

(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2017-116384

(P2017-116384A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.

G 0 1 D 5/244 (2006.01)

F 1

G 0 1 D 5/244

K

テーマコード (参考)

2 F 0 7 7

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2015-251563 (P2015-251563)  
(22) 出願日 平成27年12月24日 (2015.12.24)  
(11) 特許番号 特許第5955447号 (P5955447)  
(45) 特許公報発行日 平成28年7月20日 (2016.7.20)

(71) 出願人 000180025  
山洋電気株式会社  
東京都豊島区南大塚三丁目3番1号  
(74) 代理人 100091096  
弁理士 平木 祐輔  
(74) 代理人 100102576  
弁理士 渡辺 敏章  
(74) 代理人 100153903  
弁理士 吉川 明  
(72) 発明者 祢津 秀樹  
東京都豊島区南大塚三丁目3番1号 山  
洋電気株式会社内  
(72) 発明者 村田 佳幸  
東京都豊島区南大塚三丁目3番1号 山  
洋電気株式会社内  
Fターム(参考) 2F077 AA01 QQ17

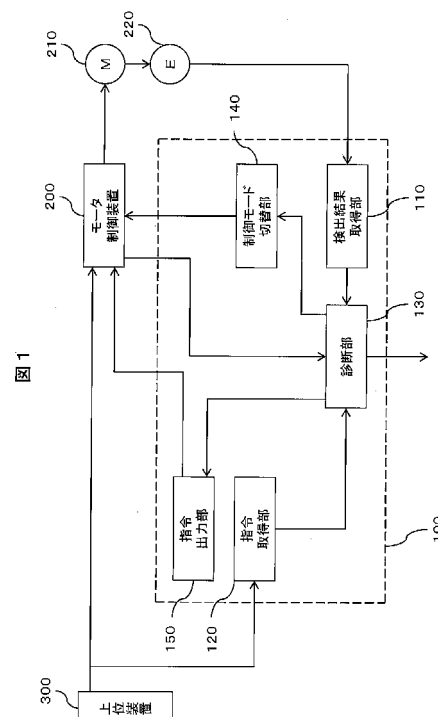
(54) 【発明の名称】 エンコーダ故障検出装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 モータ駆動指令がゼロであってもエンコーダの故障を適切に検出することができるエンコーダ故障検出装置を提供する。

【解決手段】 エンコーダが動作位置を検出する対象であるモータに対する制御指令と、前記エンコーダが検出した検出値とに基づき、前記エンコーダが故障しているか否かを診断する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

エンコーダの故障を検出するエンコーダ故障検出装置であって。

前記エンコーダが動作位置を検出する電動機に対する制御指令を取得する指令取得部、

前記エンコーダによる検出結果を取得する検出結果取得部、

前記指令取得部が取得した前記制御指令と前記検出結果取得部が取得した前記検出結果に基づき前記エンコーダが故障しているか否かを診断する故障診断部、

を備えることを特徴とするエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 2】**

前記指令取得部はさらに、前記電動機に対する駆動制御が開始されているか否かを示すサーボオン状態信号を取得し、

前記故障診断部は、前記指令取得部が取得した前記制御指令と前記検出結果取得部が取得した前記検出結果に加えて、前記サーボオン状態信号に基づき、前記エンコーダが故障しているか否かを診断する

ことを特徴とする請求項 1 記載のエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 3】**

前記故障診断部は、前記電動機に対する駆動制御が開始されていることを前記サーボオン状態信号が示し、前記電動機に対する制御指令が前記電動機を静止状態に維持するように指示しており、かつ前記検出結果が変化しないとき、前記診断を実施する

ことを特徴とする請求項 2 記載のエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 4】**

前記エンコーダ故障検出装置はさらに、前記故障診断部が前記診断を開始する前に前記電動機を動作位置に基づき制御する制御モードへ切り替えるよう要求する切替要求を出力する制御モード切替部を備え、

