

(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
2020年1月30日(30.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/021665 A1

(51) 国際特許分類:

B60T 8/72 (2006.01) B60T 8/17 (2006.01)
B60T 8/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/027981

(22) 国際出願日: 2018年7月25日(25.07.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 津越 遼平 (TSUGOSHI Ryohei); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小野寺 俊平 (ONODERA Shumpei); 〒1008310 東京都千

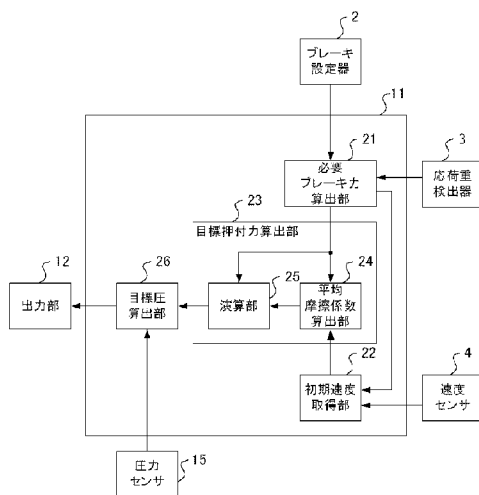
代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 岡原 卓矢(OKAHARA Takuya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 木村 満(KIMURA Mitsuru); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目7番地 協販ビル2階 Tokyo (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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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,

(54) Title: VEHICLE BRAKE CONTROL DEVICE AND VEHICLE BRAKE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 車両用ブレーキ制御装置および車両用ブレーキ制御方法



- 2 Brake setting unit
- 3 Variable load detector
- 4 Speed sensor
- 12 Output unit
- 15 Pressure sensor
- 21 Required brake force calculation unit
- 22 Initial speed acquisition unit
- 23 Target pressing force calculation unit
- 24 Average friction coefficient calculation unit
- 25 Computing unit
- 26 Target pressure calculation unit

(57) Abstract: A brake control unit (11) comprises: a required brake force calculation unit (21) that calculates a required brake force which is the brake force generated by a mechanical brake device in order to achieve the deceleration indicated by brake commands; an initial speed acquisition unit (22) that acquires an initial speed; a target pressing force calculation unit (23) that calculates a target pressing force which is the force for pressing a brake shoe against a wheel in order to achieve the required brake force; and a target pressure calculation unit (26) that calculates a target pressure indicating the pressure of fluid in a brake cylinder necessary for achieving the target pressing force, and performs feedback control to adjust the target pressure on the basis of the feedback signal acquired from a pressure sensor (15).

(57) 要約: ブレーキ制御部(11)は、ブレーキ指令が示す減速度を得るために機械ブレーキ装置が生じさせるブレーキ力である必要ブレーキ力を算出する必要ブレーキ力算出部(21)と、初期速度を取得する初期速度取得部(22)と、必要ブレーキ力を得るために制輪子を車輪に押し付ける力である目標押付力を算出する目標押付力算出部(23)と、目標押付力を得るために必要なブレーキシリンダの内部の流体の圧力を示す目標圧を算出し、圧力センサ(15)から取得したフィードバック信号に基づいて目標圧を調節するフィードバック制御を行う目標圧算出部(26)と、を備える。

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

車両用ブレーキ制御装置および車両用ブレーキ制御方法

技術分野

[0001] この発明は、車両用ブレーキ制御装置および車両用ブレーキ制御方法に関する。

背景技術

[0002] 鉄道車両に搭載されるブレーキ制御装置は、ブレーキ指令が示す目標減速度を得るために、流体源から供給される流体を圧縮して、圧縮した流体を機械ブレーキ装置が有するブレーキシリンダに供給する。この主のブレーキ制御装置の一例が、特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 に開示される鉄道車両のブレーキ制御装置は、ブレーキ指令から必要ブレーキ力を算出し、流体源から供給される流体を、必要ブレーキ力を得るための圧力まで圧縮して、圧縮した流体を機械ブレーキ装置が有するブレーキシリンダに供給する。圧縮された流体がブレーキシリンダに供給されることで、制輪子が車輪に押しつけられ、ブレーキ力が得られる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 3 - 2 9 1 7 9 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のように制輪子が車輪に押しつけられることで、ブレーキ力が得られる。ブレーキ力は、制輪子と車輪の接触面の摩擦係数と、制輪子を車輪に押し付ける力である押付力との積で表される。ブレーキ指令が同じであっても、摩擦係数が、例えば、ブレーキ開始時の車両の速度、押付力の大きさ等に依存して変化すると、ブレーキ力が異なることがある。その結果、車両の停止位置にばらつきが生じ、目標位置からずれてしまうことがある。

[0005] 本発明は上述の事情に鑑みてなされたものであり、同じブレーキ指令に対してブレーキ力がばらつくことを抑制する車両用ブレーキ制御装置および車両用ブレーキ制御方法を提供することが目的である。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明の車両用ブレーキ制御装置は、ブレーキシリンダとブレーキシリンダの内部の流体の圧力に応じて作動する摩擦材とを有し、車両の走行時に回転する回転体に摩擦材を押しつけることでブレーキ力を発生させる機械ブレーキ装置を制御する車両用ブレーキ制御装置である。車両用ブレーキ制御装置は、必要ブレーキ力算出部と、初期速度取得部と、目標押付力算出部と、目標圧算出部と、出力部と、を備える。必要ブレーキ力算出部は、車両の目標減速度を示すブレーキ指令を取得し、目標減速度を得るために必要なブレーキ力である必要ブレーキ力を算出する。初期速度取得部は、必要ブレーキ力算出部によるブレーキ指令の取得に応答して、車両の速度を取得する。目標押付力算出部は、摩擦材と回転体との接触面の摩擦係数として、初期速度取得部が取得した車両の速度である初期速度と、摩擦材を回転体に押しつける力である押付力とに依存して変化する平均摩擦係数を用い、平均摩擦係数と必要ブレーキ力とから、必要ブレーキ力を得るために摩擦材を回転体に押しつける力である目標押付力を算出する。目標圧算出部は、目標押付力を得るために必要なブレーキシリンダの内部の流体の圧力を示す目標圧を算出する。出力部は、目標圧に応じて、流体源から供給される流体を圧縮して、圧縮した流体を機械ブレーキ装置に供給する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、初期速度と摩擦材を回転体に押しつける力である押付力とに依存して変化する平均摩擦係数と、必要ブレーキ力とから、必要ブレーキ力を得るために摩擦材を回転体に押しつける力である目標押付力を算出する。そして、目標押付力を得るために必要なブレーキシリンダの内部の流体の圧力を示す目標圧に応じて圧縮された流体を機械ブレーキ装置に供給することで、同じブレーキ指令に対してブレーキ力がばらつくことを抑制する車

