

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6589842号  
(P6589842)

(45) 発行日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(24) 登録日 令和1年9月27日(2019.9.27)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>B60T</b>	<b>13/74</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B60T</b>	<b>13/74</b>	<b>G</b>
<b>B60T</b>	<b>8/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B60T</b>	<b>8/00</b>	<b>Z</b>
<b>H02P</b>	<b>15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02P</b>	<b>15/00</b>	<b>G</b>
<b>H02P</b>	<b>29/00</b>	<b>(2016.01)</b>	<b>H02P</b>	<b>29/00</b>	

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-241400 (P2016-241400)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成28年12月13日(2016.12.13)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2018-95072 (P2018-95072A)	(74) 代理人	110000969 特許業務法人中部国際特許事務所
(43) 公開日	平成30年6月21日(2018.6.21)	(72) 発明者	中岡 宏司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成30年3月22日(2018.3.22)		審査官 谷口 耕之助

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動ブレーキシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a)摩擦部材と、(b)車輪とともに回転する回転体と、(c)動力源としてのモータと、(d)そのモータによって駆動させられる被駆動部材とを有し、前記被駆動部材の前進によって前記摩擦部材を前記回転体に押し付けることで、制動力を発生させる電動ブレーキ装置と

前記モータを制御することで、前記電動ブレーキ装置が発生させる制動力を制御する制御装置と

を備え、

前記摩擦部材が前記回転体を押圧する力である押圧力と前記モータへの通電電流との関係を押圧力・電流特性と定義した場合に、

前記制御装置が、

前記被駆動部材が前進中である場合に、前記モータに、前記被駆動部材の前進を停止させないために設定された第1押圧力・電流特性に応じた大きさの電流を印加し、

前記被駆動部材が停止している場合に、前記モータに、停止している前記被駆動部材を前進させるために設定された第2押圧力・電流特性に応じた大きさの電流を印加するように構成された電動ブレーキシステム。

【請求項2】

前記制御装置が

前記第1押圧力・電流特性あるいは前記第2押圧力・電流特性に基づいて決まる前記モ

ータへの通電電流の成分と、前記押圧力を運転者のブレーキ操作に基づいて決まる目標押圧力に近づけるための前記モータへの通電電流の成分とを足し合わせて、前記モータへの通電電流の目標となる目標通電電流を決定するように構成された請求項 1 に記載の電動ブレーキシステム。

【請求項 3】

前記モータが、回転型モータであり、  
前記電動ブレーキ装置が、  
前記モータの回転を減速する減速機と、その減速機の出力軸の回転を直線運動に変換して前記被駆動部材に出力する運動変換機構とを有する請求項 1 または請求項 2 に記載の電動ブレーキシステム。

10

【請求項 4】

前記制御装置が、  
前記第 1 押圧力・電流特性を設定する第 1 特性設定部と、前記第 2 押圧力・電流特性を設定する第 2 特性設定部とを含んで構成され、

前記第 1 特性設定部が、  
前記モータへの通電電流を連続的に増加させつつ、前記モータへの通電電流とその通電電流に対する押圧力との組合せである前記第 1 押圧力・電流特性のサンプルを複数取得し、それら取得された複数のサンプルに基づいて前記第 1 押圧力・電流特性を設定するように構成され、

20

前記第 2 特性設定部が、  
前記被駆動部材が停止している状態から前記モータへの通電電流を増加させ、前記被駆動部材が前進し始めた時点において前記モータへの通電電流とその通電電流に対する押圧力との組合せである前記第 2 押圧力・電流特性のサンプルを取得し、その後、前記モータへの通電電流を減少させて前記被駆動部材を停止させることを繰り返し行うことで、前記被駆動部材が停止している状態における前記押圧力を異ならせた複数のサンプルを取得して、それら取得された複数のサンプルに基づいて前記第 2 押圧力・電流特性を設定するように構成された請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 つに記載の電動ブレーキシステム。

【請求項 5】

前記第 2 特性設定部が、  
前記モータへの通電電流を、前記被駆動部材が停止した直後にその時点での前記押圧力に対して前記第 1 押圧力・電流特性に基づいて取得される大きさまで増加させ、その後に漸増させるように構成された請求項 4 に記載の電動ブレーキシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車輪に設けられた電動ブレーキ装置を備えた電動ブレーキシステムに関し、また、その電動ブレーキシステムの制御に用いられる押圧力・電流特性の設定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 ないし 3 には、(a)摩擦部材と、(b)車輪とともに回転する回転体と、(c)動力源としてのモータと、(d)そのモータによって前進・後退させられる被駆動部材とを有し、モータが被駆動部材を前進させることによって摩擦部材を回転体に押し付けることで、制動力を発生させる電動ブレーキ装置を備えた電動ブレーキシステムが記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 70143 号公報

