

(43) 国際公開日
2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/136893 A1

(51) 国際特許分類:
B60T 8/17 (2006.01) *B60T 13/74* (2006.01)
B60T 8/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055669

(22) 国際出願日: 2016 年 2 月 25 日(25.02.2016)

(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 2015-034742 2015 年 2 月 25 日(25.02.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社アドヴィックス (ADVICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 塚本 駿 (TSUKAMOTO, Shun); 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町 2 丁目 1 番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (JP). 小久保 浩一 (KOKUBO, Koichi); 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町 2 丁目 1 番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (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,

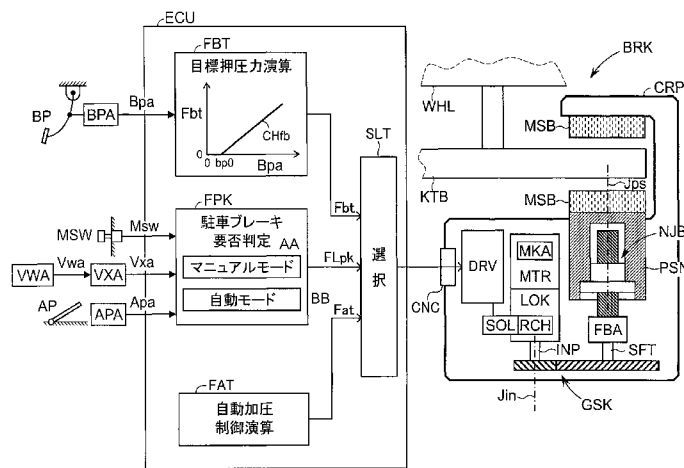
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, 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:

— 國際調查報告（條約第 21 條(3)）

(54) Title: ELECTRIC BRAKING DEVICE FOR VEHICLE
(54) 発明の名称 : 車両の電動制動装置



- FBT Target pressing force calculation
- SLT Selection
- FPK Determination of whether parking brake is necessary
- FAT Automatic pressurization control calculation
- AA Manual mode
- BB Automatic mode

(57) Abstract: Provided is an electric braking device that transmits power generated by an electric motor MTR to a pressing member PSN and causes pressing force to be generated by the pressing member PSN with respect to a friction member MSB. Hysteresis characteristics in the relation between the power supply amount to the electric motor and the pressing force of the pressing member are detected each time a predetermined point in time arrives. Upon determination of a "holding state in which the pressing force is held constant", a minimum value for a power supply amount that makes it possible to maintain the current pressing force is obtained on the basis of the most recently detected hysteresis characteristics and the power supply amount is set to a value determined on the basis of the obtained minimum value for the power supply amount.

(57) 要約: この装置は、電気モータMTRが発生する動力を押圧部材PSNに伝達して、摩擦部材MSBに対する押圧部材PSNの押圧力を発生する電動制動装置である。所定時点が到来する毎に、電気モータに対する通電量と押圧部材の押圧力との間差の関係におけるヒステリシス特性が検出される。「押圧力が一定に保持される保持状態」であると判定された場合、検出された

最新のヒステリシス特性に基づいて、現在の押圧力を維持できる通電量の最小値が取得され、通電量が、取得された通電量の最小値に基づいて決定された値に設定される。

WO 2016/136893 A1

明 細 書

発明の名称：車両の電動制動装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両の電動制動装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、「動力を発生する電気モータ」と、「車両の車輪と一体回転する回転部材（ブレーキディスク）に摩擦部材（パッド）を押し付ける押圧部材（ブレーキピストン）」と、「電気モータが発生する動力を押圧部材に伝達して摩擦部材に対する押圧部材の押圧力を発生する動力伝達機構」と、「運転者による前記車両の制動操作部材（ブレーキペダル）の操作に応じた押圧力が発生するように、電気モータに対する通電量を制御する制御手段」と、を備えた車両の電動制動装置が知られている（例えば、特許文献1を参照）。

[0003] 上記文献に記載の装置では、「電気モータに対する通電量」と「押圧部材の押圧力」との間の関係におけるヒステリシス特性が予め取得されている。そして、略同等の大きさの制動力が一定時間以上継続したときは、前記ヒステリシス特性を考慮して、通電量をその制動力を維持できる範囲内で小さくすること、が記載されている。これにより、この装置の消費電流を低減できる。

[0004] ところで、上記ヒステリシス特性は、動力伝達機構内の摺動部分の経年変化及び温度変化等によってその摺動部分の摩擦係数が変動すること等に起因して、逐次変動し得る。しかしながら、上記文献には、ヒステリシス特性の変動については何ら記載されていない。

[0005] 実際のヒステリシス特性の範囲（押圧力を維持できる通電量の範囲）が予め取得されているヒステリシス特性の範囲よりも大きい場合、その制動力を維持できる範囲内で通電量を更に小さくできる余地が残るように通電量が小さくされる。この場合、この装置の消費電流を更に低減できる余地がある。

一方、実際のヒステリシス特性の範囲が予め取得されているヒステリシス特性の範囲よりも小さい場合、その制動力を維持できる範囲を超えて通電量が小さくされ得る。この場合、その制動力が維持され得ない（低下する）事態が発生し得る。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2000-16279号公報

発明の概要

[0007] 本発明は、上記問題に対処するためになされたものであり、その目的は、上記ヒステリシス特性が変動しても、押圧力の保持状態において電気モータに対する通電量を適切に設定して、制動力の低下を招くことなく装置の消費電流を確実に低減できる、車両の電動制動装置を提供することである。

[0008] 本発明に係る車両の電動制動装置は、動力を発生する電気モータ（MTR）と、車両の車輪と一体回転する回転部材（KTB）に摩擦部材（MSB）を押し付ける押圧部材（PSN）と、前記電気モータが発生する動力を前記押圧部材に伝達して前記摩擦部材に対する前記押圧部材の押圧力（Fba）を発生する動力伝達機構（INP、GSK、SFT、NJB）と、運転者による前記車両の制動操作部材（BP）の操作に基づいて決定された押圧力、駐車ブレーキ機能（FPK）に基づいて決定された押圧力、及び、前記制動操作部材の操作にかかわらず制動力を発生させる自動加圧制御手段（FAT）により決定された押圧力、のうち前記車両の状態に基づいて選択された押圧力である選択後押圧力が発生するように、前記電気モータに対する通電量（Ima）を制御する制御手段（ECU、DRV）と、を備えている。

[0009] 本発明に係る電動制動装置の特徴は、前記制御手段が、前記押圧力が一定に保持される保持状態であるか否かを判定する判定手段を備え、前記制御手段が、所定時点が到来する毎に、前記通電量と前記押圧力との間の関係におけるヒステリシス特性を検出するとともに、前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記検出された前記ヒステリシス特性に基づいて、現在の前

記押圧力を維持できる前記通電量の最小値を取得し、前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された通電量の最小値に基づいて決定された値に設定するように構成されたこと、にある。

[0010] これによれば、所定時点の到来毎に、保持状態における通電量の設定に使用されるヒステリシス特性が更新されていく。従って、現在の制動力を維持できる範囲内における通電量の最小値が比較的正確に取得され得、このように比較的正確に取得された通電量の最小値に基づいて、保持状態における通電量が決定される。この結果、保持状態において通電量を適切に設定して、制動力の低下を招くことなく装置の消費電流を確実に低減することができる。

[0011] 前記通電量の最小値は、例えば、保持状態において、自動ヒステリシス特性検出動作を行うことによって取得され得る。具体的には、例えば、押圧力を減少するために通電量を徐々に減少し、検出された位置（電気モータ、又は、動力伝達機構に含まれる動力伝達部材の位置）が変化したことに基づいて、通電量の最小値が取得され得る。或いは、押圧力を減少するために通電量を徐々に減少し、検出された押圧力が変化したことに基づいて、通電量の最小値が取得され得る。

[0012] このように、自動ヒステリシス特性検出動作がなされた場合、通電量の最小値を取得するために、制動力（押圧力）が「保持されていた値」から実際に減少させられる。このように制動力が減少している状態にて、通電量を、取得された通電量の最小値（に基づいて決定される値）に設定しただけでは、制動力が減少している状態がなおも継続される事態が発生し得る。

[0013] この点に鑑み、前記通電量の最小値を取得した後、前記電気モータに対する前記通電量を増加して「前記押圧力を前記保持状態であるとの判定がなされたときの値」まで復帰させ、その後、前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された通電量の最小値に基づいて決定された値に設定するように構成されることが好適である。これによれば、自動ヒステリシス特性検出動作がなされた後、減少していた制動力を「保持されていた値」にまで確実に

に戻ることができる。

[0014] 本発明に係る電動制動装置が、「前記押圧力を前記選択後押圧力より大きい値に調整する押圧力増大制御を実行する押圧力増大手段」を備える場合がある。この場合、前記制御手段は、前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記押圧力増大制御を実行し、その後、自動ヒステリシス特性検出動作を実行し、自動ヒステリシス特性検出動作の実行中において、前記押圧力が前記選択後押圧力より下回らないように前記通電量を調整するよう構成されることが好適である。これにより、自動ヒステリシス特性検出動作がなされた場合において、制動力（押圧力）が前記選択後押圧力より低下する事態の発生を防止できる。

[0015] また、本発明に係る電動制動装置において、前記電動制動装置が車輪毎に搭載されている場合、前記保持状態であるとの判定がなされた場合、自動ヒステリシス特性検出動作を、全ての車輪について同時に実行しないことが好適である。