両用ブレーキ制御装置および車両用ブレーキ制御方法を提供することが可能である。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本発明の実施の形態に係る車両用ブレーキシステムの構成を示すブロック図
- [図2]実施の形態における車両用ブレーキ制御装置の構成を示すブロック図
- [図3]実施の形態に係る車両用ブレーキ制御装置が行うブレーキ制御の動作の一例を示すフローチャート
- [図4]実施の形態における車両の速度と押付力から平均摩擦係数を一意に特定する平均摩擦係数テーブルの例を示す図
- [図5]実施の形態における初期速度での押付力ごとの平均摩擦係数の算出方法の例を示す図
- [図6]実施の形態における平均摩擦係数を変数として押付力を特定する関係式の例を示す図
- [図7]実施の形態に係る車両用ブレーキ制御装置のハードウェアの構成を示す図

発明を実施するための形態

- [0009] 以下、本発明の実施の形態に係る車両用ブレーキ制御装置および車両用ブレーキ制御方法について図面を参照して詳細に説明する。なお図中、同一または同等の部分には同一の符号を付す。
- [0010] 車両の一例として鉄道車両に搭載される車両用ブレーキシステム1を図1に示す。車両用ブレーキシステム1は、運転員の操作に応じたブレーキ指令を出力するブレーキ設定器2と、車両の重量を検出する応荷重検出器3と、車両の速度を検出する速度センサ4と、流体源5と、車両のブレーキ力を生じさせる機械ブレーキ装置6と、ブレーキ指令に応じて流体源5から供給される流体を圧縮して、圧縮した流体を機械ブレーキ装置6に供給するブレーキ制御装置10と、を備える。図1において、電気信号を実線で示し、流体の流れを点線で示す。

- [0011] ブレーキ設定器 2 は、運転台に設けられたマスターコントローラを有し、運転員によるマスターコントローラの操作に応じたブレーキ指令をブレーキ制御装置 10 に送る。ブレーキ指令は、車両の目標減速度を示すブレーキノッチを含む。応荷重検出器 3 は、車両に取り付けられ、車両に乗車している乗客および車両に搭載された機器、荷物等を含む車両重量を検出し、検出値をブレーキ制御装置 10 に送る。速度センサ 4 は、車軸に取り付けられた P G (Pulse Generator : パルスジェネレーター) を備え、P G が出力するパルス信号から得られる車軸の回転数を示す信号をブレーキ制御装置 10 に送る。流体源 5 は、流体の一例として空気をブレーキ制御装置 10 に供給する。
- [0012] ブレーキ制御装置 10 は、ブレーキ設定器 2 が出力するブレーキ指令、応荷重検出器 3 の検出値、および速度センサ 4 の検出値に基づいて、流体源 5 から供給される流体を圧縮し、機械ブレーキ装置 6 に供給する。機械ブレーキ装置 6 は、ブレーキシリンダと、ブレーキシリンダの内部の流体の圧力に応じて作動する摩擦材とを有する。流体源 5 から供給され、ブレーキ制御装置 10 で圧縮された空気がブレーキシリンダに供給されることでブレーキシリンダ内の圧力が上昇すると、摩擦材が、車両の走行時に回転する回転体に押し付けられ、ブレーキ力が発生する。機械ブレーキ装置 6 は、摩擦材の一例として、制輪子を有する。制輪子が、回転体の一例である車輪に押し付けられることで、ブレーキ力が発生する。ブレーキ力は、制輪子を車輪に押しつける力である押付力と、制輪子と車輪との接触面の摩擦係数の積で表される。
- [0013] 詳細については後述するが、ブレーキ制御装置 10 は、摩擦材と回転体との接触面の摩擦係数として、ブレーキ指令の取得に応答して取得した車両の速度である初期速度と押付力とに依存して変化する平均摩擦係数を用いて、ブレーキ指令が示す目標減速度を得るための押付力を算出する。そして、ブレーキ制御装置 10 は、算出した押付力を得るために必要なブレーキシリンダの内部の流体の圧力に応じて、流体源 5 から供給される空気を圧縮して、圧縮した空気を機械ブレーキ装置 6 に供給する。ブレーキ制御装置 10 が上

述のように算出した押付力に基づいて圧縮した空気を、機械ブレーキ装置 6 に供給することで、同じブレーキ指令に対してブレーキ力がばらつくことが抑制される。

[0014] ブレーキ制御装置 10 は、ブレーキ指令が示す目標減速度を得るために必要なブレーキシリンダの圧力を示す目標圧を算出するブレーキ制御部 11 と、目標圧に応じて流体源 5 から供給される空気を圧縮して、圧縮した空気を機械ブレーキ装置 6 に出力する出力部 12 と、出力部 12 が出力する空気の圧力を検出して、ブレーキ制御部 11 にフィードバック信号を送信する圧力センサ 15 と、を備える。

[0015] ブレーキ制御部 11 は、図 2 に示すように、ブレーキ指令が示す減速度を得るために機械ブレーキ装置 6 が生じさせるブレーキ力である必要ブレーキ力を算出する必要ブレーキ力算出部 21 と、初期速度を取得する初期速度取得部 22 と、必要ブレーキ力を得るために制輪子を車輪に押し付ける力である目標押付力を算出する目標押付力算出部 23 と、目標押付力を得るために必要なブレーキシリンダの内部の流体の圧力を示す目標圧を算出し、圧力センサ 15 から取得したフィードバック信号に基づいて目標圧を調節するフィードバック制御を行う目標圧算出部 26 と、を備える。目標押付力算出部 23 は、初期速度における押付力ごとの制輪子と車輪の接触面の平均摩擦係数を算出する平均摩擦係数算出部 24 と、平均摩擦係数算出部 24 で算出した平均摩擦係数および必要ブレーキ力から目標押付力を算出する演算部 25 と、を備える。

上記構成を有するブレーキ制御部 11 は、ブレーキ設定器 2 から取得したブレーキ指令、応荷重検出器 3 の検出値、および速度センサ 4 から取得した車軸の回転数を示す信号から、目標圧を算出し、目標圧を示す電気指令を出力部 12 に送る。

