(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
2016 年 12 月 8 日(08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/194830 A1

(51) 国際特許分類:
B60T 8/172 (2006.01) *F16D 55/00* (2006.01)
B60T 13/74 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065766

(22) 国際出願日: 2016 年 5 月 27 日(27.05.2016)

(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 2015-111136 2015 年 6 月 1 日(01.06.2015) 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). 山崎　達也(YAMASAKI, Tatsuya); 〒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).

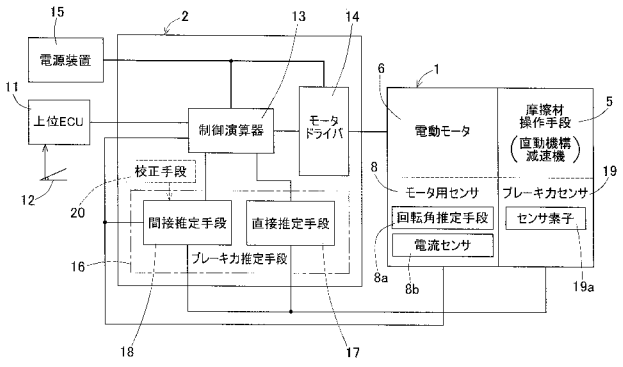
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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)）

(54) **Title**: ELECTRICALLY POWERED BRAKE DEVICE

(54) 発明の名称 : 電動ブレーキ装置



5 Friction member operation means (linear motion mechanism reduction gear)
6 Electric motor
8 Motor sensor
8a Rotational angle estimation means
8b Current sensor
11 Upper-tier ECU
13 Control calculator
14 Motor driver
15 Power source device
16 Brake force estimation means
17 Direct estimation means
18 Indirect estimation means
19 Brake force sensor
19a Sensor element
20 Calibration means

(57) **Abstract**: Provided is an electrically powered brake device in which it is easy to configure a brake force estimation means having sufficient resolution in common areas, control precision can be improved, and costs can be lowered, while a wide dynamic range is maintained. The present invention has an electric motor (6), a friction member operation means (5), a friction member (4), a brake rotor (3), and a control device (2). A direct estimation means (17) for converting to brake force the output of a brake force sensor (19), which detects the load or the corresponding amount of displacement, and an indirect estimation means (18) for speculating brake force on the basis of information other than the output of the brake force sensor (19), are provided as a brake force estimation means (16) provided to the control device (2). The range in which brake force is estimated by the direct estimation means (17) is set to an established low brake force range, beyond which the brake force is estimated by the indirect estimation means (18).

(57) 要約: 広いダイナミックレンジを持ちながら、常用域において十分な分解能を有するブレーキ力推定手段の構成が容易となり、制御精度向上や低コスト化を可能とできる電動ブレーキ装置を提供する。電動モータ(6)、摩擦材操作手段(5)、摩擦材(4)、ブレーキロータ(3)、および制御装置(2)を有する。制御装置(2)に設けられるブレーキ力推定手段(16)として、荷重または変位対応量を検出するブレーキ力センサ(19)の出力をブレーキ力に変換する直接推定手段(17)と、前記ブレーキ力センサ(19)の出力以外の情報を元にブレーキ力を推測する間接推定手段(18)とを設ける。直接推定手段(17)によりブレーキ力を推定する範囲は、定められた低ブレーキ力の範囲とし、この範囲を超過する範囲では、間接推定手段(18)によりブレーキ力の推定を行う。

WO 2016/194830 A1

明　細　書

発明の名称 ： 電動ブレーキ装置

関連出願

[0001] 本出願は、２０１５年６月１日出願の特願２０１５－１１１１３６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、ブレーキ力の推定機能を備え、車両等に搭載される電動ブレーキ装置に関する。

背景技術

[0003] 電動ブレーキ装置は、ブレーキロータ、摩擦材、減速機構や直動機構からなり該摩擦材を前記ブレーキロータと接触させる摩擦材操作手段、および摩擦材操作手段を駆動する電動モータによって構成される。また、ドライバのペダル操作量（踏力、ストローク等）や車両の状態から適切なブレーキ力を発生させるように摩擦材とブレーキロータとの間の摩擦力が制御される。その際、ブレーキ力を精度よく制御するために、前記ブレーキ力を推定するブレーキ力センサが用いられる。ブレーキ力センサに係る提案として、特許文献１～６の磁気センサや荷重センサを用いる提案がなされている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１３－０２９４１３号公報

特許文献2：特開２０１３－０３２９７０号公報

特許文献3：特開２０１３－０８３５５０号公報

特許文献4：特開２０１３－２５７０００号公報

特許文献5：特開２０１４－０１６３０７号公報

特許文献6：特開２０１４－１３４４５０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般に、車両用ブレーキは、例えば通常０．２Ｇ以下程度の減速度で使用されることが多く、その際にドライバは車両の挙動に合わせてペダル等を操作し細かくブレーキの制御を行っているため、ブレーキ力センサは、ドライバに違和感を抱かせないために十分な検出精度が求められる。一方、大きな車両減速度が必要となる急制動時においては、一般にドライバがフィーリングに合わせてペダルを細かく制御するようなケースは稀であり、ブレーキ力センサの検出精度は比較的粗くとも問題ないと考えられる。

[0006] また、前記ブレーキ力を推定する手段として、前記各特許文献のような、直動機構の軸方向荷重を検出するブレーキ荷重センサが比較的安価に構成できるため有用であり、その場合、電動ブレーキ装置は摩擦材とブレーキロータの押圧力を制御する。その際、摩擦材とブレーキロータの摩擦係数はその温度によって変化し、例えば高速走行時から激しい制動を繰り返す場合などにおいて、摩擦係数が１／３程度になる場合があることが知られている（フェード現象）。よって、前記ブレーキ荷重センサにはフェード現象を想定した押圧力を検出する広いダイナミックレンジが求められるが、その結果として、フェード現象が発生しない常用域において十分な分解能を得ることが困難となる場合がある。

[0007] 前記の通り、ブレーキ力センサを比較的頻度の低い状況を想定した広いダイナミックレンジに設定すると、常用域において十分な分解能を得るために高精度な荷重センサを構成する必要が生じ、高コストとなる恐れがある。

[0008] この発明は、上記課題を解消するものであり、広いダイナミックレンジを持ちながら、常用域において十分な分解能を有するブレーキ力推定手段の構成が容易となり、制御精度向上や低コスト化を可能とできる電動ブレーキ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

[0009] 以下、この発明について、理解を容易にするために、便宜上実施形態の符号を参照して説明する。

[0010] この発明の電動ブレーキ装置は、ブレーキロータ３と、摩擦材４と、この摩擦材４を前記ブレーキロータ３と接触させる摩擦材操作手段５と、この摩擦材操作手段５を駆動する電動モータ６と、この電動モータ６のモータ回転角を推定する回転角推定手段８ａと、ブレーキ力を推定するブレーキ力推定手段１６と、目標ブレーキ力となるように前記電動モータ６によりブレーキ力を制御する制御装置２とを備える電動ブレーキ装置であって、

前記ブレーキ力推定手段１６は、

前記摩擦材４、前記摩擦材操作手段５、および前記摩擦材４もしくは摩擦材操作手段５を支持する部材７のいずれかに作用する荷重または変位対応量を検出するブレーキ力センサ１９の出力を推定ブレーキ力に変換する直接推定手段１７と、前記ブレーキ力センサ１９の出力以外の情報を元にブレーキ力を推測する間接推定手段１８とを有し、

前記直接推定手段１７により前記ブレーキ力を推定する範囲が、定められた低ブレーキ力の範囲であり、この範囲を超過する範囲では、前記間接推定手段１８によりブレーキ力の推定を行う。

なお、この明細書で、前記「荷重または変位対応量」とは、荷重および変位の他、歪などの荷重または変位に換算できる物理量を含む意味である。

[0011] この構成によると、ブレーキ力推定手段１６が、ブレーキ力によって発生する荷重または変位対応量を検出するブレーキ力センサ１９を用いた直接推定手段１７と、間接推定手段１８とを有し、直接推定手段１７は、定められた低ブレーキ力の範囲の検出を行えれば良いため、前記センサ素子１９ａとして高精度な検出が行えるものが安価に得られる。直接推定手段１７の推定範囲を超過する範囲では、前記間接推定手段１８によりブレーキ力の推定を行えば良い。前記直接推定手段１７の推定範囲を超過するような大きなブレーキ力を与える場合は、ドライバがフィーリングに合わせてペダルを細かく制御するようなケースは稀であり、ブレーキ力センサ１９の検出精度は比較的粗くとも問題ない。そのため、荷重または変位対応量を検出するブレーキ力センサ１９は不要であり、モータ回転角やモータ電流等からでも推定が行

える。そのため、例えばフェード状態を想定した押圧力を検出できるような、広いダイナミックレンジを持ちながら、常用域において十分な分解能を有するブレーキ力推定手段１６の構成が容易となり、制御精度向上や低コスト化を可能とできる。

