(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
2019年7月4日(04.07.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/132002 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 4/00 (2006.01)　*B60T 17/18* (2006.01)
B60R 16/033 (2006.01)　*H02J 7/00* (2006.01)
B60T 13/74 (2006.01)　*H02P 29/00* (2016.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/048466

(22) 国際出願日：　2018年12月28日(28.12.2018)

(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 2017-255123　2017年12月29日(29.12.2017) JP

(71) 出願人：ＮＴＮ株式会社(**NTN CORPORATION**) [JP/JP]；〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号 Osaka (JP).

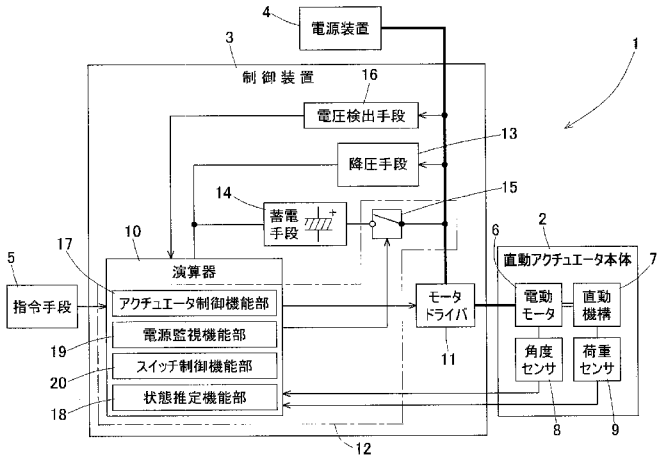
(72) 発明者：増田 唯(**MASUDA, Yui**)；〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地 ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人：杉本 修司，外 (**SUGIMOTO, Shuji** et al.)；〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１０番２号 肥後橋ニッタイビル 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** ELECTRIC LINEAR ACTUATOR AND ELECTRIC BRAKE DEVICE

(54) 発明の名称： 電動式直動アクチュエータおよび電動ブレーキ装置



2 Linear actuator body
3 Control device
4 Power supply device
5 Command means
6 Electric motor
7 Linear motion mechanism
8 Angular sensor
9 Load sensor
10 Calculator
11 Motor driver
13 Step-down means
14 Power storage means
16 Voltage detection means
17 Actuator control function unit
18 State estimation function unit
19 Power supply monitoring function unit
20 Switch control function unit

(57) **Abstract:** Provided is an electric linear actuator in which a power storage means is used as a power source when there is a fault in a power supply device, making it possible to constitute a highly reliable redundant system using a means that is less expensive than providing a plurality of power supply devices. A control device (3) for controlling a linear actuator body (2) is provided with, in addition to an arithmetic unit (10) for performing control computation for controlling an electric motor (6), a step-down means (13) for reducing the voltage of a power supply device (4) and operating the

WO 2019/132002 A1

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

arithmetic unit (10), and a power storage means (14). The control device (3) also has a discharge restriction means (12) configured to supply electric power from the power storage means (14) to the electric motor (6) if the electricity supply capability of the power supply device (4) is lower than a prescribed value.

(57) 要約:蓄電手段を電源装置の失陥時の電力源とすることで、信頼性が高く、電源装置を複数設けるよりも安価な手段で冗長系を構成できる電動式直動アクチュエータを提供する。直動アクチュエータ本体(2)を制御する制御装置(3)が、電動モータ(6)を制御する制御演算を行う演算器(10)の他に、電源装置(4)の電圧を低下させて前記演算器(10)を動作させる降圧手段(13)と、蓄電手段(14)とを備える。また、電源装置(４)の電気供給能力が所定値よりも低い場合に蓄電手段(14)から電動モータ(6)に電力を供給させるように構成された放電規制手段(12)とを有する。

明　細　書

発明の名称 ： 電動式直動アクチュエータおよび電動ブレーキ装置

関連出願

[0001] 本出願は、２０１７年１２月２９日出願の特願２０１７－２５５１２３の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、自動車等に用いられる電動式直動アクチュエータおよび電動ブレーキ装置に関する。

背景技術

[0003] 電動モータ、直動機構、および減速機を使用した電動ブレーキ用アクチュエータが提案されている（特許文献１）。また、遊星ローラ機構、電動モータ、を使用した電動アクチュエータが提案されている（特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平０６－３２７１９０号公報

特許文献2：特開２００６－１９４３５６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１，２の電動式直動アクチュエータにおいて、例えば電動ブレーキ装置を構成する場合、電動ブレーキ装置が失陥し車両が停止不可となる状態を回避するために、極めて強固な冗長系が求められる場合がある。特に、電動ブレーキ装置の駆動に用いる電源について、失陥時にもブレーキを作動させられる必要が生じる場合がある。前記の対策として、電動ブレーキ装置のモータ駆動用の電源装置を複数設ける場合、前記電源装置のコストや搭載スペースが問題となる場合がある。

[0006] この発明の目的は、蓄電手段を電源装置の失陥時の電力源とすることで、

信頼性が高く、モータ駆動用の電源装置を複数設けるよりも安価な手段で冗長系を構成できる電動式直動アクチュエータおよび電動ブレーキ装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 以下、便宜上理解を容易にするために、実施形態の符号を参照して説明する。

[0008] この発明の電動式直動アクチュエータ１は、電動モータ６およびこの電動モータ６の回転出力を直線動作に変換する直動機構７を有する直動アクチュエータ本体２と、前記電動モータ６を制御する制御装置３とを備え、直流の電源装置４から前記電動モータ６および前記制御装置３に電力が供給される電動式直動アクチュエータであって、

前記制御装置３が、

前記電動モータ６を制御する制御演算を行う演算器１０と、

前記電源装置４の電圧を低下させて前記演算器１０を動作させる降圧手段１３と、

前記降圧手段１３が出力した電力を蓄える蓄電手段１４と、

前記電源装置４の電圧および電流のいずれか一方または両方より定まる前記電源装置４の電気供給能力が所定値よりも低い場合に前記蓄電手段１４から前記電動モータ６に電力を供給させるように構成された放電規制手段１２とを有する。

[0009] この構成によると、常時は電源装置４の電力を蓄電手段１４に蓄電しておき、前記電源装置４が失陥したとき、すなわち前記電源装置４の電圧および電流のいずれか一方または両方より定まる前記電源装置４の電気供給能力が所定値よりも低いときは、前記放電規制手段１２の機能により、前記蓄電手段１４と電動モータ６とを接続し、前記蓄電手段１４に蓄電しておいた電力で前記電動モータ６を駆動することができる。前記「電気供給能力」は、例えば電力供給能力である。前記「所定値」は設計により定められる値であり、電力値であっても、電圧値または電圧値であってもよい。前記蓄電手段１

４は、前記演算器１０のバックアップ電源として機能する。前記降圧手段１３はＤＣ／ＤＣコンバータ等により構成され、前記放電規制手段１２は電気回路部品や前記演算器１０の一部等で構成される。

[0010] このように、電気回路部品や前記演算器１０の一部等で構成される放電規制手段１２と蓄電手段１４とで電動モータ６の電源系の冗長化が図れるため、信頼性が高く、電源装置４を複数設けるよりも安価な手段で冗長系を構成することができる。

[0011] 前記放電規制手段１２が、

前記電源装置４の電圧および電流のいずれか一方または両方より前記電源装置４の電気供給能力が所定値よりも高いか否かを判断する電源監視機能部１９と、

前記蓄電手段１４と前記電動モータ６との接続および切断を切り替えるスイッチ手段１５と、

前記電源装置４の電気供給能力が前記所定値より高い場合に前記スイッチ手段１５を切断状態とし、前記電気供給能力が前記所定値より低下した場合に前記スイッチ手段１５を接続状態とするスイッチ制御機能部２０とを有する構成であってもよい。

[0012] この構成の場合、電源監視機能部１９が電源装置４の状態を判断し、その判断に基づいてスイッチ制御機能部２０によりスイッチ手段１５を開閉制御し、蓄電手段１４から電動モータ６への給電の制御を行うため、蓄電手段１４からの給電を、電源装置４の失陥等の状態に応じてより適切に制御することができる。