[0016] 出力部 12 は、図 1 に示すように、ブレーキ制御部 11 から送られた電気指令を空気指令に変換する電空変換弁 13 と、電空変換弁 13 の出力に応じて流体源 5 から供給される空気を圧縮して、圧縮した空気を機械ブレーキ装

置 6 に出力する中継弁 14 と、を備える。電空変換弁 13 は、ブレーキ制御部 11 から送られた電気指令に応じて、流体源 5 から供給される空気の圧力を調節し、中継弁 14 に出力する。中継弁 14 は、電空変換弁 13 が出力する空気の圧力に応じて、流体源 5 から供給される空気を圧縮して、圧縮した空気を機械ブレーキ装置 6 に供給する。

[0017] 上記構成を有するブレーキ制御装置 10 の動作の概略について図 3 を用いて説明する。必要ブレーキ力算出部 21 は、ブレーキ指令を取得しない間は（ステップ S11；N）、ステップ S11 の処理を繰り返す。必要ブレーキ力算出部 21 は、ブレーキ指令を取得すると（ステップ S11；Y）、ブレーキ指令が示す目標減速度および応荷重検出器 3 の検出値から、必要ブレーキ力を算出する（ステップ S12）。初期速度取得部 22 は、必要ブレーキ力算出部 21 のブレーキ指令の取得に応答して、速度センサ 4 からパルス信号を取得し、パルス信号から初期速度を算出する（ステップ S13）。目標押付力算出部 23 は、初期速度と押付力とに依存して変化する平均摩擦係数を用い、平均摩擦係数と必要ブレーキ力とから、必要ブレーキ力を得るために制輪子を車輪に押し付ける力である目標押付力を算出する（ステップ S14）。目標圧算出部 26 は、目標押付力算出部 23 で算出した押付力を得るために必要なブレーキシリンダの内部の流体の圧力を示す目標圧を算出し、圧力センサ 15 から取得したフィードバック信号に応じて目標圧を調節する（ステップ S15）。出力部 12 は、流体源 5 から供給される空気の圧力が目標圧に達するまで空気を圧縮して、圧縮した空気を機械ブレーキ装置 6 に供給する（ステップ S16）。ブレーキ指令が示すブレーキノッチに変化がない場合（ステップ S17；Y）、ステップ S15 に戻って、上述の処理を繰り返す。詳細には、ステップ S14 で算出した目標押付力を用いて、目標圧を算出し、圧力センサ 15 から取得したフィードバック信号に応じて目標圧を調節し、流体源 5 から供給される空気の圧力が目標圧に達するまで空気を圧縮して、圧縮した空気を機械ブレーキ装置 6 に供給することを繰り返す。目標圧の算出に際して用いるパラメータは、前回の目標圧の算出に際して

用いたパラメータと異なってもよい。継続して同じブレーキ指令を取得しない場合、すなわち、ブレーキ指令が示すブレーキノッチが変化した場合（ステップS17；N）、ステップS11に戻って、上述の処理を繰り返す。

[0018] 上述の処理を行うブレーキ制御装置10の各部の動作の詳細について説明する。必要ブレーキ力算出部21は、ブレーキ設定器2からブレーキ指令を取得すると、ブレーキ指令が示す目標減速度 α 、および、応荷重検出器3が検出した車両重量W1に基づいて、下記（1）式から必要ブレーキ力F1を算出する。必要ブレーキ力算出部21は、必要ブレーキ力F1を平均摩擦係数算出部24に送る。なお下記（1）式は、車両が2つの台車で支持され、各台車が4つの車輪を有し、車輪ごとに機械ブレーキ装置6が設けられている場合の、機械ブレーキ装置6ごとの必要ブレーキ力を示す。さらに必要ブレーキ力算出部21は、目標減速度 α を初期速度取得部22に送る。

$$F1 = \alpha \cdot W1 / 8 \quad \dots (1)$$

[0019] 初期速度取得部22は、必要ブレーキ力算出部21によるブレーキ指令の取得に応答して、車両の速度を取得する。詳細には、初期速度取得部22は、必要ブレーキ力算出部21から取得した目標減速度 α の変化、すなわち、ブレーキ指令の変化を検知する。初期速度取得部22は、ブレーキ指令の変化を検知すると、速度センサ4から取得したパルス信号から、車両の速度を算出する。初期速度取得部22は、算出した車両の速度を平均摩擦係数算出部24に送る。以下の説明において、初期速度取得部22が算出した車両の速度を、初期速度 V_{int} とする。ブレーキ指令の変化とは、ブレーキ指令が入力されていない状態からブレーキ指令が入力された場合、および、ブレーキ指令が含むブレーキノッチのノッチ数が変化、すなわち、目標減速度 α が変化した場合を含む。

[0020] 平均摩擦係数算出部24は、予め定められた車両の異なる速度のそれぞれにおいて押付力ごとに予め定められた、摩擦材と回転体との接触面の平均摩擦係数から、初期速度における押付力ごとの平均摩擦係数を算出し、演算部25に送る。詳細には、平均摩擦係数算出部24は、車両の速度と押付力か

ら平均摩擦係数を一意に特定する平均摩擦係数テーブルを保持する。図4に示す平均摩擦係数テーブルは、車両速度 $V_1, V_2, \dots, V_k$ と、押付力 $N_1, N_2, \dots, N_m$ との組み合わせで平均摩擦係数を一意に特定するためのものである。例えば、車両速度 V_1 と押付力 N_1 に対する平均摩擦係数 μ は、 μ_{11} である。なお以下の説明において、 $V_1 < V_2 < \dots < V_k$ とし、 $N_1 < N_2 < \dots < N_m$ とする。平均摩擦係数テーブルの値は、一定の押付力でブレーキをかけて車両を走行させる試験走行、シミュレーション等の結果に基づいて定められる。速度が同じであれば、押付力が大きくなるにつれて、摩擦係数は小さくなる。また押付力が同じであれば、速度が大きくなるにつれて、摩擦係数は小さくなる。

[0021] 上述した平均摩擦係数テーブルを保持する平均摩擦係数算出部24は、平均摩擦係数テーブルの値または平均摩擦係数テーブルの値を補間して得た値から、初期速度での押付力ごとの平均摩擦係数を算出する。

