

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/065332 A1

(51) 国際特許分類:
B60T 13/74 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/034325

(22) 国際出願日: 2018年9月18日(18.09.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

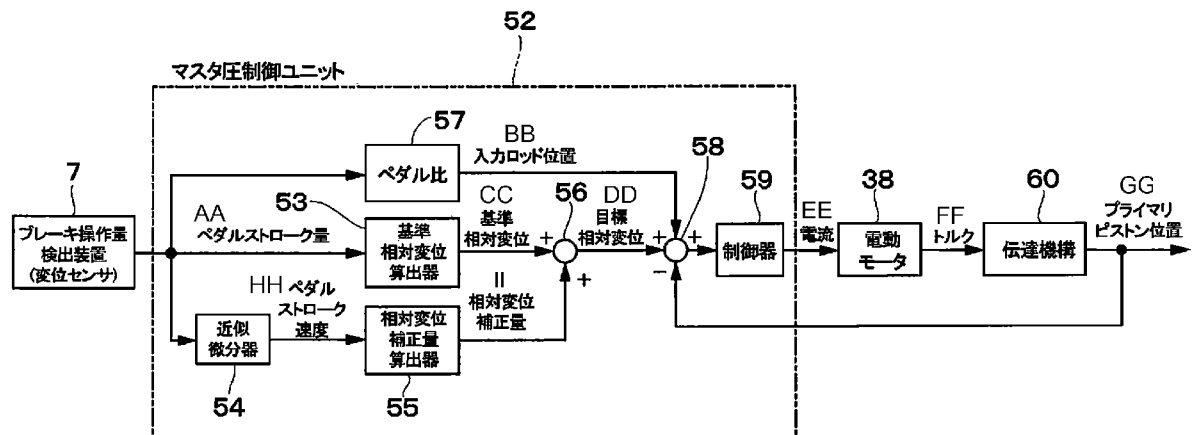
(30) 優先権データ:
特願 2017-185039 2017年9月26日(26.09.2017) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 高橋 直樹 (TAKAHASHI, Naoki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 後藤 大輔 (GOTO, Daisuke); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 塚越 貴哉 (TSUKAGOSHI, Takaya); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 松崎 則和 (MATSUZAKI, Norikazu); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 佐藤 弘明 (SATO, Hiroaki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: ELECTRIC BOOSTER

(54) 発明の名称: 電動倍力装置



- | | |
|---|--|
| 7 Brake operation amount detection device (displacement sensor) | AA Pedal stroke amount |
| 38 Electric motor | BB Input rod position |
| 52 Master pressure control unit | CC Reference relative displacement |
| 53 Reference relative displacement calculator | DD Target relative displacement |
| 54 Approximate differentiator | EE Current |
| 55 Relative displacement correction amount calculator | FF Torque |
| 57 Pedal ratio | GG Primary piston position |
| 59 Controller | HH Pedal stroke speed |
| 60 Transmission mechanism | II Relative displacement correction amount |

(57) Abstract: An input member travels forward and backward through the manipulation of the brake pedal. The electric motor of an electric actuator causes a power piston to travel forward and backward. A master pressure control unit sets the target travel amount of the power piston according to the travel amount of the input member caused by the brake pedal, controls the electric motor so as to cause the power piston to travel by the target travel amount, and generates brake fluid pressure in a master cylinder. The master pressure control unit has a reaction force generation section (reference

(74) 代理人: 小野 新次郎, 外(ONO, Shinjiro et al.);
〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 2
番 1 号 新大手町ビル 206 区 ユアサハ
ラ法律特許事務所 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,
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))

relative displacement calculator, relative displacement correction amount calculator, adder) for changing the properties of the hydraulic reaction force on the brake pedal. The reaction force generation section corrects the target travel amount for the power piston according to the time variation in the travel amount of the input member.

(57) 要約: 入力部材は、ブレーキペダルの操作により進退移動する。電動アクチュエータの電動モータは、パワーピストンを進退移動させる。マスタ圧制御ユニットは、ブレーキペダルによる入力部材の移動量に応じて、パワーピストンの目標移動量を設定し、電動モータを制御して目標移動量となるようにパワーピストンを移動させて、マスタシリング内にブレーキ液圧を発生させる。マスタ圧制御ユニットは、ブレーキペダルへの液圧反力特性を変更する反力発生部(基準相対変位算出器、相対変位補正量算出器、加算部)を有している。反力発生部は、入力部材の移動量の時間変化に応じて、パワーピストンの目標移動量を補正する。

明 細 書

発明の名称：電動倍力装置

技術分野

[0001] 本発明は、自動車等の車両に制動力を付与する電動倍力装置に関する。

背景技術

[0002] 自動車等の車両に搭載される倍力装置（ブレーキブースタ）として、電動アクチュエータを用いる構成とした電動倍力装置が知られている。ここで、特許文献１には、「ブレーキペダルの操作により進退動する入力部材」と「電動アクチュエータによって進退動されるアシスト部材」との相対位置を可変に制御することで、種々のブレーキ特性を得るようにした電動倍力装置が記載されている。この技術によれば、入力部材は、「ブレーキ液圧による反力の一部」と「入力部材とアシスト部材との間に取付けられた戻しばねのばね反力」とを受ける構成となっている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１１－２３５８９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１に示されたような技術によれば、入力部材とアシスト部材との位置関係によって、ブレーキペダルへの反力（以下、ペダル反力ともいう）が変化している。この場合、アシスト部材の応答時間に依存してペダル反力が変化するため、例えば、ブレーキペダルの踏み込み速度（入力部材の移動速度）に応じて任意にペダル反力を変更することが困難である。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の目的は、ペダルフィーリングを変更することができる電動倍力装置を提供することにある。

[0006] 本発明の一実施形態に係る電動倍力装置は、

ブレーキペダルの操作により進退移動する入力部材と、
該入力部材に相対移動可能に配置されたアシスト部材と、
該アシスト部材を進退移動させる電動アクチュエータと、
前記ブレーキペダルによる前記入力部材の移動量に応じて前記アシスト部材の目標移動量を設定し、前記電動アクチュエータを制御して前記目標移動量となるように前記アシスト部材を移動させてマスタシリンダ内にブレーキ液圧を発生させる制御部と、を備え、
前記制御部は、前記ブレーキペダルへの液圧反力特性を変更する反力発生部を有し、前記反力発生部は、前記入力部材の移動量の時間変化に応じて、前記目標移動量を補正する。

[0007] 本発明の一実施形態に係る電動倍力装置は、ペダルフィーリングを変更することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施形態による電動倍力装置が搭載された車両を示す概略図。
[図2]電動倍力装置を含む車両のブレーキシステムを示す構成図。
[図3]マスタ圧制御ユニットおよびマスタ圧制御機構の回路構成を示す回路ブロック図。
[図4]パワーピストン、入力部材、リアクションディスク、出力ロッド、マスタシリンダ等を模式的に示す半部の断面図。
[図5]リアクションディスク（RD）の反力特性FRDを示す特性線図。
[図6]図3中のマスタ圧制御ユニットの制御内容を示す制御ブロック図。
[図7]図3中のマスタ圧制御ユニットで行われる制御処理を示す流れ図である。
[図8]ペダルストローク量と基準相対変位との関係の一例を示す特性線図。
[図9]第1の実施形態によるペダルストローク速度と相対変位補正量との関係を示す特性線図。
[図10]第1の実施形態による踏力と減速度との関係の一例を示す特性線図。
[図11]第1の実施形態によるペダルストローク量と減速度との関係の一例を

示す特性線図。

[図12]第2の実施形態によるペダルストローク速度と相対変位補正量との関係を示す特性線図。

[図13]第2の実施形態による踏力と減速度との関係の一例を示す特性線図。

[図14]第2の実施形態によるペダルストローク量と減速度との関係の一例を示す特性線図。

[図15]第3の実施形態によるペダルストローク速度と相対変位補正量との関係を示す特性線図。

[図16]第3の実施形態による踏力と減速度との関係の一例を示す特性線図。

[図17]第3の実施形態によるペダルストローク量と減速度との関係の一例を示す特性線図。

[図18]第1の変形例による電動倍力装置を示す概略図。

[図19]第2の変形例による相対変位補正量算出器を示す制御ブロック図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、実施形態による電動倍力装置を、4輪自動車に搭載した場合を例に挙げ、添付図面に従って詳細に説明する。なお、図7に示す流れ図の各ステップは、それぞれ「S」という表記を用いる（例えば、ステップ1＝「S1」とする）。

[0010] 図1ないし図11は、第1の実施形態を示している。図1において、車両のボディを構成する車体1には、その下側（路面側）に左、右の前輪2L、2Rと左、右の後輪3L、3Rとからなる合計4個の車輪が設けられている。これらの車輪（即ち、前輪2L、2Rと後輪3L、3R）は、車体1と共に車両を構成している。車両には、制動力を付与するためのブレーキシステムが搭載されている。以下、車両のブレーキシステムについて説明する。

[0011] 左、右の前輪2L、2Rには、それぞれ前輪側ホイールシリンダ4L、4Rが設けられている。左、右の後輪3L、3Rには、それぞれ後輪側ホイールシリンダ5L、5Rが設けられている。これら各ホイールシリンダ4L、4R、5L、5Rは、それぞれの車輪2L、2R、3L、3Rに制動力（摩