[0013] この構成の場合に、前記蓄電手段１４の電圧を昇圧して前記演算器１０に供給する昇圧手段２１を備えていてもよい。

[0014] 前記蓄電手段１４の電圧はバックアップ電力を消費するに従って低下していき、ある電圧を下回った場合に演算器１０が動作を停止し、そのため、蓄電手段１４に電気エネルギーが残った状態で制御装置３が動作を停止する。これに対して、前記昇圧手段２１を設けて蓄電手段１４の電圧をさらに昇圧

すると、可能な限り蓄電手段１４の電気エネルギーを使い切ることができる。

[0015] 前記昇圧手段２１を設ける場合に、前記昇圧手段２１の昇圧された電力を、前記スイッチ手段１５を介して前記電動モータ６に供給するようにしてもよい。

[0016] この場合、電動モータ６の必要な電圧による駆動を確保することができる。なお、前記昇圧手段２１の出力を、電動モータ６の駆動に用いずに前記演算器１０のみに用いるようにした場合は、前記昇圧手段２１が演算器１０を動作させる電圧を出力できるもので足り、比較的安価でかつ省スペースに構成することができる。

[0017] 前記スイッチ手段１５が接続されているときに、前記スイッチ手段１５が切断状態である場合と比較して前記電動モータ６の少なくとも力行出力が小さくなるよう制限するアクチュエータ制御機能部１７を有していてもよい。

[0018] この構成の場合、補助電力として用いる蓄電手段１４の消費電力を軽減できる。そのため、例えばこの電動式直動アクチュエータ１を電動ブレーキ装置に適用した場合に、そのブレーキ動作時間を延長することができる。

[0019] この構成の場合に、前記アクチュエータ制御機能部１７が、さらに前記電動モータ６の回生出力を力行出力よりも小さく制限する機能を有していてもよい。例えば昇圧回路等を用いる場合等において、回生電力については十分な吸収ができない可能性があるため、回生出力をゼロまたは十分に小さな値に制限することが好ましい。

[0020] 前記放電規制手段１２が、前記電源装置４から前記電動モータ６に給電する配線と前記蓄電手段１４との間に介在し前記電源装置４から前記蓄電手段１４側への電流の流れを遮断するダイオード素子１５Ａで構成されていてもよい。ダイオード素子１５Ａを用いた場合、前記放電規制手段１２の構成が簡素となり、よりコストを低下させることができる。

[0021] 前記蓄電手段１４が電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）であってもよい。電気二重層キャパシタは、安価で堅牢かつ蓄電容量が比較的大きいメリット

がある反面、耐圧が低いデメリットがあるため、一般に電圧の低い演算器１０用の電力に用いる構成においては前記デメリットが小さく、メリットを効果的に享受することができる。

[0022] この発明の電動ブレーキ装置は、この発明の上記いずれかの構成の電動式直動アクチュエータを備え、被制動部材と共に回転するブレーキロータに接触して制動力を発生させる摩擦材を前記直動アクチュエータ本体２により進退させる。これにより、電源装置４の失陥に対する電源確保が安価な構成で行える。

[0023] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも２つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の２つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0024] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第１の実施形態に係る電動式直動アクチュエータの概念構成を示すブロック図である。

[図2]図１の電動式直動アクチュエータの動作例を示す流れ図である。

[図3]図１の電動式直動アクチュエータの電源装置失陥時の状態を示すブロック図である。

[図4]図１の電動式直動アクチュエータを用いた電動ブレーキ装置の一例を示す説明図である。

[図5]この発明の第２の実施形態に係る電動式直動アクチュエータの概念構成を示すブロック図である。

[図6]この発明の第３の実施形態に係る電動式直動アクチュエータの概念構成

を示すブロック図である。

[図7]この発明の第４の実施形態に係る電動式直動アクチュエータの概念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

[0025] この発明の第１の実施形態を図１ないし図４と共に説明する。図１は電源装置の正常状態を、図３は失陥時の状態をそれぞれ示す。この電動式直動アクチュエータ１は、直動アクチュエータ本体２と、制御装置３とで構成され、電源装置４および指令手段５に接続される。この電動式直動アクチュエータ１は、例えば図４に一例を示す電動ブレーキ装置に用いられる。

[0026] 図１において、電源装置４は、例えば電動ブレーキ装置の場合、搭載車両の低圧バッテリや、高圧バッテリ、または降圧ＤＣ／ＤＣコンバータであってもよい。また、これらの併用あるいは併設等であってもよく、別途大容量キャパシタ等が設けられていてもよい。

[0027] 指令手段５は、制御装置３に制動指令を与える手段であり、例えばこの電動式直動アクチュエータ１を電動ブレーキ装置に用いる場合、ブレーキペダル等のブレーキ装置（図示せず）の操作量検出センサ等からなる。指令手段５は、この電動式直動アクチュエータ１を装備する機器を制御するＶＣＵ（車両制御装置）等の制御装置（図示せず）に設けられた制御手段であってもよい。

[0028] ＜＜電動アクチュエータ本体２について＞＞

電動アクチュエータ本体２は、電動モータ６と、この電動モータ６の回転出力を直線動作に変換する直動機構７と、モータ角度センサ８と、アクチュエータ荷重センサ９とを備える。

[0029] 電動モータ６は、例えば永久磁石式同期モータとされ、その場合、省スペースで高トルク・高出力となり好適と考えられるが、リラクタンスモータやブラシ付ＤＣモータ等であってもよい。電動モータ６は、あるいは、スタータ付誘導モータ等を適用することもできる。

[0030] 直動機構７は、遊星ローラねじ、ボールねじ等の各種ねじ機構や、ボール

ランプ機構、ラック・ピニオン機構等の回転入力を直動に変換する各種機構を用いることができる。

[0031] 角度センサ８は、例えばレゾルバや磁気エンコーダ等が用いられ、これにより高性能かつ信頼性が高く好適と考えられるが、光学式のエンコーダ等を用いることもできる。あるいは、角度センサ８を設けずに、後述する制御装置３において前記電動モータ６の電圧と電流との関係等から回転子位相を推定する角度センサレス推定器（図示せず）を用いてもよい。

[0032] 荷重センサ９は、例えば直動荷重の作用による所定部材の変形や歪を検出する形式の荷重センサを用いることができ、これにより安価で好適と考えられるが、荷重センサ９を用いずに、後述する制御装置３に、例えば直動アクチュエータ本体２の機械剛性に基づくモータ回転角度と荷重との相関や、モータ電流と荷重との相関により間接的にアクチュエータ荷重を推定するセンサレス推定系を構成してもよい。あるいは、例えば電動ブレーキ装置を構成する場合は、制動トルクセンサや車両加速度センサに基づいてブレーキ力を推定し、アクチュエータ荷重に相当し得る値として処理することもできる。

[0033] ＜＜電動ブレーキ装置について＞＞

図４に示す電動ブレーキ装置は、摩擦ブレーキであり、電動ブレーキ装置搭載車両の被制動部材である車輪（図示せず）と同期して回転するブレーキロータ３１と、このブレーキロータ３１の近傍に配置された摩擦材３２とを用いて、前記摩擦材３２を前記電動アクチュエータ本体２により操作してブレーキロータ３１に押圧し、摩擦力によって制動力を発生させる機構を用いることができる。ブレーキロータ３１と摩擦材３２とでブレーキ本体３０が構成される。同図の例では、電動モータ６の回転出力は、ギヤ列からなる減速機構３３を介して直動機構７の直動入力部に入力される。なお、減速機構３３の各歯車は、両方向に回転可能である。

[0034] ＜＜制御装置３の構成＞＞

制御装置３は、演算器１０と、モータドライバ１１と、演算器１０に動作用の電力を供給する周辺回路とを備える。

[0035] 演算器１０は、指令手段５からの指令に応じてモータドライバ１１を制御することで、電動モータ６を制御し、直動アクチュエータ本体２を制御することを主な役割とする手段であり、例えばＣＰＵとその制御プログラムとからなる。

[0036] ＜制御装置３の構成＞

モータドライバ１１は、電源装置４から供給される直流電力を電動モータ６の駆動に用いる交流電力に変換すると共に、その電流制御等による出力制御を行う手段である。モータドライバ１１は、例えばＦＥＴ等のスイッチ素子を用いたハーフブリッジ回路等を用いて、前記スイッチ素子のＯＮ－ＯＦＦデューティ比により電圧を制御する回路として構成されており、この構成とするが安価で好適と考えられる。