【特許文献 1】特開 2010 - 36640 号公報

50

【特許文献1】特開2003-106355号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献に記載の電動ブレーキシステムでは、モータの力を摩擦部材に伝達するまでの間に生じる摩擦抵抗による損失分を考慮してモータへの通電電流を制御するように構成されている。しかしながら、静摩擦と動摩擦との差が大きい場合に問題となる。その問題に対処することにより、電動ブレーキシステムの実用性が向上すると考えられる。本発明は、そのような実情に鑑みてなされたものであり、実用性の高い電動ブレーキシステムを提供することを課題とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明の電動ブレーキシステムは、摩擦部材が回転体を押圧する力である押圧力とモータへの通電電流との関係を押圧力・電流特性と定義した場合に、(I)被駆動部材が前進中である場合に、モータに、被駆動部材の前進を停止させないために設定された第1押圧力・電流特性に応じた大きさの電流を印加し、(II)被駆動部材が停止している場合に、モータに、停止している被駆動部材を前進させるために設定された第2押圧力・電流特性に応じた大きさの電流を印加するように構成されたことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0008】

本発明の電動ブレーキシステムは、動摩擦を考慮した第1押圧力・電流特性と、静摩擦を考慮した第2押圧力・電流特性とを利用して、モータへの通電電流が制御される。そのため、本発明の電動ブレーキシステムによれば、停止している被駆動部材を前進させる場合には、静摩擦を考慮した比較的大きな電流が印加され、ブレーキ操作に対する制動力の応答性を確保することができる。また、被駆動部材が前進中である場合には、動摩擦によって被駆動部材が停止することない大きさの電流が印加されるため、ブレーキ操作に応じて、確実に制動力を増加させることが可能である。したがって、本発明の電動ブレーキシステムによれば、電動ブレーキ装置が内部において実際に動いているか否かによって、モータへの通電電流を制御する特性を切り換えるという簡便な手法によって、静摩擦と動摩擦との両者に対応することが可能となっている。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施例である車両用ブレーキシステムの概念図である。

【図2】図1の電動ブレーキシステムの制御に用いられる押圧力・電流特性を示す図である。

【図3】図1の車両用ブレーキシステムの制御を司るブレーキECUにおいて実行されるブレーキ制御プログラムのフローチャートを示す図である。

【図4】図1のモータECUにおいて実行される押圧力制御プログラムのフローチャートを示す図である。

40

【図5】第1押圧力・電流特性を取得する際の目標通電電流と、押圧力との時間変化を示す図である。

【図6】第2押圧力・電流特性および第3押圧力・電流特性を取得する際の目標通電電流と、押圧力との時間変化を示す図である。

【図7】本電動ブレーキシステムにおいて押圧力制御が行われている際のフィードフォワード成分と押圧力との時間変化を示す図である。

【実施例】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態として、本発明の一実施例を、図を参照しつつ詳しく説明する。なお、本発明は、下記の実施例に限定されるものではなく、当業者の知識に

50

基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することができる。

【0012】

<電動ブレーキシステムの構成>

本発明の実施例である電動ブレーキシステムは、車両に設けられた複数の車輪うち2つ以上のものに対応して設けられた図1に示す電動ブレーキ装置2（以下、単にブレーキ装置2と称する場合がある）と、それらブレーキ装置2を制御する制御装置としてのブレーキECU4とを含んで構成される。各ブレーキ装置2は、モータ6を有してそのモータ6の駆動により車輪の回転を抑制する電動ブレーキ8と、モータ6を制御するモータECU10とを含んで構成される。各ブレーキ装置2のモータECU10とブレーキECU4とは、CAN12（Car Area Network）で接続され、互いに通信可能となっている。

10

【0013】

電動ブレーキ8は、図1に示すように、ディスクブレーキであり、(a)車輪と一体的に回転する回転体としてのディスクロータ20（以下、単に「ロータ20」と称する場合がある）と、(b)そのディスクロータ20を跨ぐ状態で、車体の図示しない非回転体に、車輪の回転軸線と平行な方向（以下、軸線方向と称する）に移動可能取り付けられたキャリア22と、(c)非回転体に軸線方向に移動可能に保持され、ロータ20の内側と外側とにそれぞれ位置する1対のブレーキパッド24in, 24outと、(d)キャリア22の内側に保持されたモータ6と、(e)そのモータ6の回転を減速して出力する減速機26と、(f)キャリア22に相対回転不能かつ軸線方向移動可能に保持されたピストン30と、(g)減速機26の出力軸の回転を直線運動に変換してピストン30に出力するねじ機構を備えた運動変換機構32等を含んで構成されている。