擦制動力）を付与するホイールブレーキ機構（摩擦ブレーキ機構）となるものであり、例えば、液圧式のディスクブレーキ、または、ドラムブレーキにより構成されている。

[0012] ブレーキペダル6は、車体1のフロントボード側に設けられている。ブレーキペダル6は、車両に制動力を付与するときに、運転者によって踏み操作される。ブレーキペダル6は、後述の電動倍力装置30の入力部材33（入力ロッド34）に接続されている。ブレーキペダル6の踏み操作は、電動倍力装置30を介して油圧源（液圧源）となるマスタシリンダ21に伝達され、マスタシリンダ21では電動倍力装置30を介してブレーキ液圧が発生する。これにより、各ホイールシリンダ4L、4R、5L、5Rは、ブレーキ液圧に基づく制動力を、車輪2L、2R、3L、3Rに付与することができる。

[0013] ブレーキペダル6（より具体的には、電動倍力装置30の入力部材33）には、操作量検出装置（入力部材用移動量検出装置）としてのブレーキ操作センサ7が設けられている。ブレーキ操作センサ7は、運転者によるブレーキペダル6の操作量（より具体的には、入力部材33の移動量）を検出する。ブレーキ操作センサ7は、例えば、ブレーキペダル6（入力部材33）の変位量（移動量）となるストローク量（ペダルストローク）を検出する変位センサ（ストロークセンサ）を用いることができる。なお、ブレーキ操作センサ7は、変位センサに限らず、例えば、ペダル踏力を検出する力センサ（荷重センサ）、ブレーキペダル6の回転角（傾き）を検出する角度センサ等、ブレーキペダル6（入力部材33）の操作量（踏込量、移動量、変位量）を検出できる各種のセンサを用いることができる。この場合、ブレーキ操作センサ7は、1個（1種類）のセンサにより構成してもよいし、複数（複数種類）のセンサにより構成してもよい。

[0014] ブレーキ操作センサ7（以下、変位センサ7という）は、後述する電動倍力装置用のECU（Electronic Control Unit）となるマスタ圧制御ユニット52に接続されている。即ち、変位センサ7の検出信号（ブレーキペダル操

作量)は、マスタ圧制御ユニット52に出力される。後述するように、マスタ圧制御ユニット52は、変位センサ7の検出値(操作量)に基づき電動倍力装置30の電動モータ38に駆動信号(駆動電流)を出力し、電動倍力装置30と組み合わされたマスタシリンダ21に液圧(ブレーキ液圧)を発生させる。さらに、マスタ圧制御ユニット52は、例えば、後述の車両データバス12を通じて自動ブレーキ指令を受信した場合にも、マスタシリンダ21に液圧を発生させることができる。このとき、マスタ圧制御ユニット52は、運転者のブレーキペダル6の操作によらず、自動ブレーキ指令に基づき電動倍力装置30の電動モータ38に駆動信号(駆動電流)を出力し、マスタシリンダ21に液圧を発生させることができる。

[0015] マスタシリンダ21に発生した液圧は、液圧供給装置9を介してホイールシリンダ4L, 4R, 5L, 5Rに供給され、車輪2L, 2R, 3L, 3Rに制動力が付与される。即ち、図1に示すように、マスタシリンダ21に発生した液圧は、一对のシリンダ側液圧配管8A, 8Bを介して液圧供給装置9(以下、ESC9という)に供給される。ESC9は、マスタシリンダ21とホイールシリンダ4L, 4R, 5L, 5Rとの間に設けられている。ESC9は、マスタシリンダ21からシリンダ側液圧配管8A, 8Bを介して出力される液圧を、ブレーキ側配管部11A, 11B, 11C, 11Dを介してホイールシリンダ4L, 4R, 5L, 5Rに分配して供給する。

[0016] 図2に示すように、ホイール圧制御機構となるESC9は、第1液圧回路9Aと第2液圧回路9Bとからなる2系統の液圧回路を備えている。第1液圧回路9Aは、マスタシリンダ21のプライマリポート(第1のサプライポート22C)からの液圧を、左前輪2Lのホイールシリンダ4Lおよび右後輪3Rのホイールシリンダ5Rに供給するものである。第2液圧回路9Bは、マスタシリンダ21のセカンダリポート(第2のサプライポート22D)からの液圧を、右前輪2Rのホイールシリンダ4Rおよび左後輪3Lのホイールシリンダ5Lに供給するものである。

[0017] ここで、ESC9は、例えば、複数の制御弁と、ブレーキ液を加圧する液

圧ポンプと、この液圧ポンプを駆動する電動モータと、余剰のブレーキ液を一時的に貯留する液圧制御用リザーバ（いずれも図示せず）とを含んで構成されている。ESC 9の各制御弁の開閉と電動モータの駆動は、液圧供給装置用のECUとなるホイール圧制御ユニット10により制御される。ホイール圧制御ユニット10は、例えば、マイクロコンピュータ、駆動回路、電源回路等を備えている。マイクロコンピュータは、例えば、演算装置（CPU）に加え、フラッシュメモリ、ROM、RAM、EEPROM等からなるメモリ（いずれも図示せず）を有している。ホイール圧制御ユニット10は、ESC 9（の各制御弁、電動モータ）を電氣的に駆動制御する液圧供給装置用コントロールユニットである。

[0018] ホイール圧制御ユニット10の入力側は、車両データバス12、および、液圧センサ15に接続されている。ホイール圧制御ユニット10の出力側は、ESC 9の各制御弁、電動モータ、および、車両データバス12に接続されている。ホイール圧制御ユニット10は、ESC 9の各制御弁、電動モータ等を個別に駆動制御する。これにより、ホイール圧制御ユニット10は、ブレーキ側配管部11A、11B、11C、11Dを通じてホイールシリンダ4L、4R、5L、5Rに供給するブレーキ液圧の減圧、保持、増圧または加圧する制御を、ホイールシリンダ4L、4R、5L、5R毎に個別に行うことができる。この場合、ホイール圧制御ユニット10は、ESC 9を作動制御することにより、例えば、制動力配分制御、アンチロックブレーキ制御、車両安定化制御、坂道発進補助制御、トラクション制御、車両追従制御、車線逸脱回避制御、障害物回避制御（衝突被害軽減ブレーキ制御）等を実行することができる。

[0019] 図1および図2に示すように、ホイール圧制御ユニット10と後述のマスタ圧制御ユニット52は、車両データバス12を介して接続されている。車両データバス12は、車両に搭載されたV-CANと呼ばれる車両ECU間通信網（装置間通信網）である。即ち、車両データバス12は、車両に搭載された多数の電子機器の間（例えば、ホイール圧制御ユニット10とマスタ

圧制御ユニット５２との間）で多重通信を行うシリアル通信部である。ホイール圧制御ユニット１０には、電源ライン１３を通じて車載バッテリー１４からの電力が供給される。後述のマスタ圧制御ユニット５２についても、電源ライン１３を通じて車載バッテリー１４から電力が供給される。なお、図１中で二本の斜線が付された線は、信号線や電源線等の電気系の線を表している。

[0020] 液圧センサ１５は、例えばマスタシリンダ２１（の第１の液圧室２５）とＥＳＣ９との間のシリンダ側液圧配管８Ａに設けられている。液圧センサ１５は、マスタシリンダ２１で発生する圧力（ブレーキ液圧）、即ち、シリンダ側液圧配管８Ａ内の液圧を検出する液圧検出装置である。図１および図２に示すように、液圧センサ１５は、例えば、ＥＳＣ９のホイール圧制御ユニット１０に電氣的に接続されている。液圧センサ１５の検出信号（液圧値）は、ホイール圧制御ユニット１０に出力される。

[0021] ホイール圧制御ユニット１０は、液圧センサ１５で検出された液圧値を、車両データバス１２に出力する。後述のマスタ圧制御ユニット５２は、ホイール圧制御ユニット１０から液圧値を受信することで、マスタシリンダ２１で発生した液圧値を監視（取得）することができる。なお、図３に示すように、液圧センサ（Ｍ／Ｃ圧センサ）１５をマスタ圧制御ユニット５２に直接接続する構成としてもよい。また、液圧センサ１５は、マスタシリンダ２１のプライマリ室（第１の液圧室２５）側となるシリンダ側液圧配管８Ａだけでなく、セカンダリ室（第２の液圧室２６）側となるシリンダ側液圧配管８Ｂにも設けてよい。さらに、液圧センサ１５は、ＥＳＣ９内、または、マスタシリンダ２１内に設ける構成としてもよい。

[0022] 次に、マスタ圧（Ｍ／Ｃ圧）を発生させるマスタシリンダ２１について説明する。

[0023] マスタシリンダ２１は、運転者のブレーキ操作により作動する。マスタシリンダ２１は、車両に制動力を付与するホイールシリンダ４Ｌ，４Ｒ，５Ｌ，５Ｒにブレーキ液圧を供給するシリンダ装置である。図２に示すように、

