

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年12月8日(08.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/254929 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 7/18 (2006.01) *H02P 29/024* (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/015629

(22) 国際出願日: 2022年3月29日(29.03.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2021-092455 2021年6月1日(01.06.2021) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 上内 将之 (UEUCHI, Masayuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 山本 通博 (YAMAMOTO, Michihiro); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

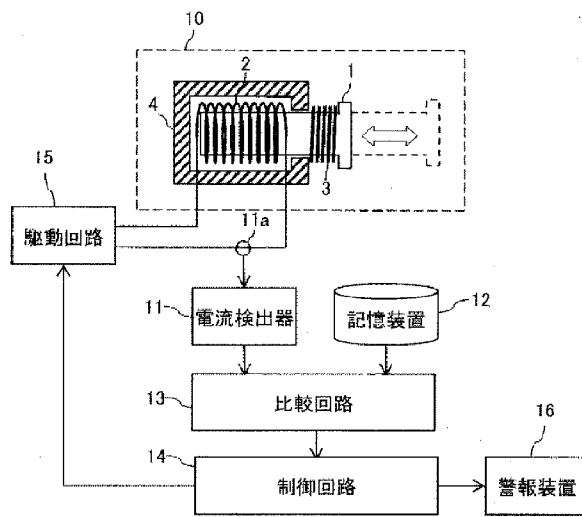
(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAO, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号 梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: ACTUATOR DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: アクチュエータ駆動装置

図1



11 Current detector
12 Storage device
13 Comparison circuit
14 Control circuit
15 Drive circuit
16 Alarm device

(57) Abstract: An actuator element (10) moves a movable element (1) by means of the magnetic force generated by current flowing through a coil (2). A current detector (11) measures a first current waveform signal that indicates the temporal change in the current flowing through the coil (2). A storage device (12) stores in advance a second current waveform signal that indicates the temporal change in the current flowing through the coil (2) when the actuator element (10) is operating normally. A comparison circuit (13) calculates the difference between the first and the second current

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

waveform signal. When the absolute value of the difference between the first and the second current waveform signal exceeds a threshold value, a control circuit (14) outputs a control signal that indicates the actuator element (1) is not operating normally.

(57) 要約: アクチュエータ素子 (10) は、コイル (2) に流れる電流によって生じる磁力により可動素子 (1) を移動させる。電流検出器 (11) は、コイル (2) に流れる電流の時間的変化を示す第1の電流波形信号を測定する。記憶装置 (12) は、アクチュエータ素子 (10) が正常に動作しているときにコイル (2) に流れる電流の時間的変化を示す第2の電流波形信号を予め格納する。比較回路 (13) は、第1及び第2の電流波形信号の差を計算する。制御回路 (14) は、第1及び第2の電流波形信号の差の絶対値がしきい値を超えると、アクチュエータ素子 (10) が正常に動作していないことを示す制御信号を出力する。

明 細 書

発明の名称：アクチュエータ駆動装置

技術分野

[0001] 本開示は、アクチュエータ駆動装置、電磁弁装置、電磁接触器、及び電磁ブレーキ装置を提供する。

背景技術

[0002] 電磁弁装置、電磁接触器、及び電磁ブレーキ装置などのように、コイルに流れる電流によって生じる磁力により可動素子を予め決められた２点間で移動させるアクチュエータ素子を備えた装置が知られている。アクチュエータ素子は、摩耗又は異物などに起因して正常に動作しなくなることがあり、その動作の異常を自動的に判定することが求められる。

[0003] 例えば、特許文献１は、ブレーキディスク、アーマチュア、及び電磁コイルなどを含む電磁ブレーキ装置の故障の予兆を診断する装置を開示している。特許文献１の装置は、電磁コイルに流れる電流の変化のうち、アーマチュアの摺動の変化による逆起電圧に基づく電流変動成分を検知し、逆起電圧に基づく電流変動成分からアーマチュアの摺動異常を観測する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特許第６３６８００７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１の装置は、アーマチュアの摺動異常を観測するために、電磁コイルに流れる電流の降下回数又は電流値を計測する。この場合、電磁コイルに流れる電流のさまざまな降下回数及びさまざまな電流値に応じて、アーマチュアの摺動異常が生じていると判定するための条件を予め定義する必要があり、大きな手間がかかる。従って、アクチュエータ素子の異常をより簡単に判定できることが求められる。

[0006] 本開示の目的は、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子の異常を判定することができるアクチュエータ駆動装置を提供することにある。また、本開示の目的は、そのようなアクチュエータ駆動装置を備えた電磁弁装置、電磁接触器、及び電磁ブレーキ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、
コイル及び可動素子を備え、前記コイルに流れる電流によって生じる磁力により前記可動素子を予め決められた２点間で移動させるアクチュエータ素子と、

前記コイルに流れる電流の時間的変化を示す第１の電流波形信号を測定する電流検出器と、

前記アクチュエータ素子が正常に動作しているときに前記コイルに流れる電流の時間的変化を示す第２の電流波形信号を予め格納する記憶装置と、

前記第１及び第２の電流波形信号の差を計算する比較回路と、

前記第１及び第２の電流波形信号の差の絶対値が予め決められたしきい値を超えると、前記アクチュエータ素子が正常に動作していないことを示す制御信号を出力する制御回路とを備える。

[0008] これにより、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子の異常を判定することができる。

[0009] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、
前記電流検出器は、前記コイルに印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間を含む予め決められた時間長にわたって前記第１の電流波形信号を測定し、

前記記憶装置は、前記アクチュエータ素子が正常に動作しているときに、前記コイルに印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間を含む前記予め決められた時間長にわたって測定された前記第２の電流波形信号を予め格納する。

[0010] これにより、アクチュエータ素子の劣化を適切に検出することができる。

- [0011] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、
前記制御信号に従って視覚的又は聴覚的な警報信号を発生する警報装置をさらに備える。
- [0012] これにより、アクチュエータ素子の異常をユーザに通知することができる。
- [0013] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、
前記アクチュエータ駆動装置は、前記コイルへの電流の供給を制御するスイッチ回路をさらに備え、
前記電流検出器は前記スイッチ回路に一体化される。
- [0014] これにより、装置全体のサイズを低減することができる。
- [0015] 本開示の一側面に係る電磁弁装置は、
前記アクチュエータ駆動装置と、
前記アクチュエータ駆動装置の可動素子によって開閉される管路とを備える。
- [0016] これにより、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子の異常を判定し、また、電磁弁装置の異常を判定することができる。
- [0017] 本開示の一側面に係る電磁接触器は、
前記アクチュエータ駆動装置と、
前記アクチュエータ駆動装置の可動素子によって開閉される少なくとも一対の接点とを備える。
- [0018] これにより、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子の異常を判定し、また、電磁接触器の異常を判定することができる。
- [0019] 本開示の一側面に係る電磁ブレーキ装置は、
前記アクチュエータ駆動装置と、
前記アクチュエータ駆動装置の可動素子によって駆動されるブレーキ装置とを備える。
- [0020] これにより、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子の異常を判定し、また、電磁ブレーキ装置の異常を判定することができる。

