判定部は、回転軸が複数回の回転をした場合に、同一の位相において第1の信号の

変動幅と第 2 の信号の変動幅との差が前記変動幅判定値を超えている場合に、回転角度検出器の内部への異物の侵入により異常が生じていると判定する、請求項 1 に記載の回転角度検出器。

【請求項 3】

前記異常検出部は、前記検知部にて生成された信号を補正する補正部と、回転角度検出器が正常である場合に第 1 の信号の変動幅と第 2 の信号の変動幅とを同一にする補正値を予め記憶する記憶部とを含み、

前記補正部は、第 1 の信号の変動幅および第 2 の信号のうち少なくとも一方の変動幅を前記補正値を用いて補正し、

前記判定部は、補正された後の第 1 の信号および第 2 の信号に基づいて判定する、請求項 1 または 2 に記載の回転角度検出器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転軸の回転角度を検出する回転角度検出器に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械やロボットには、工具やハンドの実際の位置を検出するために、駆動モータの出力軸等に回転角度検出器が取り付けられる。回転角度検出器としては、光学式の検出器や磁気式の検出器が知られている。回転角度検出器は、回転体を備える。回転体は、周方向に沿ってスリットや磁性体が配置されたトラック部を有する。回転角度検出器は、トラック部により変化する信号を検知することにより、回転軸の回転角度を検出することができる。

20

【0003】

従来技術においては、回転角度検出器の故障を検出する装置が知られている。例えば、特開 2010 - 266260 号公報には、複数の信号の振幅が所定の閾値を下回った時に故障していると判別する異常監視装置が開示されている。また、特開 2005 - 147733 号公報には、位相が互いに異なる信号の電圧値が同じであり、更に、電気角が予め記憶されている正常時の電気角と異なる場合に故障していると判別する異常検出装置が開示されている。

30

【0004】

これらの公報に開示されている装置では、配線の断線等が生じて正常な動作が不可能になった後でないと異常を検出することができなかった。回転角度検出器が故障した後に修理のための部品を発注していると、回転角検出器の復旧に時間がかかるという問題がある。または、修理のための部品を予め保管しておくことが考えられる。しかしながら、部品の管理に多大な労力が必要であるという問題がある。または、修理のために多くの部品の保管場所が必要になるという問題がある。

【0005】

一方で、特開平 06 - 66594 号公報には、複数の信号の振幅に対して複数の閾値を設けて異常を検出する位置検出器が開示されている。この位置検出器は、位置検出器が故障して正常な動作が行えなくなる前に、故障の可能性を予知できることが開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2010 - 266260 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 147733 号公報

【特許文献 3】特開平 06 - 66594 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

回転角度検出器の故障は早期に検出されることが好ましい。回転角度検出器の故障の原因には、ケーブルの断線、電気的なノイズ、および異物の侵入等が含まれる。

【0008】

従来の技術においては、これらの故障の原因を特定することは困難である。このために、完全に故障した後に適切な修理を実施することが難しい。例えば、故障の原因を特定することが困難であるために、回転角度検出器の修理を行った後に故障が再発する場合がある。故障の原因を特定するためには、早い時期に故障の可能性を検出できることが好ましい。

【0009】

特に、回転角度検出器に侵入する異物には、潤滑油、切削液などの液体の異物および切粉などの固体の異物が含まれる。回転角度検出器に異物が侵入する故障については、切削液による部品の腐食または切粉による部品の破損等の重大な故障になる可能性が有る。このために、回転角度検出器への異物の侵入については、早期に発見できることが好ましい。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の回転角度検出器は、回転軸の回転角度を検出するための複数のトラック部を含む回転体と、トラック部に対応して配置された検知部と、検知部にて生成される信号に基づいて異常を検出する異常検出部とを備える。回転体は、第1のトラック部および第2のトラック部を含む。検知部は、それぞれのトラック部に対応して配置され、トラック部の回転により変化する光の強度を検出する複数の受光素子、または、それぞれのトラック部に対応して配置され、トラック部の回転により変化する磁束密度を検出する複数のセンサを含み、第1のトラック部に基づく第1の信号および第2のトラック部に基づく第2の信号を生成する。異常検出部は、第1の信号の変動幅および第2の信号の変動幅を算出する変動幅算出部を含む。異常検出部は、第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との差が予め定められた変動幅判定値よりも大きくなっている場合に、回転角度検出器の内部への異物の侵入により異常が生じていると判定する判定部を含む。

【0011】

上記発明においては、回転軸の1回転内の位相を検出する位相検出部を備えることができる。異常検出部は、第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との差が変動幅判定値を超えている位相を検出し、判定部は、回転軸が複数回の回転をした場合に、同一の位相において第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との差が変動幅判定値を超えている場合に、回転角度検出器の内部への異物の侵入により異常が生じていると判定することができる。

【0012】

上記発明においては、異常検出部は、検知部にて生成された信号を補正する補正部と、回転角度検出器が正常である場合に第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅とを同一にする補正值を予め記憶する記憶部とを含み、補正部は、第1の信号の変動幅および第2の信号のうち少なくとも一方の変動幅を補正值を用いて補正し、判定部は、補正された後の第1の信号および第2の信号に基づいて判定することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、異物の侵入を検出可能な回転角度検出器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態1における第1の回転角度検出器の概略図である。

【図2】実施の形態1における第1の回転角度検出器の回転板の概略平面図である。

【図3】実施の形態1における第1の回転角度検出器の検知部にて生成される信号のタイムチャートである。

10

20

30

40

50

【図4】実施の形態1における第1の回転角度検出器の制御のフローチャートである。

【図5】実施の形態1における第2の回転角度検出器の概略図である。

【図6】実施の形態1における第2の回転角度検出器の回転ドラムの概略斜視図である。

【図7】実施の形態2における第1の回転角度検出器の信号処理部のブロック図である。

【図8】実施の形態2における第1の回転角度検出器の検知部にて生成される信号のタイムチャートである。

【図9】実施の形態2における第2の回転角度検出器の回転板の概略平面図である。

【図10】実施の形態2における第2の回転角度検出器の検知部にて生成される信号のタイムチャートである。

【図11】実施の形態2における第2の回転角度検出器の検知部にて生成される信号の他のタイムチャートである。

【図12】実施の形態3における回転角度検出器の信号処理部のブロック図である。

【図13】実施の形態3における回転角度検出器の補正部にて補正される信号のタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(実施の形態1)