前記故障診断部は、前記制御モード切替部が前記切替要求を出力した後、前記診断を実施する

ことを特徴とする請求項 3 記載のエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 5】**

前記エンコーダ故障検出装置はさらに、前記電動機の動作位置を指定する位置指令を出力する指令出力部を備え、

前記故障診断部は、前記指令出力部が出力する前記位置指令に対応して前記検出結果が変化したか否かに基づき、前記診断を実施する

ことを特徴とする請求項 4 記載のエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 6】**

前記指令出力部は、前記故障診断部が前記診断を完了した後、前記切替要求を出力する前の動作位置へ前記電動機を戻すよう要求する位置復帰指令を出力する

ことを特徴とする請求項 5 記載のエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 7】**

前記制御モード切替部は、前記故障診断部が前記診断を完了した後、前記切替要求を出力する前の制御モードへ戻すよう要求するモード復帰要求を出力する

ことを特徴とする請求項 4 記載のエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 8】**

前記指令出力部は、前記制御モード切替部が前記切替要求を出力した後に前記位置指令を出力し、

前記指令出力部は、前記故障診断部が前記診断を完了した後、前記切替要求を出力する前の動作位置へ前記電動機を戻すよう要求する位置復帰指令を出力し、

前記制御モード切替部は、前記指令出力部が前記位置復帰指令を出力した後、前記切替要求を出力する前の制御モードへ戻すよう要求するモード復帰要求を出力する

ことを特徴とする請求項 5 記載のエンコーダ故障検出装置。

**【請求項 9】**

10

20

30

40

50

前記エンコーダ故障検出装置は、前記電動機を駆動制御する制御装置の一部として構成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載のエンコーダ故障検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンコーダの故障を検出する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

サーボモータは、その回転動作位置を検出するセンサ（例えばエンコーダ）を備え、その検出値にしたがってモータを駆動制御するのが一般的である。したがってセンサが故障することにより正確な動作位置を検出することができなくなると、モータを正確に駆動制御するに際して支障が生じる。そこでセンサにおいて故障が発生した場合、これを適切に検出することが望まれる。

10

【0003】

下記特許文献 1 は、AC サーボ用エンコーダの故障を検出する技術について記載している。同文献は、『A、B 相のうち 1 相または両方とも故障した場合に、ポールセンサ信号 U、V、W が変化する毎にラッチした A、B 相カウンタ値 11 を読取り前回の値と比較してモータの回転を判断し A、B 相の故障を検出する』という手法を開示している（要約参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 350184 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献 1 記載の技術は、サーボモータが駆動している時点において出力される信号に基づき、エンコーダの故障を検出することが前提になっていると考えられる。他方、サーボアンプに対する駆動指令がゼロ（すなわちモータが現在位置を維持するよう指示されている）であるとき、エンコーダの検出値は変化しないことが想定されている。この期間においては、仮にエンコーダが故障して検出値が全く変化しない状態に陥っているとしても、それが故障によるものなのか、それとも正常な検出値を表しているのかを区別することは困難である。

30

【0006】

本発明は、上記のような課題に鑑みてなされたものであり、モータ駆動指令がゼロであってもエンコーダの故障を適切に検出することができるエンコーダ故障検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

本発明に係るエンコーダ故障検出装置は、エンコーダが動作位置を検出する対象であるモータに対する制御指令と、前記エンコーダが検出した検出値とに基づき、前記エンコーダが故障しているか否かを診断する。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係るエンコーダ故障検出装置によれば、モータに対する制御指令を考慮した上で、エンコーダの故障を適切に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】エンコーダ故障検出装置 100 の機能ブロック図である。

50

【図 2】エンコーダ故障検出装置 100 の動作を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図 1 は、本発明に係るエンコーダ故障検出装置 100 の機能ブロック図である。エンコーダ故障検出装置 100 は、エンコーダ 220 において故障が発生したときこれを検出する装置である。モータ制御装置 200 は上位装置 300 からの駆動指令にしたがってモータ 210 を駆動制御し、エンコーダ 220 はモータ 210 の回転動作位置（以下単に動作位置と呼ぶ）を検出する。

【0011】

エンコーダ故障検出装置 100 は、検出結果取得部 110、指令取得部 120、診断部 130、制御モード切替部 140、指令出力部 150 を備える。

10

【0012】

検出結果取得部 110 は、エンコーダ 220 から検出結果を取得し、これを診断部 130 に対して引き渡す。エンコーダ 220 が出力する検出結果信号をそのまま取得して診断部 130 に対して引き渡してもよいし、適当なデータ形式で受信し、または検出結果取得部 110 が検出結果信号を適当なデータフォーマットに変換してもよい。

【0013】

指令取得部 120 は、上位装置 300 がモータ制御装置 200 へ送信する、モータ 210 に対する駆動指令を受け取る。指令取得部 120 は、受信した駆動指令を診断部 130 に対して引き渡す。