20

【0014】

電動ブレーキ8は、また、モータ6の回転角を検出する回転角センサ34、ピストン30に作用する軸線方向の力を検出する軸力センサ36等を含んで構成される。つまり、本実施例においては、軸力センサ36によって、ピストン30がブレーキパッド24を押圧する力である押圧力を検出可能となっている。なお、本実施例においては、軸力センサ36を設けることは不可欠ではない。例えば、回転角センサ34によって検出されたモータ6の回転角に基づいてピストン30の移動距離が取得され、そのピストン30の移動距離に基づいて、ピストン30がブレーキパッド24を押圧する力である押圧力を推定するように構成することも可能である。

30

【0015】

モータECU10は、コンピュータを主体とするコントローラ40を備え、コントローラ40は、実行部40c、記憶部40m、入出力部40i等を含んで構成される。コントローラ40には、回転角センサ34、軸力センサ36が接続されるとともに、駆動回路42を介してモータ6が接続される。また、その駆動回路42には、モータ6に流れる電流を検出する電流センサ44が設けられており、その電流センサ44も、コントローラ40に接続される。

【0016】

ブレーキECU4は、コンピュータを主体とするコントローラ50を備え、コントローラ50は、実行部50c、記憶部50m、入出力部50i等を含んで構成される。コントローラ50には、ブレーキペダル等のブレーキ操作部材52が操作状態にあるか否かを検出するブレーキスイッチ54、ブレーキ操作部材52の操作ストロークを検出するストロークセンサ56、ブレーキ操作部材52に運転者によって加えられた操作力を検出する操作力センサ58等が接続される。

40

【0017】

<電動ブレーキ装置の作動>

以上のように構成された本電動ブレーキシステムにおいては、運転者によりブレーキ操作が行なわれ、ブレーキECU4からブレーキ装置10に対するブレーキ作動指令が出力されると、モータ6に電流が供給される。それにより、モータ6が正方向に回転させられると、ピストン30が前進させられ、ブレーキパッド24inがロータ20に当接させられ

50

る。また、ピストン 30 の前進に伴うキャリパ 22 の動作によって、ブレーキパッド 24 out がロータ 20 に押し付けられる。つまり、ロータ 20 が、1 対のブレーキパッド 24 in, 24 out によって挟み込まれることとなる。そして、車輪には、1 対のブレーキパッド 24 in, 24 out がロータ 20 に押し付けられる力に応じた制動力が加えられ、車輪の回転が抑制される。

#### 【0018】

一方、運転者によりブレーキ操作部材 52 を後退させる操作が行なわれると、制動力を小さくすべく、モータ 6 に電流が小さくされ（あるいは、逆向きの電流が供給され）、モータ 6 が逆方向に回転させられると、ピストン 30 の押圧力が小さくされる。そして、ピストン 30 の後退が許容され、ブレーキパッド 24 in, 24 out のロータ 20 からの離間が許容されるのである。なお、以下の説明において、ブレーキ操作部材 52 を後退させる場合の電動ブレーキ装置 2 の制御は、省略するものとする。

10

#### 【0019】

##### < 電動ブレーキ装置の制御 >

制動力の制御は、簡単に説明すれば、運転者によるブレーキ操作に基づいて、車両の目標制動力が決定され、その目標制動力に基づいて、ピストン 30 がブレーキパッド 24 を押圧する力の目標である目標押圧力  $F_{dref}$  が決定される。そして、軸力センサ 36 の検出結果から取得された押圧力  $F_r$  が目標押圧力  $F_{dref}$  に近づくように、モータ 6 への通電電流が制御されるのである。

#### 【0020】

ちなみに、モータ 6 の制御には、制動力が増加し始めるピストン 30 の位置である 0 点位置、換言すれば、ブレーキパッド 24 in, 24 out がディスクロータ 20 に接触し始めるピストン 30 の位置である接触開始位置が用いられる。例えば、ブレーキ操作開始時に、制動力の発生遅れが生じないように、ブレーキスイッチ 54 が ON 状態になると、ピストン 30 を 0 点位置に移動させる制御である準備制御が行われるようになっている。そして、ピストン 30 が 0 点位置まで移動させられた後、電動ブレーキ装置 10 へのブレーキ作動指令が出力されている場合に、押圧力  $F_r$  を目標押圧力  $F_{dref}$  に近づける押圧力制御が行われることとなる。