図1から図6を参照して、実施の形態1における回転角度検出器について説明する。回転角度検出器は、任意の回転軸における回転角度を検出する検出器である。回転角度検出器は、モータの出力シャフトや回転力を伝達するシャフト等の回転軸に取り付けられる。本実施の形態では、所定の位置から回転した角度を検出するインクリメンタル方式の回転角度検出器を例示する。

【0016】

図1に、本実施の形態における第1の回転角度検出器の概略図を示す。第1の回転角度検出器は、光学式である。回転角度検出器1は、回転シャフト15に取り付けられている。回転シャフト15は、軸線16を中心に回転する。

【0017】

回転角度検出器1は、回転シャフト15に固定された回転板10を含む。回転板10は、回転シャフト15の回転角度を検出するための回転体として機能する。回転板10は、平面形状が円形に形成されている。回転板10は、回転シャフト15の延びる方向に対して面積が最大の表面が垂直になるように回転シャフト15に固定されている。回転板10は、回転シャフト15と共に回転する。

【0018】

図2に、本実施の形態における第1の回転角度検出器の回転板の概略平面図を示す。図1および図2を参照して、回転板10は、回転シャフト15の回転角度を検出するための複数のトラック部を有する。回転板10は、A相の信号を生成するための第1のトラック部11と、B相の信号を生成するための第2のトラック部12とを含む。また、回転板10は、Z相の信号を生成するための第3のトラック部13を有する。

【0019】

第1のトラック部11には、周方向において、一定間隔にて穴部である第1のスリット11aが形成されている。第2のトラック部12には、周方向において、一定間隔にて穴部である第2のスリット12aが形成されている。第1のスリット11aおよび第2のスリット12aは、周方向において、互いにずれている。たとえば、第1のスリット11aおよび第2のスリット12aは、回転角度の位相が90°異なるように形成されている。第3のトラック部13には、周方向において1個の第3のスリット13aが形成されている。

【0020】

回転角度検出器1は、回転板10に向けて発光する発光素子17を有する。回転角度検出器1は、トラック部に対応して配置された検知部を備える。本実施の形態の検知部は、複数のトラック部のそれぞれに対応して配置された複数の検知素子を含む。検知部は、回

10

20

30

40

50

回転板 10 のスリット 11 a , 12 a , 13 a を通過したそれぞれの光を検出する第 1 の受光素子 21、第 2 の受光素子 22 および第 3 の受光素子 23 を含む。第 1 の受光素子 21 は、第 1 のトラック部 11 にて変化する光の強度を検出することにより、第 1 の信号としての A 相の信号を生成する。第 2 の受光素子 22 は、第 2 のトラック部 12 にて変化する光の強度を検出することにより、第 2 の信号としての B 相の信号を生成する。第 3 の受光素子 23 は、第 3 のトラック部 13 にて変化する光の強度を検出することにより、Z 相の信号を生成する。

【 0021 】

本実施の形態においては、回転板 10 に A 相の信号を生成するためのトラック部、B 相の信号を生成するためのトラック部、および Z 相の信号を生成するためのトラック部が個別に生成されている。1 つの信号に対応して 1 つのトラック部が回転板 10 に形成されている。

10

【 0022 】

回転角度検出器 1 は、受光素子 21 , 22 , 23 にて生成された信号を処理する信号処理部 51 を備える。信号処理部 51 は、例えば CPU (Central Processing Unit) を有する演算処理装置により構成されている。信号処理部 51 には、A 相の信号、B 相の信号、および Z 相の信号が入力される。信号処理部 51 は、回転角度を検出する角度検出部 52 を含む。角度検出部 52 は、第 1 の受光素子 21、第 2 の受光素子 22 および第 3 の受光素子 23 の出力信号を受信する。

【 0023 】

20

図 3 に、信号処理部が受信する信号のタイムチャートを示す。第 1 のトラック部 11 において、発光素子 17 から放出された光が第 1 のスリット 11 a を通ることにより第 1 の受光素子 21 が検出する光量は大きくなる。この時、検出される A 相の信号は大きくなる。そして、第 1 のスリット 11 a 同士の間にて光が遮蔽されることにより、検出される信号は小さくなる。A 相の信号は、例えば、正弦波の曲線のように変動する。B 相の信号も、A 相の信号と同様に正弦波の曲線のように変動する。図 3 に示す例では、A 相の信号から 90°遅れて B 相の信号が検出されている。

【 0024 】

図 1 および図 3 を参照して、角度検出部 52 は、A 相が先に検出されるか、または B 相が先に検出されるかを検出することにより、回転シャフト 15 の回転方向を特定することができる。また、角度検出部 52 は、A 相の信号または B 相の信号が変動する回数を数えることにより、回転シャフト 15 の回転角度を検出することができる。

30

【 0025 】

第 3 のトラック部 13 では、回転シャフト 15 が 1 回転するごとに、発光素子 17 から放出された光が第 3 のスリット 13 a を通過する。このために、回転シャフト 15 が 1 回転するごとに、Z 相の信号の強度が強くなる。角度検出部 52 は、Z 相の信号により回転板 10 が 1 回転したことを検出することができる。または、角度検出部 52 は、基準点の位置 (原点) を検出することができる。