20

【0014】

制御モード切替部 140 は、診断部 130 からの指示にしたがって、モータ制御装置 200 がモータ 210 を駆動制御する際の制御モードを、（a）モータ 210 の動作位置に基づき制御するモード、（b）モータ 210 の速度に基づき制御するモード、（c）モータ 210 のトルクに基づき制御するモード、のいずれかに切り替えるように、モータ制御装置 200 に対して要求する。モータ制御装置 200 は、その要求にしたがって制御モードを切り替える。制御モードを切り替える理由については後述する。

【0015】

指令出力部 150 は、診断部 130 からの指示にしたがって、モータ 210 を駆動するための駆動指令をモータ 210 に対して出力する。この駆動指令の用途については後述する。

30

【0016】

図 2 は、エンコーダ故障検出装置 100 の動作を説明するフローチャートである。エンコーダ故障検出装置 100 は、本フローチャートを実施することにより、エンコーダ 220 の故障を検出する。以下図 2 の各ステップについて説明する。

【0017】

（図 2：ステップ S200）

エンコーダ故障検出装置 100 は、例えば周期的に本フローチャートを開始することにより、エンコーダ 220 に対する故障診断を実施する。周期的に実施する他、例えば上位装置 300 がモータ 210 の機能安全を有効化しよう指示したことを契機として、本フローチャートを開始してもよい。その他適当なタイミングで開始してもよい。

40

【0018】

（図 2：ステップ S201）

診断部 130 は、指令取得部 120 を介して上位装置 300 からモータ制御装置 200 に対する指令を監視することにより、モータ 210 に対するサーボ制御が ON されているか否かを判定する。サーボ制御が ON されている場合はステップ S202 へ進み、ON されていない場合は本フローチャートを終了する。

【0019】

（図 2：ステップ S201：補足）

サーボ制御機能を備えたモータ制御装置は一般に、サーボ制御機能を ON / OFF する

50

ための信号を上位装置から受信する。指令取得部 120 がこれを受信することにより、サーボ制御が ON されているか否かを判断することができる。あるいはモータ制御装置 200 の内部的な制御状態を取得することにより、サーボ制御が ON されているか否かを判断することもできる。サーボ制御が ON されているか否かを判断できるのであれば、その他適当な信号や手段を用いることもできる。

【0020】

(図2：ステップS202)

診断部 130 は、指令取得部 120 を介して上位装置 300 からモータ制御装置 200 に対する駆動指令を取得する。駆動指令がゼロである(すなわちモータ 210 を静止させるように指示する駆動指令が出力されている、または駆動指令が全く出力されていない)場合はステップ S203 へ進み、それ以外であれば本フローチャートを終了する。

10

【0021】

(図2：ステップS201～S202：補足)

本発明は、モータ 210 に対する駆動指令がゼロである場合においてエンコーダ 220 の故障を検出することを目的としている。したがってその前提として、サーボ制御が ON されていることが必要である。サーボ制御が OFF されている場合におけるエンコーダ 220 の故障は、例えばエンコーダ 220 自身の故障検出機能などによって検出することができる。

【0022】

(図2：ステップS203)

診断部 130 は、検出結果取得部 110 を介してエンコーダ 220 からモータ 210 の動作位置の検出結果を取得する。検出結果が所定時間(例えば 100ms)にわたって変化しない場合はステップ S204 へ進み、検出結果がその所定時間にわたって経時的に変化している場合は本フローチャートを終了する。

20

【0023】

(図2：ステップS203：補足その1)

モータ 210 に対する駆動指令がゼロであるにも関わらずエンコーダ 220 の検出結果が変化している場合、エンコーダ 220 が故障しているか否かは例えばエンコーダ 220 自身の故障検出機能などの別手段によって判断できると考えられる。そこで本発明においては、駆動指令がゼロであり検出結果が変化しない場合を、エンコーダ 220 の診断対象とすることにした。

30

【0024】

(図2：ステップS203：補足その2)

エンコーダ 220 による検出結果が変化しない状態とは、以下のことである。(a)エンコーダ 220 がパルスエンコーダである場合は、A 相と B 相のどちらか一方または両方の信号が変化しない状態である。(b)エンコーダ 220 がシリアルエンコーダである場合は、エンコーダ 220 が出力するシリアルデータ上の位置データが変化しない状態である。

【0025】

(図2：ステップS204)

診断部 130 は、モータ制御装置 200 の制御モードを位置制御モード(モータ 210 の動作位置に基づき制御するモード)へ切り替えるように、制御モード切替部 140 に対して指示する。制御モード切替部 140 はその指示にしたがって、モータ制御装置 200 に対してその旨の指示を出力する。