[0037] ＜電源装置４、降圧手段１３＞

演算器１０を動作させる電力は、例えば電源装置４から、本図に示す降圧型ＤＣ／ＤＣコンバータからなる降圧手段１３を介して得ることができる。一般に、例えば電動ブレーキ装置において、電動モータや制御装置用に供給され得る電圧は１２～４８Ｖ程度であるのに対し、一般的な演算器の動作に用いる電圧は１．３～５Ｖ程度である。よって、電源電圧を低下させる安価なＤＣ／ＤＣコンバータ等の降圧手段１３を制御装置３に設けることが好ましい。前記ＤＣ／ＤＣコンバータからなる降圧手段１３は、例えばキャパシタ、インダクタ、スイッチ素子、スイッチ制御回路、等により構成されるＣＶＣＣ降圧チョッパ回路等とされ、これにより、安価で高効率であり好適と考えられるが、その他熱損失等により電圧を降下させる降圧レギュレータ等を用いることもできる。

[0038] ＜蓄電手段１４＞

前記ＤＣ／ＤＣコンバータからなる降圧手段１３の出力に対して、蓄電手段１４が設けられている。前記蓄電手段１４は、例えば断線等により電源装置４が失陥した場合等において、バックアップ電力源として用いられる。前記蓄電手段１４は、例えば電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）を用いること

が、安価、堅牢でかつ容量が大きいため好ましい。一般に、ＥＤＬＣは耐圧が低く（１セル/ユニット当たり約２．５Ｖ程度）、前記電源装置４に直接バックアップ手段として設けることは困難な場合があるが、最大で５Ｖ程度の演算器１０の電力源として設ける場合は比較的容易である。また、例えば演算器１０が１．３Ｖおよび５Ｖ等の複数の電圧により動作するものである場合、例えば前記複数の動作電圧のうち最も電圧の高い個所に蓄電手段１４を接続し、さらに蓄電手段１４の電圧を低下させるＤＣ／ＤＣコンバータ（図示せず）を設ける構造としてもよい。一般に、演算器の消費電力は非常に軽微であるため、前記追加で設けるＤＣ／ＤＣコンバータは極めて安価なものでもよい。

[0039] ＜放電規制手段１２＞

前記蓄電手段１４は、電動モータ６の駆動電力のバックアップを兼用する。前記蓄電手段１４の電動モータ６への電力供給は、放電規制手段１２により制御される。放電規制手段１２は、前記電源装置４の電圧および電流のいずれか一方または両方より定まる前記電源装置４の電気供給能力が所定値よりも低い場合に前記蓄電手段１４から前記電動モータ６に電力を供給させるように構成された手段であり、この実施形態では接続および切断を切り替えるスイッチ手段１５と、後に説明する電源監機能部１９と、スイッチ制御機能部２０とで構成される。スイッチ手段１５は、蓄電手段１４とモータドライバ１１との間に設けられている。これにより、前記バックアップの兼用が達成できる。

[0040] ＜スイッチ手段１５＞

前記スイッチ手段１５の開閉を制御することで、例えば、電源装置４が正常である状態においては蓄電手段１４と電動モータ６とを切断し、前記電源装置６が失陥した際には蓄電手段１４と電動モータ６とを接続することで、電源装置４が失陥した際には蓄電手段１４の電力により電動モータ６を駆動することができる。このとき、電動モータ６の駆動電圧は低下するが、冗長制御を行う際にはバックアップ電力源の消費電力を抑えるために電動モータ

６出力を制限する機能を設ける場合が多いため、駆動電圧の低下を許容することができる。

[0041] 前記スイッチ手段１５は、例えばＦＥＴ等のトランジスタ回路およびトランジスタ制御回路からなるスイッチ回路としてもよい。この場合、回路の切断および接続が任意に実行でき、かつスイッチ機能の損失が少なくなる点が好適と考えられる。

[0042] ＜演算器１０、アクチュエータ制御機能部１７＞

演算器１０は、アクチュエータ制御機能部１７と、状態推定機能１８と、電源監視機能１９と、スイッチ制御機能部２０とを備える。

[0043] アクチュエータ制御機能部１７は、前述のように電動モータ６を制御し、直動アクチュエータ本体２を制御する機能部であり、例えば所定の目標ブレーキ力に基づいてブレーキ力に相当し得るフィードバック値を所定の値に収束させるモータ操作量を演算する制御系として構成される。前記制御演算は、フィードバック制御やフィードフォワード制御、あるいはこれらを併用する制御系を適宜構成してもよい。あるいは、入力パターンに対する応答から適切な操作量を学習する、例えばファジィ制御のような経験的手法を用いてもよい。

[0044] また、アクチュエータ制御機能部１７は、電動モータ６の操作量または電動モータ６の出力を任意の操作量または出力に制限する機能を有するものとすることができる。例えば電源装置４の出力に制限がある場合、前記制限に応じた電動モータ操作量に制限する必要がある。このとき、前記の電源装置４により電動モータ６を駆動する場合と、蓄電手段１４により電動モータ６を駆動する場合とにおいて、それぞれ異なる前記制限量とすることが好ましい。一般に、電源装置４に代わるバックアップ電源である蓄電手段１４の容量は電源装置４より比較的小さくなり得るため、また前記の通り蓄電手段１４の電圧は電源装置４より低いことで電動モータ６の出力が低下する為、前記のそれぞれ異なる制限量を適用することで、蓄電手段１４の消費電力を抑え、かつ制御安定性を向上することができる。

[0045] ＜状態推定機能部１８＞

状態推定機能部１８は、例えば荷重センサ９の出力から推定する直動アクチュエータ本体２の出力荷重や、角度センサ８の出力から推定する電動モータ６のモータ角度や角速度等、各センサ出力に対応する状態量を推定する機能を有する。もしくは、例えば前記のような、直接対応しないセンサ出力等を代用したセンサレス制御機能を持つ手段であってもよい。

[0046] ＜電源監視機能部１９＞

電源監視機能部１９は、例えば本図のように制御装置３の電圧を検出する電圧検出手段１６を設け、前記検出電圧の値によって電源装置４の電力供給能力を判断する機能であってもよい。これにより、例えば電源装置４を構成するバッテリやキャパシタの電気エネルギー低下による電圧降下を診断することができる。もしくは、電源装置４からの供給電流を併せて検出する手段（図示せず）を設け、所定の電流を流した場合の電圧変動によって電源装置４の電力供給能力を判断する機能であってもよい。これにより、例えば電源装置４を構成するバッテリやキャパシタの劣化に伴う内部抵抗増加を診断することができる。電源監視機能部１９は、その他に、例えば上位にバッテリマネージャ等の統合電源監視機能を有し、前記電圧や電流の他に％ＳＯＣ等に基づいて診断される診断結果を演算器１０が受信し、前記受診内容に基づいて電源の状態を診断する機能部とすることもできる。

[0047] ＜スイッチ制御機能部２０＞

スイッチ制御機能部２０は、前記電源監視機能部１９の診断結果に基づいて、蓄電手段１４と電動モータ６のモータドライバ１１との接続状態を変更する機能を有する手段である。

[0048] ＜動作フロー＞

図２は、蓄電手段１４の使用に関する演算器１０の動作実行例を示す。

ステップＳ１にて、電源装置４が正常であるかを、電源監視機能部１９が判断する。この場合に、電源装置４の電圧および電流のいずれか一方または両方より前記電源装置４の電気供給能力が所定値よりも高い場合は正常であ

り、低い場合は正常ではないとと判断する。前記所定値は、設計により定められる値であり、例えば電圧値、または電流値、または電力値とされる。

[0049] 電源装置４が正常ではない場合、ステップＳ２にて、蓄電手段１４と電動モータ６を電気的に接続する。具体的には、スイッチ制御機能部２０によりスイッチ手段１５をオンにし（図３の状態）、蓄電手段１４からモータドライバ１１に通電する。