マスタシリンダ 21 は、タンデム型マスタシリンダにより構成されている。マスタシリンダ 21 は、シリンダ本体 22 と、プライマリピストン 23 と、セカンダリピストン 24 と、第 1 の液圧室 25 と、第 2 の液圧室 26 と、第 1 の戻しばね 27 と、第 2 の戻しばね 28 とを含んで構成されている。

[0024] シリンダ本体 22 は、軸方向（図 2 の左右方向）の一側（例えば、図 2 の左右方向の右側、車両の前後方向の後側）が開口端となり、他側（例えば、図 2 の左右方向の左側、車両の前後方向の前側）が底部となって閉塞された有底筒状に形成されている。シリンダ本体 22 は、その開口端側が後述する電動倍力装置 30 のブースタハウジング 32 に取付けられている。シリンダ本体 22 には、リザーバ 29 と接続される第 1、第 2 のリザーバポート 22 A、22 B が設けられている。また、シリンダ本体 22 には、シリンダ側液圧配管 8 A、8 B が接続される第 1、第 2 のサプライポート 22 C、22 D が設けられている。第 1、第 2 のサプライポート 22 C、22 D は、シリンダ側液圧配管 8 A、8 B 等を介してホイールシリンダ 4 L、4 R、5 L、5 R と接続されている。

[0025] プライマリピストン 23 は、シリンダ本体 22 内に摺動可能に設けられており、シリンダ本体 22 内の開口端を塞いでいる。プライマリピストン 23 は、軸方向の一側（図 1 の右側）がシリンダ本体 22 の開口端側から外部に突出しており、その突出端側には、後述の出力ロッド 51 が突当て状態で当接している。セカンダリピストン 24 は、プライマリピストン 23 よりもシリンダ本体 22 の底部側に位置して、シリンダ本体 22 内に摺動可能に設けられている。第 1 の液圧室 25 は、プライマリピストン 23 とセカンダリピストン 24 との間に画成されている。第 2 の液圧室 26 は、セカンダリピストン 24 とシリンダ本体 22 の底部との間に画成されている。第 1、第 2 の液圧室 25、26 は、シリンダ本体 22 内で軸方向に離間して形成されている。

[0026] 第 1 の戻しばね 27 は、第 1 の液圧室 25 内に位置してプライマリピストン 23 とセカンダリピストン 24 との間に配設されている。第 1 の戻しばね

２７は、プライマリピストン２３をシリンダ本体２２の開口端側に向けて付勢している。第２の戻しばね２８は、第２の液圧室２６内に位置してシリンダ本体２２の底部とセカンダリピストン２４との間に配設されている。第２の戻しばね２８は、セカンダリピストン２４を第１の液圧室２５側に向けて付勢している。プライマリピストン２３およびセカンダリピストン２４は、第１の戻しばね２７および第２の戻しばね２８によって初期位置に付勢されている。

[0027] ここで、例えば、ブレーキペダル６が踏込み操作されると、マスタシリンダ２１のシリンダ本体２２内では、プライマリピストン２３とセカンダリピストン２４とがシリンダ本体２２の底部側に向かって変位する。このとき、第１、第２のリザーバポート２２Ａ、２２Ｂが、プライマリピストン２３とセカンダリピストン２４とにより遮断されると、第１、第２の液圧室２５、２６内のブレーキ液により、マスタシリンダ２１からブレーキ液圧（Ｍ／Ｃ圧）が発生する。一方、ブレーキペダル６の操作が解除されると、プライマリピストン２３とセカンダリピストン２４とが、第１、第２の戻しばね２７、２８によりシリンダ本体２２の開口部側に向かって変位する。

[0028] リザーバ２９は、マスタシリンダ２１のシリンダ本体２２に取付けられている。リザーバ２９は、内部にブレーキ液を貯溜する作動油タンクとして構成され、シリンダ本体２２内の液圧室２５、２６内にそれぞれブレーキ液を補充（給排）する。図２に示すように、プライマリピストン２３とセカンダリピストン２４とが初期位置のとき、即ち、第１のリザーバポート２２Ａと第１の液圧室２５とが連通し、かつ、第２のリザーバポート２２Ｂと第２の液圧室２６とが連通しているときは、リザーバ２９と液圧室２５、２６との間でブレーキ液の供給または排出を行うことができる。

[0029] 一方、第１のリザーバポート２２Ａがプライマリピストン２３により第１の液圧室２５から遮断され、第２のリザーバポート２２Ｂがセカンダリピストン２４により第２の液圧室２６から遮断されると、リザーバ２９と液圧室２５、２６との間のブレーキ液の供給および排出が断たれる。この場合、マ

スタシリンダ 21 の液压室 25, 26 内には、プライマリピストン 23 およびセカンダリピストン 24 の変位に伴ってブレーキ液压 (M/C 圧) が発生する。このブレーキ液压は、第 1, 第 2 のサプライポート 22 C, 22 D から一対のシリンダ側液压配管 8 A, 8 B を介して E S C 9 に供給される。

[0030] 次に、マスタ圧 (M/C 圧) を制御する電動倍力装置 30 について説明する。

[0031] 電動倍力装置 30 は、ブレーキペダル 6 とマスタシリンダ 21 との間に設けられている。電動倍力装置 30 は、運転者によるブレーキペダル 6 の踏み込み操作時に、ブレーキペダル操作量 (踏み込み量) に応じて電動モータ 38 を駆動することにより、ブレーキ操作力 (踏力) を増力してマスタシリンダ 21 に伝える倍力機構 (ブースタ) となるものである。

[0032] 電動倍力装置 30 は、マスタシリンダ 21 に一体に組込まれたマスタ圧制御機構 31 と、マスタ圧制御機構 31 の作動を制御する制御部 (制御装置) としてのマスタ圧制御ユニット 52 とを備えている。この場合、マスタ圧制御機構 31 は、例えば、電動アクチュエータ 37 と、アシスト部材 (助力部材) としてのパワーピストン 48 とを含んで構成されている。即ち、電動倍力装置 30 は、ハウジングとしてのブースタハウジング 32、入力部材 33、電動アクチュエータ 37、パワーピストン 48、反力分配部材としてのリアクションディスク 50、出力ロッド 51、マスタ圧制御ユニット 52 等を備えている。また、電動倍力装置 30 は、各種の状態量を検出するセンサ (状態検出装置) として、変位センサ 7、回転角検出センサ 40、電流センサ 41、温度センサ 42、液压センサ 15 を備えている。

[0033] ブースタハウジング 32 は、電動倍力装置 30 の外殻を構成するもので、例えば、車体 1 のフロントボードである車室前壁に固定される。ブースタハウジング 32 は、内部に電動モータ 38、減速機構 43、回転直動変換機構 46、パワーピストン 48、リアクションディスク 50、出力ロッド 51 等を収容している。

[0034] 入力部材 33 は、ブースタハウジング 32 に対して軸方向に移動可能に設

けられ、ブレーキペダル 6 に接続されている。即ち、入力部材 33 は、ブレーキペダル 6 の操作により進退移動する。この場合、入力部材 33 は、マスタシリンダ 21 のプライマリピストン 23 からの反力の一部が伝達される。入力部材 33 は、入力ロッド 34 と入力ピストン 35 とを備えている。入力ロッド 34 と入力ピストン 35 とは、同心状に連結された状態で、回転直動変換機構 46 およびパワーピストン 48 の内側に挿通されている。入力ロッド 34 の軸方向の一側は、ブースタハウジング 32 から突出している。そして、入力ロッド 34 の突出端となる軸方向一側には、ブレーキペダル 6 が連結されている。

[0035] 一方、入力ロッド 34 の軸方向他側は、その先端が球形部 34A となってパワーピストン 48 内に挿入されている。入力ロッド 34 の軸方向中間には、全周にわたって径方向外側に突出する環状の鍔部 34B が設けられている。この鍔部 34B とパワーピストン 48 との間には、第 1 の戻しばね 36 が配設されている。第 1 の戻しばね 36 は、パワーピストン 48 に対して入力部材 33（入力ロッド 34）を軸方向の一側に向けて常時付勢している。

[0036] 入力ピストン 35 は、パワーピストン 48 に対して軸方向の相対移動を可能（摺動可能）にパワーピストン 48 内に挿嵌されている。入力ピストン 35 は、入力ロッド 34 に対向して設けられたピストン本体 35A と、該ピストン本体 35A から軸方向の他側に突出して設けられた受圧部 35B とを有している。ピストン本体 35A の軸方向の一側には、入力ロッド 34 の球形部 34A と対応する位置に凹部 35C が設けられている。凹部 35C には、入力ロッド 34 の球形部 34A が、例えばかしめ等の手段を用いて固定されている。

[0037] 一方、受圧部 35B の先端面は、リアクションディスク 50 に当接する当接面となっている。例えば、ブレーキペダル 6 が操作されていない非制動時には、受圧部 35B の先端面とリアクションディスク 50 との間に所定の隙間が形成される。ブレーキペダル 6 が踏み込み操作されると、受圧部 35B の先端面とリアクションディスク 50 とが当接し、入力部材 33 の推力（踏み