[0012] この発明において、前記間接推定手段１８が、前記モータ回転角と前記ブレーキ力との定められた関係を用い、前記回転角推定手段８ａにより検出されるモータ回転角に基づいてブレーキ力を推定する構成であっても良い。摩擦材４を動作させる電動モータ６のモータ回転角とブレーキ力とは、ある程度定まった関係があるため、その関係を試験やシミュレーション等で求めおくことで、モータ回転角に基づいてブレーキ力を推定することができる。モータ回転角を検出する回転角センサ等の回転角推定手段８ａは、モータ制御のために一般的に電動モータ６に付随して設けられるため、その回転角推定手段８ａを用いれば良い。そのため、前記間接推定手段１８が簡単な構成で得られる。

[0013] この発明において、前記間接推定手段１８が、前記電動モータ６のモータ電流と前記ブレーキ力との定められた関係を用い、電流センサ８ｂによるモータ電流を検出値に基づいてブレーキ力を推定する構成であっても良い。摩擦材４を動作させる電動モータ６のモータ電流とブレーキ力とは、ある程度定まった関係があるため、その関係を試験やシミュレーション等で求めおくことで、モータ電流に基づいてブレーキ力を推定することができる。電流センサ８ｂは簡単な構成で安価なものが多くあり、それを用いれば良い。そのため、この構成の場合も、前記間接推定手段１８が簡単な構成で得られる。

[0014] この発明において、前記直接推定手段１７の用いるブレーキ力センサ１９が、前記摩擦材４と前記ブレーキロータ３との接触力による、前記摩擦材４、摩擦材操作手段５、および前記摩擦材４もしくは摩擦材操作手段５を支持する部材７のいずれかの変形量を検出するものであっても良い。摩擦材４とブレーキロータ３との接触力により、電動ブレーキ装置の各部に弾性変形が生じる。前記ブレーキ力センサ１９は、そのような弾性変形を検出する。変

形を検出するブレーキ力センサ１９のセンサ素子１９ａは、検出できる範囲が限られたものであれば、高精度な検出をできるものが種々存在する。そのようなセサン素子１９ａを用いることで、ブレーキ力を高精度に検出できる直接推定手段１７が安価に製造できる。

[0015] この発明において、前記直接推定手段１７により推定された前記推定ブレーキ力と、前記電動モータ６のモータ回転角およびモータ電流との少なくとも何れか一つ以上との関係に基づいて、前記間接推定手段１８の校正を行う校正手段２０を有するようにしても良い。経年変化等により、モータ回転角やモータ電流等とブレーキ力との関係が変化することがある。そのため、前記校正手段２０を設けて前記間接推定手段１８の校正を行うことで、前記間接推定手段１８のブレーキ力の推定精度を常に維持することができる。前記校正手段２０は、この電動ブレーキ装置を作動させて前記直接推定手段１７により検出したブレーキ力を用いて校正を行うため、精度良く校正することができ、また直接推定手段１７と間接推定手段１８の推定ブレーキ力の乖離も回避できる。

[0016] 前記校正手段２０を設けた場合に、この電動ブレーキ装置を搭載した車両の車速が所定値以下のときに、前記車両の操縦者の指示によらず電動モータ６を作動させ、前記校正手段２０に基づき前記間接推定手段１８の校正を行うようにしても良い。校正のための電動ブレーキ装置の作動を、車両の車速が所定値以下のときに行うようにした場合、走行の障害を生じさせずに安全に校正が行える。

[0017] 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、この発明に含まれる。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、この発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0018] 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。

[0019] [図1]この発明の一実施形態に係る電動ブレーキ装置の概念構成のブロック図である。

[図2]そのブレーキ力推定例の説明図である。

[図3]同電動ブレーキ装置におけるモータ角度とブレーキ力の関係の例を示すグラフである。

[図4]同電動ブレーキ装置におけるモータトルクとブレーキ力の関係の例を示すグラフである。

[図5]同電動ブレーキ装置の制御動作の一例を示す流れ図である。

[図6]同電動ブレーキ装置の制御動作の他の例を示す流れ図である。

[図7]同電動ブレーキ装置の制御動作のさらに他の例を示す流れ図である。

[図8]同電動ブレーキ装置における電動ブレーキアクチュエータを示す側面図である。

[図9]同電動ブレーキアクチュエータの側面断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] この発明の一実施形態を図面と共に説明する。この電動ブレーキ装置は、電動ブレーキアクチュエータ１と、この電動ブレーキアクチュエータ１を制御する制御装置２と、図８に一例を示すブレーキロータ３と、このブレーキロータ３を挟んで配置された一対の摩擦材４，４とを備える。摩擦材４は摩擦パッドからなる。ブレーキロータ３は、この例ではブレーキディスクからなり、車輪（図示せず）と一体に回転する。ブレーキロータ３は、ブレーキドラムであっても良い。電動ブレーキアクチュエータ１は、摩擦材４をブレーキロータ３と接触させる摩擦材操作手段５と、この摩擦材操作手段５を駆動する電動モータ６とを備える。電動モータ６は、３相の同期モータまたは誘導モータ等の交流モータ、または直流モータ等からなる。

[0021] 摩擦材操作手段５は、電動モータ６から減速機構（不図示）を介して入力

される回転入力を、片方の摩擦材４の往復直線運動に変換する直動機構等で構成され、キャリパボディ７におけるブレーキロータ３を挟む一組の対向部７ａ、７ｂのうちの一方の対向部７ａに設置されている。摩擦材操作手段５の先端に一方の摩擦材４が取付けられ、他方の摩擦材４はキャリパボディ７の他方の対向部７ｂに取付けられている。キャリパボディ７は、車輪を支持するナックル（図示せず）に固定されたマウント（図示せず）に対して、ブレーキロータ３の軸方向に移動可能に設置されている。同図の電動ブレーキアクチュエータ１の具体的な構造例は、後に図９と共に説明する。

[0022] 図１において、電動モータ６には、モータ用センサ８の一つとして、モータ回転角を推定する回転角センサ等の回転角推定手段８ａと、電流センサ８ｂとが設けられている。

[0023] 制御装置２は、与えられた目標ブレーキ力となるように、前記電動モータ６によりブレーキ力を制御する装置であり、プロセッサを有するマイクロコンピュータや前記プロセッサで実行されるプログラムを有するＲＯＭ（Read Only Memory）、およびＲＡＭ（Random Access Memory）やコプロセッサ（Co-Processor）等の他の電子回路等からなる。前記目標ブレーキ力を、上位ＥＣＵ１１が（または他のブレーキ力を指令する手段が）、ブレーキペダル等のブレーキ操作手段１２の操作量に応じて、ソフトウエアやハードウエアで実現されたＬＵＴ（Look Up Table）、またはソフトウエアのライブラリ（Library）に収められた所定の変換関数（以下、「具現化モデル」という。）を用いて、各々のブレーキ力の指令値を生成して、各輪の電動ブレーキ装置における制御装置２毎に分配する。制御装置２は、前記目標ブレーキ力に応じてトルク指令または回転数指令からなる駆動指令を生成する制御演算器１３と、この制御演算器１３から出力された駆動指令をモータ電流に変換して電動モータ６に印加するモータドライバ１４とが設けられている。制御演算器１３は、後述のブレーキ力推定手段１６の推定値を用いてフィードバック制御する。制御演算器１３がベクトル制御する構成である場合は、前記回転角推定手段８ａの検出するモータ回転角を用いてモータの効率化を高める制御

を行う。制御演算器１３は、具体的には、上記の具現化モデルを用いて、分配された前記目標ブレーキ力、前記推定値および前記モータ回転角等の入力を受けて、前記トルク指令または前記駆動指令を生成し、かつフィードバック制御さらにはベクトル制御を行いうるハードウエア回路またはプロセッサ（不図示）上のソフトウエア関数で構成されている。モータドライバ１４は、例えば、ＦＥＴやＩＧＢＴを含む半導体ブリッジ等を有し、ＰＷＭ制御によってモータ電流を制御する。制御演算器１３およびモータドライバ１４は、バッテリ等の電源装置１５に接続されている。

[0024] 上記基本構成の制御装置２において、前記ブレーキ力推定手段１６が、直接推定手段１７と間接推定手段１８とで構成されている。

[0025] 前記直接推定手段１７は、ブレーキ力センサ１９のセンサ素子１９ａの出力からブレーキ力を推定する。例えば、前記直接推定手段１７は、具体的には、上記の具現化モデルを用いて、センサ素子１９ａの出力から、ブレーキ力センサ１９の出力を所定の相関に基づいて推定ブレーキ力に変換して出力しうるハードウエア回路またはプロセッサ（不図示）上のソフトウエア関数で構成されている。ブレーキ力センサ１９のセンサ素子１９ａは、図９に示すように、前記摩擦材４、前記摩擦材操作手段５、および前記摩擦材４もしくは摩擦材操作手段５を支持する前記キャリパボディ７等の部材のいずれかである荷重部材に設けられている。前記センサ素子１９ａは、前記荷重部材等の部分すなわち、この電動ブレーキ装置の機械的な構成部分のいずれかにおける、ブレーキ力によって変位や、歪等の変形が生じる部分、または荷重が変化する部分に設けられ、その変位、変形、荷重等を検出する。前記センサ素子１９ａは、例えば、図８に各種の配置例を同じ図上で併記するように、摩擦材４に設けられて摩擦材４の歪を検出するセンサ素子$19a_1$、またはキャリパボディ７に設けられてキャリパボディ７の歪を検出するセンサ素子$19a_2$であっても良く、摩擦材操作手段５を支持する部材の変形による変位を検出するセンサ素子$19a_3$であっても良い。