[0050] この後、ステップＳ３にて、アクチュエータ制御演算を行い、制御に必要となるモータ操作量を導出する。この処理はアクチュエータ制御機能部１７が行う。

[0051] ステップＳ４にて、電動モータ６の操作量が所定値Ｕ１を上回っているかを判断する。なお図２は、トルクや運動の向きによる符号や、力行回生による符号等は考慮せず、大きさを制限する概念を示すものとする。また、前記操作量の制限値Ｕ１は、適宜設計により定められる値であり、例えばモータ角速度等に応じて変化する値としてもよく、電動モータ６の力行・回生で異なる値を適用してもよい。この時、電動モータ６の操作量は、例えばモータ電流や、モータ電圧のいずれか一方または両方であってもよい。

[0052] 電動モータ操作量が所定値Ｕ１を上回っていない場合は、ステップＳ６で、その電動モータ操作量をクチュエータ制御機能部１７が出力する。電動モータ操作量が所定値Ｕ１を上回っている場合は、ステップＳ５にて、電動モータ操作量をＵ１に制限した上で、ステップＳ６で、その制限された電動モータ操作量（所定値Ｕ１）をアクチュエータ制御機能部１７が出力する。

[0053] ステップＳ１にて、電源装置４が正常であるかを判断したときに、電源装置４が正常である場合は、ステップＳ７にて蓄電手段１４と電動モータ６を電気的に切断する。具体的には、スイッチ制御機能部２０により、スイッチ手段１５をオフにし、蓄電手段１４とモータドライバ１１との接続を遮断する。

[0054] ステップＳ８にて、アクチュエータ制御演算を行い、制御に必要となるモータ操作量を導出する。この演算および導出は、アクチュエータ制御機能部

１７が行う。

[0055] ステップＳ９にて、電動モータ６の操作量が所定値Ｕ２を上回っているかを判断する。所定値Ｕ２は設計により適宜定められる値であるが、この推定値Ｕ２は、例えばモータ角速度等が同一条件である場合において、前記ステップＳ４において用いた所定値Ｕ１よりも大きい関係（Ｕ１＜Ｕ２）にある値を用いることが好ましい。

[0056] モータ操作量が所定値Ｕ２を上回っていない場合は、ステップＳ６で、そのモータ操作量をアクチュエータ制御機能部１７が出力する。モータ操作量が所定値Ｕ２を上回っている場合は、ステップＳ１０にて、電動モータ操作量を所定値Ｕ２に制限したうえで、その制限されたモータ操作量（所定値Ｕ２）をステップＳ６にて出力する。

[0057] ＜作用、効果＞

この構成の電動式直動アクチュエータによると、このように、常時は電源装置４の電力を蓄電手段１４に蓄電しておき、前記電源装置４が失陥したとき、すなわち前記電源装置４の電圧および電流のいずれか一方または両方より定まる前記電源装置４の電気供給能力が所定値よりも低いときは、前記放電規制手段１２の機能により、前記蓄電手段１４と電動モータ６とを接続し、前記蓄電手段１４に蓄電しておいた電力で前記電動モータ６を駆動することができる。前記蓄電手段１４は、前記演算器１０のバックアップ電源として機能する。前記降圧手段１３はＤＣ／ＤＣコンバータ等により、前記放電規制手段１２は電気回路部品や前記演算器１０の一部等で構成される。

[0058] このように、電気回路部品や前記演算器１０の一部等で構成される放電規制手段１２と蓄電手段１４とで電動モータ６の電源系の冗長化が図れるため、安価な電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）を用いた蓄電手段１４を失陥時の電力源とすることで、モータ駆動用の電源装置４を複数設けるよりも安価に冗長系を構成できる。

[0059] 前記アクチュエータ制御機能部１７は、前記スイッチ手段１５が接続されているときに、前記スイッチ手段１５が切断されている場合と比較して前記

電動モータ６の少なくとも力行出力が小さくなるよう制限するため、補助電力として用いる蓄電手段１４の消費電力を軽減できる。そのため、例えばこの電動式直動アクチュエータ１を電動ブレーキ装置に適用した場合に、そのブレーキ動作時間を延長することができる。

[0060] 前記蓄電手段１４は、電気二重層キャパシタを用いているが、電気二重層キャパシタは安価で堅牢かつ蓄電容量が比較的大きいメリットがある反面、耐圧が低いデメリットがあるため、一般に電圧の低い演算器１０用の電力に用いるこの実施形態の構成においては前記デメリットが小さく、メリットを効果的に享受することができる。

[0061] また、この実施形態の電動ブレーキ装置は、この実施形態に係る電動式直動アクチュエータ１を用いているため、電源装置４の失陥に対する電源確保が安価な構成で行える。

[0062] ＜他の実施形態＞

図５はこの発明の第２の実施形態を示す。この実施形態は、図１に示す第１の実施形態に対して、昇圧ＤＣ／ＤＣコンバータからなる昇圧手段２１をさらに設ける例を示す。図１の実施形態において、前記蓄電手段１４の電圧はバックアップ電力を消費するに従って低下していき、ある電圧を下回った場合に演算器１０が動作を停止する為、蓄電手段１４に電気エネルギーが残った状態であっても制御装置３が動作を停止する。これに対して、図５の実施形態においては、蓄電手段１４の電圧をさらに昇圧するため、可能な限り蓄電手段１４の電気エネルギーを使い切ることができる。なお、昇圧ＤＣ／ＤＣコンバータからなる昇圧手段２１の出力電圧は、前記降圧ＤＣ／ＤＣコンバータの出力と概ね等しい電圧とすることができる。この実施形態におけるその他の構成、効果は、図１に示した第１の実施形態と同様である。

[0063] ＜さらに他の実施形態＞

図６は、図５の実施形態に対して、昇圧ＤＣ／ＤＣコンバータからなる昇圧手段２１の出力を演算器１０に対してのみ使用する第３の実施形態を示す。図５の例と比較して、蓄電手段１４の放電に伴い電動モータ６の駆動電圧

は低下するが、昇圧ＤＣ／ＤＣコンバータからなる昇圧手段２１は、演算器１０を動作させる電力が出力可能であればよく、比較的安価かつ省スペースに構成することができる。この実施形態におけるその他の構成、効果は、図１に示した第１の実施形態と同様である。

[0064] ＜さらに他の実施形態＞

図７は、この発明の第４の実施形態を示す。同図の例は、放電規制手段１２を構成する手段として、前記スイッチ手段１５の代わりにダイオード素子１５Ａを用いる例を示す。この場合、例えば電源装置４の電圧が蓄電手段１４の電圧より高い場合はダイオードの通電方向の指向性により蓄電装置１４から電動モータ６への電力が遮断され、電源装置４の電圧が低下した際には蓄電装置１４から電動モータ６へ電力が通電するよう配置することができる。ダイオード素子１５Ａを用いる場合、低コストに実装可能である点が好適と考えられる。

[0065] なお、この実施形態の場合、前記第１の実施形態における前記アクチュエータ制御機能部１７、電源監機能部１９、および状態推定機能部１８は設けられているが、スイッチ制御機能部２０は設けられない。この実施形態におけるその他の構成、効果は、図１に示した第１の実施形態と同様である。

[0066] ＜発明全般＞

なお、この明細書に添付の図面における各機能ブロックは、あくまで機能を説明する上で便宜上設けているものであり、実装する上で必ずしも本図の機能ごとに分割されている必要はなく、必要に応じて複数のブロックを統合あるいは一つのブロックを分割した機能となるよう実装してもよい。

[0067] また、電源装置４のショートモード故障等の対策として、制御装置３から電源装置４への電力の逆流を防止する手段を設けてもよい。前記逆流防止手段は、例えば別のスイッチ手段により制御装置３を任意に切断・接続できるものであってもよく、ダイオード素子等で完全に逆流を防止するものであってもよい。

[0068] また、前記サーミスタ等の他センサ類や冗長系等の図示外の構成について

は、必要に応じて適宜設けられるものとする。

[0069] 以上、実施例に基づいて本発明を実施するための形態を説明したが、ここで開示した実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0070] １…電動式直動アクチュエータ

２…直動アクチュエータ本体

３…制御装置

４…電源装置

５…指令手段

６…電動モータ

７…直動機構

８…モータ角度センサ

９…荷重センサ

１０…演算器

１１…モータドライバ

１２…放電規制手段

１３…降圧手段

１４…蓄電手段

１５…スイッチ手段

１５…ダイオード素子

１７…アクチュエータ制御機能部

１８…状態推定機能部

１９…電源監機能部

２０…スイッチ制御機能部

２１…昇圧手段

３１…ブレーキロータ

３２…摩擦材

３０…ブレーキ本体

請求の範囲

[請求項1] 電動モータおよびこの電動モータの回転出力を直線動作に変換する直動機構を有する直動アクチュエータ本体と、前記電動モータを制御する制御装置とを備え、直流の電源装置から前記電動モータおよび前記制御装置に電力が供給される電動式直動アクチュエータであって、