み力が）ガリアクションディスク50に加わる。

[0038] 電動アクチュエータ37は、マスタシリンダ21から液圧を発生させるときに作動され、車両のホイールシリンダ4L, 4R, 5L, 5Rにブレーキ液圧を付与する。この場合、電動アクチュエータ37は、入力部材33の移動に伴って、アシスト部材としてのパワーピストン48を進退移動する。即ち、電動アクチュエータ37は、パワーピストン48をマスタシリンダ21の軸方向に移動させ、該パワーピストン48に推力を付与する。これにより、パワーピストン48は、マスタシリンダ21のシリンダ本体22内でプライマリピストン23（およびセカンダリピストン24）を軸方向に変位させる。

[0039] 電動アクチュエータ37は、パワーピストン48を進退移動させる電動モータ38を備えている。実施形態では、電動アクチュエータ37は、電動モータ38と、該電動モータ38の回転を減速する減速機構43と、該減速機構43により減速した回転が伝えられる筒状回転体44と、該筒状回転体44の回転をパワーピストン48の軸方向変位に変換する回転直動変換機構46とを備えている。電動モータ38は、例えばDCブラシレスモータを用いて構成され、モータ軸（出力軸）となる回転軸38Aと、該回転軸38Aに取り付けられた永久磁石等のロータ（図示せず）と、ブースタハウジング32に取り付けられたコイル（電機子）等のステータ（図示せず）とを有している。回転軸38Aの軸方向一側の端部は、転がり軸受39を介してブースタハウジング32に回転可能に支持されている。

[0040] 電動モータ38には、レゾルバ、回転角センサ、角度センサ等の回転角検出センサ40が設けられている。回転角検出センサ40は、電動モータ38（の回転軸38A）の回転角度（回転位置）を検出し、その検出信号をマスタ圧制御ユニット52に出力する。マスタ圧制御ユニット52は、この回転角度信号に従って電動モータ38の回転位置（即ち、パワーピストン48の変位）をフィードバック制御する。ここで、回転角検出センサ40で検出された電動モータ38の回転角度は、後述の減速機構43の減速比、および、

回転直動変換機構 46 の単位回転角度当たりの直動変位量を用いることで、パワーピストン 48 の移動量（変位量、位置）を算出することが可能である。

[0041] このため、回転角検出センサ 40 は、パワーピストン 48 の移動量（パワーピストン位置）を検出するアシスト部材用移動量検出装置を構成している。なお、回転角検出センサ 40 は、レゾルバに限らず、例えば、回転型のポテンショメータ、エンコーダ等を用いてもよい。また、回転角検出センサ 40 は、電動モータ 38 の回転角度（回転位置）に代えて、減速機構 43 による減速後の回転角度（例えば、筒状回転体 44 の回転角度）を検出してもよい。さらに、パワーピストン 48 の移動量を間接的に検出する回転角検出センサ 40 に代えて、例えば、パワーピストン 48 の直動変位（軸方向変位）を直接的に検出する変位センサ（位置センサ）を用いてもよい。また、変位センサを用いて、回転直動変換機構 46 の直動部材 47 の直動変位を検出してもよい。

[0042] また、電動モータ 38 には、電流センサ 41 と、温度センサ 42 が設けられている。電流センサ 41 は、電動モータ 38 に供給される電流値（通電量）を検出し、その検出信号をマスタ圧制御ユニット 52 に出力する。温度センサ 42 は、電動モータ 38 の温度を検出し、その検出信号をマスタ圧制御ユニット 52 に出力する。

[0043] 減速機構 43 は、例えば、ベルト減速機構として構成されている。減速機構 43 は、電動モータ 38 の回転軸 38A に取付けられた駆動プーリ 43A と、筒状回転体 44 に取付けられた従動プーリ 43B と、これらの間に巻装されたベルト 43C とを含んで構成されている。減速機構 43 は、電動モータ 38 の回転軸 38A の回転を所定の減速比で減速して筒状回転体 44 に伝達する。筒状回転体 44 は、ブースタハウジング 32 に転がり軸受 45 を介して回転可能に支持されている。

[0044] 回転直動変換機構 46 は、例えば、ボールネジ機構として構成されている。回転直動変換機構 46 は、筒状回転体 44 の内周側に複数のボールを介し

て軸方向に移動可能に設けられた筒状（中空）の直動部材 4 7 を備えている。直動部材 4 7 は、例えば、パワーピストン 4 8 と共にアシスト部材を構成することができる。直動部材 4 7 の内側には、パワーピストン 4 8 が直動部材 4 7 の軸方向他側の開口から挿入されている。また、直動部材 4 7 の軸方向他端は、パワーピストン 4 8 の鏝部 4 8 B に当接している。これにより、直動部材 4 7 は、筒状回転体 4 4 の内周側を、パワーピストン 4 8 と一体になって軸方向の他側（前側）に変位することができる。

[0045] パワーピストン 4 8 は、電動アクチュエータ 3 7 により作動（駆動）され、マスタシリンダ 2 1 で液圧を発生させる（ホイールシリンダ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R にブレーキ液圧を付与する）。即ち、パワーピストン 4 8 は、入力部材 3 3 に対して相対移動可能に配置されたアシスト部材を構成しており、電動アクチュエータ 3 7 によって軸方向に推進（移動）される。パワーピストン 4 8 は、筒部 4 8 A と、鏝部 4 8 B と、環状当接部 4 8 C とを備えている。筒部 4 8 A の内側には、入力部材 3 3 の入力ピストン 3 5 が軸方向の相対変位（摺動）を可能に挿嵌されている。鏝部 4 8 B には、直動部材 4 7 の他端が当接している。環状当接部 4 8 C は、入力ピストン 3 5 の受圧部 3 5 B と共に、リアクションディスク 5 0 に対面（対向）している。

[0046] 第 2 の戻しばね 4 9 は、パワーピストン 4 8 の鏝部 4 8 B とブースタハウジング 3 2 との間に設けられている。第 2 の戻しばね 4 9 は、パワーピストン 4 8 を、制動解除方向に常時付勢する。これにより、パワーピストン 4 8 は、ブレーキ操作の解除時に、電動モータ 3 8 が制動解除側に回転することによる駆動力と第 2 の戻しばね 4 9 の付勢力とにより、図 2 に示す初期位置まで戻される。

[0047] リアクションディスク 5 0 は、入力部材 3 3（入力ピストン 3 5）およびパワーピストン 4 8 と出力ロッド 5 1 との間に設けられた反力分配部材である。リアクションディスク 5 0 は、例えばゴム等の弾性樹脂材料により円板状に形成され、入力部材 3 3 とパワーピストン 4 8 とに当接する。リアクションディスク 5 0 は、ブレーキペダル 6 から入力部材 3 3（入力ピストン 3

5) に伝わる踏力（推力）と、電動アクチュエータ 37 からパワーピストン 48（環状当接部 48C）に伝わる推力（ブースタ推力）とを出力ロッド 51 に伝達する。換言すれば、リアクションディスク 50 は反力分配部材として、マスタシリンダ 21 で発生するブレーキ液圧の反力を入力部材 33 とパワーピストン 48 とに分配して伝える。

[0048] 出力ロッド 51 は、入力部材 33 の推力および／またはパワーピストン 48 の推力を、マスタシリンダ 21（のプライマリピストン 23）に出力するものである。出力ロッド 51 は、一端側に大径のフランジ部 51A が設けられている。フランジ部 51A は、リアクションディスク 50 を挟んでパワーピストン 48 の環状当接部 48C を外側から嵌合している。出力ロッド 51 は、入力部材 33 の推力および／またはパワーピストン 48 の推力に基づいて、マスタシリンダ 21 のプライマリピストン 23 を軸方向に押圧する。

[0049] ここで、回転直動変換機構 46 は、バックドライバビリティを有しており、直動部材 47 の直線運動（軸方向移動）によって筒状回転体 44 を回転させることができる。図 2 に示すように、パワーピストン 48 が戻り位置（初期位置）まで後退（最後退）したときには、直動部材 47 がブースタハウジング 32 に当接する。ブースタハウジング 32 は、直動部材 47 を介してパワーピストン 48 の戻り位置を規制するストッパとして機能する。

[0050] パワーピストン 48 の鏝部 48B には、直動部材 47 の他端が後方（図 2 の右方）から当接している。このため、パワーピストン 48 が直動部材 47 から離れて単独で前進できるようになっている。即ち、例えば、電動モータ 38 が断線等によって作動不良になる等、電動倍力装置 30 に異常が発生した場合を考える。この場合は、直動部材 47 は、第 2 の戻しばね 49 のばね力によってパワーピストン 48 と共に後退位置に戻される。これにより、ブレーキの引き摺りを抑制することができる。一方、制動力を付与するときは、入力部材 33 の前進に基づいて、リアクションディスク 50 を介して出力ロッド 51 をマスタシリンダ 21 側に向けて変位させ、該マスタシリンダ 21 に液圧を発生させることができる。このとき、入力部材 33 が所定量前進

すると、入力ピストン３５のピストン本体３５Ａの前端がパワーピストン４８（の内壁）に当接する。これにより、入力部材３３とパワーピストン４８との両方の前進に基づいて、マスタシリンダ２１に液圧を発生させることができる。