[0016] 上述のように、ある車輪について自動ヒステリシス特性検出動作がなされた場合、通電量の最小値を取得するために、その車輪について制動力が「保持されていた値」から実際に減少させられる。従って、車両の全車輪に対して自動ヒステリシス特性検出動作が同時になされると、車両全体としての制動力の低下量が大きくなる。これに対し、上記構成によれば、車両の全車輪に対して自動ヒステリシス特性検出動作が同時に実行されない。従って、車両全体としての制動力の低下量を相対的に小さくできる。

[0017] また、本発明に係る電動制動装置においては、前記車両が停止していると判定される場合にのみ、自動ヒステリシス特性検出動作（前記通電量の最小値の取得のために前記通電量を減少する制御）を実行するように構成されることが好適である。

[0018] 上述のように、自動ヒステリシス特性検出動作がなされた場合、制動力が「保持されていた値」から実際に減少させられる。従って、車両の走行中（特に、通常の制動動作による減速中）に自動ヒステリシス特性検出動作がな

されると、制動力が減少したことを車両の乗員が感知し易い。上記構成は、係る知見に基づく。これによれば、「車両の走行中にて自動ヒステリシス特性検出動作がなされたことを車両の乗員が感知する事態」の発生を防止できる。

[0019] ところで、本発明に係る電動制動装置の前記制御手段は、前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記電気モータに対する前記通電量を、前記電気モータ及び前記動力伝達機構のそれぞれの諸元に基づいて得られる前記通電量と前記押圧力との間のヒステリシスがない予め定められた関係（ＣＨ１、以下、「基準特性」と呼ぶ）に基づいて決定された値に設定するようにも構成され得る。

[0020] 動力伝達機構内の摺動部分の摩擦係数の変動等によって、上記ヒステリシス特性は、「基準特性」を中心に変動する。従って、「基準特性における現在の押圧力に対応する通電量」は、「ヒステリシス特性を考慮した場合における現在の押圧力を維持できる範囲内の通電量の最小値」よりも必ず大きくなる。換言すれば、保持状態における通電量を、「基準特性における現在の押圧力に対応する値」に設定すれば、押圧力が現在の押圧力より低下する事態の発生を確実に防止できる。加えて、保持状態における通電量が「現在の押圧力を維持できる範囲内の通電量の最大値」近傍に維持される場合と比べて、装置の消費電流を確実に低減できる。上記構成は係る知見に基づく。

[0021] この場合、保持状態であるとの判定がなされた場合において設定される前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された電気モータの温度に基づいて補正するように構成されることが好適である。

[0022] 一般に、電気モータの温度が高いほど、電気モータにおける「通電量に対する出力トルクの割合」（所謂、トルク定数）が小さくなる。これは、電気モータの温度が高いほど、電気モータ内の永久磁石の磁束密度が小さくなることに起因する。従って、電気モータの温度によって、「基準特性」も変動し得る。よって、上記構成によれば、電気モータの温度にかかわらず、保持状態における通電量を、正確な「基準特性」に基づいて正確に設定すること

ができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の実施形態に係る車両の電動制動装置の全体構成図である。

[図2]主として動力伝達機構を説明するための部分断面図である。

[図3]駐車ブレーキ機構（ロック機構）L O Kを説明するための主要断面図である。

[図4]目標押圧力と目標通電量との関係を規定するマップを示す図である。

[図5]通電量と押圧力との間の関係におけるヒステリシス特性が変動する様子を説明するためのグラフである。

[図6]自動ヒステリシス特性検出動作が行われる場合の一例を示すタイムチャートである。

[図7]自動ヒステリシス特性検出動作が行われる場合の他の例を示すタイムチャートである。

[図8]駐車ブレーキ作動中において、自動ヒステリシス特性検出動作が行われる場合の一例を示す図5に対応する図である。

[図9]電気モータの温度によって基準特性（従って、ヒステリシス特性）が変動する様子を示す図5に対応する図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施形態に係る車両の電動制動装置について図面を参照しつつ説明する。

[0025] （構成）

図1に示すように、この電動制動装置を備える車両には、制動操作部材B P、操作量取得手段B P A、加速操作部材A P、加速操作量取得手段A P A、駐車ブレーキ用スイッチM S W、車輪速度取得手段V W A、車速取得手段V X A、電子制御ユニットE C U、制動手段（ブレーキアクチュエータ）B R K、回転部材（ブレーキディスク）K T B、及び、摩擦部材M S Bが備えられている。この電動制御装置は、各輪にそれぞれ備えられている。

[0026] 制動操作部材（例えば、ブレーキペダル）B Pは、運転者が車両を減速す

るために操作する部材である。制動操作部材 B P の操作に応じて、制動手段 B R K によって、車輪 W H L の制動トルクが調整される。制動操作部材 B P には、制動操作量取得手段 B P A が設けられる。B P A によって、運転者による制動操作部材 B P の操作量（制動操作量）B p a が取得（検出）される。

[0027] 制動操作量取得手段 B P A として、制動操作部材 B P の操作力を検出するセンサ（ブレーキペダル踏力センサ）、及び、B P の変位量を検出するセンサ（ブレーキペダルストロークセンサ）のうち、少なくとも 1 つが採用される。従って、制動操作量 B p a は、ブレーキペダル踏力、及び、ブレーキペダルストロークのうちの少なくとも何れか 1 つに基づいて演算される。

[0028] 加速操作部材（例えば、アクセルペダル）A P は、運転者が車両を加速するために操作する部材である。加速操作部材 A P には、加速操作量取得手段 A P A が設けられる。A P A は、運転者による加速操作部材 A P の操作量（加速操作量）A p a を取得（検出）する。A P A として、エンジンのスロットル開度を検出するセンサ（スロットル開度センサ）、加速操作部材 A P の操作力、及び／又は、変位量を検出するセンサ（アクセルペダル踏力センサ、アクセルペダルストロークセンサ）が採用される。従って、加速操作量 A p a は、スロットル開度、アクセルペダル踏力、及び、アクセルペダルストロークのうちの少なくとも何れか 1 つに基づいて演算される。

[0029] 駐車ブレーキ用スイッチ（単に、スイッチともいう）M S W は、運転者によって操作されるマニュアルスイッチであり、スイッチ M S W のオン／オフ（O N / O F F）の信号 M s w を出力する。M s w のオン（O N）状態で駐車ブレーキの作動が指示され、M s w のオフ（O F F）状態で駐車ブレーキの解除が指示される。

[0030] 車速取得手段 V X A は、車両の速度（車速）V x a を取得（検出）する。車速 V x a は、車輪速度取得手段 V W A の検出信号（車輪速度）V w a、及び、公知の方法に基づいて演算され得る。例えば、各車輪の回転速度 V w a のうちで最速のものが車両速度 V x a として演算され得る。

- [0031] 制動操作量 Bpa 、加速操作量 Apa 、車両速度 Vxa 、及び、指示信号 Msw は、電子制御ユニット ECU に入力される。なお、 Bpa 、 Apa 、 Vxa 、及び、 Msw は他の電子制御ユニットにて演算、又は、取得され、その演算値（信号）が通信バスを介して、電子制御ユニット ECU に送信され得る。
- [0032] 電子制御ユニット ECU は、車体に固定される。電子制御ユニット ECU の CPU 内には、目標押圧力演算ブロック FBT 、駐車ブレーキ要否判定ブロック FPK 、自動加圧制御演算ブロック FAT 、及び、選択ブロック SLT がプログラムされている。
- [0033] FBT では、 Bpa 、及び、予め設定された演算マップ $CHfb$ に基づいて、摩擦部材（ブレーキパッド） MSB が回転部材（ブレーキディスク） KTB を押す力（押圧力）に関する目標押圧力 Fbt が演算される。目標押圧力 Fbt は、車両の状態に基づいて修正され得る。例えば、車両の停車時では、車両が停車している路面の勾配に基づいて、停車状態の維持に必要な押圧力の下限値を算出し、前記算出された押圧力の下限値より若干大きく設定された制限値を超えないように、目標押圧力 Fbt が制限され得る。この場合、目標押圧力 Fbt が修正されない場合と比べて、押圧力が保持される機会、即ち、後述するように、ヒステリシス特性が検出されて電気モータ MTR に対する通電量が低減され得る機会、を増やし得る。演算された Fbt は、 SLT を介して、車輪側に固定される駆動回路 DRV に送信される。
- [0034] FPK では、 Msw 等に基づいて、駐車ブレーキの要否が判定される。具体的には、駐車ブレーキの作動、或いは、解除を指示するための信号 $FLpk$ が決定される。「 $FLpk = 0$ 」が駐車ブレーキの不要状態、「 $FLpk = 1$ 」が駐車ブレーキの必要状態を表す。指示信号 $FLpk$ は、 SLT を介して、駆動回路 DRV に送信される。
- [0035] マニュアルモードでは、運転者によって操作されるマニュアルスイッチ MSW の操作信号 Msw に基づいて、駐車ブレーキの要否が判定される。例えば、スイッチ MSW のオフ状態によって、「駐車ブレーキの不要状態（ FL

p k = 0) 」が選択され、MSWのオン状態によって、「駐車ブレーキの必要状態 (FL p k = 1) 」が選択される。

[0036] 自動モードでは、運転者のスイッチMSWの操作には依らず、加速操作部材 (アクセルペダル) APの操作等に連動して、自動で駐車ブレーキの要否 (作動又は解除) が判定される。具体的には、自動モードでは、車両速度 $V \times a$ 、及び、加速操作量 $A p a$ 等に基づいて、駐車ブレーキの要否が決定される。