【 0026 】

信号処理部 51 は、検出した回転角度を外部装置 71 に出力する。外部装置 71 としては、回転角度検出器 1 が取り付けられている装置の制御装置を例示することができる。例えば、外部装置 71 は、工作機械の制御装置やロボットの制御装置である。外部装置 71 は、検出された回転シャフト 15 の回転角度に基づいて所定の制御を実施することができる。

40

【 0027 】

本実施の形態における信号処理部 51 は、回転角度検出器 1 の異常を検出する異常検出部 53 を含む。異常検出部 53 は、受光素子 21 , 22 , 23 にて生成される信号に基づいて異常を検出する。本実施の形態における異常検出部 53 は、回転板 10 に異常が生じていることを検出できる。特に、回転板 10 に異物が付着したことを異常として検出することができる。

50

【 0 0 2 8 】

異常検出部 5 3 は、第 1 のトラック部 1 1 に基づく第 1 の信号としての A 相の信号を取得する。また、異常検出部 5 3 は、第 2 のトラック部 1 2 に基づく第 2 の信号としての B 相の信号を取得する。異常検出部 5 3 は、A の信号の変動幅および B 相の信号の変動幅を算出する変動幅算出部 5 4 を含む。

【 0 0 2 9 】

本実施の形態では、回転角度検出器 1 が正常の状態では、A 相の信号の最大値と最小値との差と、B 相の信号の最大値と最小値との差が、ほぼ同じになる。たとえば、時刻 t_1 を始点とする 1 周期の A 相の信号の変動幅 $D A_1$ と時刻 t_2 を始点とする 1 周期の B 相の信号の変動幅 $D B_1$ とはほぼ等しくなる。本実施の形態の変動幅算出部 5 4 は、それぞれの相ごとに変動幅を算出する。また、変動幅算出部 5 4 は、1 周期ごとに変動幅を算出する。なお、本実施の形態では、変動幅 $D A$, $D B$ は信号の最大値と最小値との差であるが、この形態に限られず、たとえば、変動幅は、振幅等の信号の最大値および最小値に依存する変数を採用することができる。

10

【 0 0 3 0 】

ここで、回転角度検出器の内部に異物 8 1 が侵入して、所定のトラック部に異物 8 1 が付着すると信号の強度が小さくなる。たとえば、異物 8 1 がスリット 1 1 a , 1 2 a , 1 3 a に付着すると、スリット 1 1 a , 1 2 a , 1 3 a を通過すべき光が屈折して光の強度が小さくなる。または、異物 8 1 により光の一部が遮断されて光の強度が小さくなる。この結果、受光素子 2 1 , 2 2 , 2 3 にて生成される信号の強度は小さくなる。

20

【 0 0 3 1 】

たとえば、第 2 のトラック部 1 2 に異物 8 1 が付着して第 2 のスリット 1 2 a の一部が閉塞されると、B 相の信号の強度が小さくなる。図 3 を参照して、時刻 t_4 を始点とする B 相の信号の変動幅 $D B_2$ は、正常時の変動幅 $D B_1$ よりも小さくなる。なお、回転角度検出器 1 に侵入する異物としては、例えば、工作機械の潤滑油や切削液などの液体の異物や工作機械において生じた切粉などの固体の異物が含まれる。

【 0 0 3 2 】

異常検出部 5 3 は、異常が生じているか否かを判定する判定部 5 5 を含む。判定部 5 5 は、第 1 の信号の変動幅 $D A$ と第 2 の信号の変動幅 $D B$ との差が予め定められた変動幅判定値よりも大きくなっている場合に異常が生じていると判定する。異常検出部 5 3 は、記憶部 5 6 を含む。記憶部 5 6 には、変動幅判定値が予め記憶されている。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 に示す例では、判定部 5 5 は、互いに対応する A 相の信号および B 相の信号について、変動幅の差を算出する。すなわち、 90° ずれた信号の変動幅を比較する。判定部 5 5 は、時刻 t_1 において最大になる A 相の信号の変動幅 $D A_1$ と時刻 t_2 において最大になる B 相の信号の変動幅 $D B_1$ との差を算出する。この場合に、判定部 5 5 は、変動幅の差が小さいために正常であると判別する。一方で、判定部 5 5 は、時刻 t_3 において最大になる A 相の信号の変動幅 $D A_2$ と時刻 t_4 において最大になる B 相の信号の変動幅 $D B_2$ との差を算出する。この場合に、算出した差が大きくなり、算出した差が変動幅判定値を超えている。このために、判定部 5 5 は、回転角度検出器 1 に異常が生じていると判定する。

40

【 0 0 3 4 】

異常検出部 5 3 は、判定部 5 5 が異常が生じていると判別した場合に、外部装置 7 1 に異常を伝達する警告信号を送信する。外部装置 7 1 は、警告信号に基づいて表示装置の画面に異常が生じたことを表示したり、回転角度検出器 1 が備え付けられている装置を停止したりすることができる。

【 0 0 3 5 】

図 4 に、本実施の形態における回転角度検出器の制御を説明するフローチャートを示す。図 4 に示す制御は、例えば第 1 のトラック部 1 1 の 1 個の第 1 のスリット 1 1 a を通過するごとに実施することができる。または、所定の受光素子にて生成される正弦波の信号

50

の1周期ごとに行うことができる。

【0036】

ステップ101において、異常検出部53は、第1の受光素子21および第2の受光素子22にて生成されたA相の信号およびB相の信号を検出する。ステップ102において、異常検出部53の変動幅算出部54は、A相の信号の変動幅DAおよびB相の信号の変動幅DBを算出する。

【0037】

次に、ステップ103において、判定部55は、A相の信号の変動幅とB相の信号の変動幅との差(絶対値)を算出する。判定部55は、算出した差が変動幅判定値よりも大きいか否かを判別する。A相の信号の変動幅とB相の信号の変動幅との差が、予め定められた変動幅判定値以下である場合には、異常が生じていないと判別することができる。この場合には制御を終了する。