[0026] 図１において、間接推定手段１８は、ブレーキ力センサ１９のセンサ素子

１９ａの出力以外の情報、例えばモータ用センサ８の出力を元に、ブレーキ力センサ１９の検出範囲外のブレーキ力を推定する。例えば、間接推定手段１８は、具体的には、後述の相関マップ等を有した上記の具現化モデルを用いて、モータ用センサ８の出力を受けて、ブレーキ力（推定ブレーキ力）を推定して出力しうるハードウエア回路またはプロセッサ（不図示）上のソフトウエア関数で構成されている。モータ用センサ８は、例えばモータ角度センサ等のモータ角度推定手段８ａ、または電流センサ８ｂ等からなる。

[0027] すなわち、間接推定手段１８は、電動ブレーキ装置の剛性を測定した結果、例えば、モータ回転角と前記ブレーキ力との定められた関係を用い、前記回転角推定手段８ａにより検出されるモータ回転角に基づいてブレーキ力を推定する構成とされる。モータ回転角の代わりに、電動モータ６に回転を入力する入力軸の回転角を用いるようにしても良い。前記間接推定手段１８は、この他に、電動モータ６の前記モータ電流と前記ブレーキ力との定められた関係を用い、電流センサ８ｂによるモータ電流の検出値に基づいてブレーキ力を推定する構成であっても良い。

[0028] 前記ブレーキ力推定手段１６は、前記直接推定手段１７により前記ブレーキ力を推定する範囲は、定められた低ブレーキ力の範囲（例えば乾燥路面では０．３Ｇ以下）とされ、この範囲を超過する範囲では、前記間接推定手段１８によりブレーキ力の推定を行う構成とされる。

[0029] 間接推定手段１８は、予め試験等によって求めた相関に基づいても良く、実際のブレーキ力センサ１９とモータセンサ８の出力推移より相関を求めても良い。例えば図３に示すような、予めモータ角度とブレーキ力の相関に基づく相関マップ等を用意しても良く、図３中の前記定められた低ブレーキ力の範囲である設定範囲の上限値F_{bmax}の近傍における勾配から以降の相関を推定しても良い。また、こうした手法を併用しても良い。

[0030] 上記構成の作用を説明する。図２は、ブレーキ力推定例を示す。同図のセンサレス推定範囲は、間接推定手段１８による推定範囲を示す。同図のセンサ素子検出範囲は、直接推定手段１７による検出範囲を示す。前述のように

、図１のブレーキ力推定手段１６は、ブレーキ力センサ１９の出力による検出する直接推定手段１７と、ブレーキ力センサ１９を用いない間接推定手段１８とを備えており、その双方を用いて全ブレーキ力領域の推定を行う。

[0031] 前記センサレス推定範囲を含めた範囲の全てをブレーキ力センサ１９の出力で検出する場合と比較して、図２の例によるブレーキ力センサ１９のセンサ素子１９ａのダイナミックレンジは小さくて良い。一般に、電動ブレーキ装置のようなサーボ制御系にはマイコンやＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）のようなＤＳＰ（Digital Signal Processor）を演算に用いる場合が多く、その場合にＡ／Ｄ変換器の分解能が検出分解能に等しくなるため、図２の例のほうがブレーキ力センサ１９の分解能を高くすることができる。また、上記の場合においてセンサの分解能が同等以上であれば十分な場合や、図２のように狭い範囲の検出で良い場合には、例えばセンサ構成部品の寸法公差やセンサ取付誤差を緩和・許容することができ、コスト低減が可能となる。

[0032] 図３，図４は、各モータ特性とブレーキ力との相関の例を示す。図３は、モータ回転角とブレーキ力との相関に基づく例を示す。この相関、すなわち電動ブレーキ装置の剛性は、実装前に予め測定することができる。もしくは、前記定められた低いブレーキ力の範囲の上限値である設定範囲上限値F_{bmax}に到達する前のモータ角度に対するブレーキ力の勾配から以降の剛性を推測し、演算しても良い。ここでは、図中の設定範囲上限値F_{bmax}まではブレーキ力センサ１９（図１参照）により検出し、それ以降は間接推定手段１８（図１参照）により、図３の相関に基づいたＬＵＴや演算式を用いて推定し、所望のモータ回転角に到達するようモータを制御する。

[0033] この時、主に摩擦材４（図８参照）の非線形剛性により、一般にブレーキ力が低い領域ほど強い非線形を示し、この領域の剛性は摩擦材４の摩耗状態や温度等に依存して大きく変化する。よって、推定の難しい低ブレーキ力領域はブレーキ力センサ１９を用いて高精度に推定し、比較的推定し易い高ブレーキ力領域は間接推定手段１８によるモータ角度等からの推定によって補

うという、合理的な構成をとることができる。

[0034] 図４は、モータトルクとブレーキ力との相関に基づく例を示す。この相関すなわち電動ブレーキ装置のトルク変換係数は、実装前に予め測定することができる。もしくは、設定範囲上限値F_{bmax}に到達する前のモータトルクに対するブレーキ力の勾配から推測しても良い。ここでは、図中の設定範囲上限値F_{bmax}まではブレーキ力センサ１９（図１参照）により検出し、それ以降は図４の相関に基づいたＬＵＴや数式を用いて推定し、所望のモータ電流を維持するよう制御する。その際、ブレーキを加圧する場合すなわち正作動時と、ブレーキを減圧する場合すなわち逆作動時において、同図に示すようにヒステリシスを有する特性を考慮する必要がある。例えば、所定のブレーキ力まで加圧する場合、正作動特性において縦軸のブレーキ力に相当する横軸のモータトルクを出力すれば、電動ブレーキ装置のブレーキ力は概ね前記所定のブレーキ力に到達する。

[0035] この時、主に電動ブレーキアクチュエータ１（図８参照）における軸受、減速機、直動機構（ねじ、ボールランプ、etc）の摩擦抵抗や、電動モータ６（図８参照）のコギングトルク等の割合が、モータトルクに対して比較的大きい領域、すなわちブレーキ力およびトルクが低い領域における相関を正確に把握することは難しい。よって、推定の難しい低ブレーキ領域はブレーキ力センサ１９を用いて高精度に推定し、比較的推定し易い高ブレーキ領域はモータ回転角やモータ電流等からの間接的な推定により補うという、合理的な構成をとることができる。

[0036] 図５～図７は、この実施形態の実装フローの各例を示す。図５は、ブレーキ力推定値が、設定範囲上限値F_{bmax}の超過した場合に、モータ回転角を用いてブレーキ力推定値を補間する例を示す。このとき、設定範囲上限値F_{bmax}は、センシングの限界よりわずかに小さい値に設定しておくことが好ましい。

[0037] 同図の動作を順に説明すると、推定ブレーキ力F_bと設定範囲上限値F_{bmax}とを比較し（ステップＲ１）、略同じである場合は（ステップＲ１でｙｅｓ）、設定範囲上限値F_{bmax}におけるモータ回転角θ_{SW}をモータ回転角θとし（ス

テップＲ５）、モータの制御演算を行う（ステップＲ４）。この制御演算における目標値（目標ブレーキ力）はF_rであり、その制御量を推定ブレーキ力F_bとする。

[0038] ステップＲ１で、推定ブレーキ力F_bと設定範囲上限値F_{bmax}が略同じでない場合（ステップＲ１でｎｏ）、推定ブレーキ力F_bが設定範囲上限値F_{bmax}以上であるかを判定し（ステップＲ２）、設定範囲上限値F_{bmax}以上でない場合は（ステップＲ２：ｎｏ）、前記制御演算（ステップＲ４）を行う。推定ブレーキ力F_bが設定範囲上限値F_{bmax}以上である場合は（ステップＲ２：ｙｅｓ）、推定ブレーキ力F_bを、設定範囲上限値F_{bmax}＋ｆ（$\theta-\theta_{SW}$）とし（ステップＲ３）、その後、前記の制御演算（ステップＲ４）を行う。

[0039] 図６は、ブレーキ力推定値が推定範囲を超過した場合、モータ回転角制御に切り替える例を示す。ステップＳ１において、推定ブレーキ力F_bが設定範囲上限値F_{bmax}以上であるか否かを判定し、設定範囲上限値F_{bmax}以上である場合は、目標値ｒをf_θ（F_r）、制御量ｙをθとし（ただしF_rは目標ブレーキ力）（ステップＳ２）、制御演算を行う（ステップＳ３）。この制御演算における目標値はｒであり、制御量はｙである。ステップＳ１の判断時に、推定ブレーキ力F_bが設定範囲上限値F_{bmax}以上でない場合は、目標値ｒをF_r、制御量ｙを推定ブレーキ力F_bとし（ステップＳ４）、前記制御演算（ステップＳ３）を行う。