発明の効果

[0021] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置によれば、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子の異常を判定することができる。また、本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置によれば、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子の異常を判定することができる電磁弁装置、電磁接触器、及び電磁ブレーキ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]第1の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図1のコイル2に印加される電圧及びコイル2に流れる電流の一例を示すグラフである。

[図3]図1のアクチュエータ素子10が正常に動作しているときのアクチュエータ駆動装置の動作を説明するグラフである。

[図4]図1のアクチュエータ素子10に異常が発生しているときのアクチュエータ駆動装置の動作を説明するグラフである。

[図5]第2の実施形態に係る電磁弁装置20の構成の一部を示す概略図である。

[図6]第3の実施形態に係る電磁接触器30の構成の一部を示す概略図である。

[図7]第4の実施形態に係る電磁ブレーキ装置40の構成の一部を示す概略図であって、電磁ブレーキ装置40が動作中である状態を示す断面図である。

[図8]図7の電磁ブレーキ装置40が解放された状態を示す断面図である。

[図9]第5の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本開示の一側面に係る実施形態を、図面に基づいて説明する。各図面において、同じ符号は同様の構成要素を示す。

[0024] [第1の実施形態]

第 1 の実施形態では、基本的なアクチュエータ駆動装置について説明する。

[0025] [第 1 の実施形態の構成例]

図 1 は、第 1 の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置の構成を示すブロック図である。図 1 のアクチュエータ駆動装置は、アクチュエータ素子 10、電流検出器 11、記憶装置 12、比較回路 13、制御回路 14、駆動回路 15、及び警報装置 16 を備える。

[0026] アクチュエータ素子 10 は、可動素子 1、コイル 2、バネ 3、及び筐体 4 を備える。可動素子 1 は、少なくともその一部において強磁性体からなり、予め決められた 2 点（図 1 の例では、実線の位置及び破線の位置）の間で移動するように保持される。図 1 の例では、可動素子 1 は棒状のプランジャである。コイル 2 は、電流が流れているとき、可動素子 1 を実線の位置に移動させる。図 1 の例では、コイル 2 はソレノイドコイルである。バネ 3 は、コイル 2 に電流が流れていないとき、可動素子 1 を破線の位置に移動させる。筐体 4 は、可動素子 1 及びコイル 2 を内部に収容する。これにより、アクチュエータ素子 10 は、コイル 2 に流れる電流によって生じる磁力により可動素子 1 を予め決められた 2 点間で移動させる。

[0027] 電流検出器 11 は、変流器 11a を介して、コイル 2 に電流を供給する導線に接続され、コイル 2 に流れる電流の時間的変化を示す電流波形信号 I1 を測定する。

[0028] 記憶装置 12 は、アクチュエータ素子 10 が正常に動作しているときにコイル 2 に流れる電流の時間的変化を示す電流波形信号 I0 を予め格納する。本明細書では、記憶装置 12 に予め格納された電流波形信号 I0 を「基準波形信号 I0」とも呼ぶ。

[0029] 比較回路 13 は、測定された電流波形信号 I1 と基準波形信号 I0 との差を計算する。

[0030] 制御回路 14 は、測定された電流波形信号 I1 と基準波形信号 I0 との差の絶対値が予め決められたしきい値を超えると、アクチュエータ素子 10

が正常に動作していないことを示す制御信号を出力する。

[0031] 駆動回路 15 は、電源回路及びスイッチ回路などを備え、制御回路 14 の制御下でコイル 2 に電流を供給する。駆動回路 15 は、制御回路 14 から出力された制御信号に従って、アクチュエータ素子 10 が正常に動作していない場合には、アクチュエータ素子 10 の動作を停止する。

[0032] 警報装置 16 は、制御回路 14 から出力された制御信号に従って、アクチュエータ素子 10 が正常に動作していないことを示す視覚的又は聴覚的な警報信号を発生する。これにより、アクチュエータ素子 10 の異常をユーザに通知する。

[0033] [第 1 の実施形態の動作例]

図 2 は、図 1 のコイル 2 に印加される電圧及びコイル 2 に流れる電流の一例を示すグラフである。図 2 の 1 段目は、コイル 2 に印加される電圧を示す。また、図 2 の 2 段目は、アクチュエータ素子 10 が正しく動作しているとき、コイル 2 に流れる電流を示す。また、図 2 の 3 段目は、アクチュエータ素子 10 に異常が発生したとき（例えば、可動素子 1 が図 1 の実線の位置又は破線の位置に固定されたとき）、コイル 2 に流れる電流を示す。

[0034] 図 2 の例では、可動素子 1 を図 1 の破線の位置から実線の位置に移動させるために、時刻 t_0 においてコイル 2 に所定電圧を印加する。コイル 2 に流れる電流は、電圧の印加を開始してから次第に増大する。可動素子 1 が図 1 の破線の位置にあるとき、コイル 2 はコアをもたないので、そのインダクタンスは小さくなる。一方、可動素子 1 が図 1 の実線の位置にあるとき、コイル 2 の磁束が可動素子 1 を通ることにより、そのインダクタンスは大きくなる。従って、アクチュエータ素子 10 が正しく動作するならば、図 2 の 2 段目に示すように、コイル 2 に流れる電流は、時刻 t_1 において可動素子 1 の移動が完了したとき（すなわち、可動素子 1 が図 1 の実線の位置に到達したとき）、一時的に減少する。それに対して、可動素子 1 が図 1 の実線の位置又は破線の位置に固定されている場合、図 2 の 3 段目に示すように、コイル 2 に流れる電流は、減少することなく単調に増大する。

- [0035] このように、可動素子 1 の位置によりインダクタンスが変化するソレノイドコイルの特性を利用し、コイル 2 に流れる電流に基づいて可動素子 1 のストロークの状態を監視することができる。
- [0036] 図 3 は、図 1 のアクチュエータ素子 10 が正常に動作しているときのアクチュエータ駆動装置の動作を説明するグラフである。図 4 は、図 1 のアクチュエータ素子 10 に異常が発生しているときのアクチュエータ駆動装置の動作を説明するグラフである。図 3 及び図 4 の 1 段目は、コイル 2 に印加される電圧を示す。また、図 3 及び図 4 の 2 段目は、電流検出器 11 によって測定された電流波形信号 11 を示す。また、図 3 及び図 4 の 3 段目は、記憶装置 12 に格納された基準波形信号 10 の反転信号を示す。また、図 3 及び図 4 の 3 段目は、測定された電流波形信号 11 と基準波形信号 10 との差を示す。
- [0037] アクチュエータ素子 10 が正常に動作している場合、図 3 に示すように、測定された電流波形信号 11 と基準波形信号 10 との差は、ほぼ 0 になる。一方、アクチュエータ素子 10 に異常が発生している場合、図 4 に示すように、測定された電流波形信号 11 と基準波形信号 10 との差の絶対値が非ゼロの所定値になる。従って、制御回路 14 は、測定された電流波形信号 11 と基準波形信号 10 との差の絶対値が予め決められたしきい値 T_h を超えるとき、アクチュエータ素子 10 が正常に動作していないと判断することができる。
- [0038] 電流検出器 11 は、コイル 2 に印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間 t_{11} を含む予め決められた時間長にわたって電流波形信号 11 を測定する。記憶装置 12 は、アクチュエータ素子 10 が正常に動作しているときに、コイル 2 に印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間 t_{11} を含む予め決められた時間長にわたって測定された電流波形信号を基準波形信号 10 として予め格納する。電流波形信号 11 又は 10 を測定する時間区間は、例えば、 $t_{10} \sim t_{12}$ に設定されてもよく、 $t_{11} \sim t_{12}$ に設定されてもよい。