10

【0038】

ステップ103において、A相の信号の変動幅とB相の信号の変動幅との差が、変動幅判定値を超えている場合には、ステップ104に移行する。図1および図3の例では、第2のトラック部12に異物81が付着しているために、時刻t4を始点とするB相の信号の変動幅が小さくなり、異常が生じていると判別される。

【0039】

ステップ104において、異常検出部53は、異常が生じていることを伝達する警告信号を外部装置71に送出する。

20

【0040】

このように、異常検出部53は、2つのトラック部により検出される2つの信号の変動幅の差に基づいて異常が生じたと判別することができる。本実施の形態の回転角度検出器1は、回転体に異常が生じたことを早期に検出することができる。特に、回転角度検出器1は、異物が侵入した場合に、早期に異物の付着を検出することができる。このために、切削液による部品の腐食や、切粉による部品の破損等の重大な故障の可能性が有ることを早期に検出することができる。使用者は、回転角度検出器が完全に故障する前に適切な保守を実施することができる。

【0041】

上記の実施の形態では、A相の信号の変動幅とB相の信号の変動幅との差(絶対値)を算出している。異常検出部53は、この制御に加えて、A相の信号の変動幅およびB相の信号の変動幅のうち信号の強度が減少した相を特定する制御を行っても構わない。この制御を行うことにより、異常が生じているトラック部を特定することができる。例えば、A相の信号の変動幅がB相の信号の変動幅よりも小さくなっている場合には、第1のトラック部に異常が生じていると判別することができる。

30

【0042】

上記の実施の形態では、変動幅算出部は、連続するA相の信号とB相の信号との変動幅の差を算出しているが、この形態に限られず、予め定められた位相差のA相の信号とB相の信号の変動幅の差を算出しても構わない。または、変動幅算出部は、複数のA相の信号の変動幅と複数のB相の信号の変動幅とに基づいて、変動幅の差を算出しても構わない。例えば、変動幅算出部は、複数の周期のA相の信号の変動幅の平均値と、複数の周期のB相の信号の変動幅の平均値との差を算出しても構わない。

40

【0043】

上記の実施の形態では、判定部は、変動幅の差を直接的に算出しているが、この形態に限られず、第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との大きさの比較により異常が生じているか否かを判定することができる。例えば、判定部は、第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との比率を算出し、この比率が所定の判定値を超えたときに、第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との差が変動幅判定値よりも大きくなっていると判定しても構わない。

【0044】

50

上記の実施の形態では、A相の信号を第1の信号とし、B相の信号を第2の信号としているが、この形態に限られず、互いに異なるトラック部に基づく信号を第1の信号および第2の信号に採用することができる。たとえば、第1の信号としてB相の信号を採用し、第2の信号としてZ相の信号を採用しても構わない。

【0045】

ところで、上記の実施の形態では、光学式の回転角度検出器を例示しているが、本発明は、同様の制御を磁気式の回転角度検出器にも適用することができる。

【0046】

図5に、本実施の形態における第2の回転角度検出器の概略図を示す。第2の回転角度検出器2は、磁気式の回転角度検出器である。第2の回転角度検出器2は、複数のトラック部が形成された回転体としての回転ドラム30を備える。回転ドラム30には、周方向の側面に、第1の信号を生成するための第1のトラック部31、第2の信号を生成するための第2のトラック部32、および第3のトラック部33が形成されている。

10

【0047】

図6に、第2の回転角度検出器の回転ドラムの概略斜視図を示す。回転ドラム30は、円柱状に形成されている。回転ドラム30は、第1のトラック部31を構成する第1の回転板34と、第2のトラック部32を構成する第2の回転板35と、第3のトラック部33を構成する第3の回転板36とを含む。第1の回転板34と第2の回転板35の周方向の表面には、歯車の歯部のような凹凸が形成されている。第1の回転板34の凹凸と第2の回転板35の凹凸とは、互いに周方向にずれて形成されている。たとえば、第1の回転板34の凹凸と第2の回転板35の凹凸とは、位相が90°ずれて形成されている。第3の回転板36の周方向には、1個のスリット36aが形成されている。

20

【0048】

図5および図6を参照して、トラック部に対応して配置された検知部は、第1のセンサ41、第2のセンサ42、および第3のセンサ43を含む。第1のセンサ41は、第1のトラック部31に対向するように配置されている。第2のセンサ42は、第2のトラック部32に対向するように配置されている。第3のセンサ43は、第3のトラック部33に対向するように配置されている。第1のセンサ41、第2のセンサ42および第3のセンサ43の側方のうち、回転ドラム30と反対側には磁石44が配置されている。センサ41、42、43は、トラック部の形状に応じた磁束密度の変化を検出することができるように形成されている。センサは、例えば、磁束密度によって抵抗値が変わる磁気抵抗素子を用いて、磁束密度に対応した電圧を出力することができる。

30

【0049】

第1のセンサ41からはA相の信号が出力され、第2のセンサ42からはB相の信号が出力される。また、第3のセンサ43からはZ相の信号が出力される。磁気式の回転角度検出器においても、光学式の回転角度検出器と同様に、A相の信号、B相の信号およびZ相の信号が検出される(図3参照)。たとえば、A相の信号に対してB相の信号の位相が90°ずれて検出される。

【0050】

磁気式の回転角度検出器2についても、光学式の回転角度検出器1と同様の信号を取得することができる。回転角度検出器2の信号処理部51の構成は、第1の回転角度検出器1の信号処理の構成と同様である(図1参照)。第1の回転角度検出器1と同様の制御を実施して、A相の信号、B相の信号およびZ相の信号を信号処理部51において処理することができる。そして、異常検出部53は、回転角度検出器2に異常が生じたことを検出することができる。