40

【0026】

(図2：ステップS204：補足その1)

エンコーダ 220 の基本機能は、モータ 210 の動作位置を検出することである。そこで後述するステップにおいてその位置検出機能が正確に動作しているか否かをチェックするため、あらかじめ制御モードを位置制御に切り替えておくこととした。

【0027】

50

(図2：ステップS204：補足その2)

モータ制御装置200は、本ステップ以降はエンコーダ220に対する故障診断を実施するための制御モードに移行し、その間は通常の駆動指令が到着しても破棄するようにしてもよい。故障診断と通常の駆動指令のいずれを優先するかは適宜定めればよい。ただし故障診断は長時間を要するものではないので、故障診断が完了するまでは通常の駆動制御を停止することが望ましいと考えられる。

【0028】

(図2：ステップS205)

診断部130は、モータ210を所定位置へ動かすよう指示する位置指令を出力するように、指令出力部150に対して指示する。この位置指令は、例えばエンコーダ220がパルスエンコーダであれば±1パルス以上位置を変化させるようにセットする。指令出力部150はその指示にしたがって、モータ制御装置200に対して位置指令を出力する。モータ制御装置200は、その位置指令が指示する位置へモータ210の動作位置を移動させる(すなわち指示された位置へ回転させる)。

10

【0029】

(図2：ステップS206)

診断部130は、検出結果取得部110を介してエンコーダ220からモータ210の動作位置の検出結果を取得する。

【0030】

(図2：ステップS207)

診断部130は、エンコーダ220から取得した検出結果が、ステップS205において指示した位置を示しているか否かを判定する。指定した位置である場合はステップS208～S209を実施し、指定した位置ではない場合はステップS210を実施する。

20

【0031】

(図2：ステップS208)

診断部130は、モータ210をステップS205の前の時点における位置へ戻すよう指示する位置指令を出力するように、指令出力部150に対して指示する。指令出力部150はその指示にしたがって、モータ制御装置200に対して位置指令を出力する。モータ制御装置200は、その位置指令が指示する位置へモータ210の動作位置を移動させる。

30

【0032】

(図2：ステップS208：補足)

エンコーダ220に対する故障診断を完了した後に、モータ210の動作位置を診断開始前の位置へ戻す必要がない場合は、本ステップを省略することもできる。

【0033】

(図2：ステップS209)

診断部130は、モータ制御装置200の制御モードをステップS204の前の時点における制御モードへ戻すように、制御モード切替部140に対して指示する。制御モード切替部140はその指示にしたがって、モータ制御装置200に対してその旨の指示を出力する。モータ制御装置200が初めから位置制御モードで動作している場合や、位置制御モード以外の動作モードが存在しない場合は、ステップS204や本ステップを省略することもできる。

40

【0034】

(図2：ステップS210)

診断部130は、エンコーダ220が故障している旨を通知する。例えばその旨を示す信号を上位装置300などへ出力することにより、ユーザに対してエンコーダ220が故障している旨を通知することができる。その他適当な出力手段を用いてもよい。

【0035】

(図2：ステップS208～S210：補足)

診断部130は、エンコーダ220が正常である場合(S208～S209)において

50

も、その旨をステップ S 2 1 0 と同様の手段によってその旨を通知するようにしてもよいし、故障している場合のみ通知してもよい。

【 0 0 3 6 】

< 本発明のまとめ >

本発明に係るエンコーダ故障検出装置 1 0 0 は、モータ 2 1 0 に対するサーボ制御が ON されており、駆動指令がゼロであってもエンコーダ 2 2 0 の検出結果が変化しない場合に、診断用の駆動指令をモータ 2 1 0 に対して与えることによりエンコーダ 2 2 0 に対する故障診断を実施する。これにより、従来診断することが困難であった状況においてもエンコーダ 2 2 0 の故障を適切に診断することができる。

【 0 0 3 7 】

本発明に係るエンコーダ故障検出装置 1 0 0 は、エンコーダ 2 2 0 に対する故障診断を実施した後、モータ制御装置 2 0 0 の制御モードとモータ 2 1 0 の動作位置を診断開始前の状態に戻す。これにより、診断終了後にモータ 2 1 0 を速やかに通常運用へ供することができる。