例えば、初期速度 V_{int} が、平均摩擦係数テーブルに定められた車両の速度 $V_1, V_2, \dots, V_k$ のいずれかに一致する場合には、一致した車両の速度に対応付けられた押付力ごとの平均摩擦係数を、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数として用いられる。例えば、 $V_{int} = V_2$ である場合、押付力 $N_1, N_2, \dots, N_m$ のそれぞれに応じた平均摩擦係数 $\mu_{21}, \mu_{22}, \dots, \mu_{2m}$ を、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数とする。

また例えば、初期速度 V_{int} が、 $V_1 < V_{int} < V_2$ を満たす場合、車両の速度 V_1 に応じた平均摩擦係数 $\mu_{11}, \mu_{12}, \dots, \mu_{1m}$ と、車両の速度 V_2 に応じた平均摩擦係数 $\mu_{21}, \mu_{22}, \dots, \mu_{2m}$ から補間して、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数を算出する。平均摩擦係数算出部24は、補間の一例として、一次補間を行い、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数を算出する。一次補間を行う場合の初期速度 V_{int} 、押付力 N_1 に応じた摩擦係数は、下記(2)式で表される。初期速度 V_{int} における押付力 $N_2, \dots, N_m$ に応じた平均摩擦係数も、同様の方法で算出され、図5において白丸で示すように、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数 $\mu_{int1},$

$\mu_{int2}, \dots, \mu_{intm}$ が得られる。

[0022] [数1]

$$\mu_{int1} = \frac{(V_2 - V_{int})}{(V_2 - V_1)} \cdot \mu_{11} + \frac{(V_{int} - V_1)}{(V_2 - V_1)} \cdot \mu_{21} \quad \dots (2)$$

[0023] 上述のように平均摩擦係数算出部24で算出された平均摩擦係数を取得した演算部25は、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数から、初期速度において、平均摩擦係数を変数として押付力を算出する関係式を導出する。詳細には、演算部25は、図6において直線で示すように、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数 $\mu_{int1}, \mu_{int2}, \dots, \mu_{intm}$ の内、隣接する二点を一次補間して、関係式を導出する。図6において直線で示される関係式は、下記(3)式で表される。関係式は、平均摩擦係数 μ' を変数として押付力 N' を算出する一次関数である。下記(3)式において、 $A1$ 、 $B1$ はそれぞれ係数であり、 $A1$ は下記(4)式で表され、 $B1$ は下記(5)式で表される。

$$\mu' = A1 \cdot N' + B1 \quad \dots (3)$$

$$A1 = (\mu_{int2} - \mu_{int1}) / (N_2 - N_1) \quad \dots (4)$$

$$B1 = (\mu_{int1} \cdot N_2 - \mu_{int2} \cdot N_1) / (N_2 - N_1) \quad \dots (5)$$

[0024] そして、演算部25は、上述のように導出した関係式から押付力に関する方程式を導出する。必要ブレーキ力 $F1$ は、下記(6)式で表されるように、平均摩擦係数 μ' と押付力 N' の積に一致するとみなすことができる。下記(6)式を、上記(1)式に代入して、下記(7)式が得られる。図6において直線で示される関係式を表す上記(3)式と、下記(7)式から、押付力 N' に関する二次方程式である下記(8)式が導出される。演算部25は、解の公式に基づいて、二次方程式の解を求め、正数の解を目標押付力 N_{get} として算出し、目標圧算出部26に送る。解の公式を用いて目標押付力を求めることができるため、最適解、近似解等を得るために計算処理を繰り返す場合と比べ、計算処理が簡易になる。二次方程式の解が存在しない場合、

演算部 25 は、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数 μ_{int1} , μ_{int2} , $\dots$, μ_{intm} の内、別の隣接する二点を一次補間して、関係式を導出し、上述の処理を繰り返し行う。

$$F1 = \mu' \cdot N' \quad \dots (6)$$

$$\alpha \cdot W1 / 8 = \mu' \cdot N' \quad \dots (7)$$

$$\alpha \cdot W1 / 8 = A1 \cdot N'^2 + B1 \cdot N' \quad \dots (8)$$

[0025] 目標圧算出部 26 は、押付力 N_{tgt} から、目標圧 P_{tgt} を算出する。詳細には、目標圧算出部 26 は、押付力 N_{tgt} を機械ブレーキ装置 6 が有するピストンの摺動方向に直交する面の面積で除算して、目標圧 P_{tgt} を得る。ピストンがブレーキシリンダの内部の流体の圧力によって摺動することで、制輪子が動かされ、制輪子が車輪に押し付けられると、ブレーキ力が生じる。目標圧算出部 26 は、圧力センサ 15 から取得したフィードバック信号に応じて、中継弁 14 の出力する空気の圧力が直近で算出した目標圧 P_{tgt}' に近づくように、目標圧 P_{tgt} を調節する。目標圧算出部 26 は、目標圧 P_{tgt} を示す電気指令を電空変換弁 13 に出力する。

[0026] 電空変換弁 13 は、ブレーキ制御部 11 から送られた電気指令が示す目標圧 P_{tgt} に応じて、流体源 5 から供給される空気の圧力を調節し、中継弁 14 に出力する。電空変換弁 13 が出力する空気の圧力を指令圧として、中継弁 14 は、指令圧に応じて流体源 5 から供給される空気を圧縮して、圧縮した空気を機械ブレーキ装置 6 に供給する。上述のようにブレーキ制御装置 10 で圧縮された空気がブレーキシリンダに供給されることで、摩擦材が、車両の走行時に回転する回転体に押し付けられ、ブレーキ力が発生する。

[0027] 以上説明したとおり、本実施の形態に係るブレーキ制御装置 10 は、初期速度と押付力とに依存して変化する平均摩擦係数と、必要ブレーキ力とから目標押付力を算出する。そして、ブレーキ制御装置 10 は、目標押付力を得るために必要な圧力まで流体を圧縮して、圧縮した流体を機械ブレーキ装置に供給することで、同じブレーキ指令に対してブレーキ力がばらつくことを抑制する車両用ブレーキ制御装置および車両用ブレーキ制御方法を提供する。