40

【0051】

なお、磁気式の回転角度検出器としては、上記の形態に限らず、回転体を有する任意の磁気式の回転角度検出器に適用することができる。たとえば、回転体のそれぞれのトラック部に磁性体を取り付けられる。それぞれのトラック部には、周方向に沿って一定間隔でS極およびN極が形成されている。そして、それぞれのトラック部に対向するように複数

50

のセンサが配置されていても構わない。

【 0 0 5 2 】

(実施の形態 2)

図 7 から図 1 1 を参照して、実施の形態 2 における回転角度検出器について説明する。本実施の形態では光学式の回転角度検出器を取り上げて説明するが、磁気式の回転角度検出器にも適用することができる。本実施の形態における第 1 の回転角度検出器の回転体および検知部の構成は、実施の形態 1 における第 1 の回転角度検出器の構成と同様である (図 1 および図 2 参照)。本実施の形態の回転角度検出器は、回転体に付着する異物の位相を検出して制御する。

【 0 0 5 3 】

図 7 に、本実施の形態における第 1 の回転角度検出器の信号処理部のブロック図を示す。本実施の形態の角度検出部 5 2 は、位相を検出する位相検出部として機能する。角度検出部 5 2 は、A 相の信号および B 相の信号に加えて、Z 相の信号が入力されている。

【 0 0 5 4 】

角度検出部 5 2 は、Z 相の信号に基づいて回転シャフト 1 5 の基準となる位置 (原点) を検出する。そして、角度検出部 5 2 は、A 相の信号または B 相の信号の周期の個数を数えることにより、回転シャフト 1 5 の 1 回転内における位置を検出する。すなわち、角度検出部 5 2 は、回転シャフト 1 5 の 1 回転内の位相を検出する。角度検出部 5 2 にて検出された位相は、異常検出部 5 3 に送出される。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態の判定部 5 5 は、第 1 の信号の変動幅と第 2 の信号の変動幅との差が変動幅判定値を超えている場合に、変動幅判定値を超えている位相を記憶部 5 6 に送出する。記憶部 5 6 は、この位相を記憶する。判定部 5 5 は、回転シャフト 1 5 が複数回の回転をした場合に、同一の位相において第 1 の信号の変動幅と第 2 の信号の変動幅との差が変動幅判定値を超えているか否かを判別する。そして、判定部 5 5 は、同一の位相にて変動幅判定値を超えている場合に、回転角度検出器 1 に異常が生じていると判別する。

【 0 0 5 6 】

図 8 に、本実施の形態における第 1 の回転角度検出器にて検出される信号のタイムチャートを示す。本実施の形態では、判定部 5 5 は、A 相の信号の 1 周期および B 相の信号の 1 周期ごとに、変動幅の差が変動幅判定値を超えているか否かを判定する。判定部 5 5 は、変動幅判定値を超える場合に位相を角度検出部 5 2 から取得する。判定部 5 5 は、過去に変動幅判定値を超える位相が記憶部 5 6 に記憶されているか否かを判別する。判定部 5 5 は、過去に変動幅判定値を超える位相が記憶されている場合に、今回の位相が前回の記憶部 5 6 に記憶された位相と同一か否かを判別する。そして、位相が同一である場合には異常が生じていると判別する。

【 0 0 5 7 】

図 8 に示す例では、今回の回転シャフト 1 5 の回転 (n 回転目) では時刻 t 5 において、Z 相の信号が検出されて基準点が設定される。判定部 5 5 は、時刻 t 6 において、A 相の信号の変動幅と B 相の信号の変動幅との差が変動幅判定値を超えていることを検出する。そして、記憶部 5 6 は、時刻 t 6 における位相 n を記憶する。

【 0 0 5 8 】

次の回転シャフト 1 5 の回転 ((n + 1) 回転目) では、時刻 t 7 において、Z 相の信号が検出されて基準点が設定される。判定部 5 5 は、時刻 t 8 において、A 相の信号の変動幅と B 相の信号の変動幅との差が変動幅判定値を超えていることを検出する。判定部 5 5 は、時刻 t 6 における位相 n と時刻 t 8 における位相 (n + 1) とが同一であるか否かを判別する。たとえば、判定部 5 5 は、位相 n と位相 (n + 1) との差が予め定められた位相差よりも小さい場合には、同一の位相であると判定する。そして、判定部 5 5 は、位相 n と位相 (n + 1) とが同一の位相である場合には、回転角度検出器に異常が生じていると判定する。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

このように、本実施の形態の回転角度検出器は、今回の回転において、変動幅判定値を超える位相と、次の回転において変動幅判定値を超える位相とが同一の場合に、回転角度検出器に異常が生じていると判別する。すなわち、判定部55は、回転シャフト15の連続する2回転において、同一の位相で変動幅判定値を超えた場合に異常と判定している。

【0060】

なお、判定部55の制御としては、この形態に限られず、3回転以上の所定の回転数で、連続して同一の位相にて変動幅の差が変動幅判定値を超えた場合に異常と判定しても構わない。

【0061】

本実施の形態の回転角度検出器は、検出される信号の誤差に依存して正常な状態にも関わらず異常と誤って判断されることを抑制できる。すなわち、本実施の形態の回転角度検出器は、誤判定を抑制することができる。たとえば、一時的に異物が付着したが直ぐに除去される場合がある。このような場合には、一時的に第1の信号の変動幅と第2の信号の変動幅との差が変動幅判定値を超えるが、直ぐに正常な状態に戻る。このような場合に、回転角度検出器が異常であるとの判断を回避することができる。

【0062】

本実施の形態の回転角度検出器は、回転軸の位相を検出する必要がある。回転軸の位相を検出する構成としては、図1の装置に限られず、位相を検出可能な任意の構成を採用することができる。