前記制御装置が、

前記電動モータを制御する制御演算を行う演算器と、

前記電源装置の電圧を低下させて前記演算器を動作させる降圧手段と、

前記降圧手段で降圧された電力を蓄える蓄電手段と、

前記電源装置の電圧および電流のいずれか一方または両方より定まる前記電源装置の電気供給能力が所定値よりも低い場合に前記蓄電手段から前記電動モータに電力を供給させるように構成された放電規制手段とを有する、

電動式直動アクチュエータ。

[請求項2] 請求項１に記載の電動式直動アクチュエータにおいて、前記放電規制手段が、

前記電源装置の電圧および電流のいずれか一方または両方より前記電源装置の電気供給能力が所定値よりも高いか否かを判断する電源監視機能部と、

前記蓄電手段と前記電動モータとの接続および切断を切り替えるスイッチ手段と、

前記電源装置の電気供給能力が前記所定値より高い場合に前記スイッチ手段を切断状態とし、前記電気供給能力が前記所定値より低下した場合に前記スイッチ手段を接続状態とするスイッチ制御機能部とを有する、

電動式直動アクチュエータ。

[請求項3] 請求項２に記載の電動式直動アクチュエータにおいて、前記蓄電手

段の電圧を昇圧して前記演算器に供給する昇圧手段を備える電動式直動アクチュエータ。

[請求項4] 請求項３に記載の電動式直動アクチュエータにおいて、前記昇圧手段の昇圧された電力を、前記スイッチ手段を介して前記電動モータに供給する電動式直動アクチュエータ。

[請求項5] 請求項２ないし請求項４のいずれか１項に記載の電動式直動アクチュエータにおいて、前記スイッチ手段が接続されているときに、前記スイッチ手段が切断状態である場合と比較して前記電動モータの少なくとも力行出力が小さくなるよう制限するアクチュエータ制御機能部を有する電動式直動アクチュエータ。

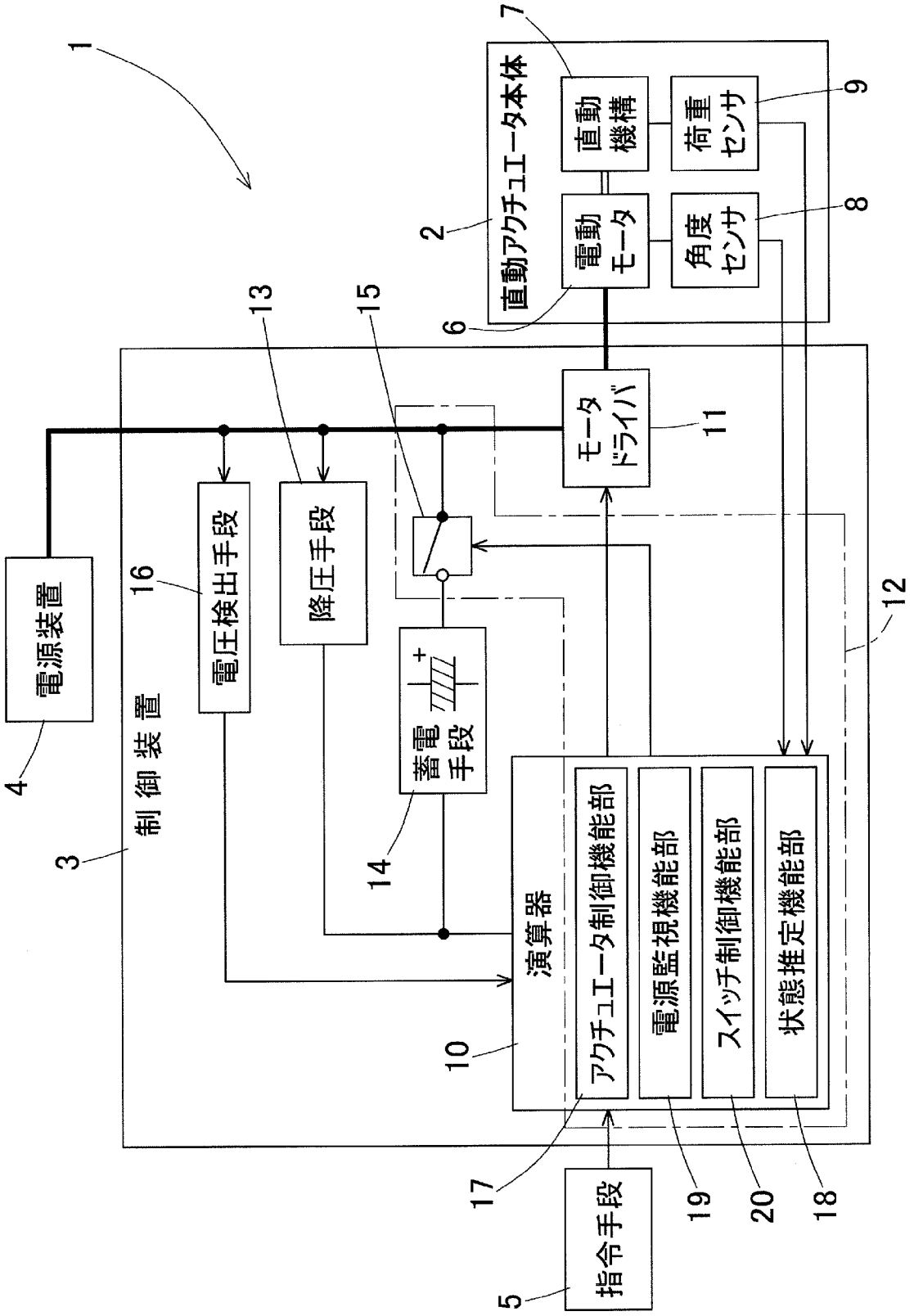
[請求項6] 請求項５に記載の電動式直動アクチュエータにおいて、前記アクチュエータ制御機能部が、さらに前記電動モータの回生出力を力行出力よりも小さく制限する機能を有する電動式直動アクチュエータ。

[請求項7] 請求項１に記載の電動式直動アクチュエータにおいて、前記放電規制手段が、前記電源装置から前記電動モータに給電する配線と前記蓄電手段との間に介在し前記電源装置から前記蓄電手段側への電流の流れを遮断するダイオード素子で構成された電動式直動アクチュエータ。