[0040] 図７は、ブレーキ力推定値が推定範囲を超過した場合、モータ電流制御に切り替える例を示す。ステップＴ１において、推定ブレーキ力F_bが設定範囲上限値F_{bmax}以上であるか否かを判定し、設定範囲上限値F_{bmax}以上である場合は、目標値ｒをf_c（F_r）とし、制御量ｙをi_m（i_m：モータ電流、F_r：目標ブレーキ力）（ステップＴ２）とし、制御演算を行う（ステップＴ３）。この制御演算における目標値はｒであり、制御量はｙである。ステップＴ１の判断時に、推定ブレーキ力F_bが設定範囲上限値F_{bmax}以上でない場合は、目標値ｒをF_r、制御量ｙを推定ブレーキ力F_bとし（ステップＴ４）、前記制御演算（ステップＴ３）を行う。

[0041] この実施形態の電動ブレーキ装置によると、上記のように、常用域において十分な分解能を有するブレーキ力センサの構成が容易となり、制御精度向上や低コスト化を可能とする。

[0042] 上記構成の電動ブレーキ装置において、図１に示すように、次の校正手段２０を設けても良い。この校正手段２０は、この電動ブレーキ装置を搭載した車両の車速が所定値（例えば、略停止とみなせる速度、または人が歩行する程度の速度）以下のときに前記電動モータ６を自動で作動させ、この作動を行っている間における、前記直接推定手段１７により推定された前記推定ブレーキ力と、前記電動モータ６のモータ回転角および前記電動モータ６のモータ電流との少なくとも何れか一つ以上との関係に基づいて、前記間接推定手段１８の校正を行う。

[0043] 摩擦材の摩耗、各部品の摩耗や変形、その他の経年変化等により、モータ回転角やモータ電流等とブレーキ力との関係が変化することがある。そのため、前記校正手段２０を設けて前記間接推定手段１８の校正を行うことで、前記間接推定手段１８のブレーキ力の推定精度を常に維持することができる。前記校正手段２０は、この電動ブレーキ装置を作動させて前記直接推定手段１７により検出したブレーキ力を用いて校正を行うため、精度良く校正することができ、また直接推定手段１７と間接推定手段１８の推定ブレーキ力の乖離も回避できる。このとき、校正のための電動ブレーキ装置の作動は、例えば車両が停止している状態などの、車両の車速が所定値以下のときに行うと、走行の障害を生じさせずに安全に校正が行えるため好適である。

[0044] 次に、図８の電動ブレーキ装置の電動ブレーキアクチュエータ１の具体例を図９と共に説明する。この例では、その摩擦材操作手段５が、直動機構５ａおよび遊星機構形式の減速機械５ｂを有する。直動機構５ａは、回転軸２２と、回転軸２２の外周の円筒面に転がり接触する複数の遊星ローラ２３と、これらの遊星ローラ２３を囲むように配置された外輪部材２４と、遊星ローラ２３を自転可能かつ公転可能に保持するキャリヤ２５と、外輪部材２４の軸（回転軸２２）方向後方に配置された磁気式荷重センサからなるブレー

キ力センサ１９とを有する。

[0045] 回転軸２２は、図８に示す電動モータ６の回転が図９の歯車２７を介して入力されることにより回転駆動される。回転軸２２は、対向部７ａを軸方向に貫通して形成された収容孔７ａａの軸方向後側の開口から一端が突出した状態で収容孔７ａａに挿入され、収容孔７ａａからのこの突出部分に歯車２７がスプライン嵌合して回り止めされている。歯車２７は、収容孔７ａａの軸方向後側の開口を塞ぐようにボルト２８で固定した蓋２９で覆われている。蓋２９には回転軸２２を回転可能に支持する軸受３０が組み込まれている。

[0046] 遊星ローラ２３は、回転軸２２の外周の円筒面に転がり接触しており、回転軸２２が回転したときに遊星ローラ２３と回転軸２２の間の摩擦によって遊星ローラ２３も回転するようになっている。遊星ローラ２３は、回転軸２２の周方向に一定の間隔をおいて複数設けられている。

[0047] 外輪部材２４は、キャリパボディ７の対向部７ａに設けられた収容孔７ａａ内に収容され、その収容孔７ａａの内周で軸方向にスライド可能に支持されている。外輪部材２４の軸方向前端には、摩擦材４の背面に形成された係合凸部３１に係合する係合凹部３２が形成され、この係合凸部３１と係合凹部３２の係合によって、外輪部材２４がキャリパボディ７に対して回り止めされている。

[0048] 外輪部材２４の内周には螺旋凸条３３が設けられ、遊星ローラ２３の外周には、螺旋凸条３３に係合する円周溝３４が設けられており、遊星ローラ２３が回転したときに、外輪部材２４の螺旋凸条３３が円周溝３４に案内されて、外輪部材２４が軸方向に移動するようになっている。ここでは遊星ローラ２３の外周にリード角が０度の円周溝３４を設けているが、円周溝３４のかわりに螺旋凸条３３と異なるリード角をもつ螺旋溝を設けてもよい。

[0049] キャリヤ２５は、遊星ローラ２３を回転可能に支持するキャリヤピン２５Ａと、その各キャリヤピン２５Ａの軸方向前端の周方向間隔（回転軸２２周り）を一定に保持する環状のキャリヤプレート２５Ｂと、各キャリヤピン２

５Ａの軸方向後端の周方向間隔（回転軸２２周り）を一定に保持する環状のキャリヤ本体２５Ｃとからなる。キャリヤプレート２５Ｂとキャリヤ本体２５Ｃは遊星ローラ２３を間に挟んで軸方向に対向しており、周方向に、隣り合う遊星ローラ２３の間に配置された連結棒３５を介して連結されている。

[0050] キャリヤ本体２５Ｃは、滑り軸受３６を介して回転軸２２に支持され、回転軸２２に対して相対回転可能となっている。遊星ローラ２３とキャリヤ本体２５Ｃの間には、遊星ローラ２３の自転がキャリヤ本体２５Ｃに伝達するのを遮断するスラスト軸受３７が組み込まれている。

[0051] 各キャリヤピン２５Ａは、回転軸２２の周方向に間隔をおいて配置された複数のキャリヤピン２５Ａに外接するように装着された縮径リングばね３８で、径方向内方に付勢されている。この縮径リングばね３８の付勢力によって、遊星ローラ２３の外周は回転軸２２の外周に押さえ付けられ、回転軸２２と遊星ローラ２３の間の滑りが防止されている。縮径リングばね３８の付勢力を遊星ローラ２３の軸方向全長にわたって作用させるため、キャリヤピン２５Ａの両端に縮径リングばね３８が設けられている。

[0052] ブレーキ力センサ１９は、磁気式荷重センサであって、回転軸２２方向において、荷重入力部材４７のフランジ部４６の後方に、支持部材４３が対向する向きで収容孔７ａａ内に嵌め込まれている。キャリヤ２５とブレーキ力センサ１９の間には、キャリヤ２５と一体に公転する間座３９と、間座３９とブレーキ力センサ１９のセンサ機構部１９ｃの間で軸方向荷重を伝達するスラスト軸受４０とが組み込まれている。スラスト軸受４０は、荷重入力部材４７のフランジ部４６の内径側部分に接触するように設けられており、このスラスト軸受４０を介して間座３９からフランジ部４６の内径側部分に軸方向荷重が入力されるようになっている。荷重入力部材４７の円筒部５７内に組み込まれた軸受５８で、回転軸２２が回転可能に支持されている。

[0053] ブレーキ力センサ１９のセンサ機構部１９ｃは、支持部材４３の外周縁を収容孔７ａａの内周に装着した止め輪４１で係止することによって、軸方向後方への移動が規制されている。そして、このブレーキ力センサ１９は、間

座３９とスラスト軸受４０とを介してキャリヤ本体２５Ｃを軸方向に支持する構成により、キャリヤ２５の軸方向後方への移動を規制している。また、キャリヤ２５は、回転軸２２の軸方向前端に装着された止め輪４２で軸方向前方への移動も規制されている。したがって、キャリヤ２５は、軸方向前方と軸方向後方の移動がいずれも規制され、キャリヤ２５に保持された遊星ローラ２３も軸方向移動が規制された状態となっている。

[0054] 同図のブレーキ力センサ１９は、上記のようにして互いに軸方向に動く部品の一方の部品に永久磁石などのセンサターゲット１９ｂが設けられ、他方の部品に磁気センサからなるセンサ素子１９ａが設けられ、その軸方向の相対移動量を荷重値として検出する。

[0055] なお、ブレーキ力センサ１９を構成する荷重センサとしては、磁気式の他に、静電容量センサ、リラクタンス検出センサ、光学センサ等を利用したものを用いることも可能である。

[0056] 以上、図面を参照しながら実施形態に基づいてこの発明を実施するための好適な形態を説明したが、今回開示され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。この発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示される。当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内またはこれと均等の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