【0063】

図9に、本実施の形態における第2の回転角度検出器の回転板の概略平面図を示す。回転板60は、A相の信号を生成する第1のトラック部11を含む。また、回転板60は、位相を検出するための複数のトラック部62～66を含む。このような複数のトラック部62～66には、互いにパターンが異なるスリット62a, 63a, 64a, 65a, 66aが形成されている。また、回転角度検出器は、複数のトラック部に対応して複数の受光素子が配置されている。このような、回転シャフト15の位相を検出可能な回転角度検出器の方式は、アブソリュート方式とも称される。本実施の形態では、トラック部62～66のスリット62a, 63a, 64a, 65a, 66aのパターンに基づいて、受光素子にて生成される信号をアブソリュート相の信号と称する。

【0064】

図10に、本実施の形態における第2の回転角度検出器にて検出される信号のタイムチャートを示す。図9および図10を参照して、アブソリュート相の信号を生成するための所定のトラック部では、周方向に沿って長いスリットが形成されている。例えば、トラック部63では、第1のスリット11aよりも周方向に長いスリット63aが形成されている。所定のアブソリュート相の信号は、正弦波の形状にならずに、信号の最大値が維持される区間および信号の最小値が維持される区間を有する形状になる。

【0065】

アブソリュート相の信号を生成するためのトラック部62～66のいずれかに異物が付着すると、最大値が維持される区間において信号の強度が減少する部分が生じる。この場合に、変動幅算出部54は、強度が減少した時の信号の強度に基づいて、所定のアブソリュート相の信号の変動幅DAP3を算出することができる。

【0066】

図10に示す例では、変動幅算出部54は、時刻t9を始点として減少するA相の信号の変動幅DA3と、時刻t10を始点として減少する所定のアブソリュート相の信号の変動幅DAP3を算出する。そして、判定部55は、2つのトラックの変動幅の差に基づいて異常の発生を判別することができる。

【0067】

図10には、第1のトラック部11に異物が付着した場合も示されている。時刻t11を始点として減少するA相の信号の変動幅DA4が正常な変動幅よりも小さくなっている

10

20

30

40

50

。判定部 55 は、変動幅 DA_4 と、時刻 t_{12} を始点として減少する所定の絶対相の信号の変動幅 DAP_4 との差に基づいて、異常の発生を検出することができる。

【0068】

図 11 に、本実施の形態における第 2 の回転角度検出器にて検出される所定の絶対相の信号のタイムチャートを示す。図 11 に示す様に、変動幅算出部 54 は、所定の絶対相の信号が低下した場合の変動幅として、信号の最大値からの減少幅を変動幅 DAP_4 として検出しても構わない。

【0069】

このように、A 相の信号の変動幅と、所定の絶対相の信号の変動幅とに基づいて、回転体の異常を検出することができる。または、絶対相の信号を生成するために複数のトラック部 62 ~ 66 が形成されている。これらのトラック部 62 ~ 66 から任意の 2 個のトラック部を選択して、選択したトラック部に対応する信号を用いて回転角度検出器の異常を検出しても構わない。

【0070】

その他の構成、作用および効果については、実施の形態 1 と同様であるので、ここでは説明を繰り返さない。

【0071】

(実施の形態 3)

図 12 および図 13 を参照して、実施の形態 3 における回転角度検出器について説明する。本実施の形態では光学式の回転角度検出器を取り上げて説明するが、磁気式の回転角度検出器にも適用することができる。本実施の形態の回転角度検出器の回転体および検知部の構成は、実施の形態 1 における第 1 の回転角度検出器の構成と同様である(図 1 および図 2 参照)。本実施の形態の回転角度検出器は、検出された信号を補正する。

【0072】

図 12 に、本実施の形態における回転角度検出器の信号処理部のブロック図を示す。異常検出部 53 は、検知部にて生成された信号を補正する補正部 57 を備える。本実施の形態の補正部 57 は、第 1 の受光素子 21 にて生成された信号および第 2 の受光素子 22 にて生成された B 相の信号を補正する。

【0073】

図 13 に、本実施の形態の回転角度検出器にて検出される信号のタイムチャートを示す。回転角度検出器が正常な場合でも、複数のトラック部 11 ~ 13 に基づく信号において信号の変動幅が互いに異なる場合がある。図 13 に示す例では、回転角度検出器が正常な場合において、A 相の信号の変動幅よりも B 相の信号の変動値の方が大きくなっている。例えば、時刻 t_{13} を始点とする A 相の信号の変動幅 DA_1 よりも、時刻 t_{14} を始点とする B 相の信号の変動幅 DB_1 の方が大きい。元々の変動幅の差があるために、判定部 55 は A 相の信号の変動幅と B 相の信号の変動幅との差を変動幅判定値と比較するときに、正確に判定できない場合がある。

【0074】

図 12 および図 13 を参照して、本実施の形態の補正部 57 は、回転角度検出器が正常な時に A 相の信号の変動幅と B 相の信号の変動幅とが同じになるように信号を補正する。補正部 57 は、A 相の信号の変動幅および B 相の信号の変動幅の少なくとも一方を補正する。記憶部 56 には、回転角度検出器が正常である場合に、A 相の信号の変動幅と B 相の信号の変動幅とを同一にする補正值が予め記憶されている。補正值としては、A 相の信号の変動幅に対する B 相の信号の変動幅の比率や、A 相の信号の変動幅に対する B 相の信号の変動幅の差を例示することができる。

【0075】

補正部 57 は、補正值を用いて検知部により実際に検出された信号を補正する。本実施の形態では、B 相の信号の変動幅 DB を補正する。補正部 57 による補正により、回転角度検出器が正常な場合に、B 相の信号の変動幅 $DB_1 X$ を、A 相の信号の変動幅 DA_1 と同じにすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

判定部 5 5 は、補正部 5 7 により補正された後の A 相の信号の変動幅および B 相の信号の変動幅に基づいて判定を実施する。図 1 3 に示す例では、補正部 5 7 は、時刻 $t 1 6$ を始点とする B 相の信号の変動幅を補正する。そして、判定部 5 5 は、補正後の変動幅と時刻 $t 1 5$ を始点とする A 相の信号の変動幅との差に基づいて異常の発生を判定することができる。