20

#### 【0021】

ブレーキ ECU 4 は、ブレーキスイッチ 54 が ON 状態である場合に、ストロークセンサ 56 の検出結果および操作力センサ 58 の検出結果からブレーキ操作部材 52 の操作ストローク  $S_p$  および操作力  $F_p$  を取得し、それら操作ストローク  $S_p$  と操作力  $F_p$  との少なくとも一方に基づいて各車輪に対応する目標制動力  $F_{ref}$  を決定する。次いで、ブレーキ ECU 4 は、その目標制動力  $F_{ref}$  に基づいて、ピストン 30 がブレーキパッド 24 を押圧する力の目標である目標押圧力  $F_{dref}$  を決定する。ただし、その目標押圧力  $F_{dref}$  は、目標制動力  $F_{ref}$  と等しくされる場合もあるが、例えば、回生協調制御が行われるような場合には、目標制動力  $F_{ref}$  が回生制動力  $F_e$  のみで補えない場合 ( $F_{ref} > F_e$ ) に、目標制動力  $F_{ref}$  から回生制動力  $F_e$  を差し引いた値 ( $F_{dref} = F_{ref} - F_e$ ) とされる。そして、ブレーキ ECU 4 は、目標制動力  $F_{ref}$  が回生制動力  $F_e$  のみで補えない場合に、モータ ECU 10 に、ブレーキ装置 10 に対するブレーキ作動指令を出力するとともに、目標押圧力  $F_{dref}$  を出力するのである。

30

40

#### 【0022】

モータ ECU 10 は、ブレーキスイッチ 54 が ON 状態とされると、前述した準備制御が実行される。そして、モータ ECU 10 は、ブレーキ ECU 4 からブレーキ作動指令および目標押圧力  $F_{dref}$  を受け取ると、その準備制御に続いて、押圧力制御を実行する。モータ ECU 10 は、軸力センサ 36 の検出結果から現時点での押圧力である実押圧力  $F_r$  を取得し、目標押圧力  $F_{dref}$  と実押圧力  $F_r$  との偏差  $F$  に基づいて、モータ 6 への通電電流のフィードバック成分  $I_{fb}$  が決定される。

#### 【0023】

本ブレーキシステムにおいて、モータ 6 の出力は、ブレーキパッド 24 によってロータ

50

20が押圧されるまでの間、つまり、減速機26, 運動変換機構32を介してピストン30およびキャリパ22が動作するまでの間に、摩擦による損失が存在する。そして、その摩擦による損失は、ピストン30が実際に前進している場合の動摩擦による損失と、停止しているピストン30を動作させる場合の静摩擦による損失とで異なる。つまり、ある押圧力に対して、ピストン30の前進中にそのピストン30の前進を停止させないために必要なモータ6への通電電流と、停止しているピストン30を前進させるために必要なモータ6への通電電流とでは、大きく異なる場合がある。

#### 【0024】

そこで、本ブレーキシステムは、先に決定されたフィードバック成分の電流に加えて、上記のピストン30の前進中にそのピストン30の前進を停止させないために必要な電流である前進継続電流、あるいは、停止しているピストン30を前進させるために必要な電流である前進開始電流を、モータ6に印加するように構成されている。つまり、本ブレーキシステムにおいては、前進継続電流あるいは前進開始電流を、フィードフォワード成分として印加するようになっている。以下に、そのフィードフォワード成分 $I_{ff}$ の決定方法について説明する。なお、本実施例においては、運転者によってブレーキ操作部材52が踏み込まれていく場合、つまり、制動力が増加させられる場合についてのみ説明する。

#### 【0025】

本ブレーキシステムにおいては、目標押圧力 $F_{dref}$ に対してモータ6への目標となる通電電流 $I_{ref}$ を決定する際に、まず、電動ブレーキ8が実際に動いているか否か、例えば、ピストン30が前進中か否か、モータ6が回転中か否か等を、回転角センサ34あるいは軸力センサ36の検出結果に基づいて判定する。具体的には、モータECU10は、回転角センサ34によって検出されたモータ6の回転角が変化している場合、あるいは、軸力センサ36によって検出された実押圧力 $F_r$ が変化している場合に、ピストン30が前進中であると判定し、モータ6の回転角 $\theta$ , 実押圧力 $F_r$ が変化していない場合に、ピストン30が停止していると判定する。

#### 【0026】

モータECU10は、ピストン30が前進中であると判定した場合には、前述の前進継続電流を印加すべく、図2に実線で示した押圧力とモータ6の通電電流との関係である第1押圧力・電流特性 $L_1$ に基づいて、目標押圧力 $F_{dref}$ に対するフィードフォワード成分 $I_{ff}$ を決定する。また、ピストン30が停止していると判定した場合には、前述の前進開始電流を印加すべく、図2に一点鎖線で示した第2押圧力・電流特性 $L_2$ に基づいて、目標押圧力 $F_{dref}$ に対するフィードフォワード成分 $I_{ff}$ を決定する。そして、モータECU10は、その決定されたフィードフォワード成分に、先に決定されたフィードバック成分 $I_{fb}$ を足し合わせて、目標通電電流 $I_{ref}$ を決定するのである。