[0037] 例えば、車両の走行中 ($V \times a > 0$) には、駐車ブレーキの不要状態 (FL p k = 0) が判定されている。車両が停止した (即ち、 $V \times a$ がゼロになった) 時点で、駐車ブレーキの必要状態が判定され、制御フラグFL p k が、「0」から「1」に切り替えられる。また、運転者が加速操作部材APを操作し、加速操作量 $A p a$ が所定値 $a p 1$ を超過する時点で、駐車ブレーキの不要状態が判定され、制御フラグFL p k が、「1」から「0」に切り替えられる。

[0038] FATでは、制動操作部材BPの操作にかかわらず (BPの操作がなされていない場合においても) 制動力 (押圧力) を発生させる自動加圧制御を実行するため、車両の状態を示す各種センサからの信号等に基づいて、押圧力に関する目標押圧力 $F a t$ が演算される。自動加圧制御とは、典型的には、車輪の横滑りや車輪のスリップの抑制、装置が正常か否かの判定 (イニシャルチェック)、坂路 (登坂路) 上における車両のずり下がり (ヒルホールド制御)、及び、後述する自動ヒステリシス特性検出動作の実行、等のために実行される制御である。演算された $F a t$ は、SLTを介して、駆動回路DRVに送信される。

[0039] SLTでは、車両の状態に基づいて、周知の選択手法の一つによって、信号 $F b t$ 、FL p k、及び、 $F a t$ のうち何れか一つの信号が選択され、選択された信号が駆動回路DRVに送信される。

[0040] 制動手段 (ブレーキアクチュエータ) BRKは、車輪WHLに設けられ、車輪WHLに制動トルクを与え、制動力を発生させる。車両は、走行中に、

B R Kによって減速される（通常ブレーキとして機能する）。また、車両の停止中には、その停止状態を維持する駐車ブレーキ（押圧力増大手段）として機能する。

[0041] B R Kとして、所謂、ディスク型制動装置（ディスクブレーキ）の構成が例示されているが、この場合、摩擦部材M S Bはブレーキパッドであり、回転部材K T Bはブレーキディスクである。制動手段B R Kは、ドラム型制動装置（ドラムブレーキ）であってもよい。ドラムブレーキの場合、摩擦部材M S Bはブレーキシューであり、回転部材K T Bはブレーキドラムである。

[0042] 制動手段B R Kは、ブレーキキャリパC R P、押圧部材P S N、電気モータM T R、位置取得手段M K A、減速機G S K、シャフト部材S F T、ねじ部材N J B、押圧力取得手段F B A、駐車ブレーキ用ロック機構L O K、及び、駆動回路D R Vにて構成される。

[0043] ブレーキキャリパ（単に、キャリパともいう）C R Pは、2つの摩擦部材（ブレーキパッド）M S Bを介して、回転部材（ブレーキディスク）K T Bを挟み込むように構成される。キャリパC R Pは、内部に空間（スペース）を有し、この空間に各種部材（駆動回路D R V等）が収納される。

[0044] キャリパC R Pの内部にて、押圧部材（ブレーキピストン）P S Nが、回転部材K T Bに対して移動（前進、又は、後退）される。押圧部材P S Nの移動によって、摩擦部材M S Bが回転部材K T Bに押し付けられて摩擦力が発生する。例えば、P S Nは円筒形状をもち、中心軸J p sを有する。従って、P S Nは、軸J p sの方向に移動される。

[0045] 押圧部材P S Nの移動は、電気モータM T Rの動力によって行われる。具体的には、電気モータM T Rの出力（モータ軸まわりの回転動力）が、減速機G S Kを介して、シャフト部材S F Tに伝達される。そして、シャフト部材S F Tの回転動力（シャフト軸まわりのトルク）が、動力変換部材N J Bによって、直線動力（押圧部材の軸方向の推力）に変換され、押圧部材P S Nに伝達される。その結果、押圧部材P S Nが、回転部材K T Bに対して移動（前進又は後退）される。ここで、P S Nの中心軸J p sと、S F Tの回

転軸とは一致する。

[0046] 押圧部材P S Nの移動によって、摩擦部材M S Bが、回転部材K T Bを押す力（押圧力）が調整される。回転部材K T Bは車輪W H Lに固定されているので、摩擦部材M S Bと回転部材K T Bとの間に摩擦力が発生し、車輪W H Lの制動力が調整される。

[0047] 電気モータM T Rは、押圧部材P S Nを駆動（移動）するための動力源である。例えば、電気モータM T Rとして、ブラシ付モータ、又は、ブレスレスモータが採用され得る。電気モータM T Rの回転方向において、正転方向が、摩擦部材M S Bが回転部材K T Bに近づいていく方向（押圧力が増加し、制動トルクが増加する方向）に相当し、逆転方向が、摩擦部材M S Bが回転部材K T Bから離れていく方向（押圧力が減少し、制動トルクが減少する方向）に相当する。

[0048] 位置取得手段（例えば、回転角センサ）M K Aは、電気モータM T Rのロータ（回転子）の位置（例えば、回転角）M k aを取得（検出）する。例えば、M K Aは、電気モータM T Rの内部であって、M T Rの回転軸J m t上に設けられる。検出された位置（回転角）M k aは、駆動回路D R Vに入力される。

[0049] 入力部材I N P、減速機G S K、シャフト部材S F T、及び、ねじ部材N J Bは、電気モータM T Rの動力を押圧部材P S Nに伝達するための動力伝達機構を構成している。入力部材I N Pは、オルダム継手O L Dを介して、電気モータM T Rの出力軸M O Tと同軸的に連結されている。G S Kは、I N Pの回転を減速してS F Tに伝達する。減速機G S Kの介在によって、S F Tの回転トルクは、電気モータM T Rの回転トルクにG S Kの減速比（ > 1 ）を乗じた値に増大される。

[0050] 図2に示すように、減速機G S Kとして、2段の減速機が採用され得る。図2に示す例では、第1段の減速が、「I N Pに固定された小径歯車S K 1と、中間軸C H Uに固定された大径歯車D K 1と、の組」によって行われ、第2段の減速が、「C H Uに固定された小径歯車S K 2と、S F Tに固定さ

れた大径歯車DK2と、の組」によって行われている。

[0051] 再び、図1を参照して、シャフト部材SFTは、回転軸部材であって、減速機GSKから伝達された回転動力をねじ部材NJBに伝達する。ねじ部材NJBは、シャフト部材SFTの回転動力を、直線動力に変換する動力変換機構（回転・直動変換部材）である。例えば、NJBとして、滑りねじ（台形ねじ等）、又は、転がりねじ（ボールねじ等）が採用され得る。

[0052] 押圧力取得手段（例えば、押圧力センサ）FBAは、押圧部材PSNが摩擦部材MSBを押す力（押圧力）Fbaを取得（検出）する。検出された実際の押圧力Fbaは、駆動回路DRVに入力される。例えば、押圧力取得手段FBAは、シャフト部材SFTとキャリパCRPとの間に設けられる。即ち、シャフト部材SFTの回転軸上に設けられ、キャリパCRPに固定される。

[0053] なお、図1、及び、図2に示す例では、動力伝達機構として、複数の動力伝達部材の機械的な連結のみを利用して電気モータMTRの動力を押圧部材PSNに伝達する構成が採用されているが、複数の動力伝達部材の機械的な連結、及び、液压回路（マスタシリンダを含む）を利用して電気モータMTRの動力を押圧部材PSNに伝達する構成が採用されてもよい。具体的には、例えば、ねじ部材NJBと、押圧部材PSNとの間に、マスタシリンダを含む液压回路が介装され、ねじ部材NJBがマスタシリンダを加圧する構成が採用され得る。

[0054] 駐車ブレーキ機構（ロック機構ともいう）LOKは、車両の停止状態を維持するブレーキ機能（所謂、駐車ブレーキ）を発揮させるため、電気モータMTRを、逆転方向に回転しないようにロックする機構である。この結果、摩擦部材MSBによる回転部材KTBの押圧状態が維持される。

[0055] 図2、及び図3に示すように、ロック機構LOKは、電気モータMTRと減速機GSKとの間に（即ち、電気モータMTRと同軸に）設けられ得る。図2及び図3に示す例では、ロック機構LOKは、ラチェット歯車（つめ歯車ともいう）RCH、つめ部材TSU、及び、ソレノイドアクチュエータ（

単に、ソレノイドともいう) SOLにて構成される。

[0056] ラチェット歯車RCHは、入力部材INPに、INPと同軸で固定されている。RCHは、一般的な歯車（例えば、平歯車）とは異なり、歯が方向性をもつ。ソレノイドSOLは、キャリパCRPに固定されている。ソレノイドSOLの非通電状態では、弾性部材（復帰スプリング）SPRの付勢力によって、つめ部材TSUは、ラチェット歯車RCHと係合不能な位置（係合不能位置）に維持される（図3（a）を参照）。

[0057] 一方、SOLの通電状態では、ソレノイドSOLの一部であるプッシュバーPBRがつめ部材TSUをRCHに向けて押圧する電磁力が発生し、TSUは、SPRの付勢力に対抗しながら、RCHと係合可能な位置（係合可能位置）に移動し、係合可能位置に維持される（図3（b）を参照）。押圧部材PSNの押圧力 $F_{ba} (>0)$ が発生し且つTSUが係合可能位置に維持された状態にて、TSUの先端部 T_{me} がRCHの歯と係合すると、RCHの逆転方向 R_{vs} の回転運動が不能となる。これにより、押圧部材PSNの押圧力 F_{ba} の減少方向への移動が不能となる。この結果、制動手段BRK（電気モータMTR）への通電が停止されても、押圧力 F_{ba} が保持され、駐車ブレーキ機能が発揮される。

[0058] 駆動回路（電気回路）DRVは、電気モータMTR、及び、ソレノイドアクチュエータ（単に、ソレノイドともいう）SOLを駆動する電気回路（プリント基板）である。DRVは、キャリパCRPの内部に配置（固定）される。