[0039] [第1の実施形態の効果]

ソレノイド素子10は、摩耗又は異物などに起因して摺動抵抗が増加したり、接点間のギャップが増加したり、ストロークに異常が発生したりするおそれがある。第1の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置によれば、測定された電流波形信号11と基準波形信号10との差を計算することで、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子10の異常を判定することができる。

[0040] 図2～図4を参照して説明したコイル2に流れる電流の特徴的な立ち上がりは、アクチュエータ駆動装置を備えた任意の装置でも同様に観測される。従って、第2～第4の実施形態において説明するように、第1の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置を、電磁弁装置、電磁接触器、及び電磁ブレーキ装置などに適用することができる。

[0041] [第2の実施形態]

第2の実施形態では、第1の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置を備えた電磁弁装置について説明する。

[0042] [第2の実施形態の構成例]

図5は、第2の実施形態に係る電磁弁装置20の構成の一部を示す概略図である。電磁弁装置20は、図1のアクチュエータ素子10に代えて図5に示すアクチュエータ素子10Aを備え、さらに管路21を備える。アクチュエータ素子10Aは、可動素子1A、コイル2、バネ3、及び筐体4を備える。電磁弁装置20は、図1の場合と同様に電流検出器11、記憶装置12、比較回路13、制御回路14、駆動回路15、及び警報装置16を備えるが、図5では図示を省略する。図5のコイル2は、図1の場合と同様に、電流検出器11及び駆動回路15に接続される。

[0043] 管路21の内部には流体24が流れる。流体24は、空気などの気体であってもよく、水などの液体であってもよい。管路21は、その流路の一部において、流体24の流れを妨げるように、小さな開口23を有する壁22を備える。可動素子1Aは、図5の破線の位置において開口23を閉じるよう

に配置される。コイル 2 は、電流が流れているとき、可動素子 1 A を実線の位置に移動させる。バネ 3 は、コイル 2 に電流が流れていないとき、可動素子 1 A を破線の位置に移動させる。

[0044] 一般に、電磁弁装置では、部品の摩耗又は異物のツマりに起因して可動素子が設計値どおりの範囲及び速度で動作できなくなり、その結果、アクチュエータ素子の動作に異常が発生し、流れる流体の流量を所望値に制御できなくなることがある。第 2 の実施形態に係る電磁弁装置 20 によれば、第 1 の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置と同様に、測定された電流波形信号 11 と基準波形信号 10 との差を計算することで、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子 10 A の異常を判定することができる。

[0045] [第 2 の実施形態の効果]

第 2 の実施形態に係る電磁弁装置 20 によれば、測定された電流波形信号 11 と基準波形信号 10 との差を計算することで、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子 10 A の異常を判定し、また、電磁弁装置 20 の異常を判定することができる。

[0046] 第 2 の実施形態に係る電磁弁装置 20 は、例えば、機械加工装置、溶接装置、及び制御盤などに空気又は冷却液を供給する冷却装置に適用可能である。また、第 2 の実施形態に係る電磁弁装置 20 は、例えば、対象物に塗料を吹き付ける塗装装置に適用可能である。

[0047] [第 3 の実施形態]

第 3 の実施形態では、第 1 の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置を備えた電磁接触器について説明する。

[0048] [第 3 の実施形態の構成例]

図 6 は、第 3 の実施形態に係る電磁接触器 30 の構成の一部を示す概略図である。電磁接触器 30 は、図 1 のアクチュエータ素子 10 に代えて図 6 に示すアクチュエータ素子 10 B を備え、さらに接点 31, 32 を備える。アクチュエータ素子 10 B は、可動素子 1 B、コイル 2、バネ 3、及び筐体 4 を備える。電磁接触器 30 は、図 1 の場合と同様に電流検出器 11、記憶装

置 1 2、比較回路 1 3、制御回路 1 4、駆動回路 1 5、及び警報装置 1 6 を備えるが、図 6 では図示を省略する。図 6 のコイル 2 は、図 1 の場合と同様に、電流検出器 1 1 及び駆動回路 1 5 に接続される。

[0049] 接点 3 1 は、可動素子 1 B の先端に固定され、接点 3 2 は、アクチュエータ素子 1 0 B の筐体 4 に対して相対的に固定された位置に設けられる。接点 3 1、3 2 は外部回路に接続され、可動素子 1 B が実線の位置にあるとき、互いに接触するように配置される。コイル 2 は、電流が流れているとき、可動素子 1 B を実線の位置に移動させる。バネ 3 は、コイル 2 に電流が流れていないとき、可動素子 1 B を破線の位置に移動させる。

[0050] 一般に、電磁接触器では、部品の摩耗又は異物のツマリに起因して可動素子が設計値どおりの範囲及び速度で動作できなくなり、その結果、アクチュエータ素子の動作に異常が発生し、オン及びオフを所望どおりに制御できなくなることがある。第 3 の実施形態に係る電磁接触器 3 0 によれば、第 1 の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置と同様に、測定された電流波形信号 1 1 と基準波形信号 1 0 との差を計算することで、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子 1 0 B の異常を判定することができる。

[0051] [第 3 の実施形態の効果]

第 3 の実施形態に係る電磁接触器 3 0 によれば、測定された電流波形信号 1 1 と基準波形信号 1 0 との差を計算することで、従来よりも簡単かつ確実にアクチュエータ素子 1 0 B の異常を判定し、また、電磁接触器 3 0 の異常を判定することができる。

[0052] 第 3 の実施形態に係る電磁接触器 3 0 は、例えば、ベルトコンベアに適用可能である。この場合、電磁接触器 3 0 を用いて、ベルトコンベアのモータのオン及びオフを制御することができる。

[0053] [第 4 の実施形態]

第 4 の実施形態では、第 1 の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置を備えた電磁ブレーキ装置について説明する。

[0054] [第 4 の実施形態の構成例]

図 7 は、第 4 の実施形態に係る電磁ブレーキ装置 40 の構成の一部を示す概略図であって、電磁ブレーキ装置 40 が動作中である状態を示す断面図である。図 8 は、図 7 の電磁ブレーキ装置 40 が解放された状態を示す断面図である。電磁ブレーキ装置 40 は、可動素子 41、コイル 42、バネ 43、回転軸 44、ブレーキディスク 45、受け板 46、コア 47、基板 48、及びボルト 49 を備える。