[0057] １…電動ブレーキアクチュエータ

２…制御装置

３…ブレーキロータ

４…摩擦材

５…摩擦材操作手段

６…電動モータ

８ａ…回転角推定手段

８ｂ…電流センサ

１１…上位ＥＣＵ

１６…ブレーキ力推定手段

１７…直接推定手段

１８…間接推定手段

１９…ブレーキ力センサ

１９ａ…センサ素子

２０…校正手段

請求の範囲

[請求項1] ブレーキロータと、摩擦材と、この摩擦材を前記ブレーキロータと接触させる摩擦材操作手段と、この摩擦材操作手段を駆動する電動モータと、この電動モータのモータ回転角を推定する回転角推定手段と、ブレーキ力を推定するブレーキ力推定手段と、目標ブレーキ力となるように前記電動モータによりブレーキ力を制御する制御装置とを備える電動ブレーキ装置であって、

前記ブレーキ力推定手段は、

前記摩擦材、前記摩擦材操作手段、および前記摩擦材もしくは摩擦材操作手段を支持する部材のいずれかに作用する荷重または変位対応量を検出するブレーキ力センサの出力を推定ブレーキ力に変換する直接推定手段と、前記ブレーキ力センサの出力以外の情報を元にブレーキ力を推測する間接推定手段とを有し、

前記直接推定手段により前記ブレーキ力を推定する範囲が、定められた低ブレーキ力の範囲であり、この範囲を超過する範囲では、前記間接推定手段によりブレーキ力の推定を行う、

電動ブレーキ装置。

[請求項2] 請求項１に記載の電動ブレーキ装置において、前記間接推定手段が、前記モータ回転角と前記ブレーキ力との定められた関係を用い、前記回転角推定手段により検出されるモータ回転角に基づいてブレーキ力を推定する電動ブレーキ装置。

[請求項3] 請求項１に記載の電動ブレーキ装置において、前記間接推定手段が、前記電動モータのモータ電流と前記ブレーキ力との定められた関係を用い、電流センサによるモータ電流の検出値に基づいてブレーキ力を推定する電動ブレーキ装置。

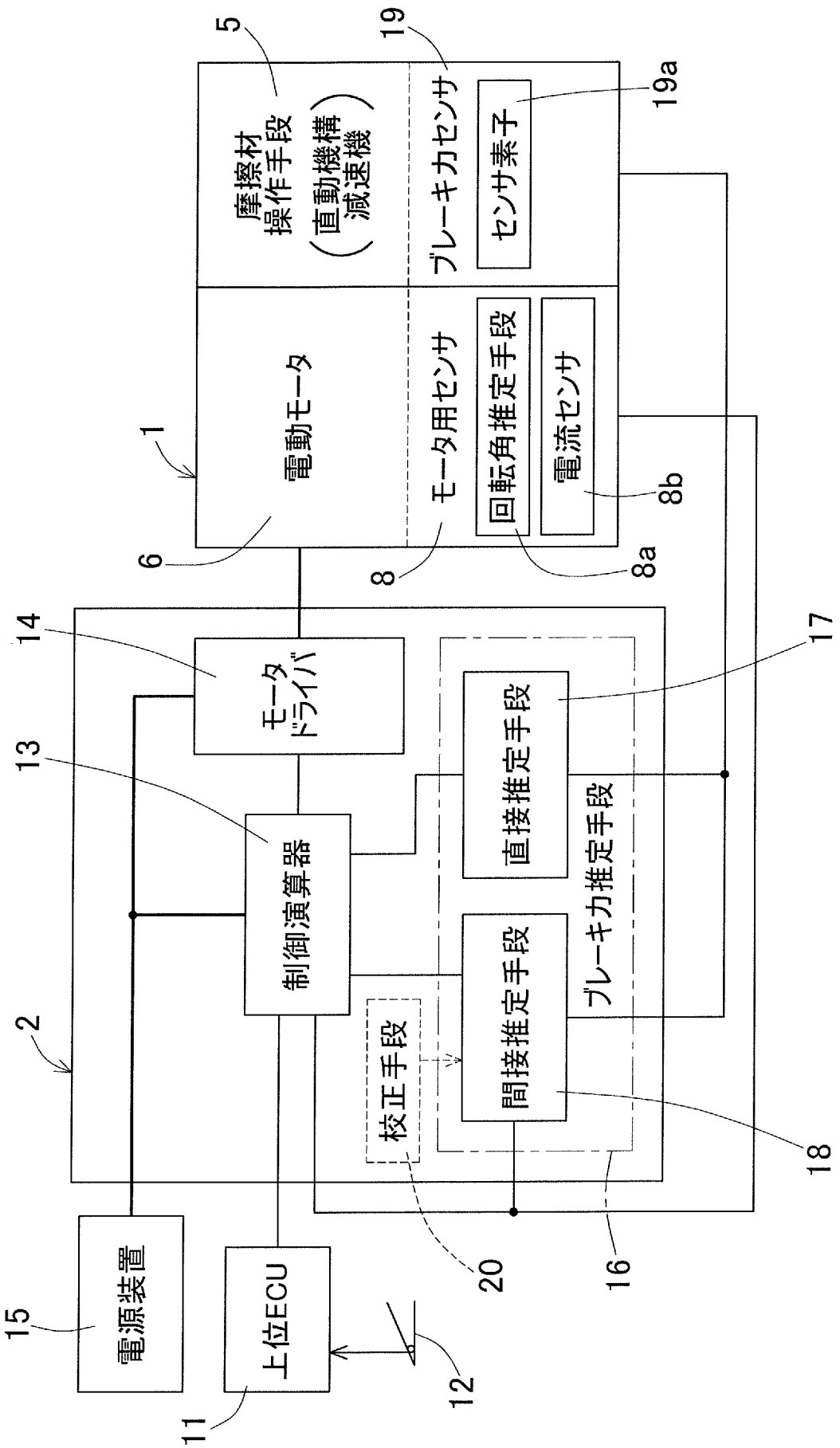
[請求項4] 請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載の電動ブレーキ装置において、前記ブレーキ力センサが、前記摩擦材と前記ブレーキロータとの接触力による、前記摩擦材、摩擦材操作手段、および前記摩擦

材もしくは摩擦材操作手段を支持する部材のいずれかの変形量を検出する電動ブレーキ装置。

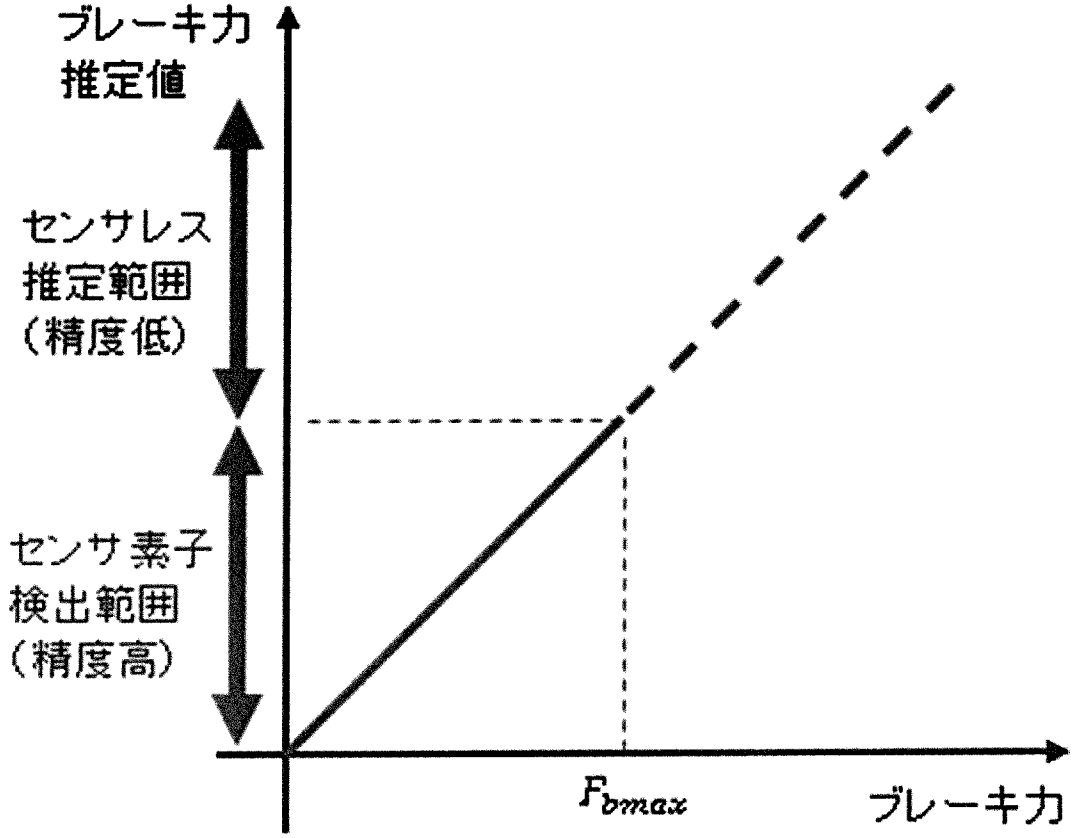
[請求項5] 請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載の電動ブレーキ装置において、前記直接推定手段により推定された前記推定ブレーキ力と、前記電動モータのモータ回転角およびモータ電流との少なくとも何れか一つ以上との関係に基づいて、前記間接推定手段の校正を行う校正手段を有する電動ブレーキ装置。