[0059] （通常ブレーキ機能）

通常ブレーキとは、運転者の制動操作部材BPの操作に応じた制動力を発生するブレーキ機能である。通常ブレーキ機能は、選択ブロックSLTにて目標押圧力 F_{bt} が選択された場合において、 F_{bt} （前記選択後押圧力に相当）に基づいて、駆動回路DRVによって電気モータMTRが駆動されることによって発揮される。

[0060] 具体的には、DRVは、制動操作量 B_{pa} に基づいて決定された目標押圧

力 F_{bt} 、及び、予め設定された図4に示す演算特性（演算マップ） CHs_1 、 CHs_2 に基づいて、目標通電量 I_{mt} を演算する。目標通電量 I_{mt} は、目標押圧力 F_{bt} を達成するための、電気モータ $MT R$ への通電量の目標値である。図4に示すように、 I_{mt} の演算マップは、制動手段 $B R K$ における「通電量と押圧力との間の関係におけるヒステリシス」を考慮して、増圧側の特性 CHs_1 と、減圧側の特性 CHs_2 と、で構成されている。このヒステリシスについては後述する。

[0061] なお、通電量とは、電気モータ $MT R$ の出力トルクを制御するための状態量（変数）である。電気モータ $MT R$ は電流に概ね比例するトルクを出力するため、通電量の目標値として電気モータ $MT R$ の電流目標値が用いられ得る。また、電気モータ $MT R$ への供給電圧を増加すれば、結果として電流が増加されるため、目標通電量として供給電圧値が用いられ得る。さらに、パルス幅変調におけるデューティ比によって供給電圧値が調整され得るため、このデューティ比が通電量として用いられ得る。

[0062] 図4に示す演算特性に基づいて算出された目標通電量 I_{mt} は、「演算ブロック $F B T$ （図1を参照）により算出される目標押圧力（目標値） F_{bt} 、及び、押圧力センサ $F B A$ により検出される押圧力（実際値） F_{ba} に基づいて算出されるフィードバック量」に基づいて補正され得る。

[0063] 目標通電量 I_{mt} の符号（値の正負）に基づいて電気モータ $MT R$ の回転方向が決定され、目標通電量 I_{mt} の大きさに基づいて電気モータ $MT R$ の出力（回転動力）が制御される。具体的には、目標通電量 I_{mt} の符号が正符号である場合（ $I_{mt} > 0$ ）には、電気モータ $MT R$ が正転方向 $F w d$ （押圧力の増加方向、図3を参照）に駆動され、 I_{mt} の符号が負符号である場合（ $I_{mt} < 0$ ）には、電気モータ $MT R$ が逆転方向 $R v s$ （押圧力の減少方向、図3を参照）に駆動される。また、目標通電量 I_{mt} の絶対値が大きいほど電気モータ $MT R$ の出力トルクが大きくなるように制御され、 I_{mt} の絶対値が小さいほど出力トルクが小さくなるように制御される。これにより、押圧力 F_{ba} （従って、制動力）が、運転者の制動操作部材 $B P$ の操

作に応じて調整される。

[0064] (駐車ブレーキ機能)

駐車ブレーキ機能は、選択ブロック S L T にて指示信号 (制御フラグ) F L p k が選択された場合において、F L p k に基づいて、駆動回路 D R V によって電気モータ M T R、及び、ソレノイド S O L が制御されることによって発揮される。駐車ブレーキには、駐車ブレーキを非作動状態から作動状態に切り替える「開始作動」、及び、駐車ブレーキを作動状態から非作動状態に切り替える「解除作動」の2つの作動が存在する。開始、及び、解除は、指示信号 F L p k の変化 ($0 \rightarrow 1$ 、又は、 $1 \rightarrow 0$) に基づいて決定される。

[0065] 開始作動では、開始作動用の目標通電量 I_{mt} 、及び、ソレノイド S O L への通電を指示するソレノイド指示信号 F L s が出力される。ここで、開始作動用の目標通電量 I_{mt} は、予め設定された特性に従って決定される。信号 F L s は、制御フラグであって、「F L s = 0」がソレノイド S O L への非通電、「F L s = 1」がソレノイド S O L への通電を指示する。

[0066] 具体的には、開始作動では、D R V は、開始作動用の目標通電量 I_{mt} を、坂路上で車両を停止状態に維持するために必要な制動力に応じた値 (> 0) に設定する。この開始作動用の目標通電量 I_{mt} (> 0) に基づいて電気モータ M T R が正転駆動される。これにより、押圧力 F b a が、坂路上で車両を停止状態に維持するために必要な制動力に応じた値 (前記選択後押圧力に相当) まで増大する。

[0067] その後、信号 F L s が、「0」から「1」へ切り替えられる。これにより、つめ部材 T S U が「係合不能位置」 (図 3 (a) を参照) から「係合可能位置」 (図 3 (b)) に移動する。このように、押圧力 F b a (> 0) が発生し且つ T S U が係合可能位置に維持された状態にて、目標通電量 I_{mt} が減少させられることによって、R C H が逆転方向 R v s (図 3 を参照) に回転させられる。これにより、T S U の先端部 T m e が R C H の歯と係合する。この係合によって、R C H の逆転方向 R v s の回転運動が不能となり、電気モータ M T R への通電が停止されても押圧力 F b a が現在値に保持される

状態となる。その後、電気モータMT Rへの通電が停止される。即ち、駐車ブレーキ機能が開始・維持される。

[0068] 解除作動では、DRVは、解除作動用の目標通電量 I_{mt} を、ラチェット歯車RCHを正転駆動するために必要な値 (> 0) に設定する。そして、TSUの先端部TmeとRCHの歯とが係合した状態にて、この解除作動用の目標通電量 I_{mt} に基づいて電気モータMT Rが正転駆動される。RCHが正転方向Fwdに回転すると、TSUの先端部TmeとRCHの歯とが係合が解除される。この結果、弾性部材SPRの付勢力によって、TSUが係合可能位置 (図3 (b) を参照) から係合不能位置 (図3 (a) を参照) に戻る。これにより、維持されてきた駐車ブレーキ機能が解除される。

[0069] (自動加圧制御機能)

自動加圧制御機能は、上述した自動加圧制御を達成するために制動力を発生するブレーキ機能である。自動加圧制御機能は、選択ブロックSLTにて目標押圧力F a t が選択された場合において、F a t (前記選択後押圧力に相当) に基づいて、駆動回路DRVによって電気モータMT Rが駆動されることによって発揮される。

[0070] 具体的には、DRVは、目標押圧力F a t に基づいて、周知の手法の一つを利用して、自動加圧制御用の目標通電量 I_{mt} を演算する。自動加圧制御用の目標通電量 I_{mt} は、目標押圧力F a t を達成するための、電気モータMT Rへの通電量の目標値である。この自動加圧制御用の目標通電量 I_{mt} に基づいて電気モータMT Rの出力 (回転動力) が制御される。これにより、押圧力F b a (従って、制動力) が、自動加圧制御が達成されるように調整される。

[0071] (ヒステリシス特性)

「電気モータMT Rに対する通電量 (実際値) I_{ma} 」と、「押圧力 (実際値) F b a」との間には、制動手段BRK内の「動力伝達機構」 (入力部材INP、減速機GSK、シャフト部材SFT、及び、ねじ部材NJB) の内部での摺動部分の摩擦等に起因して、図5に示すようなヒステリシス特性

が不可避免的に発生する。一例として、図5に太い実線で示すヒステリシス特性は、増圧側の特性CHS1と、減圧側の特性CHS2と、で構成される。

[0072] ここで、図5に示す特性CHIは、通電量Imaと押圧力Fbaとの間にヒステリシスがないと仮定したときの、電気モータMTR、及び「動力伝達機構」のそれぞれの諸元のみに基づいて一義的に得られる特性（以下、「基準特性」と呼ぶ）である。本実施形態では、基準特性CHIは、下記（1）式にて示することができる。
$$Fba = (K \cdot G / L) \cdot Ima \cdots (1)$$

[0073] 上記（1）式にて、「K」は、電気モータMTRのトルク定数（Nm/A）であり、「G」は、減速機GSKの減速比（無次元）であり、「L」は、ねじ部材NJBのリード（m/rad）である。

[0074] 一般に、「動力伝達機構」内の摺動部分の摩擦係数は、経年変化及び温度変化等によって不可避免的に変動する。この摩擦係数の変動等によって、ヒステリシス特性も、基準特性CHIを中心に変動する。具体的には、図5に示すグラフにおいて、前記摩擦係数が大きくなるにつれて、増圧側の特性がCHIから右に移動し且つ減圧側の特性がCHIから左に移動していく。例えば、上述した図5に太い実線で示すヒステリシス特性が得られる状況において、経年変化及び温度変化等によって前記摩擦係数が増大すると、ヒステリシス特性は、図5に破線で示すように、増圧側の特性がCHS1からCHW1に移動し、減圧側の特性がCHS2からCHW2に移動する。

[0075] （制動力の保持状態における電気モータMTRに対する通電量）

制動力が保持されている場合、上述した「通電量Imaと押圧力Fbaとの間のヒステリシス」の存在に起因して、制動力を現在値に維持できる通電量Imaには、ヒステリシス特性に応じた範囲が存在する。例えば、図5に示すように、ヒステリシス特性が、増圧側の特性CHS1と、減圧側の特性CHS2と、で構成される場合において、押圧力Fbaを値fba1に維持できる通電量Imaの範囲は、Has（ims～imu）で表される。