[0051] なお、減速機構４３は、ベルト減速機構に限らず、例えば歯車減速機構等の他の形式の減速機構を用いて構成してもよい。また、回転運動を直線運動に変換する回転直動変換機構４６は、例えばラックーピニオン機構等によって構成することもできる。さらに、減速機構４３は、必ずしも設ける必要はなく、例えば、筒状回転体４４に電動モータのロータを設けると共に、電動モータのステータを筒状回転体４４の周囲に配置して、電動モータにより筒状回転体４４を直接的に回転させるようにしてもよい。また、実施形態では、回転直動変換機構４６とパワーピストン４８とを別体としているが、それぞれの一部を一体化して構成してもよく、例えば、パワーピストン４８と回転直動変換機構４６のうちの直動部材４７とを一体にしてもよい。換言すれば、アシスト部材は、「パワーピストン４８」と「パワーピストン４８と別体または一体の直動部材４７」とにより構成してもよい。

[0052] 次に、電動倍力装置用のＥＣＵとなるマスタ圧制御ユニット５２について説明する。

[0053] マスタ圧制御ユニット５２は、電動倍力装置３０（のマスタ圧制御機構３１）を制御する。即ち、マスタ圧制御ユニット５２は、電動倍力装置３０を駆動制御することによって、マスタシリンダ２１にブレーキ液圧（Ｍ／Ｃ液圧）を発生させる。マスタ圧制御ユニット５２は、例えばマイクロコンピュータ、駆動回路、電源回路を含んで構成されている。マスタ圧制御ユニット５２は、電動モータ３８を電氣的に駆動制御する電動倍力装置用コントロールユニットである。マスタ圧制御ユニット５２の入力側は、ブレーキペダル６の操作量（に対応する入力部材３３の移動量）を検出する変位センサ７と、電動モータ３８の回転位置（に対応するパワーピストン４８の移動量）を検出する回転角検出センサ４０と、他の車両機器（例えば、ホイール圧制御

ユニット 10)からの信号の授受を行う車両データバス 12 とに接続されている。一方、マスタ圧制御ユニット 52 の出力側は、電動モータ 38 と、車両データバス 12 とに接続されている。

[0054] マスタ圧制御ユニット 52 は、変位センサ 7 から出力される検出信号（ブレーキペダル操作量、即ち、入力部材位置）に応じて、マスタシリンダ 21 を加圧すべく電動モータ 38 を駆動する。即ち、マスタ圧制御ユニット 52 は、ブレーキペダル 6 の操作に基づく制動指令値（入力部材位置）に基づき電動アクチュエータ 37（電動モータ 38）を制御してパワーピストン 48 を移動（変位）させる。この場合、マスタ圧制御ユニット 52 は、入力部材 33 とパワーピストン 48 との相対位置を検出し、電動アクチュエータ 37（電動モータ 38）を駆動して制御する。即ち、マスタ圧制御ユニット 52 は、入力部材位置に基づいて電動モータ 38 を駆動し、パワーピストン 48 を移動させることにより、マスタシリンダ 21 内に発生させる制動液圧を可変に制御する。

[0055] 図 3 は、マスタ圧制御ユニット 52 およびマスタ圧制御機構 31 の回路構成を示す回路ブロック図である。この図 3 に示すように、マスタ圧制御ユニット 52 は、中央処理ユニット 52 A と、三相モータ駆動回路 52 B と、回転角検出センサインタフェース 52 C と、電流センサインタフェース 52 D と、変位センサインタフェース 52 E と、温度センサインタフェース 52 F と、マスタシリンダ圧センサインタフェース 52 G とを備えている。中央処理ユニット 52 A は、CPU と呼ばれる中央演算処理装置である。三相モータ駆動回路 52 B は、中央処理ユニット 52 A からの指令に応じて、三相 DC ブラシレスモータとなる電動モータ 38 に駆動電流を出力する。回転角検出センサインタフェース 52 C は、回転角検出センサ 40 からの検出信号を中央処理ユニット 52 A に受け入れるための接続回路（連結回路）である。電流センサインタフェース 52 D は、電流センサ 41 からの検出信号を中央処理ユニット 52 A に受け入れるための接続回路である。変位センサインタフェース 52 E は、ブレーキ操作センサである変位センサ 7 からの検出信号

を中央処理ユニット52Aに受け入れるための接続回路である。温度センサインタフェース52Fは、温度センサ42からの検出信号を中央処理ユニット52Aに受け入れるための接続回路である。マスタシリンダ圧センサインタフェース52Gは、液圧センサ15からの検出信号を中央処理ユニット52Aに受け入れるための接続回路である。

[0056] また、マスタ圧制御ユニット52は、CAN通信インタフェース52Hと、メモリ52Iと、第1の電源回路52Jと、第2の電源回路52Kと、監視用制御回路52Lと、フェイルセーフリレー52Mと、ECU電源リレー52Nと、フィルタ回路52Pとを備えている。CAN通信インタフェース52Hは、ホイール圧制御ユニット10を含む各種の車両機器からのCAN信号を中央処理ユニット52Aに受け入れるための接続回路である。メモリ52Iは、中央処理ユニット52Aが処理を実行するための各種情報を格納しており、例えば、EEPROMにより構成されている。メモリ52Iには、例えば、後述の図7に示す処理フローを実行するための処理プログラム（パワーピストン48を駆動するための制御処理に用いる処理プログラム）が格納されている。第1の電源回路52Jおよび第2の電源回路52Kは、中央処理ユニット52Aを含むマスタ圧制御ユニット52の各種回路に安定電流を供給する。監視用制御回路52Lは、中央処理ユニット52A、第1の電源回路52Jおよび第2の電源回路52Kの異常を監視する。フェイルセーフリレー52Mは、電源ライン13と三相モータ駆動回路52Bとの間の接続、遮断を切換える。ECU電源リレー52Nは、電源ライン13と第1の電源回路52Jおよび第2の電源回路52Kとの間の接続、遮断を切換える。フィルタ回路52Pは、電源ライン13からの電力のノイズを除去する。

[0057] 中央処理ユニット52Aは、回転角検出センサ40、変位センサ7、温度センサ42、液圧センサ15等からの各種検出信号、ホイール圧制御ユニット10を含む各種車両機器等からのCAN信号による各種情報、メモリ52Iの記憶情報等に基づいて、これらを所定の論理規則によって処理する。即

ち、中央処理ユニット５２Ａは、各種検出信号、各種情報、記憶情報等に基づいて、三相モータ駆動回路５２Ｂに出力すべき指令を算出する。中央処理ユニット５２Ａは、算出した指令に基づいて、三相モータ駆動回路５２Ｂに指令信号を出力し、電動モータ３８の作動を制御する。

[0058] 第１の電源回路５２Ｊおよび第２の電源回路５２Ｋには、電源ライン１３からＥＣＵ電源リレー５２Ｎを介して電力が供給される。このとき、ＥＣＵ電源リレー５２Ｎは、ＣＡＮ通信インタフェース５２ＨによるＣＡＮ信号の受信、または、イグニッションスイッチ、ブレーキスイッチ、ドアスイッチ（いずれも図示を省略）等からの所定の起動信号Ｗ／Ｕの受信があると、第１の電源回路５２Ｊおよび第２の電源回路５２Ｋに電力を供給する。また、電源ライン１３の電力は、フィルタ回路５２Ｐおよびフェイルセーフリレー５２Ｍを介して三相モータ駆動回路５２Ｂに供給される。このとき、フィルタ回路５２Ｐは、三相モータ駆動回路５２Ｂに供給される電力のノイズを除去する。

[0059] 三相モータ駆動回路５２Ｂの三相出力の各相は、相電流モニタ回路５２Ｑおよび相電圧モニタ回路５２Ｒによって監視されている。中央処理ユニット５２Ａは、これらの監視値およびメモリ５２Ｉに記憶された故障情報等に基づいて、マスタ圧制御ユニット５２の故障診断を実行する。中央処理ユニット５２Ａが故障ありと判断したときは、故障信号を監視用制御回路５２Ｌに出力する。監視用制御回路５２Ｌは、中央処理ユニット５２Ａからの故障信号、第１の電源回路５２Ｊおよび第２の電源回路５２Ｋの電圧等の各種作動情報に基づいて、異常時には、フェイルセーフリレー５２Ｍを作動させて三相モータ駆動回路５２Ｂへの電力の供給を遮断する。

[0060] ここで、マスタ圧制御ユニット５２は、変位センサ７によって検出されたブレーキペダル６の変位量に基づき、電動モータ３８を作動させてプライマリピストン２３の位置を制御して液圧を発生させる。即ち、マスタ圧制御ユニット５２は、ブレーキペダル６による入力部材３３の変位量（移動量）に応じて、三相モータ駆動回路５２Ｂを介して電動モータ３８に電流を供給す