【 0 0 3 8 】

本発明に係るエンコーダ故障検出装置 1 0 0 によれば、従来のようにモータ駆動後のアラーム検出によってエンコーダの異常を検出する前に、より早くエンコーダの異常を検出でき、サーボシステムの安全性を向上させることができる。また、機能安全未対応のエンコーダに対してエンコーダ故障検出装置 1 0 0 を適用することにより、機能安全未対応エンコーダを適用したサーボシステムにおいてより高い安全レベルを実現できる。

【 0 0 3 9 】

< 本発明の変形例について >

本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【 0 0 4 0 】

エンコーダ故障検出装置 1 0 0 が備える各機能部は、その機能を実装した回路デバイスなどのハードウェアによって実現することもできるし、同等の機能を実装したソフトウェアを CPU ( C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t ) などの演算装置が実行することにより実現することもできる。

【 0 0 4 1 】

エンコーダ故障検出装置 1 0 0 は、モータ制御装置 2 0 0 と一体的に構成することもできる。この場合は例えばエンコーダ故障検出装置 1 0 0 とモータ制御装置 2 0 0 を備えたサーボアンプとして構成することができる。

【 0 0 4 2 】

以上の実施形態においては、モータ制御装置 2 0 0 が上位装置 3 0 0 からモータ 2 1 0 に対する駆動指令を受信することを説明したが、モータ制御装置 2 0 0 自身がモータ 2 1 0 に対する駆動指令を生成する場合もある。この場合、指令取得部 1 2 0 はモータ制御装置 2 0 0 からその駆動指令を受け取ることとする。指令取得部 1 2 0 はその他、モータ 2 1 0 に対する駆動指令が、上位装置 3 0 0 、モータ制御装置 2 0 0 、その他適当な装置によって生成されたいずれの場合においても、例えば適当なインターフェースを介してこれを取得するように構成することができる。

【 0 0 4 3 】

以上の実施形態において、エンコーダ 2 2 0 による検出結果が指令出力部 1 5 0 からの指示通りに変化しなかった場合はエンコーダ 2 2 0 が故障していると診断することを説明した。指示通りに変化したか否かの判定をあまり厳密にし過ぎると誤検知を誘発する可能性も考えられるので、判定感度を調整するフィルタを診断部 1 3 0 内部に設けることもできる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 4 】