ことが可能である。

[0028] 初期速度とブレーキ指令とに応じた摩擦係数を用いる従来のブレーキ制御装置では、初期速度が同じで、かつ、ブレーキ指令が同じであれば、車両の重量が異なる場合でも同じ摩擦係数を用いて目標押付力が算出される。上記（１）式で表されるように、車両の重量が大きくなると、必要ブレーキ力が大きくなる。上記（６）式からわかるように、摩擦係数が同じであって、必要ブレーキ力が大きくなると、目標押付力は大きくなる。従来のブレーキ制御装置では、車両の重量が異なる場合でも同じ摩擦係数を用いているが、押付力が大きくなると、実際の摩擦係数は、目標押付力の算出に用いた摩擦係数より小さくなる。その結果、実際に生じたブレーキ力が必要ブレーキ力より小さいことがある。一方、本実施の形態に係るブレーキ制御装置１０は、初期速度と押付力とに依存して変化する平均摩擦係数を用いることで、車両の重量が異なる場合は、異なる平均摩擦係数を用いて目標押付力を算出するため、ブレーキ力の過不足を抑制することが可能である。

[0029] 図７は、実施の形態に係るブレーキ制御部１１のハードウェアの構成例を示す図である。ブレーキ制御部１１は、各部を制御するハードウェア構成としてプロセッサ３１、メモリ３２、およびインターフェース３３を備える。これらの装置の各機能は、プロセッサ３１がメモリ３２に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。インターフェース３３は各装置を接続し、通信を確立させるためのものであり、必要に応じて複数の種類のインターフェースから構成されてもよい。図７では、プロセッサ３１およびメモリ３２をそれぞれ１つで構成する例を示しているが、複数のプロセッサ３１および複数のメモリ３２が連携して各機能を実行してもよい。

[0030] その他、上記のハードウェア構成やフローチャートは一例であり、任意に変更および修正が可能である。

[0031] プロセッサ３１、メモリ３２、およびインターフェース３３を有し、制御処理を行う中心となる部分は、専用のシステムによらず、通常のコンピュータシステムを用いて実現可能である。たとえば、上述の動作を実行するため

のコンピュータプログラムを、コンピュータが読み取り可能な記録媒体（フレキシブルディスク、CD-ROM、DVD-ROMなど）に格納して配布し、上記コンピュータプログラムをコンピュータにインストールすることにより、上述の処理を実行するブレーキ制御部11を構成してもよい。また、通信ネットワーク上のサーバ装置が有する記憶装置に上記コンピュータプログラムを格納しておき、通常のコンピュータシステムがダウンロードすることでブレーキ制御部11を構成してもよい。

[0032] また、ブレーキ制御部11の機能を、OS（オペレーティングシステム）とアプリケーションプログラムの分担、またはOSとアプリケーションプログラムとの協働により実現する場合などには、アプリケーションプログラム部分のみを記録媒体や記憶装置に格納してもよい。

[0033] また、搬送波にコンピュータプログラムを重畳し、通信ネットワークを介して配信することも可能である。たとえば、通信ネットワーク上の掲示板（BS：Bulletin Board System）に上記コンピュータプログラムを掲示し、通信ネットワークを介して上記コンピュータプログラムを配信してもよい。そして、このコンピュータプログラムを起動し、OSの制御下で、他のアプリケーションプログラムと同様に実行することにより、上述の処理を実行できるように構成してもよい。

[0034] 本発明の実施の形態は上述の実施の形態に限られない。機械ブレーキ装置6は、車輪に対して機械的に制動力を与える任意のブレーキ機構を有する。一例として、機械ブレーキ装置6は、ブレーキパッドを有し、車輪と共に回転するブレーキロータにブレーキパッドを押し付けることで、ブレーキ力を生じさせる。他の一例として、機械ブレーキ装置6は、ブレーキシューを有し、車軸と共に回転する円筒部材であるドラムに、ブレーキシューを押し付けることで、ブレーキ力を生じさせる。

[0035] 応荷重検出器3は、台車に取り付けられ、台車にかかる荷重を検出してもよい。各台車が4つの車輪を有し、車輪ごとに機械ブレーキ装置6が設けられていて、応荷重検出器3が台車にかかる荷重 W_2 を検出する場合、必要ブ

レーキ力 F_2 は、下記 (9) 式で算出される。

$$F_2 = \alpha \cdot W_2 / 4 \quad \dots (9)$$

必要ブレーキ力 F_1 、 F_2 は、互いに等しくなくてもよい。例えば、進行方向前方の車輪に取り付けられた機械ブレーキ装置 6 の必要ブレーキ力を、進行方向後方の車輪に取り付けられた機械ブレーキ装置 6 の必要ブレーキ力より小さくしてもよい。

[0036] 初期速度取得部 22 は、速度センサ 4 の代わりに、ATC (Automatic Train Control: 自動列車制御装置) から車輪の回転速度を取得してもよいし、TIMS (Train Information Management System: 列車情報管理システム) から車両の速度を取得してもよい。

[0037] 押付力の算出方法は、上述の例に限られない。目標押付力算出部 23 は、車両の速度ごとに、押付力から平均摩擦係数を一意に特定する関数を保持し、車両の速度ごとの関数から、初期速度において、押付力から平均摩擦係数を一意に算出する関係式を導出してもよい。押付力から平均摩擦係数を一意に算出する関係式は一次関数に限らず、二次関数、三次関数等の高次の関数でもよい。その場合、目標押付力算出部 23 は、押付力に関する高次方程式を導出し、高次方程式の近似解、最適解等を求め、目標押付力 N_{tgt} として算出する。

[0038] 平均摩擦係数算出部 24 は、進行方向における車輪の位置ごとに平均摩擦係数テーブルを保持してもよい。この場合、平均摩擦係数算出部 24 は車輪の位置ごとに、初期速度での押付力ごとの平均摩擦係数を算出する。そして、演算部 25 は、車輪の位置ごとに、初期速度において、平均摩擦係数を変数として押付力を算出する関係式を導出し、さらに、車輪の位置ごとに、押付力に関する方程式を導出する。演算部 25 は、車輪の位置ごとの方程式の解を求め、車輪の位置ごとの目標押付力 N_{tgt} を算出する。

[0039] 演算部 25 は、初期速度 V_{int} での押付力ごとの平均摩擦係数 μ_{int1} , μ_{int2} , $\dots$, μ_{intm} の内、隣接する二点を一次補間して、関係式を導出する際に、目標減速度、初期速度等から押付力を推定し、推定した押付力に最

も近い、隣接する二点を一次補間して、関係式を導出してもよい。

[0040] 本発明は、本発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、この発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。すなわち、本発明の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、この発明の範囲内とみなされる。