[0076] 従って、制動力の保持状態との判定がなされる場合には、「制動力の低下を招くことなく装置の消費電流を低減する観点」から、通電量Imaを、制

動力を現在値に維持できる範囲の最小値（又は、その最小値より若干大きい値）に設定することが好ましい、と考えられる。以下、「制動力を現在値に維持できる範囲の最小値」を単に「最小値」と呼ぶこともある。

[0077] この「通電量の最小値」は、「ヒステリシス特性が、増圧側の特性CHS1と、減圧側の特性CHS2と、で構成される場合」には、範囲Hasの下限值imsとなり、「ヒステリシス特性が、増圧側の特性CHW1と、減圧側の特性CHW2と、で構成される場合」には、範囲Hawの下限值imwとなる。

[0078] 即ち、ヒステリシス特性の変動に応じて「通電量の最小値」も変動する。制動力の低下を招くことなく装置の消費電流を最大限に低減するためには、このように時々刻々と変動し得るヒステリシス特性（従って、通電量の最小値）を逐次検出・更新し、制動力の保持状態と判定される毎に、通電量Imaを、最新の「通電量の最小値」（又は、その最小値より若干大きい値）に設定することが好ましい、と考えられる。

[0079] 係る知見に基づき、本実施形態では、所定時点が到来する毎に、ヒステリシス特性が新たに検出され、記憶される。「所定時点」として、運転者による通常ブレーキがなされたとき、及び、駐車ブレーキがなされたとき、が挙げられる。通常ブレーキ又は駐車ブレーキがなされる際、押圧力センサFBA、及び、通電量Imaを検出するセンサ（図示せず）の検出結果に基づいて、時々刻々と変動していく通電量Ima及び押圧力Fbaの関係を逐次（極短時間の経過毎に）検出していくことで、図5に示すようなヒステリシス特性を新たに取得・更新することができる。取得・更新されたヒステリシス特性は、ECU内の記憶領域に記憶される。

[0080] 本実施形態では、（駐車ブレーキの作動中、及び、自動加圧制御の実行中であるか否かにかかわらず）「制動力の保持状態である」との判定がなされる毎に、記憶されている最新のヒステリシス特性から「現在の押圧力を維持できる通電量の最小値」が取得され、電気モータMTRに対する目標通電量Imt（従って、通電量Ima）が、その「通電量の最小値」（又は、その

最小値より若干大きい値)に設定される。「制動力の保持状態である」との判定は、例えば、押圧力センサFBAによって検出される押圧力Fba、制動操作量取得手段BPAによって検出される制動操作量Bpa、位置取得手段MKAによって検出される電気モータMTRの回転角Mka、通電量imaを検出するセンサによって検出される通電量ima、及び、目標通電量imt、の何れか一つ又は二つ以上の変動幅が所定時間に亘って所定の範囲内に入っていること、等の条件が成立したときに、なされ得る。この判定は、ECUによってなされる。

[0081] これにより、所定時点の到来毎に、保持状態における通電量imaの設定に使用されるヒステリシス特性が更新されていく。従って、現在の制動力を維持できる範囲内における通電量imaの最小値が比較的正確に取得され得る。そして、このように比較的正確に取得された通電量の最小値に基づいて、保持状態における通電量imaが決定される。この結果、保持状態において通電量を適切に設定して、制動力の低下を招くことなく装置の消費電流を確実に低減することができる。

[0082] また、本実施形態では、通常ブレーキ又は駐車ブレーキがなされるときとは別に、「自動ヒステリシス特性検出動作」(ヒステリシス特性を新たに検出するためのみに通電量が変更される動作)がなされるときにも、ヒステリシス特性(より具体的には、現在の押圧力を維持できる通電量の最小値)が新たに取得される。

[0083] 自動ヒステリシス特性検出動作は、「制動力の保持状態である」との判定がなされる毎になされ得る。図6は、この場合の作動の一例を示す。この例では、時刻t1以前にて、制動力が略一定に保持されている。その結果、時刻t1にて、「制動力の保持状態である」との判定がなされると、押圧力Fbaを減少するために目標通電量imt(従って、通電量ima)が徐々に減少される。

[0084] 例えば、時刻t1にて、図5に太い実線で示すヒステリシス特性において、通電量imaがimu(=im1)であり、押圧力Fbaがfba1であ

るものとする。この場合、時刻 t_1 以降、通電量 i_{ma} が i_{mu} ($= i_{m1}$) から減少していく。しかしながら、通電量 i_{ma} が i_{ms} ($= i_{m2}$) に達するまで、押圧力 F_{ba} は f_{ba1} に維持される。

[0085] 時刻 t_2 にて、通電量 i_{ma} が i_{ms} ($= i_{m2}$) に達すると、「動力伝達機構」の各動力伝達部材が逆転方向 Rvs に運動を開始して押圧力 F_{ba} が f_{ba1} から減少を開始する。この結果、位置取得手段 MKA によって検出される電気モータ MTR の回転角 Mka が変化（減少）を開始する。時刻 t_3 にて、回転角 Mka の変化量（減少量）が所定値 $Hm1$ に達すると、「回転角 Mka が変化（減少）した」と判定される。この判定がなされた時点での通電量 i_{ma} が、現在の制動力を維持するための通電量の最小値 i_{m3} として記憶される。

[0086] このように、自動ヒステリシス特性検出動作がなされた場合、通電量の最小値を取得するために、制動力（押圧力）が「保持されていた値」から実際に減少させられる。ヒステリシス特性を考慮すると、このように制動力が減少している状態にて、通電量を、取得された通電量の最小値（又は、その最小値より若干大きい値）に設定しただけでは、制動力が減少している状態がなおも継続される事態が発生し得る。

[0087] 上述した図5に示した例では、押圧力 F_{ba} が f_{ba1} から減少した状態にて、通電量 i_{ma} を i_{ms} （又は、 i_{ms} より若干大きい値）に設定しても、ヒステリシス特性に起因して、押圧力 F_{ba} が f_{ba1} から減少した状態が維持される。押圧力 F_{ba} を「制動力の保持状態である」と判定された時点での値（ f_{ba1} ）に復帰させることが望ましい。

[0088] この点に鑑み、図6に示す例では、時刻 t_3 にて、通電量の最小値 i_{m3} が取得された後、通電量 i_{ma} が再び増加される。そして、時刻 t_4 にて、通電量 i_{ma} が i_{m1} に達することによって、押圧力 F_{ba} が「制動力の保持状態である」との判定がなされた時点での値まで復帰されると、それ以降、通電量 i_{ma} が、上記「記憶されている通電量の最小値 i_{m3} 」に所定値（微小値） $hi1$ を加えた値（ $i_{m3} + hi1$ ）に維持される。なお、図6

に示す例では、通電量 i_{ma} が i_{m1} に達したことを検出した時点で、通電量 i_{ma} が $(i_{m3} + h_{i1})$ に設定されているが（時刻 t_4 ）、押圧力 F_{ba} が f_{ba1} に復帰したことを検出した時点で、通電量 i_{ma} が $(i_{m3} + h_{i1})$ に設定されてもよい。

[0089] これにより、自動ヒステリシス特性検出動作がなされた後、減少していた制動力を「保持されていた値」にまで確実に戻すことができる。

[0090] 図6に示す例では、「回転角 M_{ka} が変化（減少）した」と判定された時点での通電量 i_{ma} が通電量の最小値として取得されているが、図7に示すように、回転角 M_{ka} に代えて、押圧力センサ F_{BA} によって検出される押圧力 F_{ba} が変化（減少）したと判定された時点での通電量 i_{ma} が通電量の最小値として取得されてもよい。図7に示す例では、押圧力 F_{ba} の変化量（減少量）が所定値 H_{f1} に達したときに「押圧力 F_{ba} が変化（減少）した」と判定されている。

[0091] また、本実施形態では、「制動力の保持状態である」との判定がなされた場合、押圧力を「選択後押圧力」より大きい値に調整する「押圧力増大制御」を実行し、その後、自動ヒステリシス特性検出動作が行われ得る。例えば、図8に示す例では、図8に太い実線で示すヒステリシス特性 CHS において、通電量 i_{ma} が i_{mu} であり、押圧力 F_{ba} が f_{ba1} （＝選択後押圧力）である状態（点 P ）にて、「制動力の保持状態である」との判定がなされたことによって、「押圧力増大制御」が実行されて、通電量 i_{ma} が i_{mu} から i_{mu2} まで増加し、押圧力 F_{ba} が f_{ba1} から f_{ba2} まで増加した状態（点 Q ）にあるものとする。この状態（点 Q ）にて、自動ヒステリシス特性検出動作がなされる。

[0092] この場合、通電量の最小値を取得するために、押圧力 F_{ba} が「保持されていた値 f_{ba2} 」から実際に減少させられる。このとき（即ち、通電量 i_{ma} が減少されていく過程において）、図8にて太い破線で示すように、押圧力 F_{ba} が、選択後押圧力 f_{ba1} より下回らない（ $f_{min} \geq f_{ba1}$ ）ように、通電量 i_{ma} を調整することが好ましい。これにより、自動ヒス

テリシス特性検出動作がなされた場合において、制動力（押圧力）が「選択後押圧力」より低下する事態の発生を防止できる。

[0093] また、本実施形態では、上述のように、電動制動装置が車輪毎に搭載されている。本実施形態では、「制動力の保持状態である」との判定がなされたとき、自動ヒステリシス特性検出動作を、全ての電動制動装置（従って、全ての車輪）について同時に実行しないことが好ましい。具体的には、例えば、「制動力の保持状態である」との判定が1回なされたとき、全ての車輪のうちの一部の車輪のみについて先ず自動ヒステリシス特性検出動作が実行され、その完了後に、残りの車輪について自動ヒステリシス特性検出動作が開始・実行されること、が好ましい。或いは、「制動力の保持状態である」との判定がなされる毎に、全ての車輪のうちの一部の車輪のみについて自動ヒステリシス特性検出動作が実行され、「制動力の保持状態である」との判定がなされる毎に、自動ヒステリシス特性検出動作が行われる車輪が変更されること、が好ましい。