[0055] 受け板 46、コア 47、及び基板 48 は、ボルト 49 によって互いに固定される。可動素子 41 は、受け板 46 及びコア 47 の間において、ボルト 49 の長手方向に摺動可能であるように、ボルト 49 によって保持される。回転軸 44 は、受け板 46 及びコア 47 によって回転可能に保持される。ブレーキディスク 45 は、回転軸 44 に固定され、可動素子 41 及び受け板 46 の間に挿入される。可動素子 41、コイル 42、及びバネ 43 は、図 1 の可動素子 1、コイル 2、及びバネ 3 にそれぞれ対応し、図 1 のアクチュエータ素子 10 と同様に動作する。

[0056] 電磁ブレーキ装置 40 は、図 1 の場合と同様に電流検出器 11、記憶装置 12、比較回路 13、制御回路 14、駆動回路 15、及び警報装置 16 を備えるが、図 7 及び図 8 では図示を省略する。図 7 及び図 8 のコイル 42 は、図 1 の場合と同様に、電流検出器 11 及び駆動回路 15 に接続される。

[0057] バネ 43 は、コイル 42 に電流が流れていないとき、可動素子 41 を図 7 の位置に移動させる。これにより、可動素子 41 はブレーキディスク 45 を受け板 46 に対して付勢し、回転軸 44 の回転が妨げられる。一方、コイル 42 は、電流が流れているとき、可動素子 41 を図 8 の位置に移動させる。これにより、可動素子 41 及び受け板 46 の間においてブレーキディスク 45 が解放され、回転軸 44 が自由に回転可能になる。

[0058] 本明細書では、可動素子 41、ブレーキディスク 45、及び受け板 46 をまとめて「ブレーキ装置」とも呼ぶ。

[0059] 一般に、電磁ブレーキ装置では、部品の摩耗又は異物のツマリに起因して可動素子が設計値どおりの範囲及び速度で動作できなくなり、その結果、ア

クチュエータ素子の動作に異常が発生し、対象物を所望どおりに停止できなくなることがある。第４の実施形態に係る電磁ブレーキ装置４０によれば、第１の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置と同様に、測定された電流波形信号１１と基準波形信号１０との差を計算することで、従来よりも簡単かつ確実に電磁ブレーキ装置４０の異常を判定することができる。

[0060] [第４の実施形態の効果]

第４の実施形態に係る電磁ブレーキ装置４０によれば、測定された電流波形信号１１と基準波形信号１０との差を計算することで、従来よりも簡単かつ確実に電磁ブレーキ装置４０の異常を判定することができる。

[0061] 第４の実施形態に係る電磁ブレーキ装置４０は、例えば、昇降機、ロボットアーム、及び無人搬送車（Automated Guided Vehicle: AGV）などの装置に適用可能である。第４の実施形態に係る電磁ブレーキ装置４０は、これらの装置に含まれるモータを停止させるように構成されてもよい。

[0062] [第５の実施形態]

図９は、第５の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置の構成を示すブロック図である。図９のアクチュエータ駆動装置は、図１の電流検出器１１及び駆動回路１５に代えて、駆動回路１５Ａを備える。

[0063] 駆動回路１５Ａは、電源回路５１及びスイッチ回路５２を備える。スイッチ回路５２は、制御回路１４の制御下で、電源回路５１から供給される電流を選択的にコイル２に供給する。スイッチ回路５２は、例えば、ソリッドステートリレーを備える。また、スイッチ回路５２には、コイル２に流れる電流の時間的変化を示す電流波形信号１１を測定する電流検出器５３が一体化されている。制御回路１４は、電流検出器５３から、測定された電流波形信号１１を取得する。

[0064] [第５の実施形態の効果]

第５の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置によれば、電流検出器５３をスイッチ回路５２に一体化することにより、第１の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置の場合よりも、装置全体のサイズを削減することができる。

。また、第5の実施形態に係るアクチュエータ駆動装置によれば、アクチュエータ駆動装置のレトロフィットを効果的に実施することができる。

[0065] [他の変形例]

以上、本開示の実施形態を詳細に説明してきたが、前述までの説明はあらゆる点において本開示の例示に過ぎない。本開示の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。例えば、以下のような変更が可能である。なお、以下では、上記実施形態と同様の構成要素に関しては同様の符号を用い、上記実施形態と同様の点については、適宜説明を省略した。以下の変形例は適宜組み合わせ可能である。

[0066] 図2～図4では、コイル2に印加される電圧がゼロから非ゼロ値に遷移する場合について説明したが、コイル2に印加される電圧が非ゼロ値からゼロに遷移する場合にも同様に、アクチュエータ素子10の異常を判定することができる。

[0067] 第2の実施形態では、コイル2に電流が流れていないときに流路を閉じ、コイル2に電流が流れているときに流路を開く電磁弁装置20について説明したが、実施形態に係るアクチュエータ駆動装置は、コイル2に電流が流れているときに流路を閉じ、コイル2に電流が流れていないときに流路を開く電磁弁装置にも適用可能である。

[0068] 第3の実施形態では、コイル2に電流が流れていないときにオフし、コイル2に電流が流れているときにオンする電磁接触器30について説明したが、実施形態に係るアクチュエータ駆動装置は、コイル2に電流が流れているときにオフし、コイル2に電流が流れていないときにオンする電磁接触器にも適用可能である。

[0069] 第4の実施形態では、コイル2に電流が流れていないときに回転軸44の回転を停止し、コイル2に電流が流れているときに回転軸44を回転させる電磁ブレーキ装置40について説明したが、実施形態に係るアクチュエータ駆動装置は、コイル2に電流が流れているときに回転軸44の回転を停止し、コイル2に電流が流れていないときに回転軸44を回転させる電磁ブレー

キ装置にも適用可能である。

[0070] [まとめ]

本開示の各側面に係るアクチュエータ駆動装置、電磁弁装置、電磁接触器、及び電磁ブレーキ装置は、以下のように表現されてもよい。

[0071] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、アクチュエータ素子 10、電流検出器 11、記憶装置 12、比較回路 13、及び制御回路 14 を備える。アクチュエータ素子 10 は、コイル 2 及び可動素子 1 を備え、コイル 2 に流れる電流によって生じる磁力により可動素子 1 を予め決められた 2 点間で移動させる。電流検出器 11 は、コイル 2 に流れる電流の時間的変化を示す第 1 の電流波形信号を測定する。記憶装置 12 は、アクチュエータ素子 10 が正常に動作しているときにコイル 2 に流れる電流の時間的変化を示す第 2 の電流波形信号を予め格納する。比較回路 13 は、第 1 及び第 2 の電流波形信号の差を計算する。制御回路 14 は、第 1 及び第 2 の電流波形信号の差の絶対値が予め決められたしきい値を超えると、アクチュエータ素子 10 が正常に動作していないことを示す制御信号を出力する。

[0072] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、電流検出器 11 は、コイル 2 に印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間を含む予め決められた時間長にわたって第 1 の電流波形信号を測定する。記憶装置 12 は、アクチュエータ素子 10 が正常に動作しているときに、コイル 2 に印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間を含む予め決められた時間長にわたって測定された第 2 の電流波形信号を予め格納する。

[0073] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、制御信号に従って視覚的又は聴覚的な警報信号を発生する警報装置 16 をさらに備える。