符号の説明

[0041] 1 車両用ブレーキシステム、2 ブレーキ設定器、3 応荷重検出器、4 速度センサ、5 流体源、6 機械ブレーキ装置、10 ブレーキ制御装置、11 ブレーキ制御部、12 出力部、13 電空変換弁、14 中継弁、15 圧力センサ、21 必要ブレーキ力算出部、22 初期速度取得部、23 目標押付力算出部、24 平均摩擦係数算出部、25 演算部、26 目標圧算出部、31 プロセッサ、32 メモリ、33 インターフェース。

請求の範囲

[請求項1]

ブレーキシリンダと前記ブレーキシリンダの内部の流体の圧力に応じて作動する摩擦材とを有し、車両の走行時に回転する回転体に前記摩擦材を押しつけることでブレーキ力を発生させる機械ブレーキ装置を制御する車両用ブレーキ制御装置であって、

前記車両の目標減速度を示すブレーキ指令を取得し、前記目標減速度を得るために必要な前記ブレーキ力である必要ブレーキ力を算出する必要ブレーキ力算出部と、

前記必要ブレーキ力算出部による前記ブレーキ指令の取得に応答して、前記車両の速度を取得する初期速度取得部と、

前記摩擦材と前記回転体との接触面の摩擦係数として、前記初期速度取得部が取得した前記車両の速度である初期速度と、前記摩擦材を前記回転体に押しつける力である押付力とに依存して変化する平均摩擦係数を用い、前記平均摩擦係数と前記必要ブレーキ力とから、前記必要ブレーキ力を得るために前記摩擦材を前記回転体に押しつける力である目標押付力を算出する目標押付力算出部と、

前記目標押付力を得るために必要な前記ブレーキシリンダの内部の前記流体の圧力を示す目標圧を算出する目標圧算出部と、

前記目標圧に応じて、流体源から供給される流体を圧縮して、圧縮した前記流体を前記機械ブレーキ装置に供給する出力部と、

を備える車両用ブレーキ制御装置。

[請求項2]

前記目標押付力算出部は、

予め定められた前記車両の異なる速度のそれぞれにおいて前記押付力ごとに予め定められた前記平均摩擦係数から、前記初期速度での前記押付力ごとの前記平均摩擦係数を算出する平均摩擦係数算出部と、

前記初期速度での前記押付力ごとの前記平均摩擦係数から、前記初期速度において、前記平均摩擦係数を変数として前記押付力を算出する関係式を導出し、前記必要ブレーキ力が前記平均摩擦係数と前記押

付力の積に一致するとみなして、前記関係式から前記押付力に関する方程式を導出し、前記方程式の解を求めることで、前記目標押付力を算出する演算部と、

を備える請求項 1 に記載の車両用ブレーキ制御装置。

[請求項3] 前記平均摩擦係数算出部は、前記車両の速度と前記押付力から前記平均摩擦係数を一意に特定する平均摩擦係数テーブルを保持し、前記平均摩擦係数テーブルの値から、前記初期速度での前記押付力ごとの前記平均摩擦係数を算出する、

請求項 2 に記載の車両用ブレーキ制御装置。

[請求項4] 前記演算部は、前記初期速度での前記押付力ごとの前記平均摩擦係数から一次関数である前記関係式を導出し、前記必要ブレーキ力が前記平均摩擦係数と前記押付力の積に一致するとみなして、前記関係式から前記押付力に関する二次方程式を導出し、前記二次方程式の解を求めることで、前記目標押付力を算出する、

請求項 2 または 3 に記載の車両用ブレーキ制御装置。

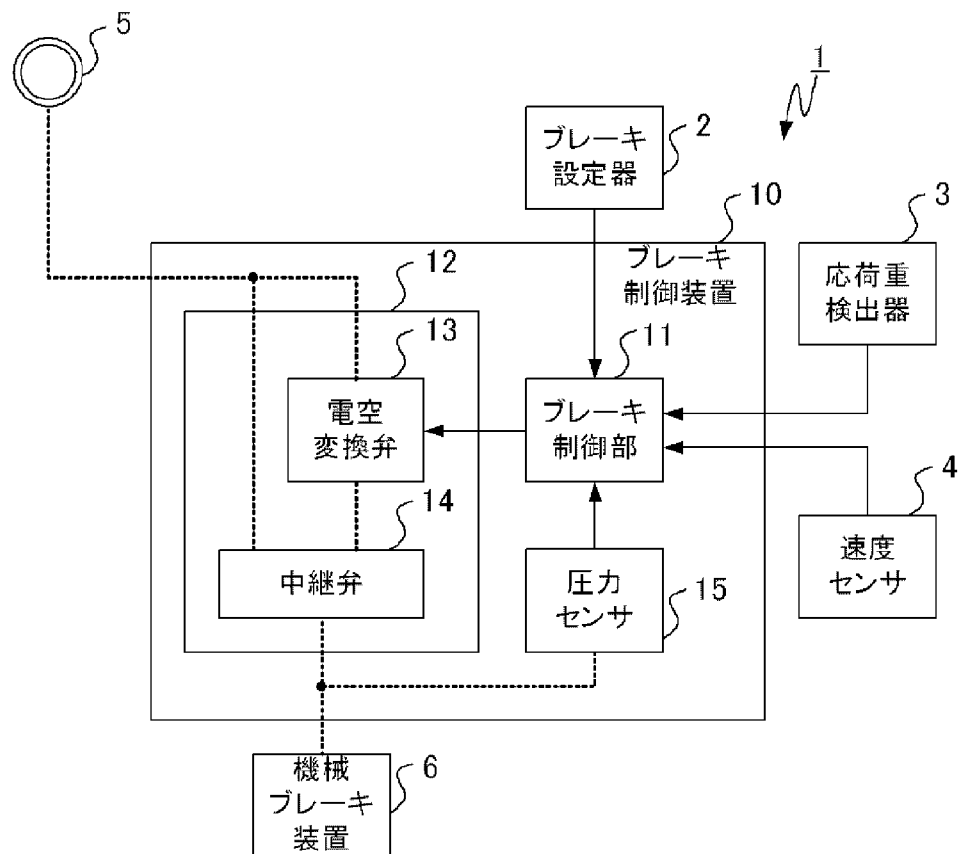
[請求項5] 車両用ブレーキ制御装置が行う車両用ブレーキ制御方法であって、
ブレーキシリンダと前記ブレーキシリンダの内部の流体の圧力に応じて作動する摩擦材とを有し、車両の走行時に回転する回転体に前記摩擦材を押しつけることでブレーキ力を発生させる機械ブレーキ装置が、ブレーキ指令が示す目標減速度を得るために生じさせる必要がある前記ブレーキ力である必要ブレーキ力を算出し、