る。マスタ圧制御ユニット 5 2 から電動モータ 3 8 に電流が供給されると、電動モータ 3 8 の回転軸 3 8 A が回転駆動する。回転軸 3 8 A の回転は、減速機構 4 3 によって減速され、回転直動変換機構 4 6 によって直動部材 4 7 の直動変位（図 2 の左右方向の変位）に変換される。直動部材 4 7 は、パワーピストン 4 8 と一体となって図 2 の左方向に変位し、パワーピストン 4 8 の変位は、リアクションディスク 5 0 を介してマスタシリンダ 2 1 のプライマリピストン 2 3 に伝達される。このとき、プライマリピストン 2 3 に作用する液圧による反力は、リアクションディスク 5 0 と入力部材 3 3（入力ピストン 3 5 および入力ロッド 3 4）とを介してブレーキペダル 6 にフィードバックされる。そして、入力ピストン 3 5 に対するパワーピストン 4 8 の相対位置関係によって、ブレーキペダル 6 の操作量と発生液圧との比である倍力比を調整することができる。

[0061] 液圧発生時に必要となるブレーキペダル 6 の踏力について、図 4 を参照しつつ説明する。図 4 は、図 2 に示す電動倍力装置 3 0 のパワーピストン 4 8、入力部材 3 3、リアクションディスク 5 0、出力ロッド 5 1、マスタシリンダ 2 1 等を模式的に示す半部の断面図である。

[0062] プライマリ室となる第 1 の液圧室 2 5 に液圧が発生すると、リアクションディスク 5 0 が弾性変形し、入力ピストン 3 5 に当接して、入力ピストン 3 5 にリアクションディスク反力（RD 反力）が加わる。この反力は、パワーピストン 4 8（の環状当接部 4 8 C）の左端と入力ピストン 3 5（の受圧部 3 5 B）の左端のギャップ量（RD ギャップ： $\Delta \times RD$ ）と、第 1 の液圧室 2 5 に発生している液圧 P_{pri} とに応じて発生する。このことから、リアクションディスク反力を F_{RD} （ $\Delta \times RD$, P_{pri} ）と表すことができ、例えば、図 5 に示すような特性を持っている。図 5 は、RD ギャップ $\Delta \times RD$ 毎の第 1 の液圧室 2 5 に発生している液圧 P_{pri} とリアクションディスク反力 F_{RD} との関係を示している。

[0063] ここで、RD ギャップ $\Delta \times RD$ によるリアクションディスク反力 F_{RD} の差異は、リアクションディスク 5 0 が弾性変形することによって生じ、リア

クションディスク50が入力ピストン35に完全に当接した以降は、パワーピストン48と入力ピストン35の受圧面積比に応じてリアクションディスク反力 F_{RD} が発生する。

[0064] 図4に示すように、入力ピストン35の長さを l_{in} とし、パワーピストン48の位置を x_{pwp} とし、入力ロッド34の位置を x_{IR} とする。この場合、RDギャップ Δx_{RD} は、下記の数1式で表すことができる。

[0065] [数1]

$$\Delta x_{RD} = x_{pwp} - x_{IR} - l_{in}$$

[0066] また、入力ロッド34には、パワーピストン48と入力ロッド34との間に取付けられた第1の戻しばね36が付勢するバネ反力が加わる。第1の戻しばね36のばね定数を k_{sp} とし、セット荷重を F_{set} とすると、RDギャップ Δx_{RD} に応じて発生するバネ反力 $F_{sp}(\Delta x_{RD})$ は、下記の数2式で表すことができる。

[0067] [数2]

$$F_{sp}(\Delta x_{RD}) = -k_{sp}(x_{pwp} - x_{IR}) + F_{set} = -k_{sp}(\Delta x_{RD} + l_{in}) + F_{set}$$

[0068] また、ブレーキペダル6のペダル比を R_{PdI} とすると、第1の液圧室25の発生液圧が P_{pri} のときに必要なペダル踏力 $F_{ft}(\Delta x_{RD}, P_{pri})$ は、RDギャップ Δx_{RD} に応じた下記の数3式で表すことができる。

[0069] [数3]

$$F_{ft}(\Delta x_{RD}, P_{pri}) = (F_{RD}(\Delta x_{RD}, P_{pri}) + F_{sp}(\Delta x_{RD})) / R_{PdI}$$

[0070] 即ち、第1の液圧室25の発生液圧 P_{pri} に対して必要なペダル踏力 $F_{ft}(\Delta x_{RD}, P_{pri})$ は、RDギャップ Δx_{RD} （パワーピストン48と入力ロッド34との相対変位）を制御することで制御できる。

[0071] なお、第1の実施形態（および後述の第2、第3の実施形態）は、入力ピストン35がリアクションディスク50を介して第1の液圧室25の発生液圧を受ける電動倍力装置30の場合を例に挙げて説明している。しかし、こ

れに限らず、例えば、図 18 に示す第 1 の変形例のように、入力ピストン 35 が第 1 の液圧室 25 の発生液圧を直接受ける電動倍力装置 61 についてもペダル踏力 F_{ft} を制御することができる。この場合、入力ピストン 35 の受圧面積を A_{IR} とすると、ペダル踏力 F_{ft} は、パワーピストン 48 の位置 x_{PwP} と入力ロッド 34 の位置 x_{IR} とによって、下記の数 4 式で表すことができる。

[0072] [数4]

$$F_{ft}(x_{PwP}, x_{IR}, P_{pri}) = (A_{IR} P_{pri} + F_{sp}(x_{PwP}, x_{IR})) / R_{PdI}$$

[0073] ところで、特許文献 1 に示したような技術によれば、入力部材とアシスト部材（パワーピストン）との位置関係によって、ブレーキペダルへの反力（ペダル反力）が変化するようにになっている。この技術の場合、アシスト部材の応答時間に依存してペダル反力が変化するため、例えば、ブレーキペダルの踏込み速度（入力部材の移動速度）に応じて任意にペダル反力を変更することが困難である。また、前記技術の場合、ペダル反力を変更するときは、ばね反力を変更するといったハード構成を変える必要がある。このため、車両の種類（車種）ごとにハード仕様の変更が必要になり、例えば、生産効率の低下、製造コストの上昇を招くおそれがある。

[0074] これに対して、実施形態では、制御部としてのマスタ圧制御ユニット 52 により反力特性（ペダル反力特性、ペダルへの液圧反力特性）を変更することができる。即ち、マスタ圧制御ユニット 52 は、ブレーキペダル 6 による入力部材 33 の移動量に応じて、パワーピストン 48 の目標移動量を設定する。なお、移動量と位置とは対応するため、移動量（目標移動量）として位置（目標位置）を用いてもよい（移動量は位置を含むものとする）。そして、マスタ圧制御ユニット 52 は、電動アクチュエータ 37（電動モータ 38）を制御して目標移動量となるようにパワーピストン 48 を移動させて、マスタシリンダ 21 内にブレーキ液圧を発生させる。この場合、マスタ圧制御ユニット 52 は、ブレーキペダル 6 への液圧反力特性を変更する反力発生部

(例えば、後述の図6に示す基準相対変位算出器53と相対変位補正量算出器55と加算部56、換言すれば、後述の図7に示すS3, S4, S5の処理)を有している。そして、この反力発生部は、入力部材33の移動量の時間変化に応じて、目標移動量を補正(変更)する。即ち、実施形態では、ブレーキペダル6の操作速度に応じてパワーピストン48と入力部材33(入力ロッド34)との相対変位を補正することにより、ペダル踏力(ペダルフィーリング)を変化させる。換言すれば、ブレーキペダル6の踏み込み速度に応じて入力部材33のストロークに対するパワーピストン48の位置を補正することにより、ペダル反力を変化させる。

[0075] 図6は、マスタ圧制御ユニット52の制御内容を示す制御ブロック図である。この図6に示すように、マスタ圧制御ユニット52は、基準相対変位算出器53と、近似微分器54と、相対変位補正量算出器55と、加算部56と、ペダル比算出部57と、演算部58と、制御器59とを備えている。基準相対変位算出器53は、変位センサ7からペダルストローク量が入力される。基準相対変位算出器53は、変位センサ7からのペダルストローク量に基づいて基準相対変位を算出し、この基準相対変位を加算部56に出力する。近似微分器54は、変位センサ7からペダルストローク量が入力される。近似微分器54は、変位センサ7からのペダルストローク量に基づいてペダルストローク速度を算出し、このペダルストローク速度を相対変位補正量算出器55に出力する。

[0076] 相対変位補正量算出器55は、近似微分器54からペダルストローク速度が入力される。相対変位補正量算出器55は、加算部56と共に、ブレーキペダル6の速度に応じてブレーキペダル6への液圧反力特性を変更するための反力特性変更部を構成している。相対変位補正量算出器55は、近似微分器54からのペダルストローク速度に基づいて相対変位補正量を算出し、この相対変位補正量を加算部56に出力する。加算部56は、基準相対変位算出器53から基準相対変位が入力され、相対変位補正量算出器55から相対変位補正量が入力される。加算部56は、基準相対変位算出器53からの基

準相対変位と相対変位補正量算出器 55 からの相対変位補正量とを加算することにより目標相対変位を算出し、この目標相対変位を演算部 58 に出力する。ペダル比算出部 57 は、変位センサ 7 からペダルストローク量が入力される。ペダル比算出部 57 は、変位センサ 7 からのペダルストローク量と予め設定されたペダル比とに基づいて入力ロッド位置を算出し、この入力ロッド位置を演算部 58 に出力する。