【 0 0 7 7 】

本実施の形態の回転角度検出器は、補正部において検出される信号を補正するために、正確な判定を行うことができる。

【 0 0 7 8 】

なお、上記の実施の形態では、第 2 の信号としての B 相の信号を補正しているが、この形態に限られず、第 1 の信号としての A 相の信号を補正しても構わない。または、A 相の信号および B 相の信号の両方を補正しても構わない。

【 0 0 7 9 】

その他の構成、作用および効果については、実施の形態 1 および 2 と同様であるので、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 0 8 0 】

上述のそれぞれの制御においては、機能および作用が変更されない範囲において適宜ステップの順序を変更することができる。また、上記の実施の形態は、組み合わせることができる。上述のそれぞれの図において、同一または相等する部分には同一の符号を付している。なお、上記の実施の形態は例示であり発明を限定するものではない。また、実施の形態においては、特許請求の範囲に示される実施の形態の変更が含まれている。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 1 】

- 1, 2 回転角度検出器
- 1 0 回転板
- 1 1 第 1 のトラック部
- 1 2 第 2 のトラック部
- 1 3 第 3 のトラック部
- 2 1 第 1 の受光素子
- 2 2 第 2 の受光素子
- 2 3 第 3 の受光素子
- 3 0 回転ドラム
- 3 1 第 1 のトラック部
- 3 2 第 2 のトラック部
- 3 3 第 3 のトラック部
- 4 1 第 1 のセンサ
- 4 2 第 2 のセンサ
- 4 3 第 3 のセンサ
- 5 2 角度検出部
- 5 3 異常検出部
- 5 4 変動幅算出部
- 5 5 判定部
- 5 6 記憶部
- 5 7 補正部
- 6 0 回転板
- 6 2 ~ 6 6 トラック部
- 8 1 異物