#### 【0027】

なお、目標押圧力 $F_{dref}$ に実押圧力 $F_r$ が近付いた場合、具体的には、モータECU10は、偏差 $F$ が設定値 $F_0$ より小さくなった場合には、図2に二点鎖線で示した第3押圧力・電流特性 $L_3$ に基づいて、フィードフォワード成分 $I_{ff}$ を決定する。この第3押圧力・電流特性 $L_3$ は、回転中のモータ6を停止させるため、換言すれば、前進中のピストン30を停止させるために設定されたものである。つまり、フィードフォワード成分 $I_{ff}$ が第3押圧力・電流特性 $L_3$ に基づいて決定されることで、ピストン30は、目標押圧力 $F_{dref}$ を発生させる位置において停止させられることになる。また、この第3押圧力・電流特性は、減速機26の逆効率の大きさによっては、ピストン30を停止した位置で保持させるために設定されたものとも考えることもできる。

#### 【0028】

##### <制御プログラム>

上述した制動力の制御は、ブレーキECU4が、図3にフローチャートを示すブレーキ制御プログラムが実行されることによって行われる。そのブレーキ制御プログラムでは、まず、ステップ1(以下、「S1」と略称する。他のステップについても同様とする。)において、ブレーキ操作部材52が操作されたか否かが、ブレーキスイッチ54の検出結

10

20

30

40

50

果に基づいて判定される。ブレーキスイッチ 54 が ON 状態である場合には、S2, 3 において、ストロークセンサ 56 および操作力センサ 58 によって検出されたブレーキ操作部材 52 の操作ストローク  $S_p$  および操作力  $F_p$  が取得される。そして、S4 において、それら操作ストローク  $S_p$  と操作力  $F_p$  との少なくとも一方に基づいて目標制動力  $F_{ref}$  が決定され、S5 において、その目標制動力に基づいて目標押圧力  $F_{dref}$  が決定される。

#### 【0029】

次に、S6 において、目標押圧力  $F_{dref}$  が 0 より大きいかが判定され、0 より大きい場合には、S7 において、ブレーキ作動指令が出力されるとともに、S8 において、目標押圧力  $F_{dref}$  が出力される。一方、目標押圧力  $F_{dref}$  が 0 以下である場合には、S9 において、ブレーキ終了指令が出力される。

10

#### 【0030】

モータ ECU10 は、ブレーキスイッチが ON 状態である場合に、ピストン 30 を 0 点位置に移動させる制御である準備制御を実行し、ブレーキ ECU4 からブレーキ作動指令を受け取ると、押圧力制御が、図 4 にフローチャートを示す押圧力制御プログラムが実行することによって行う。

#### 【0031】

押圧力制御プログラムでは、まず、S11 において、軸力センサ 36 の検出結果から実押圧力  $F_r$  が取得され、S12 において、目標押圧力  $F_{dref}$  と実押圧力  $F_r$  との偏差  $F$  が演算される。次に、S13 において、その押圧力偏差  $F$  に基づいて、モータ 6 への通電電流のフィードバック成分  $I_{fb}$  が決定される。

20

#### 【0032】

そして、S14 において、実押圧力  $F_r$  が目標押圧力  $F_{dref}$  に近づいたかが、押圧力偏差  $F$  が  $F_0$  より小さいか否かにより判定され、押圧力偏差  $F$  が  $F_0$  より小さい場合には、S18 において、第 3 特性に基づいてフィードフォワード成分  $I_{ff}$  が決定される。一方、押圧力偏差  $F$  が  $F_0$  以上である場合には、S15 において、モータ 6 が回転中か否かが判定される。モータ 6 が回転中である場合には、S16 において、第 1 特性に基づいてフィードフォワード成分  $I_{ff}$  が決定され、モータ 6 が停止している場合には、S17 において、第 2 特性に基づいてフィードフォワード成分  $I_{ff}$  が決定される。

#### 【0033】

フィードフォワード成分  $I_{ff}$  が決定されれば、S19 において、フィードバック成分  $I_{fb}$  とフィードフォワード成分  $I_{ff}$  とを足し合わせて、目標通電電流  $I_{ref}$  が決定され、S20 において、駆動回路 42 への指示が出力され、1 回の押圧力制御プログラムの実行が終了する。

30

#### 【0034】

< 押圧力・電流特性の設定 >

また、本ブレーキシステムは、上述した 3 つの押圧力・電流特性を、定期的に更新するように構成されている。例えば、特性を設定した後に、定められた期間が経過した場合や、定められた距離を走行した場合等に、押圧力・電流特性の更新が行われるようになっている。なお、その押圧力・電流特性の更新は、車両が駐車状態にある場合に自動で行われるようになっている。以下に、3 つの押圧力・電流特性の設定方法について、詳しく説明する。