[請求項6] 請求項５に記載の電動ブレーキ装置において、この電動ブレーキ装置を搭載した車両の車速が所定値以下のときに、前記車両の操縦者の指示によらず電動モータを作動させ、前記校正手段に基づき前記間接推定手段の校正を行うことを特徴とする、電動ブレーキ装置。

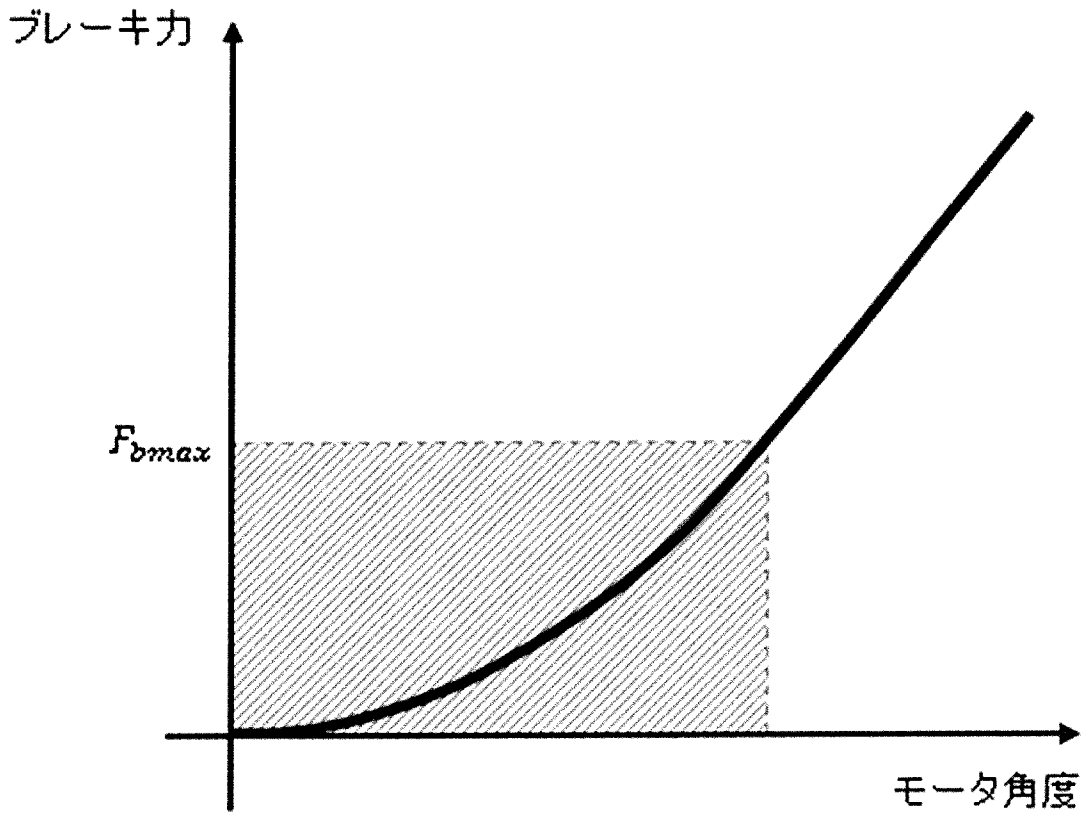
[図1]


5
摩擦材操作手段（直動機構減速機）
19
ブレーキカセンサ
19a
センサ素子
1
電動モータ
6
モータ用センサ
8
回転角推定手段
8a
電流センサ
8b
14
モータドライバ
13
制御演算器
2
校正手段
20
直接推定手段
17
間接推定手段
18
ブレーキ力推定手段
16
15
電源装置
11
上位ECU
12

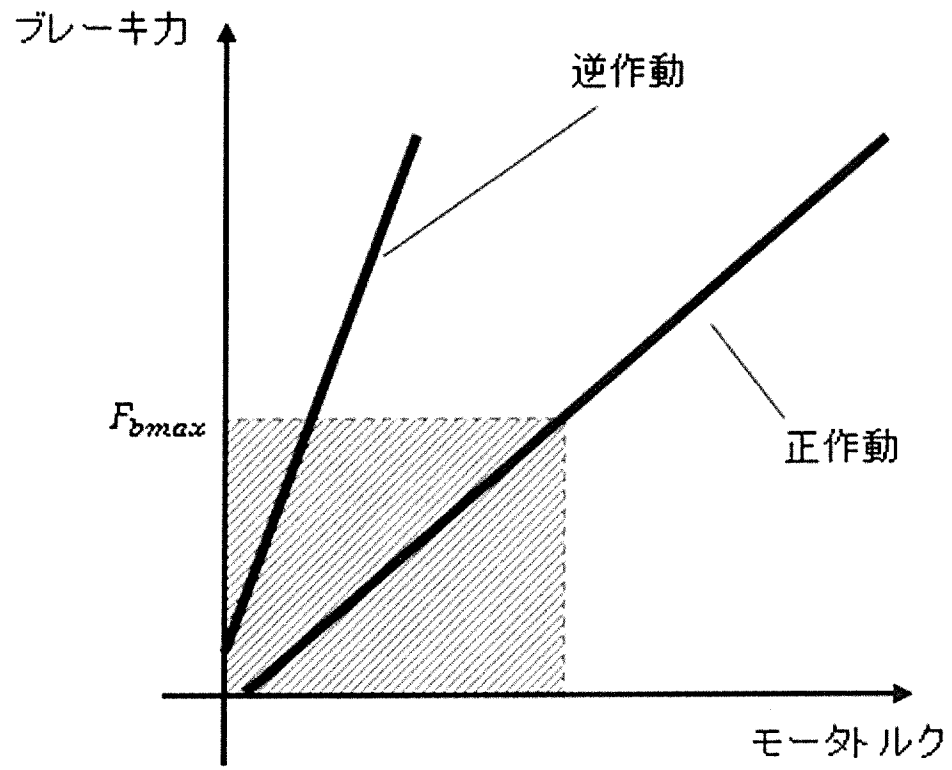
[図2]



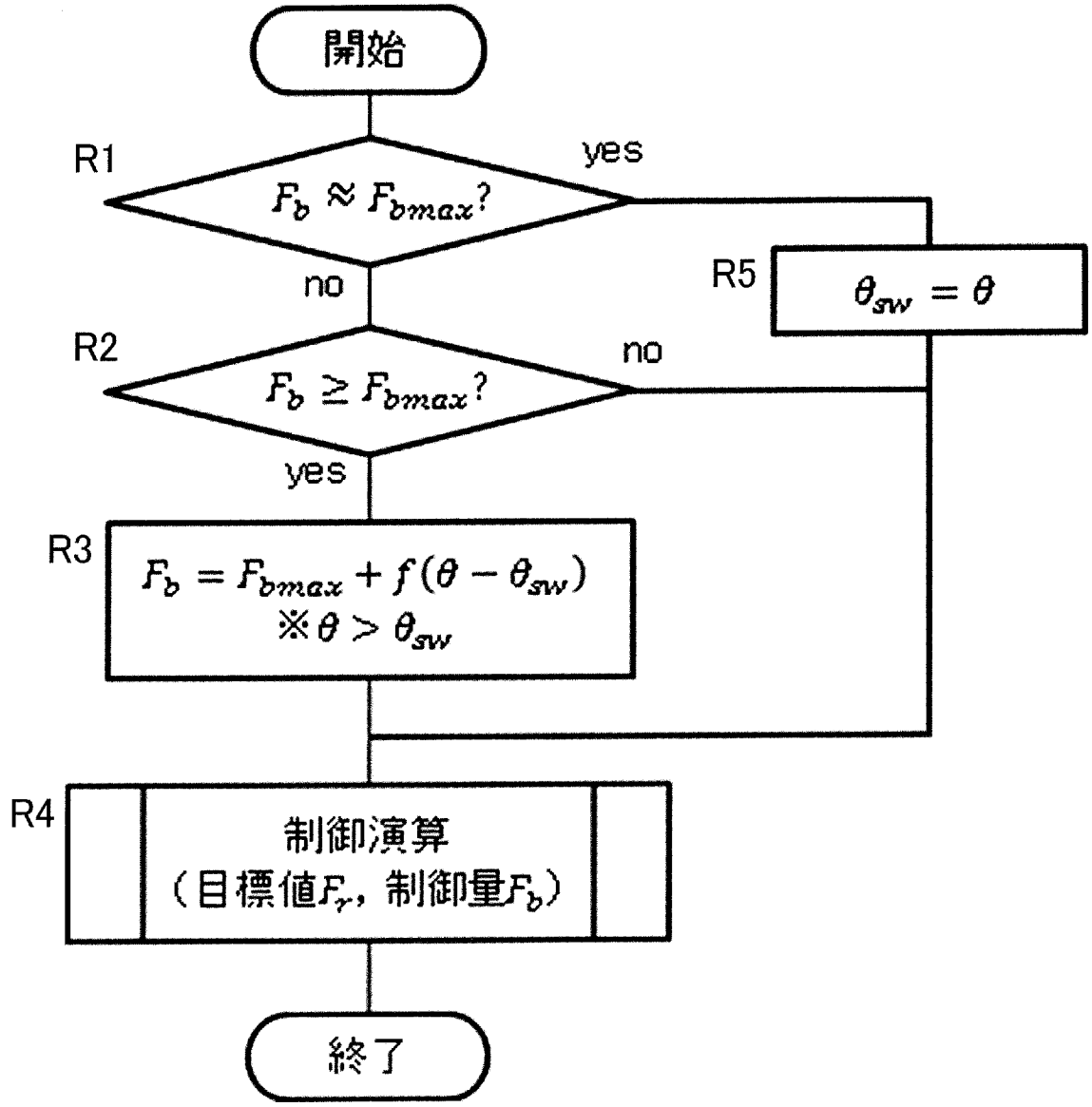
[図3]