[0094] また、電動制動装置が車輪毎に搭載されていないが、車両が複数の前記電動制動装置を備えている場合を想定する。具体的には、例えば、第1の電動制動装置が、4輪のうち何れか2輪（第1グループの2輪）の制動力を制御するための第1の液圧回路を前記「動力伝達機構」の一部として備え、第2の電動制動装置が、残りの2輪（第2グループの2輪）の制動力を制御するための第2の液圧回路（第1の液圧回路とは異なる）を前記「動力伝達制御装置」の一部として備える構成を想定する。この場合、例えば、「制動力の保持状態である」との判定が1回なされたとき、第1グループの2輪のみについて先ず自動ヒステリシス特性検出動作が実行され、その完了後に、第2グループの2輪について自動ヒステリシス特性検出動作が開始・実行されること、が好ましい。或いは、「制動力の保持状態である」との判定がなされる毎に、第1、第2グループのうち何れか1つのグループの2輪のみについて自動ヒステリシス特性検出動作が実行され、「制動力の保持状態である」との判定がなされる毎に、自動ヒステリシス特性検出動作が行われるグルー

プが変更されること、が好ましい。

[0095] 上述のように、ある車輪について自動ヒステリシス特性検出動作がなされた場合、通電量の最小値を取得するために、その車輪について制動力が「保持されていた値」から実際に減少させられる。従って、車両の全車輪に対して自動ヒステリシス特性検出動作が同時になされると、車両全体としての制動力の低下量が大きくなる。これに対し、上記構成によれば、車両の全車輪に対して自動ヒステリシス特性検出動作が同時に実行されない。従って、車両全体としての制動力の低下量を相対的に小さくできる。

[0096] また、本実施形態では、車両が停止していると判定される場合にのみ、自動ヒステリシス特性検出動作を実行するように構成されることが好適である。車両が停止しているとの判定は、車速取得手段 $V \times A$ の検出結果に基づいてなされ得る。

[0097] 上述のように、自動ヒステリシス特性検出動作がなされた場合、制動力が「保持されていた値」から実際に減少させられる。従って、車両の走行中（特に、通常ブレーキによる減速中）に自動ヒステリシス特性検出動作がなされると、制動力が減少したことを車両の乗員が感知し易い。上記構成は、係る知見に基づく。これによれば、「車両の走行中にて自動ヒステリシス特性検出動作がなされたことを車両の乗員が感知する事態」の発生を防止できる。

[0098] また、本実施形態では、「制動力の保持状態である」との判定がなされたとき、自動ヒステリシス特性検出動作を行うことなく、上述した「基準特性 $CH1$ 」（図5を参照）に基づいて、保持状態における通電量 i_{ma} が設定されるように構成され得る。

[0099] 具体的には、保持状態における通電量 i_{ma} は、「基準特性 $CH1$ における、現在の押圧力 F_{ba} に対応する値」に設定され得る。或いは、保持状態における通電量 i_{ma} は、「基準特性 $CH1$ を、想定され得る範囲内で最小のヒステリシス特性の範囲に相当する分だけ通電量 i_{ma} の減少方向（図5において左方向）にずらして得られる特性」（即ち、ヒステリシス特性の範

囲が想定され得る範囲内で最小となるヒステリシス特性における減圧側の特性)における、現在の押圧力 F_{ba} に対応する値、に設定されてもよい。

[0100] このように、「基準特性CH I」に基づいて保持状態における通電量 i_{ma} が設定され得るのは、以下の理由に基づく。即ち、上述のように、動力伝達機構内の摺動部分の摩擦係数の変動等によって、ヒステリシス特性は、「基準特性CH I」を中心に変動する(図5において、左右方向に変動する)。従って、「基準特性CH Iにおける、現在の押圧力 F_{ba} に対応する通電量 i_{ma} 」は、「ヒステリシス特性を考慮した場合における現在の押圧力 F_{ba} を維持できる範囲内の通電量の最小値」よりも必ず大きくなる。

[0101] 換言すれば、保持状態における通電量 i_{ma} を、「基準特性CH Iにおける現在の押圧力 F_{ba} に対応する値」に設定すれば、押圧力 F_{ba} が現在の押圧力より低下する事態の発生を確実に防止できる。加えて、保持状態における通電量 i_{ma} が「現在の押圧力 F_{ba} を維持できる範囲内の通電量の最大値」近傍に維持される場合と比べて、装置の消費電流を確実に低減できる。

[0102] このように、「基準特性CH I」に基づいて「保持状態における通電量 i_{ma} 」が設定される場合、本実施形態では、設定された「保持状態における通電量 i_{ma} 」を、電気モータMT Rの温度に基づいて補正してもよい。これは、以下の理由に基づく。

[0103] 一般に、電気モータの温度が高いほど、電気モータにおける「通電量に対する出力トルクの割合」(＝上記(1)式におけるトルク定数 K)が小さくなる。これは、電気モータの温度が高いほど、電気モータ内の永久磁石の磁束密度が小さくなることに起因する。従って、図9に示すように、トルク定数 K に基づいて決定される「基準特性CH I」も、電気モータの温度が高い(低い)ほど、図9において右側(左側)に移動する。よって、上記構成によれば、電気モータの温度にかかわらず、「保持状態における通電量 i_{ma} 」を、正確な「基準特性CH I」に基づいて正確に設定することができる。

[0104] 具体的には、例えば、ECUが記憶している基準特性CH Iに対応する電

電気モータMTRの温度（基準温度）が既知の場合、基準温度と現在の電気モータMTRの温度との差に基づいて基準特性CHIを補正し、補正された基準特性CHIに基づいて「保持状態における通電量ima」が設定され得る。

符号の説明

[0105] MTR…電気モータ、KTB…回転部材、MSB…摩擦部材、PSN…押圧部材、INP、GSK、SFT、NJB…動力伝達機構、LOK…駐車ブレーキ機構、RCH…ラチェット歯車、TSU…つめ部材、SOL…ソレノイド、CTL…制御手段、FBA…押圧状態量取得手段、MKA…位置検出手段、BP…制動操作部材

請求の範囲

[請求項1]

動力を発生する電気モータと、
車両の車輪と一体回転する回転部材に摩擦部材を押し付ける押圧部材と、
前記電気モータが発生する動力を前記押圧部材に伝達して前記摩擦部材に対する前記押圧部材の押圧力を発生する動力伝達機構と、
運転者による前記車両の制動操作部材の操作に基づいて決定された押圧力、駐車ブレーキ機能に基づいて決定された押圧力、及び、前記制動操作部材の操作にかかわらず制動力を発生させる自動加圧制御手段により決定された押圧力、のうち前記車両の状態に基づいて選択された押圧力である選択後押圧力が発生するように、前記電気モータに対する通電量を制御する制御手段と、
を備えた車両の電動制動装置であって、
前記制御手段は、
前記押圧力が一定に保持される保持状態であるか否かを判定する判定手段を備え、
前記制御手段は、
所定時点が到来する毎に、前記通電量と前記押圧力との間の関係におけるヒステリシス特性を検出するとともに、
前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記検出された前記ヒステリシス特性に基づいて、現在の前記押圧力を維持できる前記通電量の最小値を取得し、前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された通電量の最小値に基づいて決定された値に設定するように構成された、車両の電動制動装置。

[請求項2]

請求項1に記載の車両の電動制動装置において、
前記制御手段は、
前記電気モータ、又は、前記動力伝達機構に含まれる動力伝達部材の位置を検出する位置検出手段を備え、

前記制御手段は、

前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記押圧力を減少するために前記電気モータに対する前記通電量を徐々に減少し、前記検出された位置が変化したことに基づいて前記通電量の最小値を取得し、前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された通電量の最小値に基づいて決定された値に設定するように構成された、車両の電動制動装置。

[請求項3] 請求項1に記載の車両の電動制動装置において、

前記制御手段は、

前記押圧力を検出する押圧力検出手段を備え、

前記制御手段は、

前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記押圧力を減少するために前記電気モータに対する前記通電量を徐々に減少し、前記検出された押圧力が変化したことに基づいて前記通電量の最小値を取得し、前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された通電量の最小値に基づいて決定された値に設定するように構成された、車両の電動制動装置。

[請求項4] 請求項2又は請求項3に記載の車両の電動制動装置において、

前記制御手段は、

前記通電量の最小値を取得した後、前記電気モータに対する前記通電量を増加して前記押圧力を前記保持状態であるとの判定がなされたときの値まで復帰させ、その後、前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された通電量の最小値に基づいて決定された値に設定するように構成された、車両の電動制動装置。

[請求項5] 請求項2乃至請求項4の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、

前記制御手段は、

前記押圧力を前記選択後押圧力より大きい値に調整する押圧力増大

制御を実行する押圧力増大手段を備え、

前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記押圧力増大制御を実行し、その後、前記通電量の最小値の取得のために前記通電量を減少する制御を実行し、前記通電量を減少する制御の実行中において、前記押圧力が前記選択後押圧力より下回らないように前記通電量を調整するよう構成された、車両の電動制動装置。

[請求項6] 請求項2乃至請求項5の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、

前記車両は、複数の前記電動制動装置を備えており、

前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記通電量の最小値の取得のために前記通電量を減少する制御を、全ての前記電動制動装置について同時に実行しない、車両の電動制動装置。