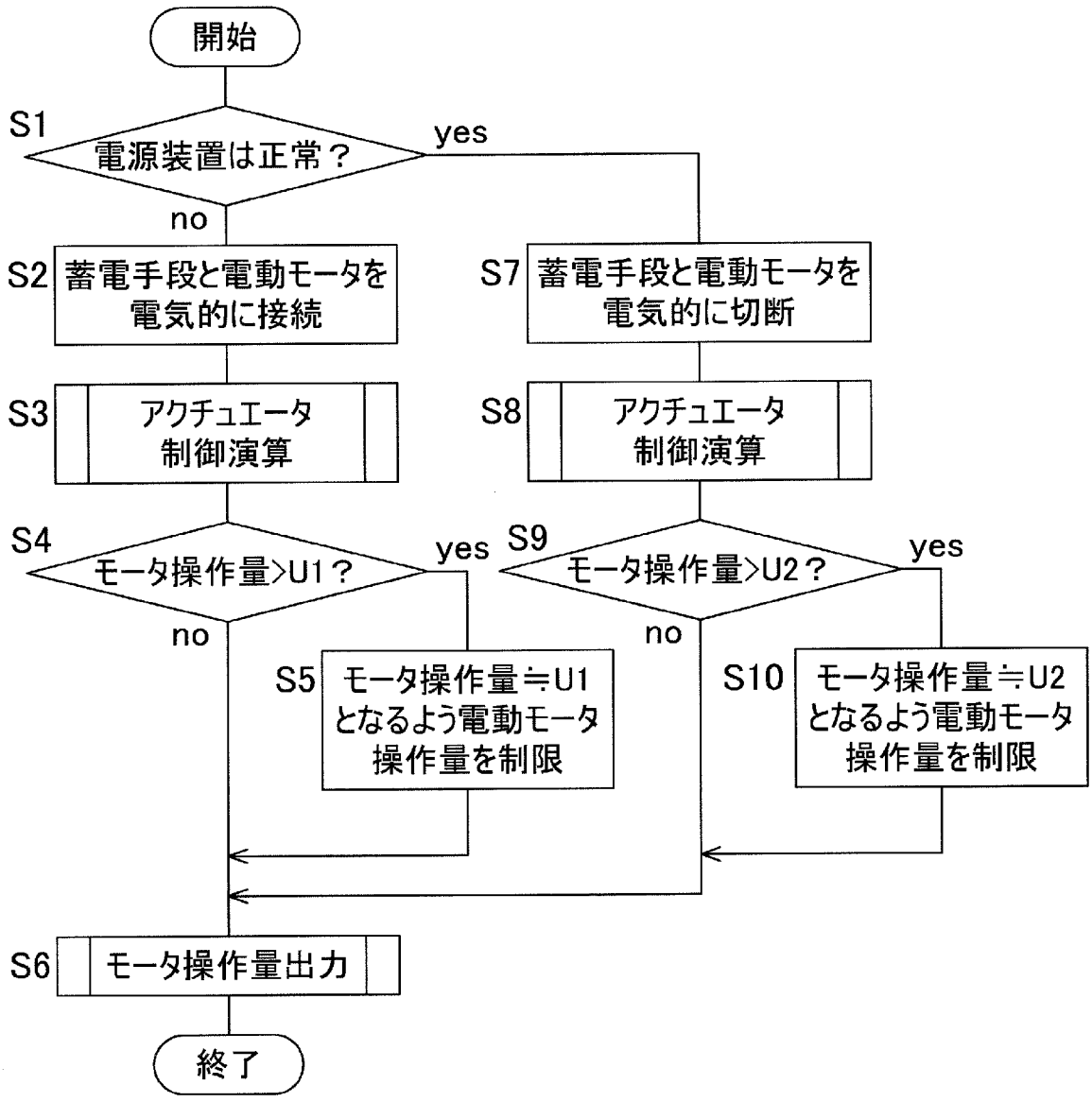
[請求項8] 請求項１ないし請求項７のいずれか１項に記載の電動式直動アクチュエータにおいて、前記蓄電手段が電気二重層キャパシタである電動式直動アクチュエータ。

[請求項9] 請求項１ないし請求項７のいずれか１項に記載の電動式直動アクチュエータを備え、被制動部材と共に回転する回転部材に接触して制動力を発生させる摩擦材を前記直動アクチュエータ本体により進退させる電動ブレーキ装置。

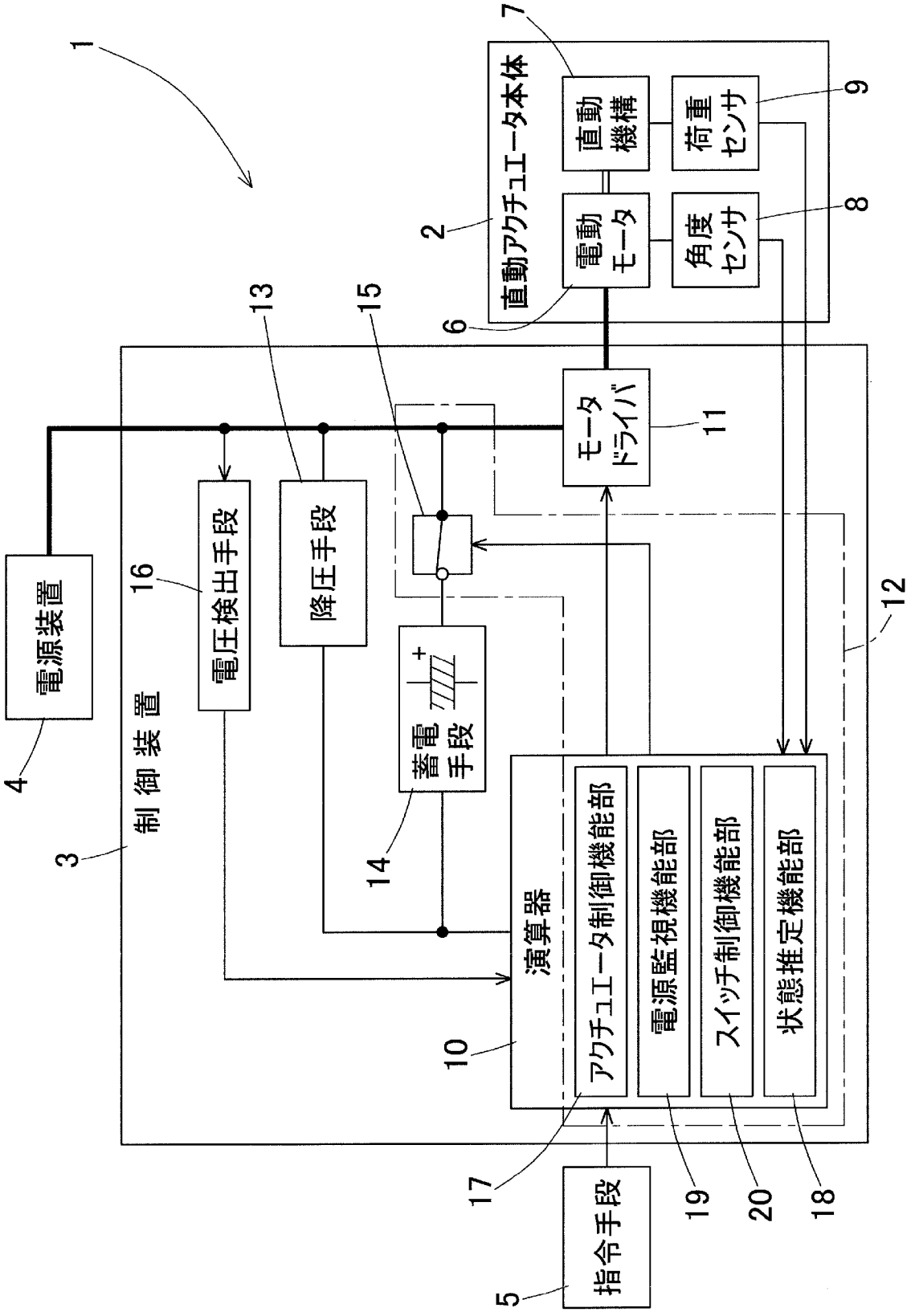
[図1]


1
直動アクチュエータ本体
2
直動機構
7
荷重センサ
9
電動モータ
角度センサ
8
6
13
15
モータドライバ
11
電源装置
4
制御装置
3
電圧検出手段
16
降圧手段
蓄電手段
14
12
演算器
10
アクチュエータ制御機能部
電源監視機能部
スイッチ制御機能部
状態推定機能部
17
19
20
18
指令手段
5

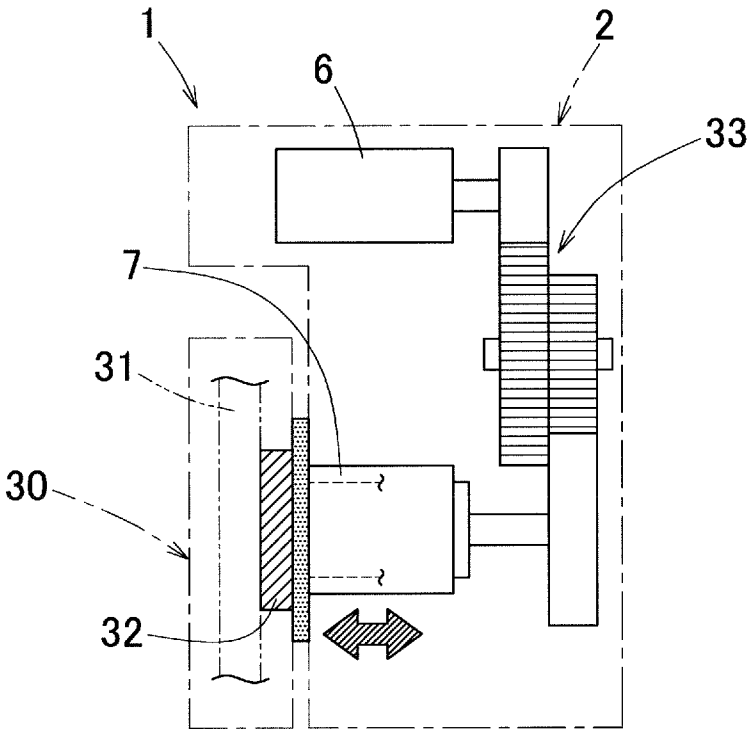
[図2]