[図4]

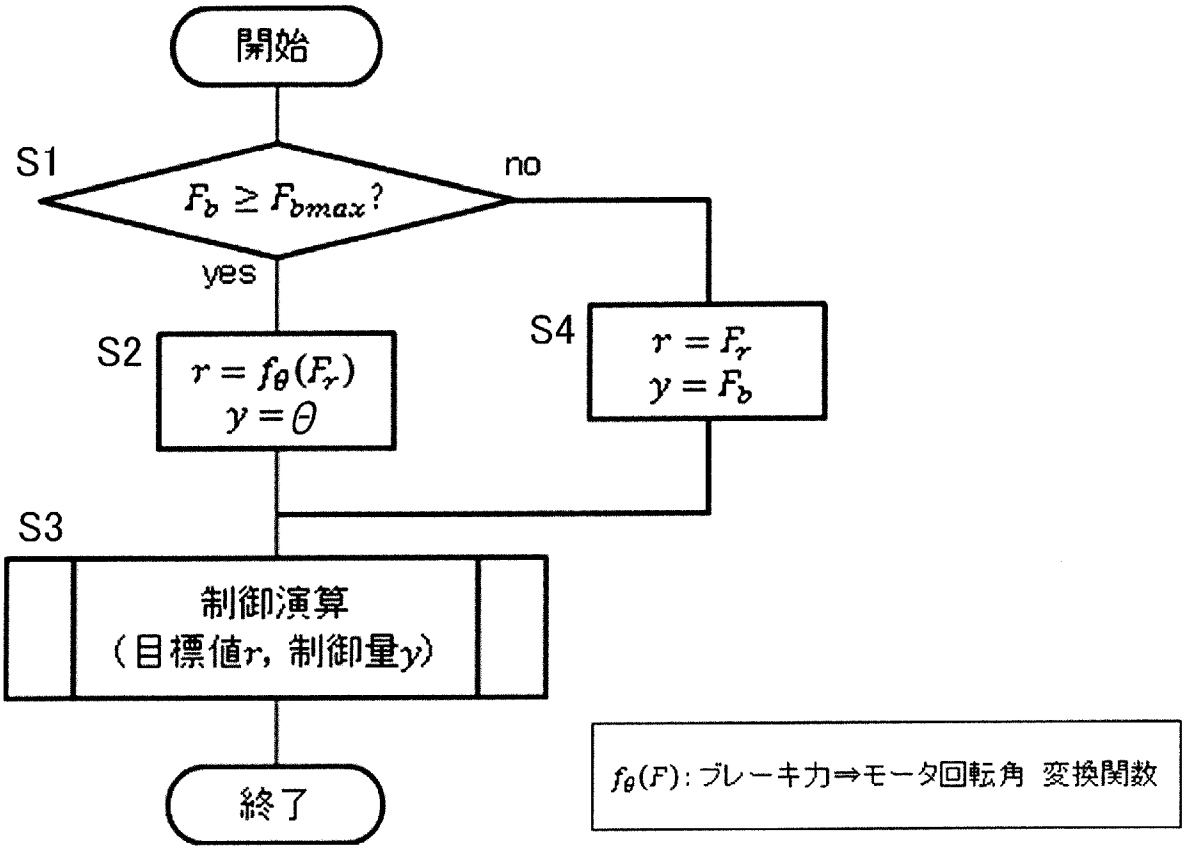


[図5]

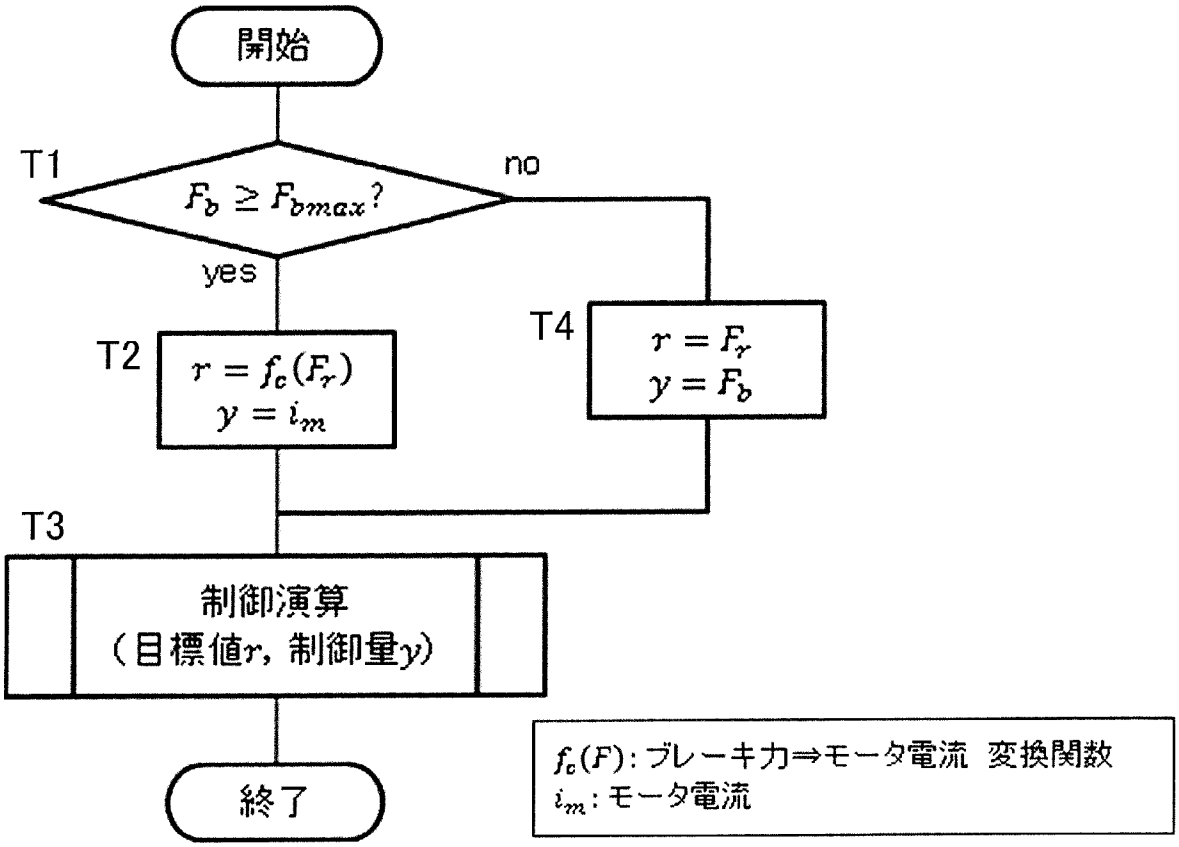


F_r：目標ブレーキ力
F_b：推定ブレーキ力
θ_{sw}：F_{bmax}におけるモータ回転角
θ：モータ回転角
$f(\theta)$：モータ回転角⇒ブレーキ力 変換関数