前記摩擦材と前記回転体との接触面の摩擦係数として、前記ブレーキ指令の開始に応答して取得した前記車両の速度である初期速度と、前記摩擦材を前記回転体に押しつける力である押付力とに依存して変化する平均摩擦係数を用い、前記平均摩擦係数と前記必要ブレーキ力とから、前記必要ブレーキ力を得るために前記摩擦材を前記回転体に押しつける力である目標押付力を算出し、

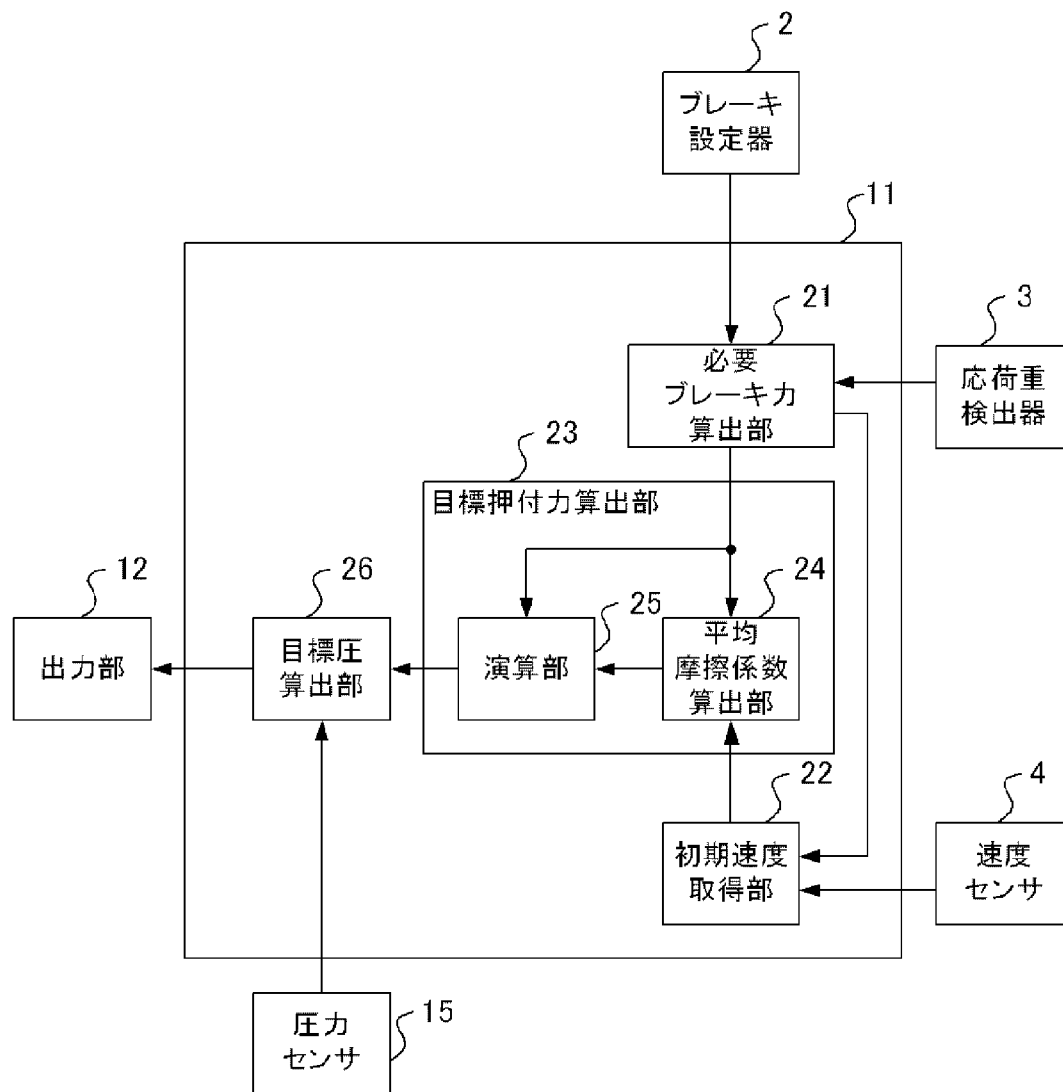
前記目標押付力を得るために必要な前記ブレーキシリンダの内部の

前記流体の圧力に応じて、流体源から供給される流体を圧縮して、圧縮した前記流体を前記機械ブレーキ装置に供給する、
車両用ブレーキ制御方法。

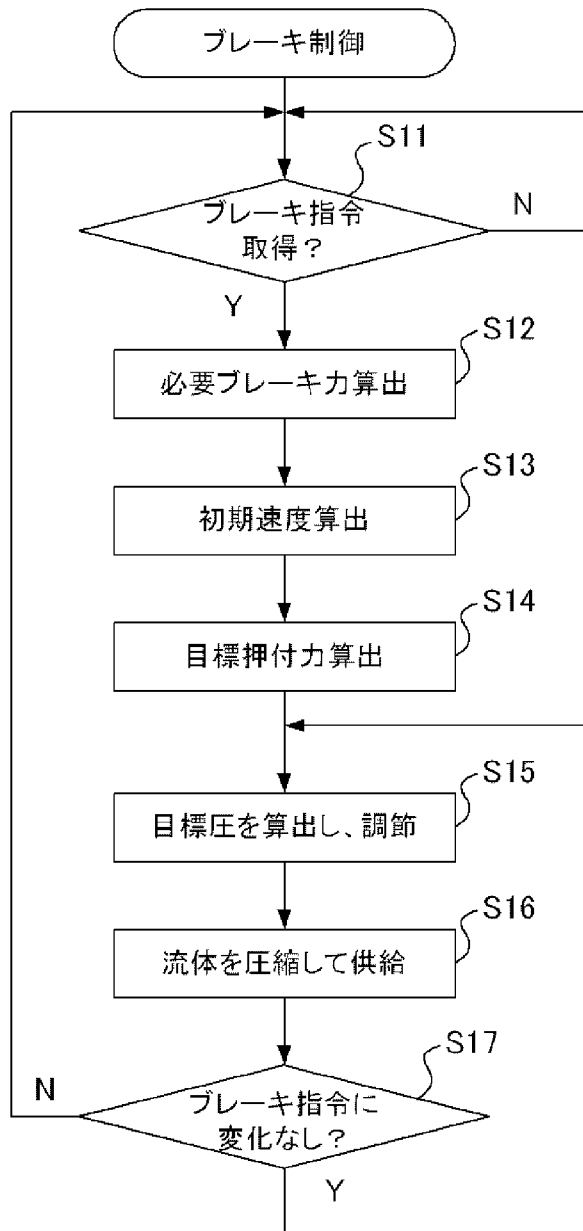
[図1]