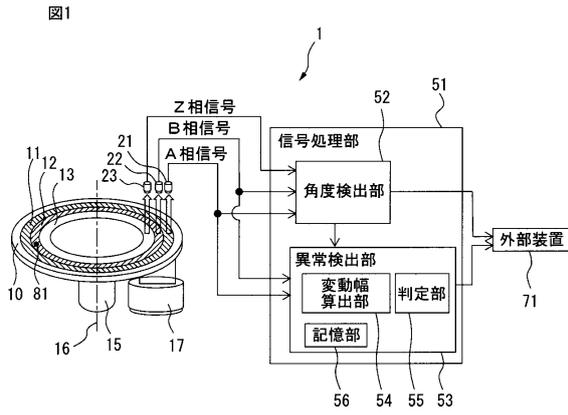
10

20

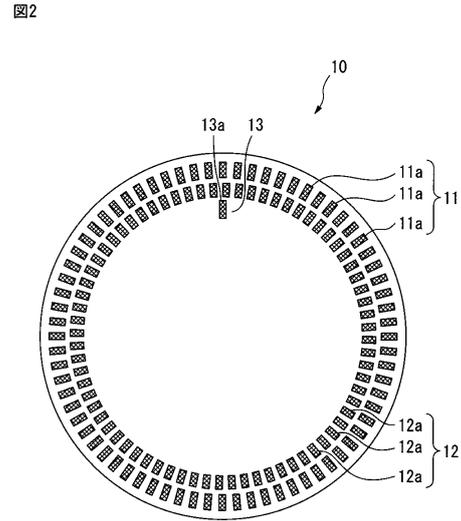
30

40

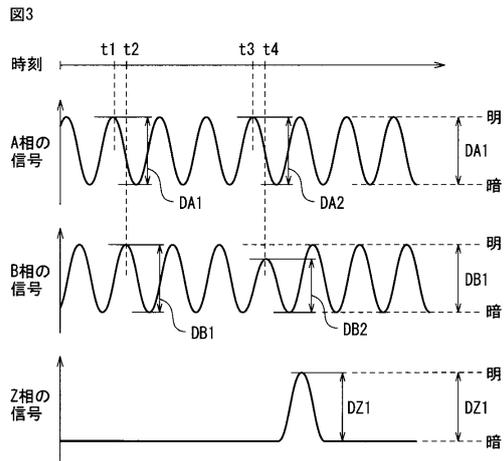
【図1】



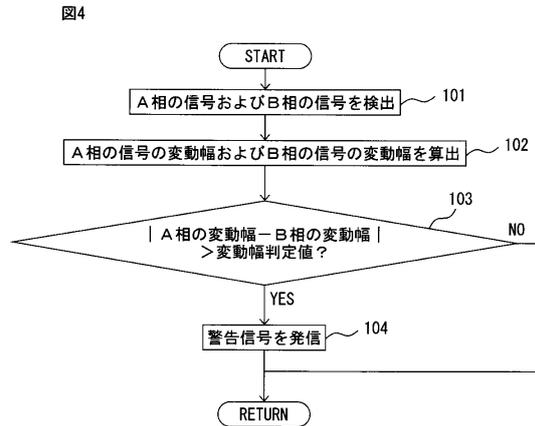
【図2】



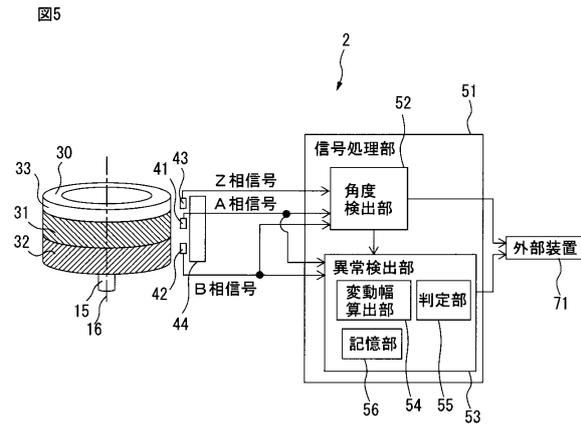
【図3】



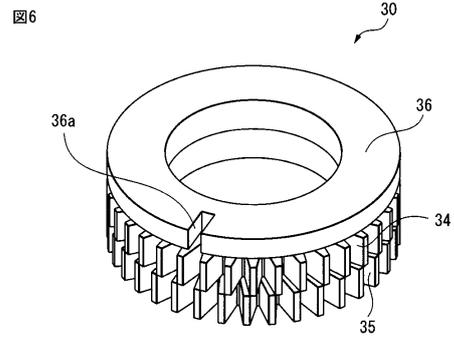
【図4】



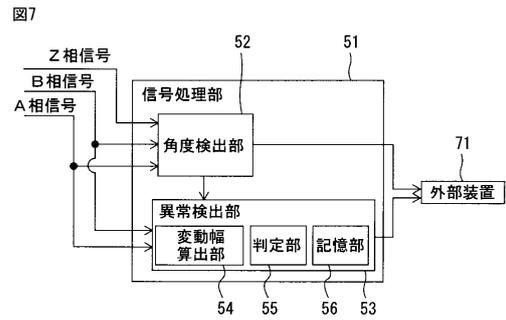
【図5】



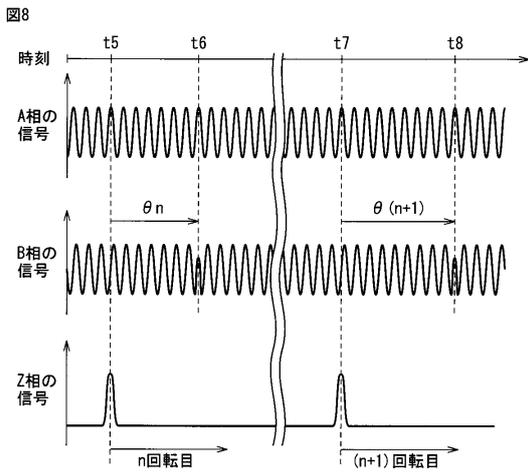
【図6】



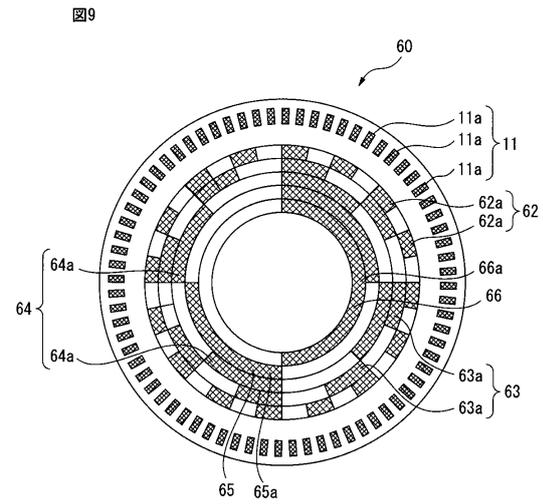
【図7】



【図8】

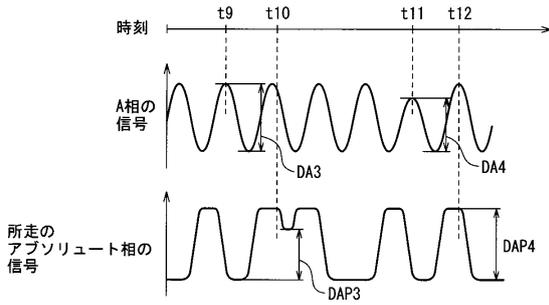


【図9】



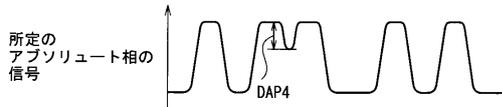
【図10】

図10



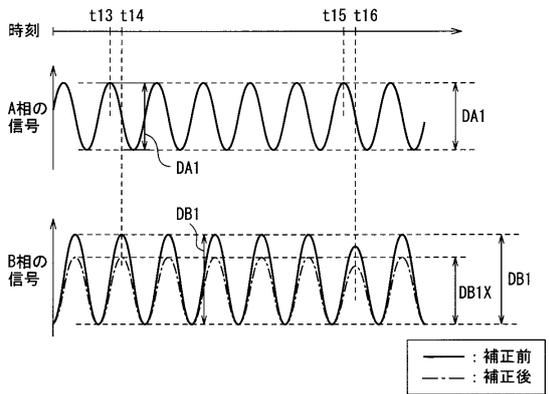
【図11】

図11



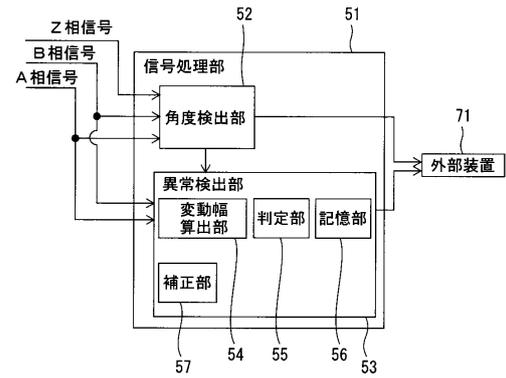
【図13】

図13



【図12】

図12



フロントページの続き

- (72)発明者 尾高 俊一
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内
- (72)発明者 今井 圭介
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 吉田 久

- (56)参考文献 特開2006-266727(JP,A)
特開2013-134203(JP,A)
特開2008-30897(JP,A)
特開2004-245794(JP,A)
特開2013-156062(JP,A)
特開2014-215114(JP,A)
特開2011-107106(JP,A)
特開平2-290510(JP,A)
特開2005-351654(JP,A)
特開2010-85254(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0041585(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00-5/38
G01B 21/00-21/32