開始
S1
電源装置は正常？
yes
no
S2
蓄電手段と電動モータを電気的に接続
S7
蓄電手段と電動モータを電気的に切断
S3
アクチュエータ制御演算
S8
アクチュエータ制御演算
S4
モータ操作量>U1？
yes
no
S9
モータ操作量>U2？
yes
no
S5
モータ操作量≒U1となるよう電動モータ操作量を制限
S10
モータ操作量≒U2となるよう電動モータ操作量を制限
S6
モータ操作量出力
終了

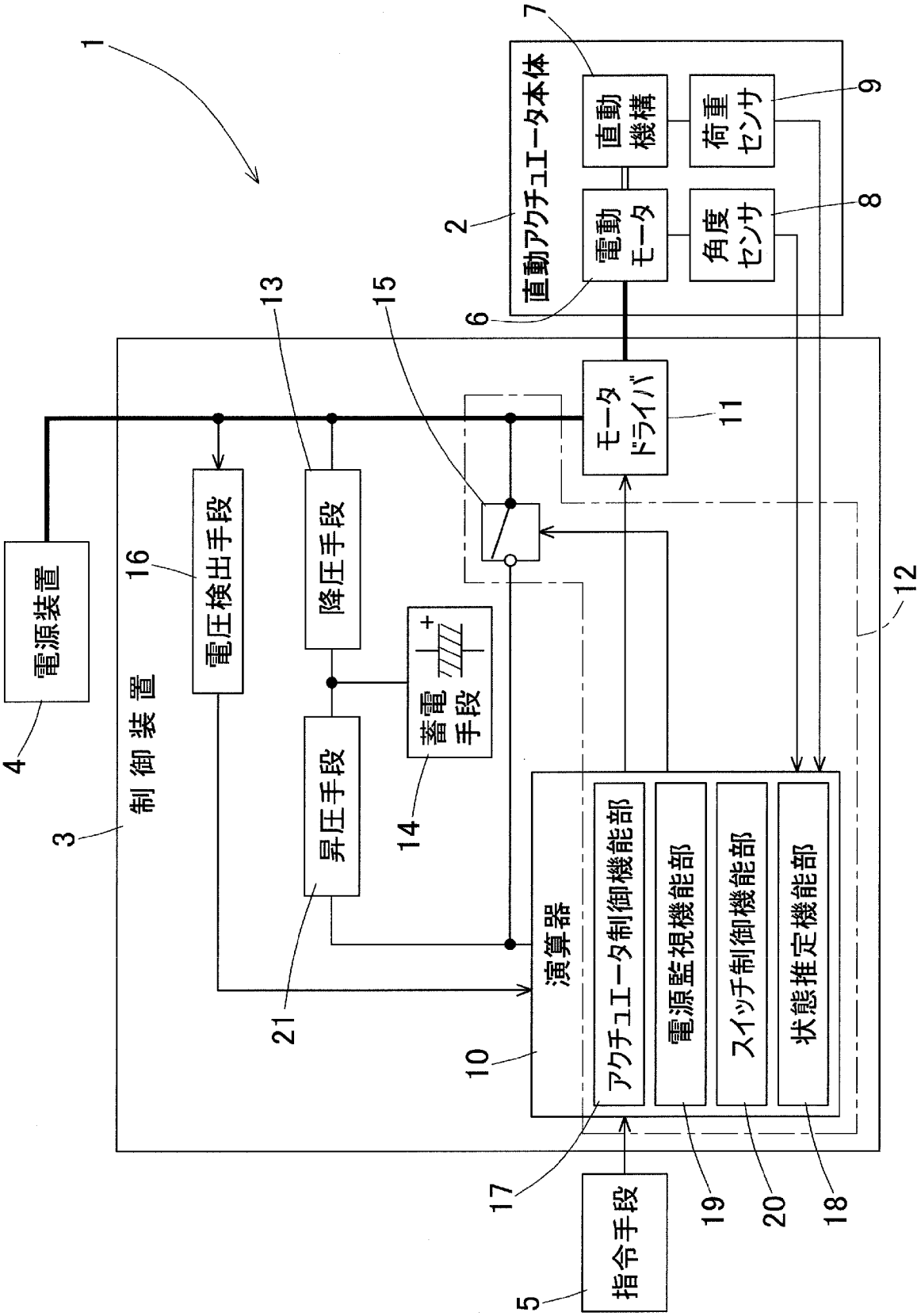
[図3]


1
直動アクチュエータ本体
2
直動機構
7
荷重センサ
9
電動モータ
6
角度センサ
8
モータドライバ
11
13
15
電圧検出手段
16
降圧手段
蓄電手段
14
電源装置
4
制御装置
3
12
演算器
10
アクチュエータ制御機能部
17
電源監視機能部
19
スイッチ制御機能部
20
状態推定機能部
18
指令手段
5

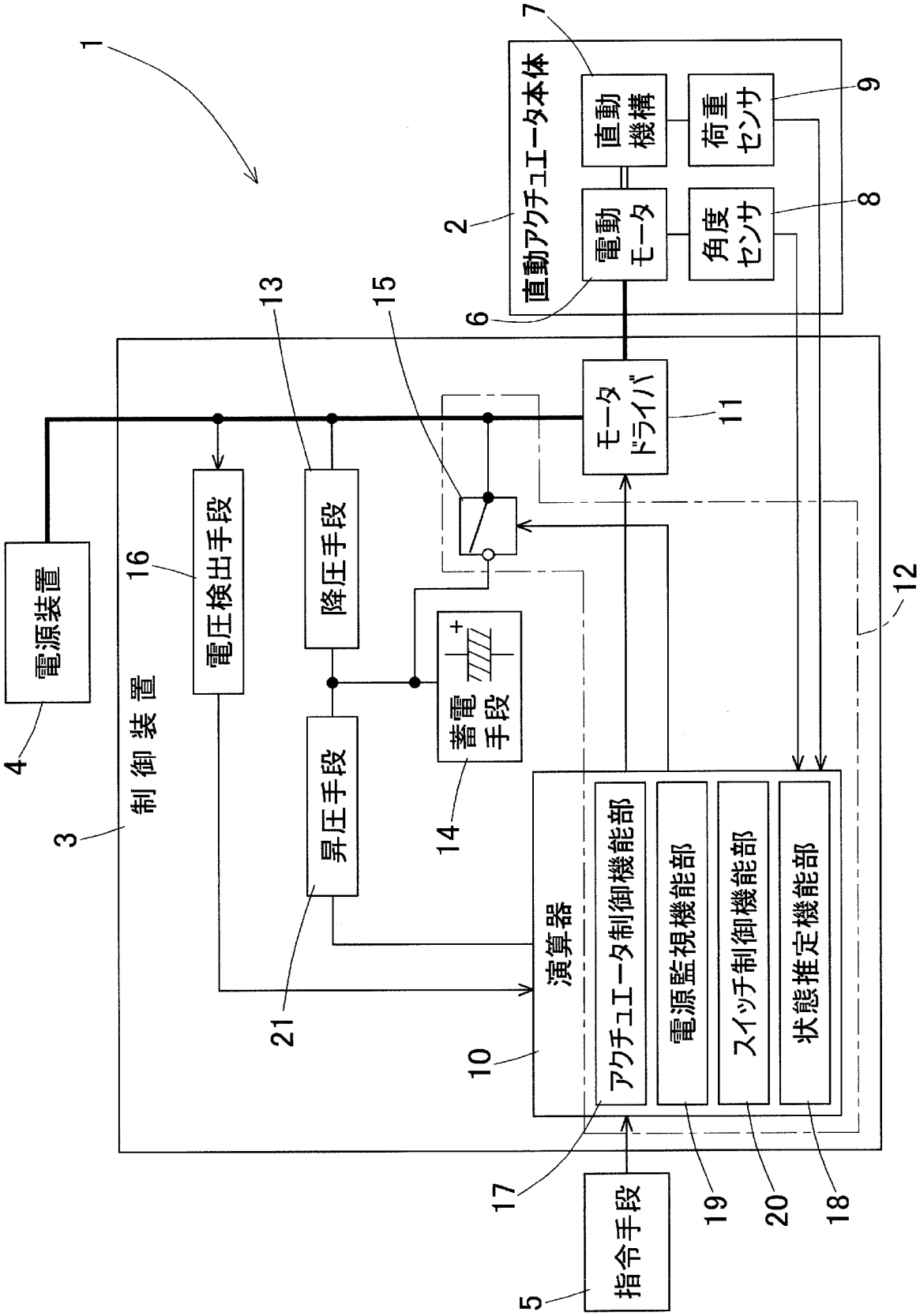
[図4]