40

#### 【0035】

(a) 第 1 特性設定工程

まず、第 1 押圧力・電流特性 L1 (以下の説明において、単に「第 1 特性 L1」と呼ぶ場合がある) の設定が行われる。第 1 特性は、先に述べたように、ピストン 30 の前進を停止させないために設定されたものであり、本ブレーキシステムにおいては、図 5 示すように、モータ 6 への通電電流を連続的に増加させてピストン 30 を前進させている間に、第 1 特性のサンプルであるモータ 6 への通電電流とその通電電流に対する押圧力との組合せが複数取得される。詳しく言えば、モータ 6 への通電電流を、比較的大きな時間勾配  $\gamma_1$  で増加させてピストン 30 を前進させ、そのピストン 30 が前進している間に、定めら

50

れた時間間隔ごとに、軸力センサ36および電流センサ44によって、複数のサンプルが取得される。そして、その取得された複数のサンプルに基づいて、第1特性を示すマップデータが作成され、その作成されたマップデータに更新されるのである。

【0036】

(b) 第2・第3特性設定工程

第1特性L1が設定されると、続いて、第2特性L2および第3特性L3の設定が行われる。それら第2特性L2および第3特性L3は、図6に示すように、まず、モータ6への通電電流を時間勾配 $\alpha_1$ で増加させ、ピストン30の前進を開始させる。そして、ピストン30の前進が開始すると、その直後に、モータ6への通電電流を、設定された時間勾配 $\alpha_3$ で漸減させる。モータ6への通電電流を漸減させていくと、ピストン30の前進が停止する。そして、その停止した時点における通電電流と押圧力との組合せである第3特性のサンプルが取得される。

10

【0037】

ピストン30が停止した場合には、モータ6への通電電流を増加させるのであるが、その際には、モータ6への通電電流を、まず、現時点の押圧力に対して第1特性に基づいて定まる大きさまで一気に増加させ、その後、設定された時間勾配 $\alpha_2$ で漸増させる。モータ6への通電電流を漸増させていくと、ピストン30が前進し始める。そして、そのピストン30が前進し始めた時点における通電電流と押圧力との組合せである第2特性のサンプルが取得される。

20

【0038】

ピストン30の前進が開始した場合には、モータ6への通電電流を減少させるのであるが、その際に、モータ6への通電電流を、まず、現時点の押圧力に対して第1特性に基づいて定まる大きさまで一気に減少させ、その後、上述の時間勾配 $\alpha_3$ で漸減させるのである。そして、再び、第3特性のサンプルが取得され、モータ6への通電電流を増加させるのである。

【0039】

以上のように、本ブレーキシステムにおいては、上記のようにモータ6への通電電流の増加、減少が制御されつつ、第2特性の複数のサンプルおよび第3特性の複数のサンプルが取得される。それら第2特性の複数のサンプルに基づいて、第2特性を示すマップデータが作成されるとともに、第3特性の複数のサンプルに基づいて、第3特性を示すマップデータが作成され、それら作成されたマップデータに更新される。

30

【0040】

< 電動ブレーキシステムの特徴 >

以上のように構成された本電動ブレーキシステムは、動摩擦を考慮した第1押圧力・電流特性L1と、静摩擦を考慮した第2押圧力・電流特性L2とを利用して、モータへの通電電流のフィードフォワード成分 $I_{ff}$ が制御される。そのため、例えば、フィードバック成分 $I_{fb}$ のみで目標通電電流 $I_{ref}$ を決定するような場合には、図7に示すように、押圧力偏差 $F$ が大きくなるまで、目標通電電流が大きくなり、押圧力の上昇が遅れ、制動力の上昇も遅れる虞がある。本電動ブレーキシステムにおいては、フィードバック成分 $I_{fb}$ にフィードフォワード成分 $I_{ff}$ を足し合わせて目標通電電流 $I_{ref}$ が決定されるため、制動力の上昇遅れを抑制することが可能である。また、本発明の電動ブレーキシステムによれば、図7に示すように、停止しているピストン30を前進させる場合には、第2特性L2に基づいて静摩擦を考慮した比較的大きな電流が印加されるため、ブレーキ操作に対する制動力の応答性を確保することが可能である。さらに、ピストン30が前進中である場合には、第1特性L1に基づいて動摩擦によってピストン30が停止することのない大きさの電流が印加されるため、ブレーキ操作に応じて制動力を確実に増加させることが可能である。したがって、本電動ブレーキシステムによれば、モータ6への通電電流を制御する際の押圧力・電流特性を切り換えるという簡便な手法によって、静摩擦と動摩擦との両者に対応することが可能となっている。

40

【0041】

50

また、前述した押圧力・電流特性設定方法は、第2特性L2および第3特性を設定する際に、第1特性を利用することで、モータ6への通電電流を漸増させる時間を短くすることができ、そのことにより、通電電流を漸増させる間の押圧力の上昇量も少なくすることができる。したがって、本押圧力・電流特性設定方法によれば、第2特性および第3特性のサンプル数を増加させることが可能である。また、第2特性L2とともに、第3特性L3をも設定すべく、ピストン30が前進を開始した後に、モータ6への通電電流を減少させるため、さらに、第2特性および第3特性のサンプル数を増加させることが可能である。したがって、本押圧力・電流特性設定方法によれば、効率的に、多くのサンプルを取得することができるため、多くのサンプル点数から設定された特性は、信頼性の高いものとなる。