[0077] 演算部 58 は、目標相対変位と入力ロッド位置とプライマリピストン位置とが入力される。プライマリピストン位置は、例えば、液圧センサ 15 から出力されるマスタシリンダ 21 の液圧値から算出（推定）することができる。また、プライマリピストン位置は、プライマリピストン 23 の位置（または、出力ロッド 51 の位置）を位置センサ等により直接検出することもできる。演算部 58 は、目標相対変位と入力ロッド位置との加算値からプライマリピストン位置を減算することにより制御指令を算出し、この制御指令を制御器 59 に出力する。演算部 58 は、目標相対変位と入力ロッド位置との加算値とプライマリピストン位置とから、両者の偏差（位置偏差）を算出するフィードバック部に対応する。制御器 59 は、演算部 58 から制御指令が入力される。制御器 59 は、演算部 58 からの制御指令に基づいて、この制御指令を実現するための電流を電動モータ 38 に供給する。電動モータ 38 の出力（トルク）は、伝達機構 60 となる減速機構 43、筒状回転体 44、回転直動変換機構 46、パワーピストン 48、および、出力ロッド 51 を介してマスタシリンダ 21 のプライマリピストン 23 に伝達される。

[0078] 図 7 は、マスタ圧制御ユニット 52 で行われる制御処理、即ち、目標相対変位の算出の処理フローを示している。図 7 の制御処理は、例えば、マスタ圧制御ユニット 52 に通電されている間、所定の制御周期で繰り返し実行される。図 7 に示すように、マスタ圧制御ユニット 52 は、S1 で、変位センサ 7 のペダルストローク量を読み込む。続く S2 では、ペダルストローク速度を読み込む（例えば、変位センサ 7 のペダルストローク量の変化からペダルストローク速度を算出する）。続く S3 では、S1 で読み込んだペダルストロー

ク量に基づいて基準相対変位を算出する。続くS4では、S2で読込んだペダルストローク速度に基づいて相対変位補正量を算出する。続くS5では、S4で算出した基準相対変位とS4で算出した相対変位補正量とに基づいて（例えば、基準相対変位と相対変位補正量とを加算することにより）、目標相対変位（即ち、補正後目標相対変位）を算出する。目標相対変位（＝補正後目標相対変位）を算出したら、リターンを介してスタートに戻り、S1以降の処理を繰り返す。

[0079] 図6および図7に示すように、マスタ圧制御ユニット52は、変位センサ7を用いてブレーキペダル6のペダルストローク量を取得し（図7のS1）、このペダルストローク量を基に近似微分器54を用いてペダルストローク速度を算出する（図7のS2）。なお、近似微分器54を用いる代わりに、公知のオブザーバ等を構成し、ペダルストローク速度を推定してもよい。また、変位センサ7とは別にペダルストローク速度を直接取得する手段（センサ）を有する構成としてもよい。

[0080] 基準相対変位算出器53は、予め設定した演算式やマップ等を用いてペダルストローク量から基準相対変位を算出する（図7のS3）。相対変位補正量算出器55は、予め設定した演算式やマップ等を用いてペダルストローク速度から相対変位補正量を算出する（図7のS4）。そして、その和を目標相対変位（補正後目標相対変位）とする（図7のS5）。マスタ圧制御ユニット52は、この目標相対変位が実現されるように制御器59でフィードバック制御等を実施することで、ペダルストローク速度毎に所望のペダル踏力特性を得ることができる。

[0081] 基準相対変位としては、ペダルストローク量に対して発生するプライマリ室（第1の液圧室25）の液圧 P_{pri} とペダル踏力 F_{ft} とが所望な特性となるように、上述の数3式を基に決定すればよい。例えば、図8に示すように、ペダルストローク量に対して基準相対変位を一定にするような特性を持たせる方法が考えられる。この場合、リアクションディスク50が入力ピストン35に完全に当接した以降は、パワーピストン48と入力ピストン35と

の受圧面積比に応じてリアクションディスク反力 F_{RD} が発生し、バネ反力 F_{sp} は一定となる。

[0082] 相対変位補正量は、ペダル踏力 F_{ft} を小さくしたいときは、 RD ギャップ $\Delta \times RD$ が大きくなるように、ペダル速度毎に設定することができる。一方、相対変位補正量は、ペダル踏力 F_{ft} を大きくしたいときは、 RD ギャップ $\Delta \times RD$ が小さくなるように、ペダル速度毎に設定することができる。

[0083] 例えば、第1の実施形態では、図9に示すように、ペダルストローク速度が一定値（例えば、 V_0 ）より大きいときに、相対変位補正量を大きくする（ギャップ量 $\Delta \times RD$ を大きくする）。即ち、第1の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52の反力発生部は、入力部材33の移動量の時間変化が大きい程、パワーピストン48の目標移動量が大きくなるように補正する。この場合、図9に示すように、相対変位補正量は、ペダルストローク速度が0から第1の所定値 V_0 まで一定（ゼロ）であり、第1の所定値 V_0 を超えると、ペダルストローク速度が大きくなる程増大（比例的に増大）し、第2の所定値 V_1 以上では一定（最大値 ΔX_{r1} ）となる。

[0084] 図10は、ペダルストローク速度が V_1 以上のとき（即ち、相対変位補正量 ΔX_r が ΔX_{r1} のとき）と、ペダルストローク速度が V_0 以下のとき（即ち、相対変位補正量 ΔX_r が0のとき）のペダル踏力と減速度（車両減速度）との関係（ペダル踏力・減速度特性）を示している。また、図11は、ペダルストローク速度が V_1 以上のとき（即ち、 $\Delta X_r = \Delta X_{r1}$ のとき）と、ペダルストローク速度が V_0 以下のとき（即ち、 $\Delta X_r = 0$ のとき）のペダルストローク量と減速度との関係（ペダルストローク量・減速度特性）を示している。

[0085] 図10に示すように、相対変位補正量 Δx_r を Δx_{r1} とした場合の方が、相対変位補正量 Δx_r を0とした場合よりも、同じだけの減速度 G_0 を発生させるために必要な踏力 F を小さくできる。即ち、ペダルストローク速度が大きいときに、基準相対変位 ΔX_{b1} に相対変位補正量 Δx_{r1} を加算することにより、減速度 G_0 を発生させるために必要な踏力を小さくできる。

また、図 11 に示すように、相対変位補正量 Δx_r を Δx_{r1} とした場合の方が、相対変位補正量 Δx_r を 0 とした場合よりも、同じだけのペダルストローク量 X_0 のときに発生する減速度 G が大きくなる。即ち、ペダルストローク速度が大きいときに、基準相対変位 ΔX_{b1} に相対変位補正量 Δx_{r1} を加算することにより、同じペダルストローク量 X_0 のときに発生する減速度 G が大きくなる。このため、図 9 に示す特性（ペダルストローク速度 V と相対変位補正量 Δx_r との関係）を用いることで、ブレーキペダル 6 を速く操作（例えば、 V_1 以上で操作）した場合に、踏力 F は小さく減速度 G の立ち上がりは速くなり、急制動をしやすい特性とすることができる。また、ブレーキペダル 6 をゆっくり操作（例えば、 V_0 以下で遅く操作）した場合に、踏力 F が大きくなり、減速度 G の調整をしやすい特性とすることができる。

[0086] なお、図 6 中では、基準相対変位算出器 53 と相対変位補正量算出器 55 とに分けて目標相対変位を算出しているが、ペダルストローク量とペダルストローク速度、目標相対変位の所望の関係を表した演算式、または、三次元マップ等を用いて、ペダルストローク量とペダルストローク速度とから目標相対変位を一意に算出する構成としてもよい。即ち、ペダルストローク量とペダルストローク速度とから目標相対変位を一意に算出する目標変位算出部を有する構成としてもよい。この場合、この目標変位算出部が、ブレーキペダル 6 への液圧反力特性を変更する反力発生部に対応する。この場合も、入力部材 33 の移動量の時間変化（ペダルストローク速度）に応じて目標移動量（目標相対変位）が変更（補正）される。

[0087] いずれにしても、マスタ圧制御ユニット 52 は、ブレーキペダル 6 への液圧反力特性を変更する反力発生部（図 6 の基準相対変位算出器 53、相対変位補正量算出器 55、加算部 56、換言すれば、図 7 の S3、S4、S5 の処理）を有しており、この反力発生部は、入力部材 33 の移動量の時間変化（移動速度）に応じて目標移動量を補正する。この場合、反力発生部は、マスタシリンダ 21 側から液圧反力を受ける反力機構（パワーピストン 48、

入力部材 33、リアクションディスク 50) の反力特性を変更する。より具体的には、反力発生部は、入力部材 33 に対するパワーピストン 48 の相対変位量を変更することで、反力特性を変更する。

[0088] 実施形態によるブレーキシステムおよび電動倍力装置 30 は、上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