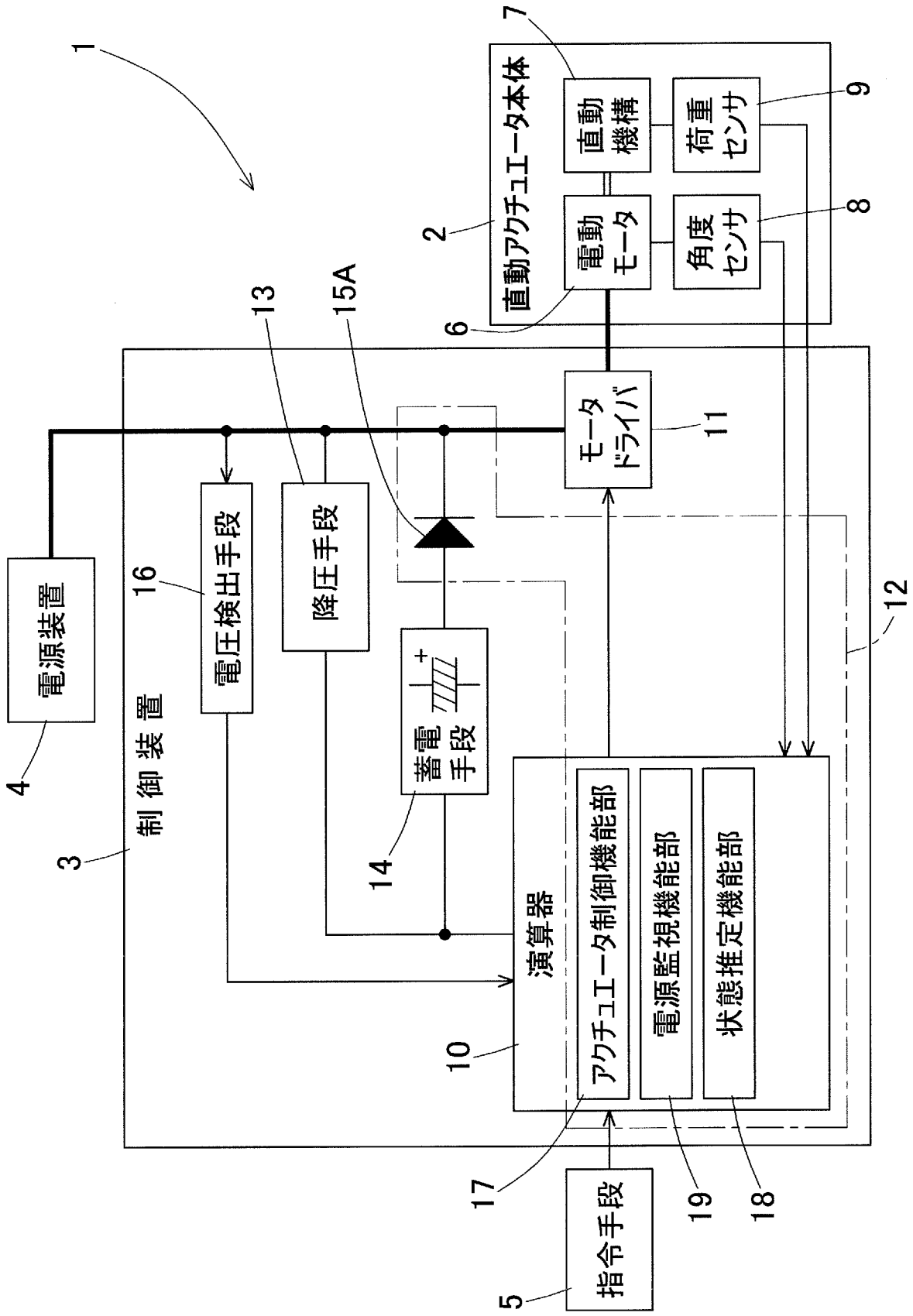
[図5]


1
直動アクチュエータ本体
2
直動機構
7
荷重センサ
9
電動モータ
角度センサ
8
6
13
15
モータドライバ
11
電源装置
4
電圧検出手段
16
降圧手段
制御装置
3
蓄電手段
14
昇圧手段
21
12
演算器
10
アクチュエータ制御機能部
電源監視機能部
スイッチ制御機能部
状態推定機能部
17
19
20
18
指令手段
5

[図6]


1
2
直動アクチュエータ本体
7
直動機構
荷重センサ
9
電動モータ
角度センサ
8
6
13
15
モータドライバ
11
電源装置
4
16
電圧検出手段
降圧手段
制御装置
3
蓄電手段
14
12
昇圧手段
21
演算器
10
アクチュエータ制御機能部
電源監視機能部
スイッチ制御機能部
状態推定機能部
17
19
20
18
指令手段
5

[図7]


1
直動アクチュエータ本体
7
直動機構
荷重センサ
9
2
電動モータ
角度センサ
8
6
13
15A
モータドライバ
11
電源装置
4
電圧検出手段
16
降圧手段
蓄電手段
14
制御装置
3
12
演算器
10
アクチュエータ制御機能部
電源監視機能部
状態推定機能部
17
19
18
指令手段
5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/048466

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H02P4/00(2006.01)i, B60R16/033(2006.01)i, B60T13/74(2006.01)i, B60T17/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02P29/00(2016.01)i
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)
Int.Cl. H02P4/00, B60R16/033, B60T13/74, B60T17/18, H02J7/00, H02P29/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y A	JP 2015-515251 A (AUTOLIV DEVELOPMENT AB) 21 May 2015, paragraphs [0028]-[0058], fig. 1-4 & US 2015/0088384 A1, paragraphs [0025]-[0047], fig. 1-4 & WO 2013/159842 A2 & EP 2657091 A1 & CN 104271410 A & KR 10-2015-0009524 A	1, 8 9 2-7
Y	JP 2001-10482 A (AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO., LTD.) 16 January 2001, paragraph [0009], fig. 1 (Family: none)	9
A	JP 2010-16964 A (DAIFUKU CO., LTD.) 21 January 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-9

☐ 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	Date of mailing of the international search report
13 March 2019 (13.03.2019)	26 March 2019 (26.03.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０４８４６６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02P4/00(2006.01)i, B60R16/033(2006.01)i, B60T13/74(2006.01)i, B60T17/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02P29/00(2016.01)i

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））

Int.Cl.　H02P4/00, B60R16/033, B60T13/74, B60T17/18, H02J7/00, H02P29/00

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
X	JP 2015-515251 A (オートリブ　ディベロップメント　エービー)	1,8
Y	2015.05.21, 段落[００２８]－[００５８]、図１－４	9
A	& US 2015/0088384 A1, 段落[００２５]－[００４７]、図１－４	2-7
	& WO 2013/159842 A2	
	& EP 2657091 A1	
	& CN 104271410 A	
	& KR 10-2015-0009524 A	

☑　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矛盾するものではなく、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	国際調査報告の発送日
１３．０３．２０１９	２６．０３．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　４４８４
▲桑▼原　恭雄

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７

C（続き）．　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 2001-10482 A (曙ブレーキ工業株式会社) 2001.01.16, 段落[０００９]、図１ (ファミリーなし)	9
A	JP 2010-16964 A (株式会社ダイフク) 2010.01.21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9