10

20

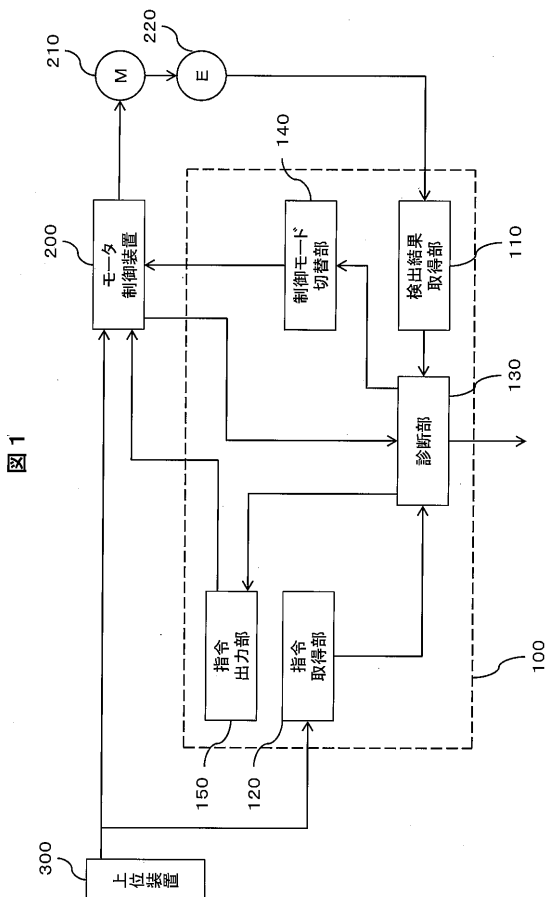
30

40

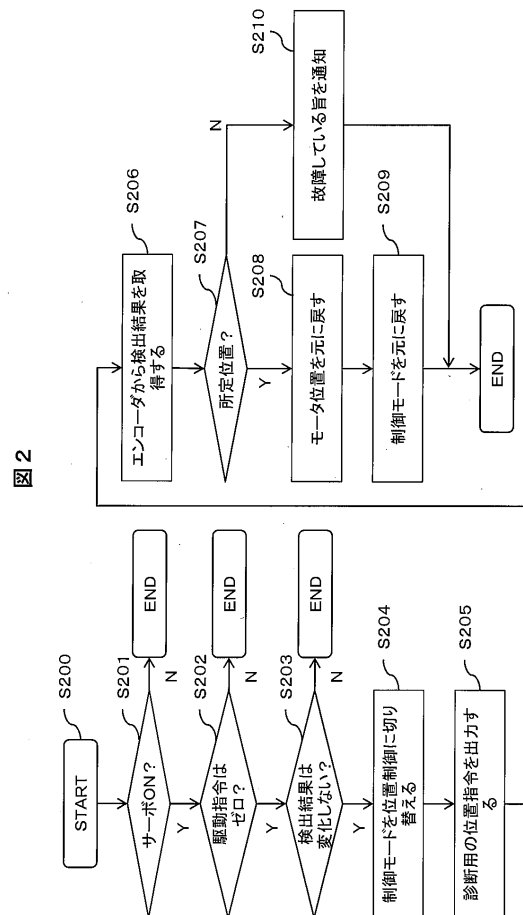
50

100：エンコーダ故障検出装置、110：検出結果取得部、120：指令取得部、130：診断部、140：制御モード切替部、150：指令出力部、200：モータ制御装置、210：モータ、220：エンコーダ、300：上位装置。

【図1】



【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成28年4月25日(2016.4.25)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エンコーダの故障を検出するエンコーダ故障検出装置であって、  
前記エンコーダが動作位置を検出する電動機に対する制御指令を取得する指令取得部、  
前記エンコーダによる検出結果を取得する検出結果取得部、  
前記指令取得部が取得した前記制御指令と前記検出結果取得部が取得した前記検出結果に基づき前記エンコーダが故障しているか否かを診断する故障診断部、  
前記電動機の動作位置を指定する位置指令を出力する指令出力部、  
を備え、  
前記故障診断部は、前記電動機に対する制御指令が前記電動機を静止状態に維持するよう指示しており、かつ前記検出結果が変化しないとき、前記診断を実施し、  
前記故障診断部は、前記指令出力部が出力する前記位置指令に対応して前記検出結果が変化したか否かに基づき、前記診断を実施する  
ことを特徴とするエンコーダ故障検出装置。

## 【請求項 2】

前記指令取得部はさらに、前記電動機に対する駆動制御が開始されているか否かを示すサーボオン状態信号を取得し、  
前記故障診断部は、前記指令取得部が取得した前記制御指令と前記検出結果取得部が取得した前記検出結果に加えて、前記サーボオン状態信号に基づき、前記エンコーダが故障しているか否かを診断する  
ことを特徴とする請求項 1 記載のエンコーダ故障検出装置。

## 【請求項 3】

前記故障診断部は、前記電動機に対する駆動制御が開始されていることを前記サーボオン状態信号が示しているとき、前記診断を実施する  
ことを特徴とする請求項 2 記載のエンコーダ故障検出装置。

## 【請求項 4】

前記エンコーダ故障検出装置はさらに、前記故障診断部が前記診断を開始する前に前記電動機を動作位置に基づき制御する制御モードへ切り替えるよう要求する切替要求を出力する制御モード切替部を備え、  
前記故障診断部は、前記制御モード切替部が前記切替要求を出力した後、前記診断を実施する  
ことを特徴とする請求項 3 記載のエンコーダ故障検出装置。

## 【請求項 5】

前記指令出力部は、前記故障診断部が前記診断を完了した後、前記切替要求を出力する前の動作位置へ前記電動機を戻すよう要求する位置復帰指令を出力する  
ことを特徴とする請求項 4 記載のエンコーダ故障検出装置。

## 【請求項 6】

前記制御モード切替部は、前記故障診断部が前記診断を完了した後、前記切替要求を出力する前の制御モードへ戻すよう要求するモード復帰要求を出力する  
ことを特徴とする請求項 4 記載のエンコーダ故障検出装置。

## 【請求項 7】

前記指令出力部は、前記制御モード切替部が前記切替要求を出力した後に前記位置指令を出力し、

前記指令出力部は、前記故障診断部が前記診断を完了した後、前記切替要求を出力する前の動作位置へ前記電動機を戻すよう要求する位置復帰指令を出力し、

前記制御モード切替部は、前記指令出力部が前記位置復帰指令を出力した後、前記切替要求を出力する前の制御モードへ戻すよう要求するモード復帰要求を出力する

ことを特徴とする請求項4記載のエンコーダ故障検出装置。

【請求項8】

前記エンコーダ故障検出装置は、前記電動機を駆動制御する制御装置の一部として構成されている

ことを特徴とする請求項1記載のエンコーダ故障検出装置。