[請求項7] 請求項2乃至請求項6の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、

前記制御手段は、

前記車両が停止していると判定される場合にのみ、前記通電量の最小値の取得のために前記通電量を減少する制御を実行するように構成された、車両の電動制動装置。

[請求項8] 動力を発生する電気モータと、

車両の車輪と一体回転する回転部材に摩擦部材を押し付ける押圧部材と、

前記電気モータが発生する動力を前記押圧部材に伝達して前記摩擦部材に対する前記押圧部材の押圧力を発生する動力伝達機構と、

運転者による前記車両の制動操作部材の操作に応じた前記押圧力が発生するように、前記電気モータに対する通電量を制御する制御手段と、

を備えた車両の電動制動装置であって、

前記制御手段は、

前記押圧力が一定に保持される保持状態であるか否かを判定する判定手段を備え、

前記制御手段は、

前記保持状態であるとの判定がなされた場合、前記電気モータに対する前記通電量を、前記電気モータ及び前記動力伝達機構のそれぞれの諸元に基づいて得られる前記通電量と前記押圧力との間のヒステリシスがない予め定められた関係に基づいて決定された値に設定するように構成された、車両の電動制動装置。

[請求項9]

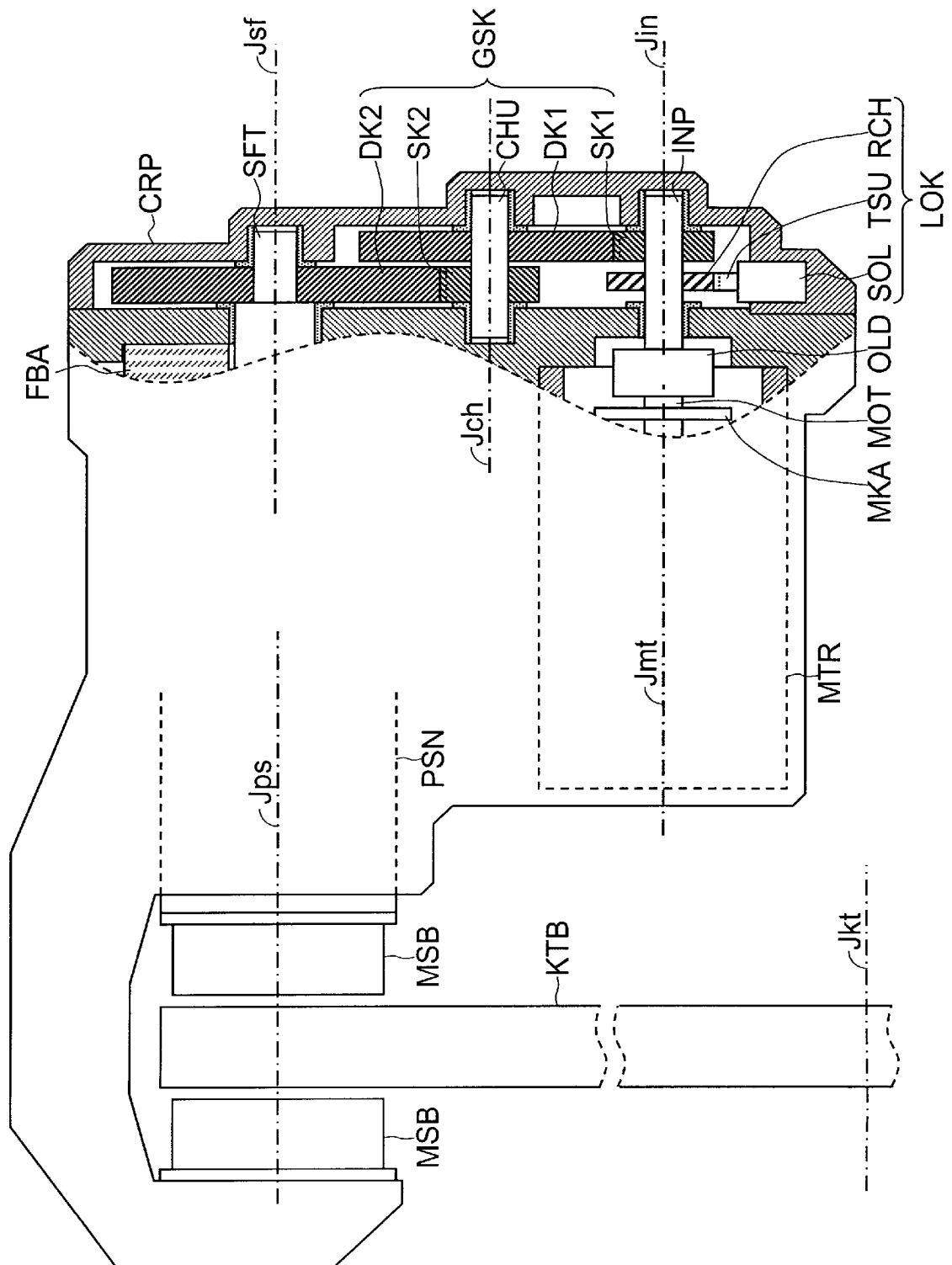
請求項8に記載の車両の電動制動装置において、

前記制御手段は、

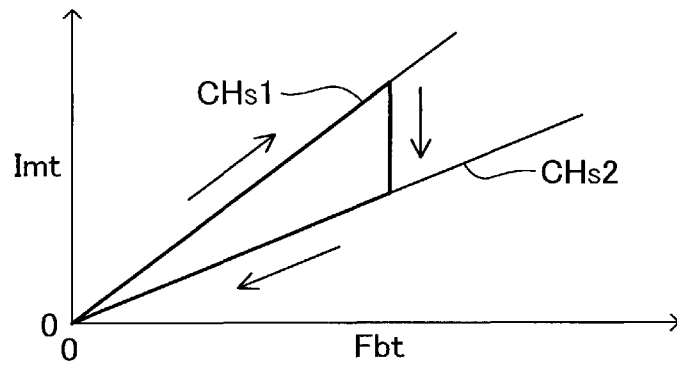
前記電気モータの温度を取得する温度取得手段を備え、

前記保持状態であるとの判定がなされた場合において設定される前記電気モータに対する前記通電量を、前記取得された電気モータの温度に基づいて補正するように構成された、車両の電動制動装置。

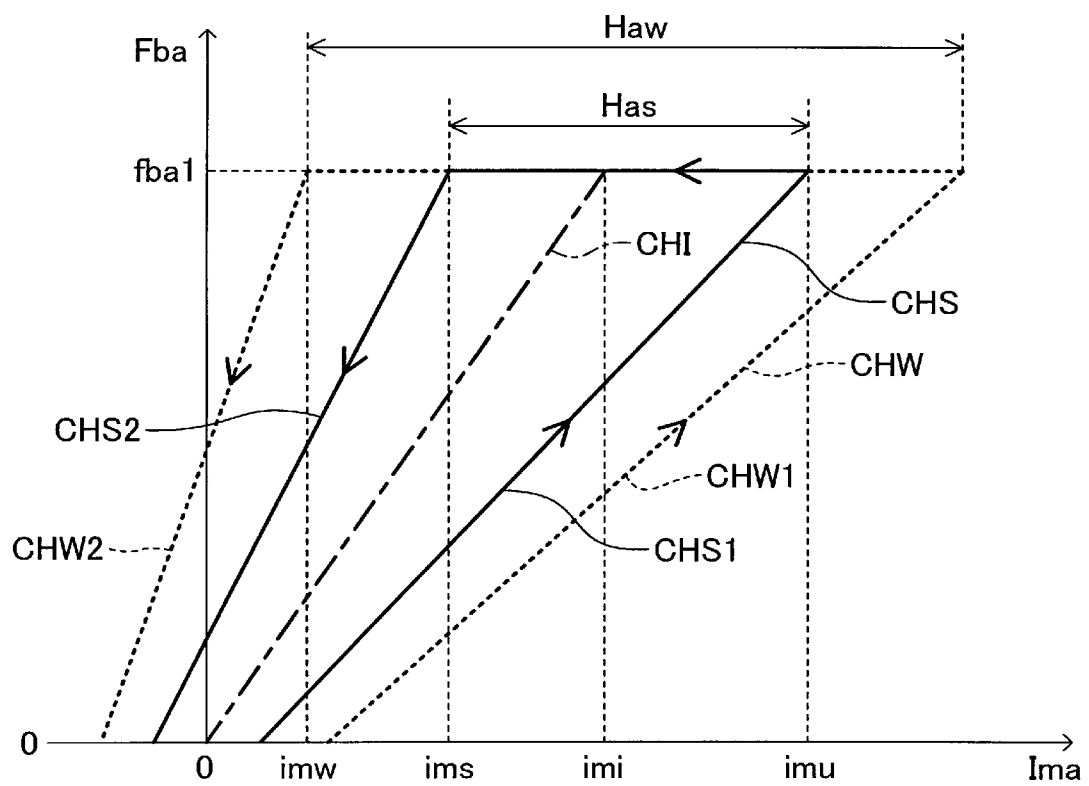
[図2]