[0074] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、コイル 2 への電流の供給を制御するスイッチ回路 52 をさらに備える。この場合、アクチュエータ駆動装置は、スイッチ回路 52 に一体化された電流検出器 53 を備える。

[0075] 本開示の一側面に係る電磁弁装置は、上述したアクチュエータ駆動装置と、アクチュエータ駆動装置の可動素子 1A によって開閉される管路 21 とを

備える。

[0076] 本開示の一側面に係る電磁接触器は、上述したアクチュエータ駆動装置と、アクチュエータ駆動装置の可動素子 1 B によって開閉される少なくとも一対の接点 3 1, 3 2 とを備える。

[0077] 本開示の一側面に係る電磁ブレーキ装置は、上述したアクチュエータ駆動装置と、アクチュエータ駆動装置の可動素子 4 1 によって駆動されるブレーキ装置とを備える。

産業上の利用可能性

[0078] 本開示の一側面に係るアクチュエータ駆動装置は、アクチュエータ素子を備える任意の装置に適用可能である。アクチュエータ素子の劣化を判定して装置の劣化を判定することができ、機会損失を低減するという効用がある。

符号の説明

[0079] 1, 1 A, 1 B 可動素子
2 コイル
3 バネ
4 筐体
1 0, 1 0 A, 1 0 B アクチュエータ素子
1 1 電流検出器
1 2 記憶装置
1 3 比較回路
1 4 制御回路
1 5, 1 5 A 駆動回路
1 6 警報装置
2 0 電磁弁装置
2 1 管路
2 2 壁
2 3 開口
2 4 流体

- 3 0 電磁接触器
- 3 1, 3 2 接点
- 4 0 電磁ブレーキ装置
- 4 1 可動素子
- 4 2 コイル
- 4 3 バネ
- 4 4 回転軸
- 4 5 ブレーキディスク
- 4 6 受け板
- 4 7 コア
- 4 8 基板
- 4 9 ボルト
- 5 1 電源回路
- 5 2 スイッチ回路
- 5 3 電流検出器

請求の範囲

- [請求項1] コイル及び可動素子を備え、前記コイルに流れる電流によって生じる磁力により前記可動素子を予め決められた2点間で移動させるアクチュエータ素子と、
- 前記コイルに流れる電流の時間的变化を示す第1の電流波形信号を測定する電流検出器と、
- 前記アクチュエータ素子が正常に動作しているときに前記コイルに流れる電流の時間的变化を示す第2の電流波形信号を予め格納する記憶装置と、
- 前記第1及び第2の電流波形信号の差を計算する比較回路と、
- 前記第1及び第2の電流波形信号の差の絶対値が予め決められたしきい値を超えると、前記アクチュエータ素子が正常に動作していないことを示す制御信号を出力する制御回路とを備える、
- アクチュエータ駆動装置。
- [請求項2] 前記電流検出器は、前記コイルに印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間を含む予め決められた時間長にわたって前記第1の電流波形信号を測定し、
- 前記記憶装置は、前記アクチュエータ素子が正常に動作しているときに、前記コイルに印加される電圧がゼロ及び非ゼロ値の間で遷移する瞬間を含む前記予め決められた時間長にわたって測定された前記第2の電流波形信号を予め格納する、
- 請求項1記載のアクチュエータ駆動装置。
- [請求項3] 前記制御信号に従って視覚的又は聴覚的な警報信号を発生する警報装置をさらに備える、
- 請求項1又は2記載のアクチュエータ駆動装置。
- [請求項4] 前記アクチュエータ駆動装置は、前記コイルへの電流の供給を制御するスイッチ回路をさらに備え、
- 前記電流検出器は前記スイッチ回路に一体化される、

請求項 1 ～ 3 のうちの 1 つに記載のアクチュエータ駆動装置。

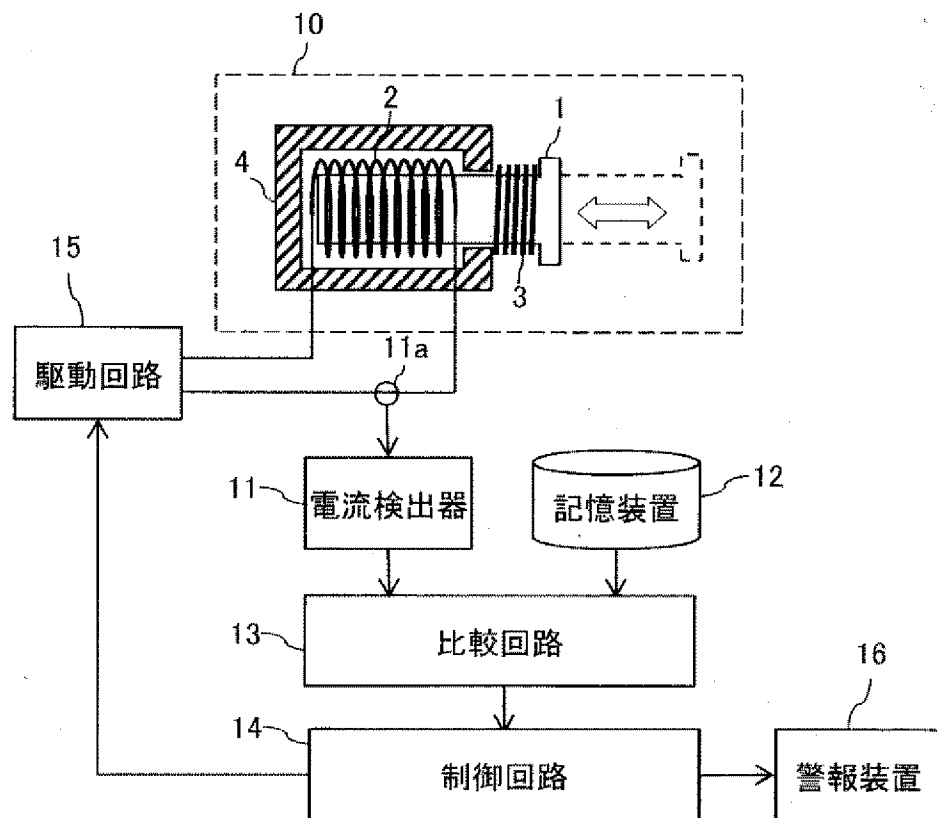
[請求項5] 請求項 1 ～ 4 のうちの 1 つに記載のアクチュエータ駆動装置と、
前記アクチュエータ駆動装置の可動素子によって開閉される管路と
を備える、
電磁弁装置。

[請求項6] 請求項 1 ～ 4 のうちの 1 つに記載のアクチュエータ駆動装置と、
前記アクチュエータ駆動装置の可動素子によって開閉される少なく
とも一对の接点とを備える、
電磁接触器。

[請求項7] 請求項 1 ～ 4 のうちの 1 つに記載のアクチュエータ駆動装置と、
前記アクチュエータ駆動装置の可動素子によって駆動されるブレー
キ装置とを備える、
電磁ブレーキ装置。