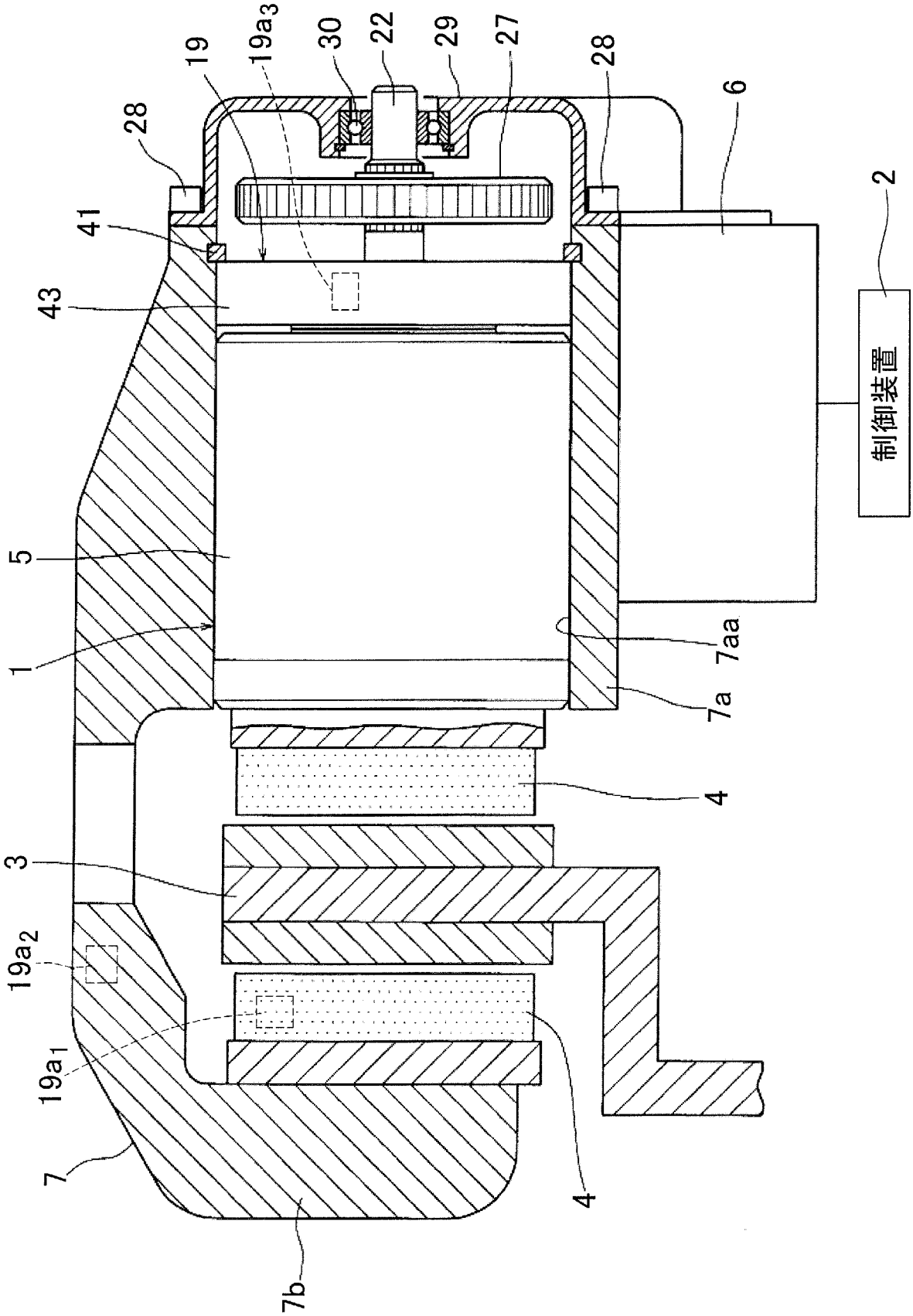
[図6]


開始
S1
$F_b \geq F_{bmax}$?
no
yes
S2
$r = f_\theta(F_r)$
$y = \theta$
S4
$r = F_r$
$y = F_b$
S3
制御演算
（目標値r, 制御量y）
終了
$f_\theta(F)$：ブレーキ力⇒モータ回転角 変換関数

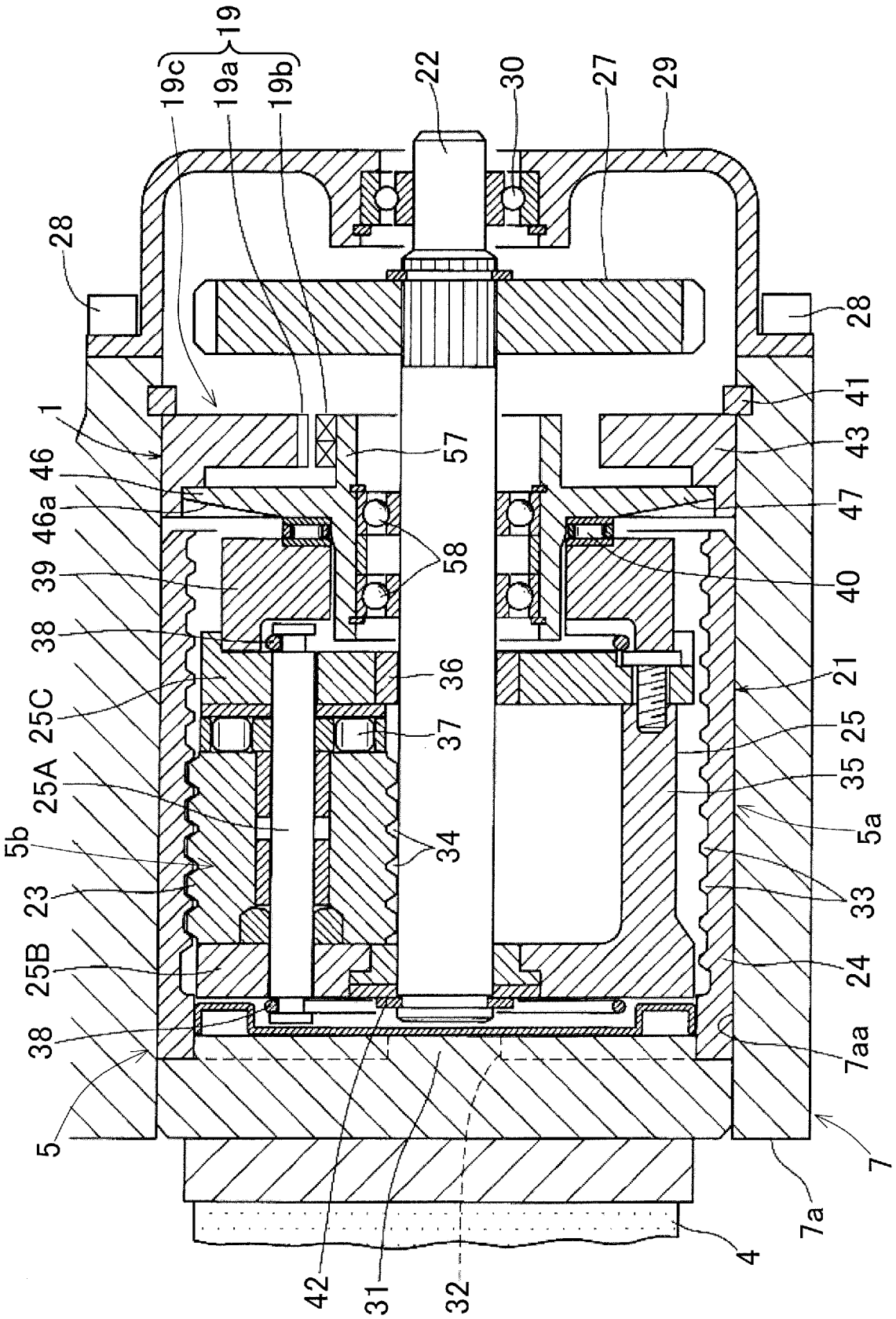
[図7]


開始
T1
$F_b \geq F_{bmax}$?
no
yes
T2
$r = f_c(F_r)$
$y = i_m$
T4
$r = F_r$
$y = F_b$
T3
制御演算
（目標値r, 制御量y）
終了
$f_c(F)$：ブレーキ力⇒モータ電流 変換関数
i_m：モータ電流

[図8]



[図9]


19
19c
19a
19b
22
30
27
29
28
28
1
41
57
43
46
47
46a
58
39
40
38
36
21
25C
37
25
25A
35
5b
34
5a
23
33
25B
24
38
7aa
5
7
7a
4
42
31
32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/065766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60T8/172(2006.01)i, *B60T13/74*(2006.01)i, *F16D55/00*(2006.01)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)
B60T8/172, B60T13/74, F16D55/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 2014-177207 A (Advics Co., Ltd.), 25 September 2014 (25.09.2014), claims; paragraph [0084] & US 2016/0001752 A1 & WO 2014/142336 A1	1-6
A	JP 2014-101960 A (Advics Co., Ltd.), 05 June 2014 (05.06.2014), claims; paragraph [0019] & US 2015/0300433 A1 & WO 2014/080992 A1	1-6

☐ 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
24 June 2016 (24.06.16)	05 July 2016 (05.07.16)

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／ＪＰ２０１６／０６５７６６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60T8/172(2006.01)i, B60T13/74(2006.01)i, F16D55/00(2006.01)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.　B60T8/172, B60T13/74, F16D55/00

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
A	JP 2014-177207 A (株式会社アドヴィックス) 2014.09.25, [特許請求の範囲], 段落 [0084] & US 2016/0001752 A1 & WO 2014/142336 A1	1-6
A	JP 2014-101960 A (株式会社アドヴィックス) 2014.06.05, [特許請求の範囲], 段落 [0019] & US 2015/0300433 A1 & WO 2014/080992 A1	1-6

☐　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
２４．０６．２０１６	０５．０７．２０１６

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）　３Ｗ　９３４０
谷口　耕之助
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６７