10

【0042】

なお、本押圧力・電流特性設定方法は、電動ブレーキシステムにおいて利用される押圧力・電流特性の更新の際に用いられていたが、押圧力・電流特性の初期の設定を行う際に用いることも可能である。

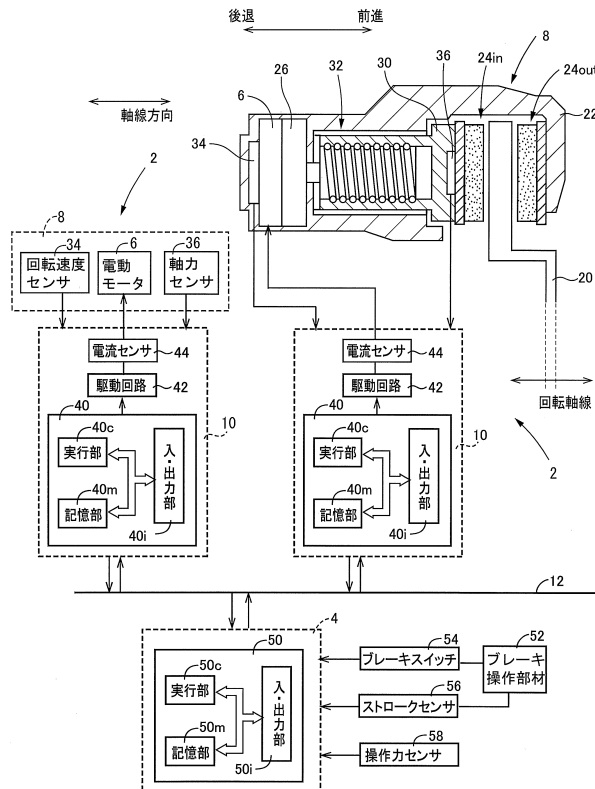
【符号の説明】

【0043】

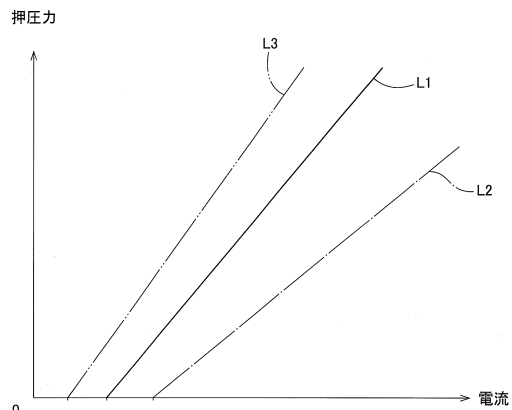
- 2：電動ブレーキ装置      4：ブレーキECU〔制御装置〕      6：モータ      8：電動ブレーキ  
 10：モータECU      20：ディスクロータ〔回転体〕      22：キャリアパ  
 24in, 24out：1対のブレーキパッド〔摩擦部材〕      26：減速機      3  
 0：ピストン〔被駆動部材〕      32：運動変換機構      34：回転角センサ      36：  
 軸力センサ      42：駆動回路      44：電流センサ      52：ブレーキ操作部材      5  
 4：ブレーキスイッチ      56：ストロークセンサ      58：操作力センサ