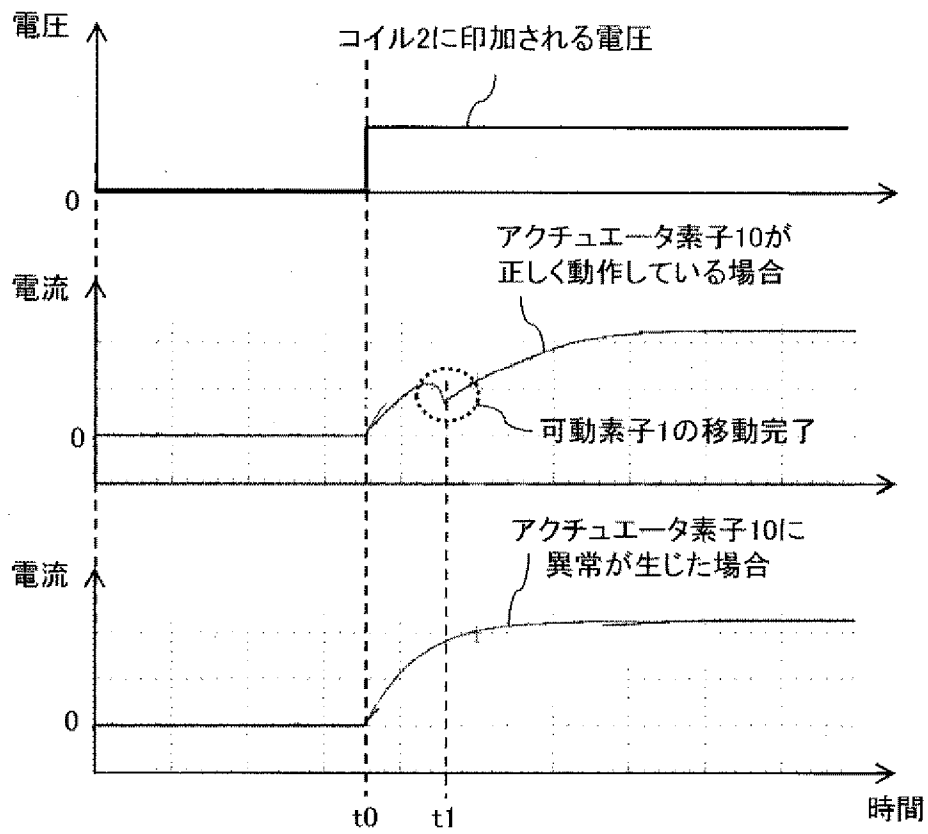
[図1]

図1



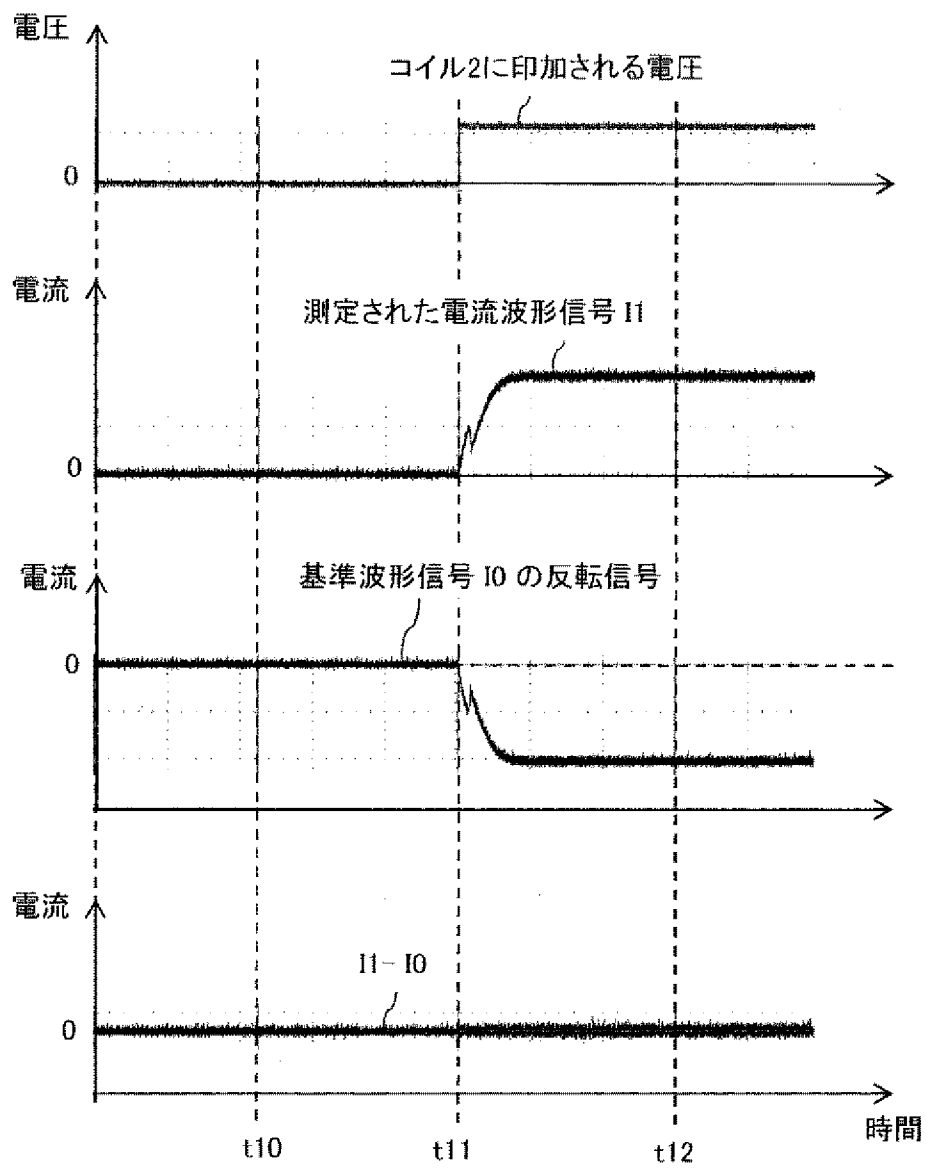
[図2]