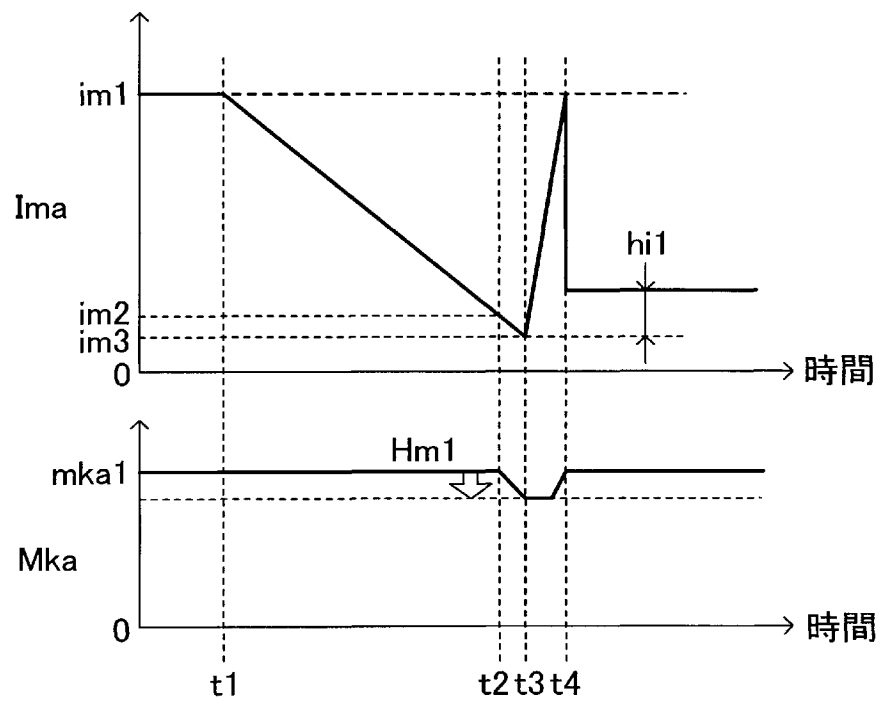
[図4]



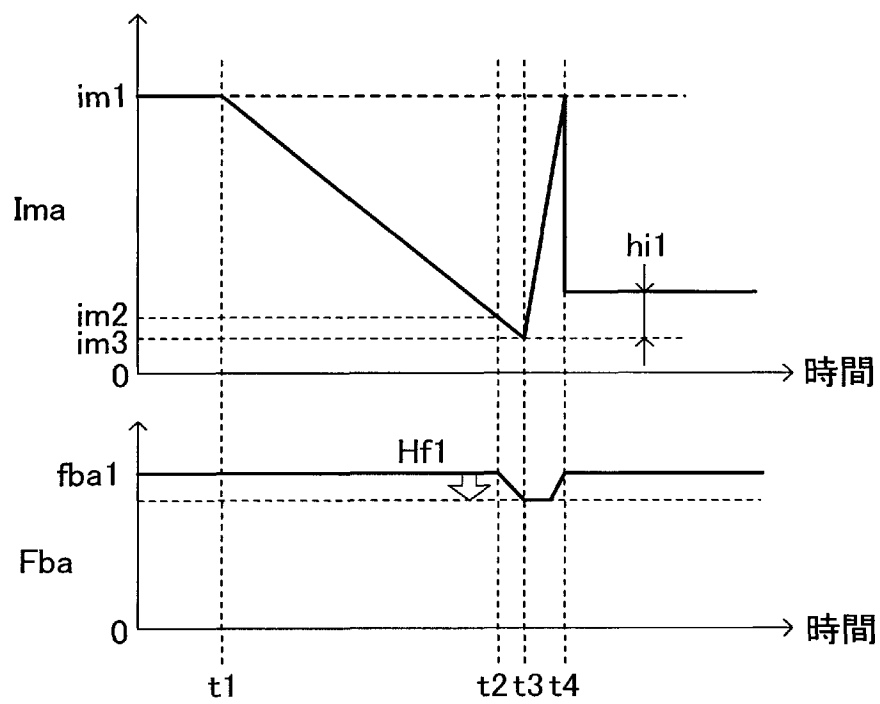
[図5]



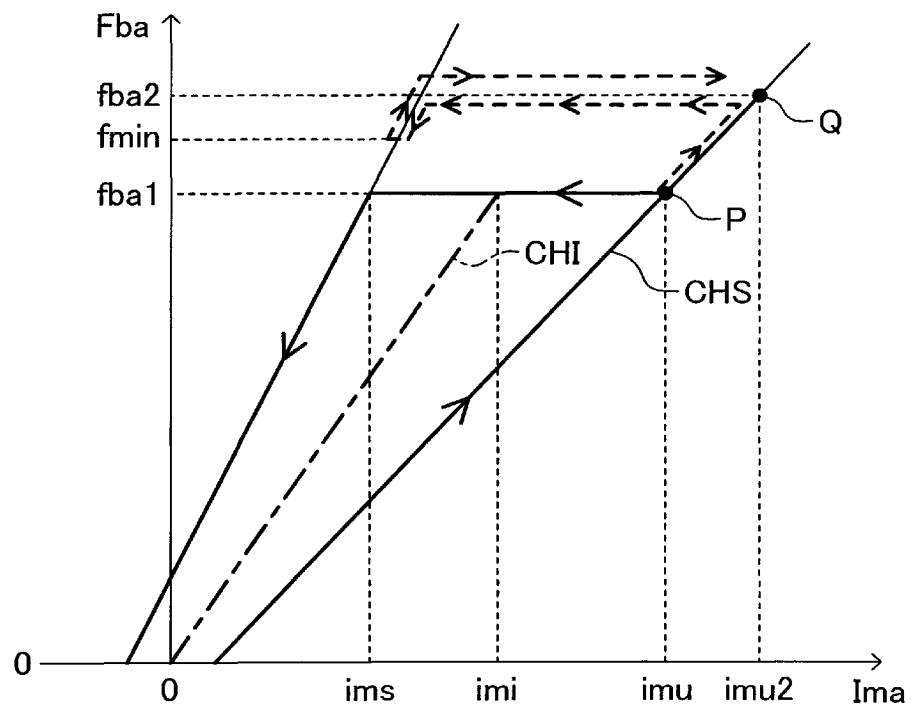
[図6]



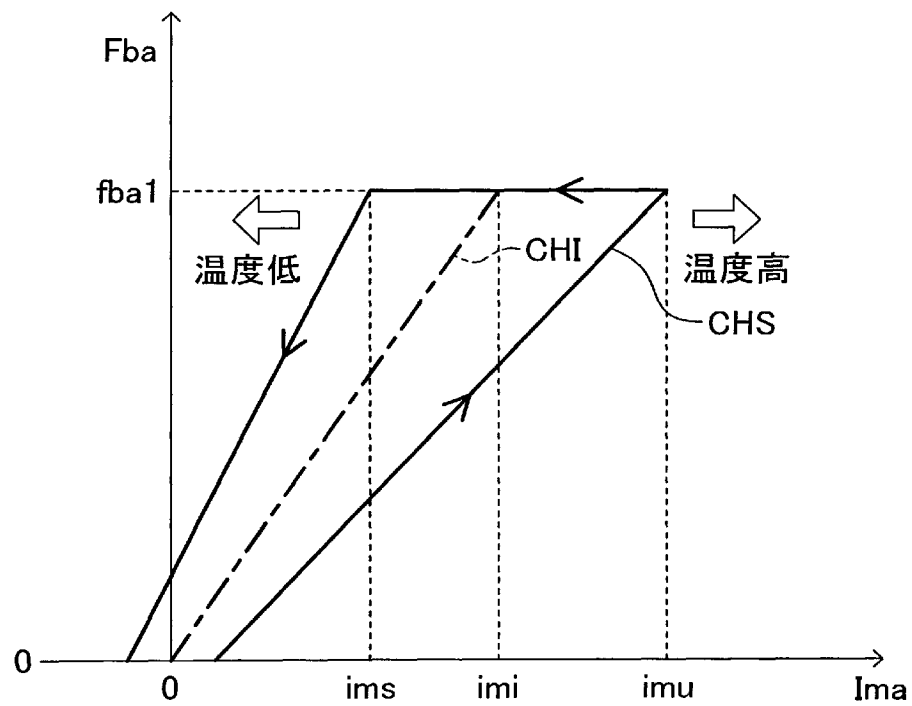
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055669

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T8/17(2006.01)i, B60T8/00(2006.01)i, B60T13/74(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)

B60T8/17, B60T8/00, B60T13/74

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 2000-16279 A (Tokico, Ltd.), 18 January 2000 (18.01.2000), claim 1; paragraphs [0019] to [0022] (Family: none)	1-9
A	JP 2006-327587 A (Toyota Motor Corp.), 07 December 2006 (07.12.2006), claims 1 to 4; paragraph [0031] & JP 11-236936 A & US 6199670 B1 & EP 924127 A2	1-9
A	JP 2009-220807 A (Hitachi, Ltd.), 01 October 2009 (01.10.2009), claims 1 to 4; paragraphs [0071] to [0074] & WO 2009/104791 A1	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
27 April 2016 (27.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055669

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-213201 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), claim 1 & US 2011/0246039 A1 & DE 102011006419 A & CN 102207145 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B60T8/17(2006.01)i, B60T8/00(2006.01)i, B60T13/74(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. B60T8/17, B60T8/00, B60T13/74

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 2000-16279 A（トキコ株式会社） 2000.01.18, [請求項1], 段落[0019]-[0022]（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2006-327587 A（トヨタ自動車株式会社） 2006.12.07, [請求項1]-[請求項4], 段落[0031] & JP 11-236936 A & US 6199670 B1 & EP 924127 A2	1-9
A	JP 2009-220807 A（株式会社日立製作所）2009.10.01, [請求項1]-[請求項4], 段落[0071]-[0074] & WO 2009/104791 A1	1-9

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

27.04.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

中尾 麗

3W

4026

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

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
A	JP 2011-213201 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2011.10.27, [請求項 1] & US 2011/0246039 A1 & DE 102011006419 A & CN 102207145 A	1-9