20

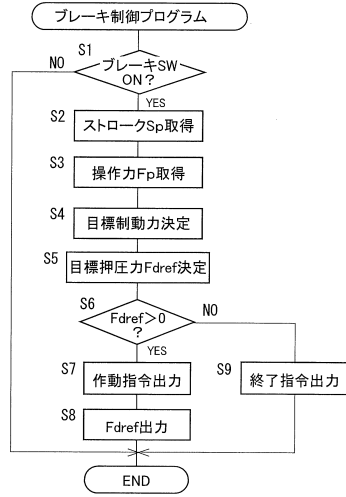
【図1】



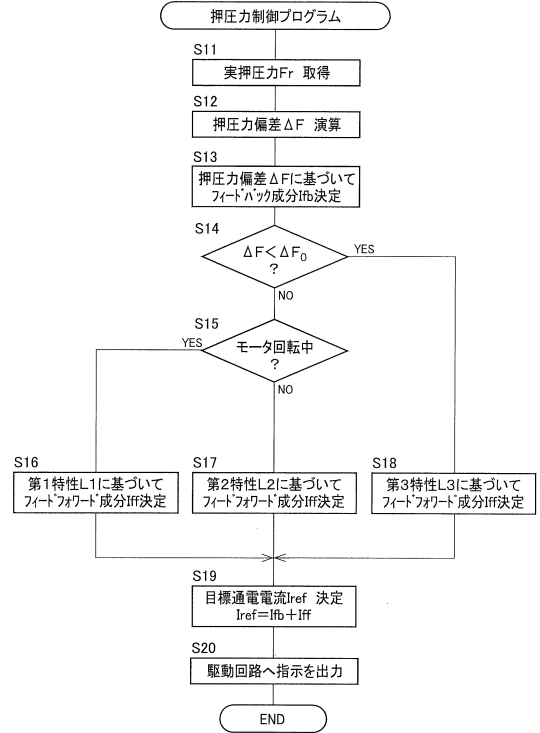
【図2】



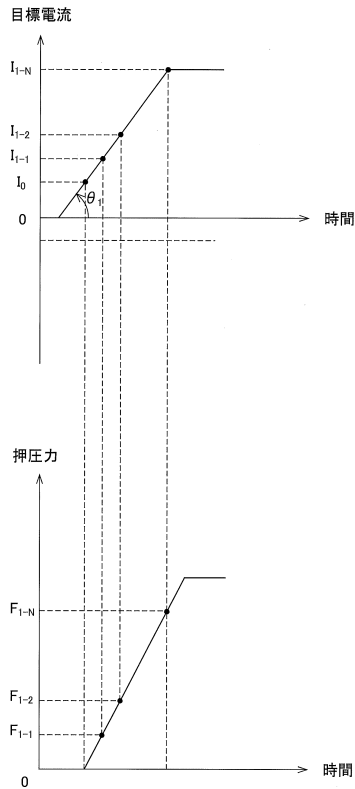
【図3】



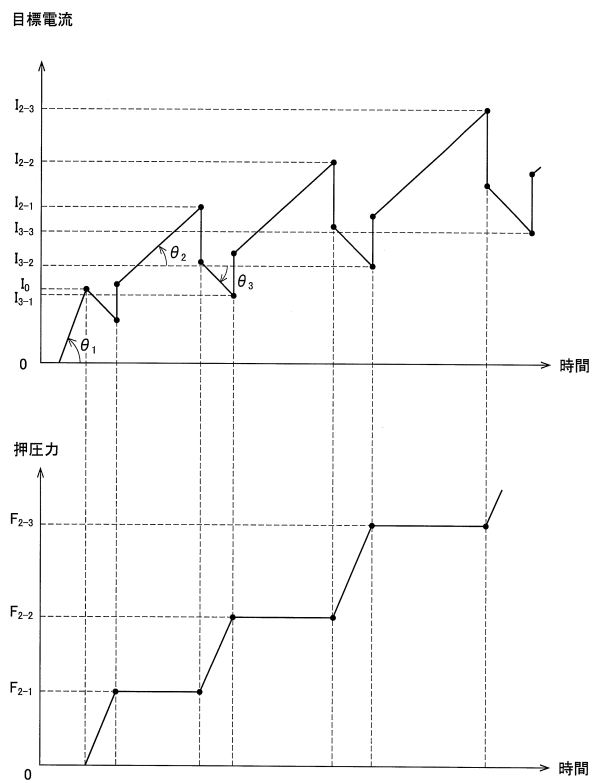
【図4】



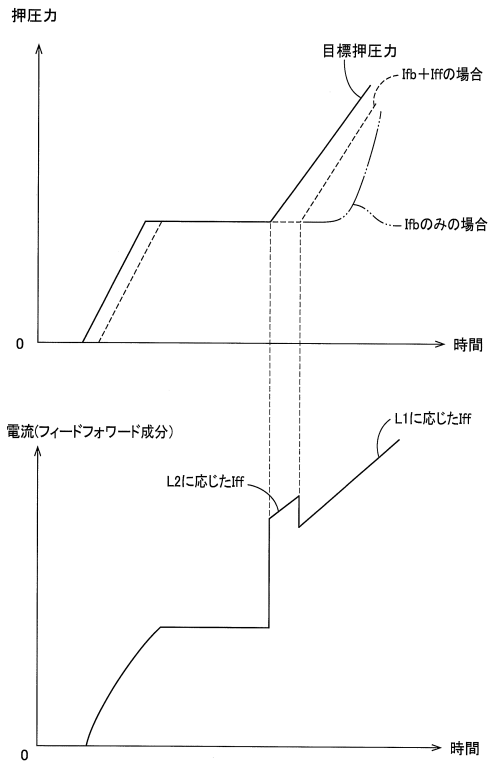
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-115313(JP,A)  
特開2012-106626(JP,A)  
特開2000-267712(JP,A)  
特開平07-013631(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T	13/74
B60T	8/00
H02P	15/00
H02P	29/00