図2



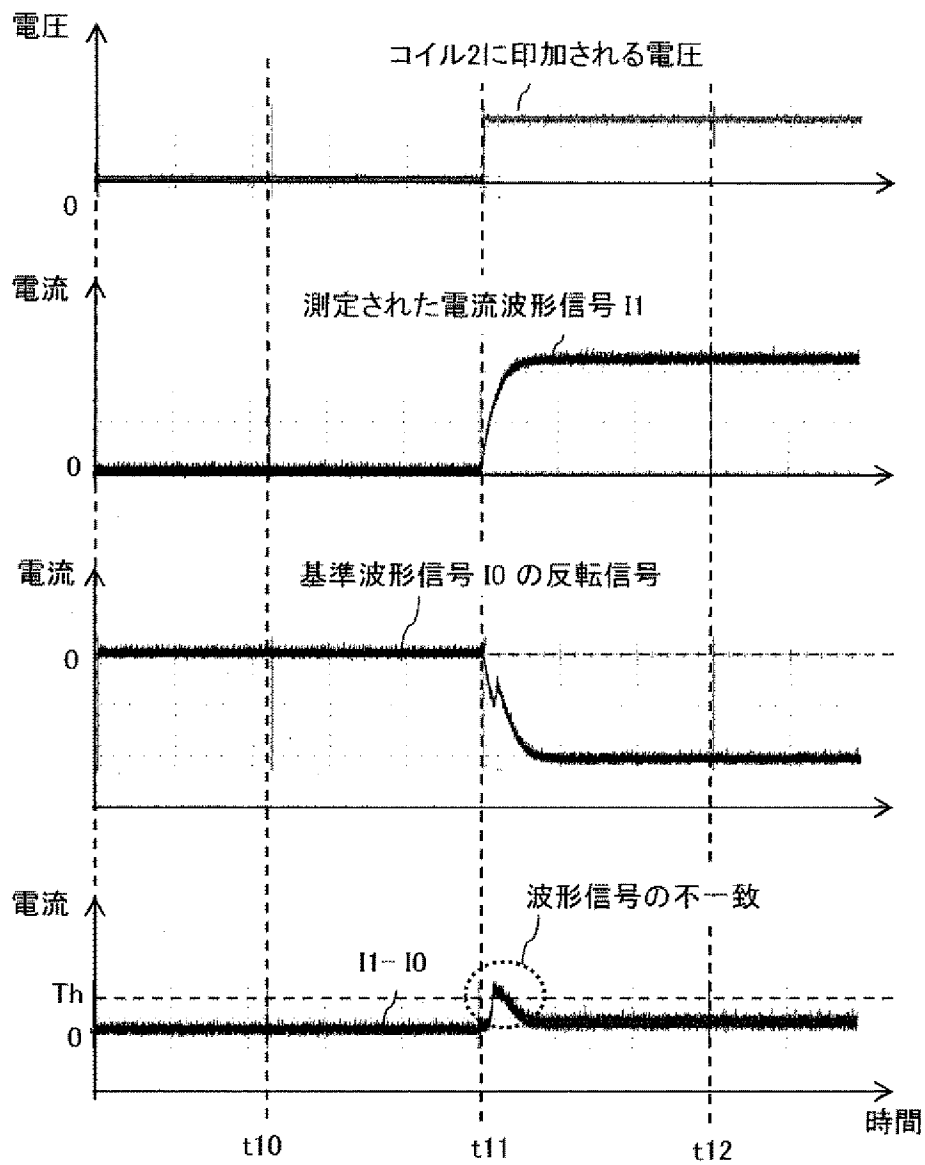
[図3]

図3



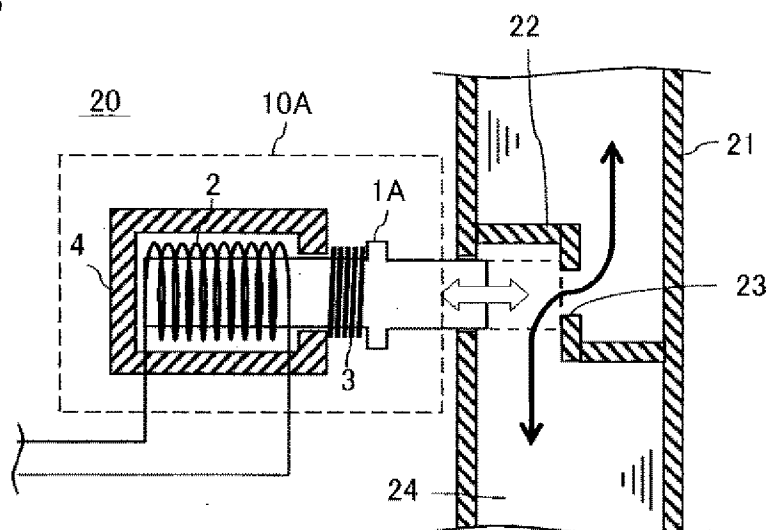
[図4]

図4



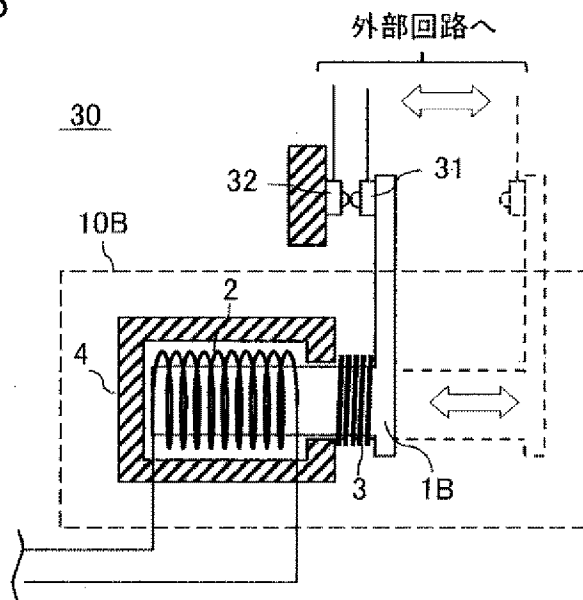
[図5]

図5



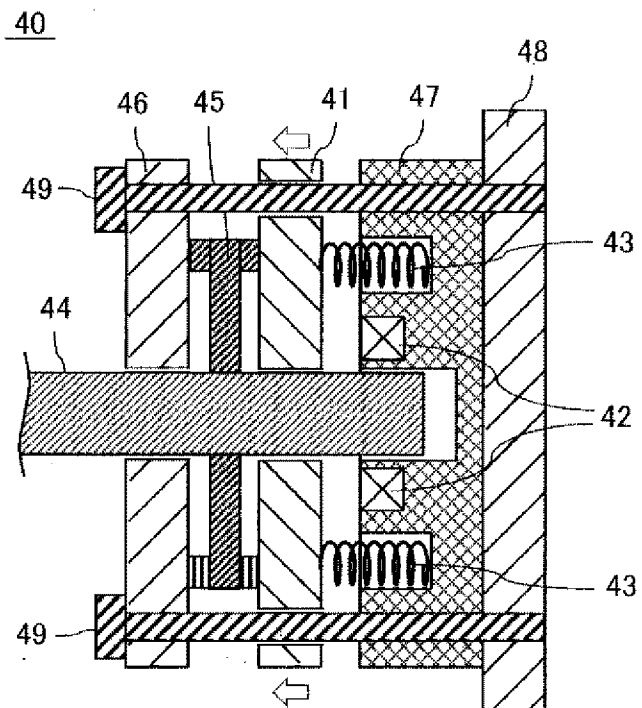
[図6]