[図2]



【図3】

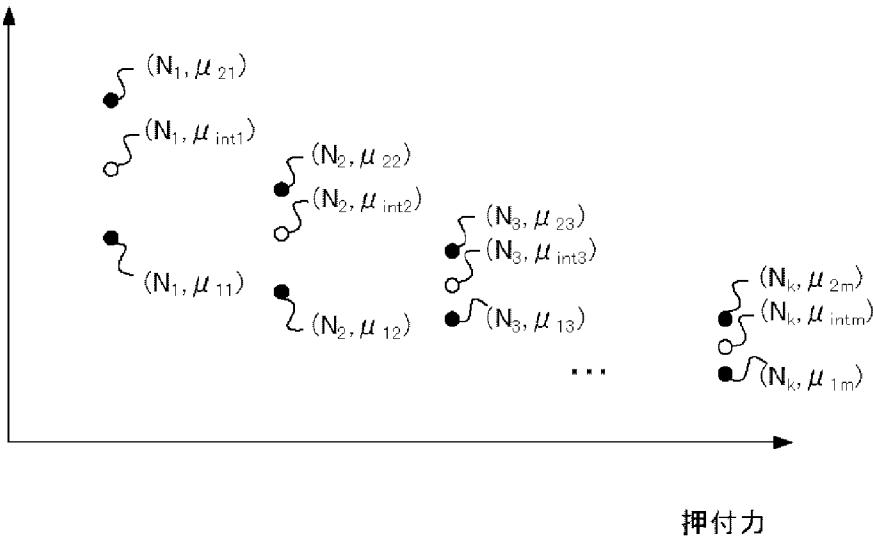


[図4]

押付力 車両速度	N_1	N_2	...	N_m
V_1	μ_{11}	μ_{12}	...	μ_{1m}
V_2	μ_{21}	μ_{22}	...	μ_{2m}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
V_k	μ_{k1}	μ_{k2}	...	μ_{km}

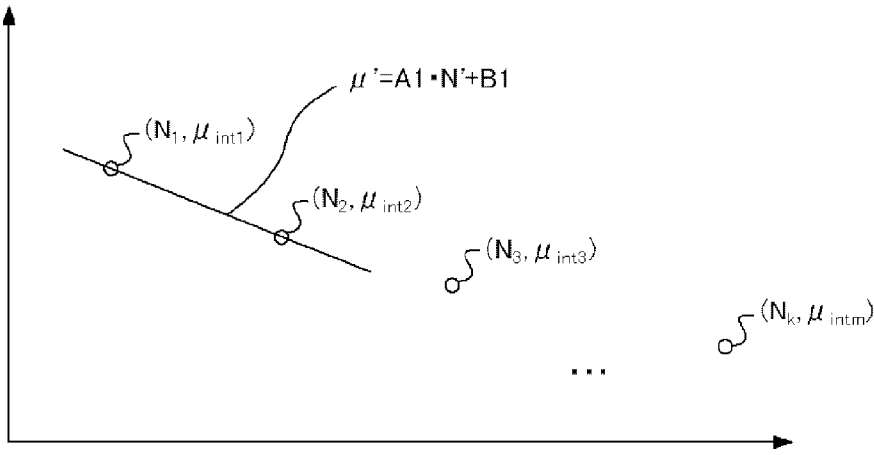
[図5]

平均摩擦係数



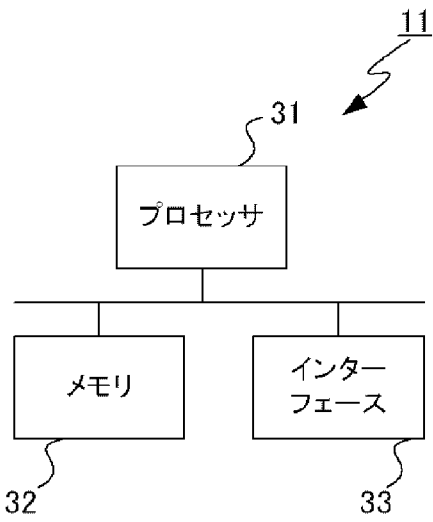
[図6]

平均摩擦係数



押付力

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B60T8/72 (2006.01)i, B60T8/00 (2006.01)i, B60T8/17 (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)

Int. Cl. B60T8/72, B60T8/00, B60T8/17

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 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	JP 11-5533 A (RAILWAY TECHNICAL RESEARCH	1, 5
A	INSTITUTE) 12 January 1999, paragraphs [0003], [0035]-[0046], fig. 2 (Family: none)	2-4
A	JP 2017-159742 A (RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE) 14 September 2017, paragraphs [0018]- [0027], fig. 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2016-159795 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 05 September 2016, paragraphs [0021]-[0025], fig. 2, 3 (Family: none)	1-5

☐ 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
11.10.2018

Date of mailing of the international search report
23.10.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60T8/72(2006.01)i, B60T8/00(2006.01)i, B60T8/17(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（I P C））

Int.Cl. B60T8/72, B60T8/00, B60T8/17

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で利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 A	JP 11-5533 A（財団法人鉄道総合技術研究所）1999.01.12, 段落 [0003], [0035]-[0046], 第2図（ファミリーなし）	1, 5 2-4
A	JP 2017-159742 A（公益財団法人鉄道総合技術研究所）2017.09.14, 段落 [0018] - [0027], 第3図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2016-159795 A（三菱電機株式会社）2016.09.05, 段落 [0021] - [0025], 第2-3図（ファミリーなし）	1-5

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

11.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

竹村 秀康

3W

3524

電話番号 03-3581-1101 内線 3367