図6



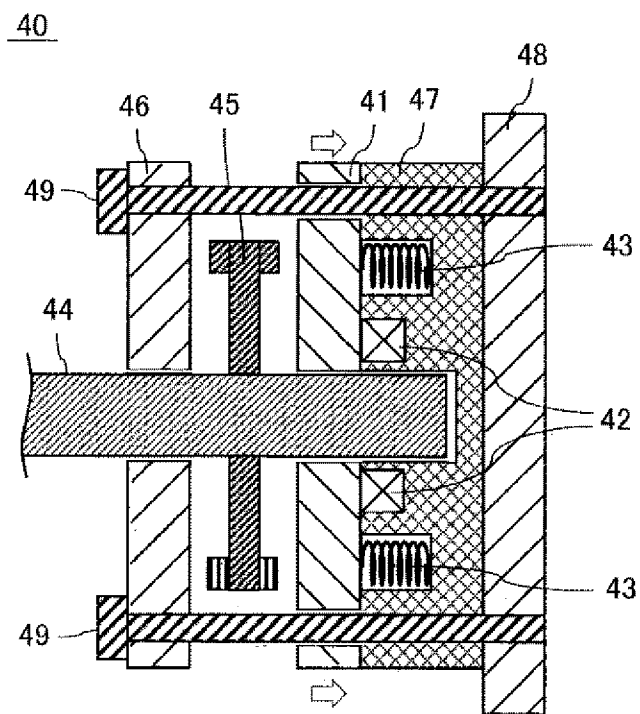
[図7]

図7



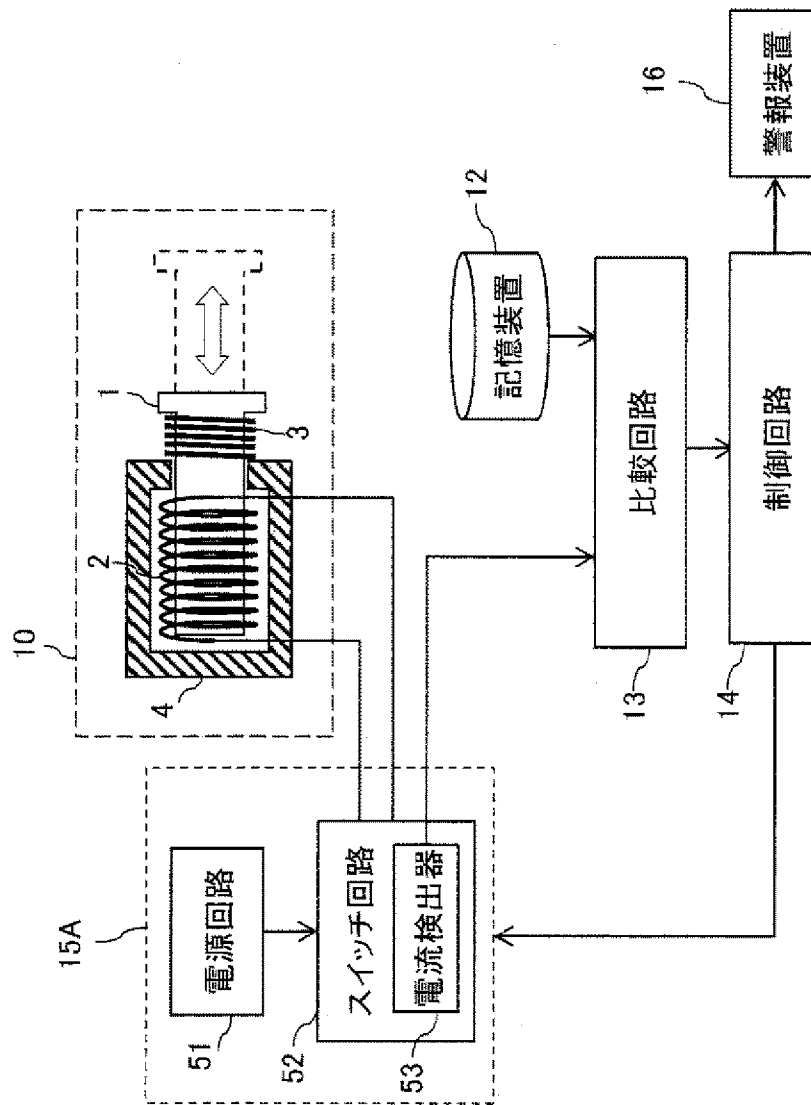
[図8]

図8



[図9]

図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/015629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01F 7/18**(2006.01)i; **H02P 29/024**(2016.01)i

FI: H01F7/18 K; H02P29/024

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F7/18; H02P29/024

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3166788 U (AICHI MAINTENANCE KK) 24 March 2011 (2011-03-24) paragraphs [0014]-[0047], fig. 1-4	1-7
Y	JP 7-194175 A (NIPPONDENSO CO LTD) 28 July 1995 (1995-07-28) paragraphs [0013], [0017], fig. 1	1-7
Y	US 2020/0072892 A1 (EATON INTELLIGENT POWER LIMITED) 05 March 2020 (2020-03-05) paragraphs [0036]-[0037], fig. 1-2	1-7
Y	JP 6368007 B1 (TOSHIBA ELEVATOR CO LTD) 01 August 2018 (2018-08-01) paragraph [0029], fig. 1	7
A	JP 2009-89072 A (HITACHI LTD) 23 April 2009 (2009-04-23)	1-7
A	US 2014/0129159 A1 (SIEMENS INDUSTRY, INC.) 08 May 2014 (2014-05-08)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 2022

Date of mailing of the international search report

31 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/015629

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	3166788	U	24 March 2011	(Family: none)	
JP	7-194175	A	28 July 1995	(Family: none)	
US	2020/0072892	A1	05 March 2020	(Family: none)	
JP	6368007	B1	01 August 2018	JP 2018-199556 A	
				CN 108928706 A	
				paragraph [0042], fig. 1	
JP	2009-89072	A	23 April 2009	(Family: none)	
US	2014/0129159	A1	08 May 2014	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01F 7/18(2006.01)i; H02P 29/024(2016.01)i FI: H01F7/18 K; H02P29/024		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01F7/18; H02P29/024		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 3166788 U (株式会社 アイチメンテナンス) 24.03.2011 (2011-03-24) [0014]-[0047], 第1-4図	1-7
Y	JP 7-194175 A (日本電装株式会社) 28.07.1995 (1995-07-28) [0013], [0017], 第1図	1-7
Y	US 2020/0072892 A1 (EATON INTELLIGENT POWER LIMITED) 05.03.2020 (2020-03-05) [0036]-[0037], FIGs. 1-2	1-7
Y	JP 6368007 B1 (東芝エレベータ株式会社) 01.08.2018 (2018-08-01) [0029], 第1図	7
A	JP 2009-89072 A (株式会社日立製作所) 23.04.2009 (2009-04-23)	1-7
A	US 2014/0129159 A1 (SIEMENS INDUSTRY, INC.) 08.05.2014 (2014-05-08)	1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18.05.2022		国際調査報告の発送日 31.05.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 秋山 直人 5D 5893 電話番号 03-3581-1101 内線 3551

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/015629

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	3166788	U	24.03.2011	(ファミリーなし)	
JP	7-194175	A	28.07.1995	(ファミリーなし)	
US	2020/0072892	A1	05.03.2020	(ファミリーなし)	
JP	6368007	B1	01.08.2018	JP	2018-199556 A
				CN	108928706 A
				[0042], 第1図	
JP	2009-89072	A	23.04.2009	(ファミリーなし)	
US	2014/0129159	A1	08.05.2014	(ファミリーなし)	