[0089] 車両の運転者がブレーキペダル 6 を踏み込み操作すると、ブレーキペダル 6 に連結された電動倍力装置 30 の入力部材 33 がマスタシリンダ 21 側に向けて変位する。この入力部材 33 の変位に伴って、電動倍力装置 30 の電動アクチュエータ 37 は、マスタ圧制御ユニット 52 により作動制御される。即ち、マスタ圧制御ユニット 52 は、変位センサ 7 からの検出信号に基づいて電動モータ 38 に電力を供給し、電動モータ 38 を回転駆動する。電動モータ 38 の回転は、減速機構 43 を介して筒状回転体 44 に伝えられると共に、筒状回転体 44 の回転は、回転直動変換機構 46 によってパワーピストン 48 の軸方向変位に変換される。これにより、電動倍力装置 30 のパワーピストン 48 は、マスタシリンダ 21 側に向けて入力部材 33 とほぼ一体的に前進する。この結果、ブレーキペダル 6 から入力部材 33 に付与される踏力（推力）と電動アクチュエータ 37 からパワーピストン 48 に付与されるブースタ推力とに応じたブレーキ液圧が、マスタシリンダ 21 の第 1, 第 2 の液圧室 25, 26 内に発生する。一方、ブレーキペダル 6 に連結された入力部材 33 は、第 1 の液圧室 25 内の圧力を出力ロッド 51 およびリアクションディスク 50 を介して受圧し、これをブレーキ反力としてブレーキペダル 6 へと伝える。この結果、車両の運転者には入力部材 33 を介して踏み応えが与えられる。

[0090] ここで、第 1 の実施形態では、マスタ圧制御ユニット 52 (の反力発生部) は、入力部材 33 の移動量の時間変化 (即ち、ペダル速度) に応じて目標移動量を補正する。即ち、マスタ圧制御ユニット 52 (の反力発生部) は、入力部材 33 の移動速度に応じて目標移動量を補正することにより、ブレーキペダル 6 への液圧反力特性を変更する。これにより、ペダル操作速度に応

じた任意のペダルフィーリング（液圧反力特性）を実現できる。しかも、ハード構成を変更せずにペダルフィーリングの変更が可能のため、部品の共通化が可能となり、生産効率を向上でき、かつ、製造コストを低減できる。

[0091] 第1の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52は、入力部材33の移動量の時間変化が大きい程（即ち、ペダル速度が速い程）、パワーピストン48の目標移動量が大きくなる（ギャップ量 $\Delta \times RD$ が大きくなる）ように補正する。このため、ブレーキペダル6を速く操作したときは、遅く操作（ゆっくり操作）したときと同じ減速度を得るために必要になる踏力が小さくなり、はや踏み時の減速度の立ち上がりを速くすることができる。一方、ブレーキペダル6をゆっくり操作したときは、速く操作したときと同じ減速度を得るために必要になる踏力が大きくなり、ゆっくり踏み時の操作性を向上することができる。

[0092] 第1の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52は、マスタシリンダ21側から液圧反力を受ける反力機構（パワーピストン48、入力部材33）の反力特性を変更する。このため、反力機構の反力特性を変更することで、ペダルフィーリングを変更することができる。即ち、第1の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52は、入力部材33に対するパワーピストン48の相対変位量を変更する（相対変位補正量 $\Delta \times r$ を加算する）ことで反力特性を変更する。このため、入力部材33に対するパワーピストン48の相対変位量を変更することで、反力機構の反力特性、即ち、ペダルフィーリングを変更することができる。

[0093] 次に、図12ないし図14は、第2の実施形態を示している。第2の実施形態の特徴は、反力発生部は、入力部材の移動量の時間変化が小さい程、アシスト部材の目標移動量が小さくなるように補正する構成としたことにある。なお、第2の実施形態では、第1の実施形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0094] 第2の実施形態では、図12に示すように、ペダルストローク速度が一定値（例えば、 V_0 ）より小さいときに、相対変位補正量を小さくする（ギャ

アップ量 $\Delta \times RD$ を小さくする)。即ち、第2の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52の反力発生部は、入力部材33の移動量の時間変化が小さい程、パワーピストン48の目標移動量が小さくなるように補正する。この場合、図12に示すように、相対変位補正量は、ペダルストローク速度が0から第1の所定値 V_2 まで一定（最小値 $-\Delta \times r_2$ ）であり、第1の所定値 V_2 を超えると、ペダルストローク速度が大きくなる程増大（比例的に増大）し、第2の所定値 V_0 以上では一定（ゼロ）となる。

[0095] 図13は、ペダルストローク速度が V_2 以下のとき（即ち、相対変位補正量 $\Delta \times r$ が $-\Delta \times r_2$ のとき）と、ペダルストローク速度が V_0 以上のとき（即ち、相対変位補正量 $\Delta \times r$ が0のとき）のペダル踏力と減速度との関係（ペダル踏力・減速度特性）を示している。また、図14は、ペダルストローク速度が V_2 以下のとき（即ち、 $\Delta \times r = -\Delta \times r_2$ のとき）と、ペダルストローク速度が V_0 以上のとき（即ち、 $\Delta \times r = 0$ のとき）のペダルストローク量と減速度との関係（ペダルストローク量・減速度特性）を示している。

[0096] 図13に示すように、相対変位補正量 $\Delta \times r$ を $-\Delta \times r_2$ とした場合の方が、相対変位補正量 $\Delta \times r$ を0とした場合よりも、同じだけの減速度 G_0 を発生させるために必要な踏力を大きくできる。即ち、ペダルストローク速度が小さいときに、基準相対変位 $\Delta \times b_1$ に相対変位補正量 $-\Delta \times r_2$ を加算することにより、減速度 G_0 を発生させるために必要な踏力を大きくできる。また、図14に示すように、相対変位補正量 $\Delta \times r$ を $-\Delta \times r_2$ とした場合の方が、相対変位補正量 $\Delta \times r$ を0とした場合よりも、同じだけのペダルストローク量 X_0 のときに発生する減速度が小さくなる。即ち、ペダルストローク速度が小さいときに、基準相対変位 $\Delta \times b_1$ に相対変位補正量 $-\Delta \times r_2$ を加算することにより、同じペダルストローク量 X_0 のときに発生する減速度 G が小さくなる。このため、図12に示す特性（ペダルストローク速度 V と相対変位補正量 $\Delta \times r$ との関係）を用いることで、ブレーキペダル6をゆっくり操作（例えば、 V_2 以下で遅く操作）した場合に、踏力が大きく

なり、減速度の調整をしやすい特性となる。また、ブレーキペダル6を速く操作（例えば、 V_0 以上で操作）した場合に、踏力 F は小さく減速度 G の立ち上がりは速くなり、急制動をしやすい特性とすることができる。

[0097] 第2の実施形態は、上述の如き目標移動量の補正を行うもので、その基本的作用については、第1の実施形態によるものと格別差異はない。即ち、第2の実施形態の場合も、第1の実施形態と同様に、ブレーキペダル6を速く操作したときの踏力を小さくでき、はや踏み時の減速度の立ち上がりを速くすることができる。一方、ブレーキペダル6を遅く（ゆっくり）操作したときの踏力を大きくでき、ゆっくり踏み時の操作性を向上することができる。

[0098] 次に、図15ないし図17は、第3の実施形態を示している。第3の実施形態の特徴は、反力発生部は、入力部材の移動量の時間変化が大きい程、アシスト部材の目標移動量が小さくなるように補正する構成としたことにある。なお、第3の実施形態では、第1の実施形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0099] 第3の実施形態では、図15に示すように、ペダルストローク速度が一定値（例えば、 V_0 ）より大きいときに、相対変位補正量を小さくする（ギャップ量 $\Delta \times RD$ を小さくする）。逆に言えば、ペダルストローク速度が一定値（例えば、 V_0 ）より小さいときに、相対変位補正量を大きくする（ギャップ量 $\Delta \times RD$ を大きくする）。即ち、第3の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52の反力発生部は、入力部材33の移動量の時間変化が大きい程、パワーピストン48の目標移動量が小さくなるように補正する。この場合、図15に示すように、相対変位補正量は、ペダルストローク速度が0から第1の所定値 V_0 まで一定（ゼロ）であり、第1の所定値 V_0 を超えると、ペダルストローク速度が大きくなる程減少（比例的に減少）し、第2の所定値 V_3 以上では一定（最小値 $\Delta \times r_3$ ）となる。

[0100] 図16は、ペダルストローク速度が V_3 以上のとき（即ち、相対変位補正量 $\Delta \times r$ が $-\Delta \times r_3$ のとき）と、ペダルストローク速度が V_0 以下のとき（即ち、相対変位補正量 $\Delta \times r$ が0のとき）のペダル踏力と減速度との関係

(ペダル踏力・減速度特性)を示している。また、図17は、ペダルストローク速度が V_3 以上のとき(即ち、 $\Delta X_r = -\Delta X_{r3}$ のとき)と、ペダルストローク速度が V_0 以下のとき(即ち、 $\Delta X_r = 0$ のとき)のペダルストローク量と減速度との関係(ペダルストローク量・減速度特性)を示している。

[0101] 図16に示すように、相対変位補正量 Δx_r を $-\Delta x_{r3}$ とした場合の方が、相対変位補正量 Δx_r を0とした場合よりも、同じだけの減速度 G_0 を発生させるために必要な踏力 F を大きくできる。即ち、ペダルストローク速度が大きいときに、基準相対変位 ΔX_{b1} に相対変位補正量 $-\Delta x_{r3}$ を加算することにより、減速度 G_0 を発生させるために必要な踏力を大きくできる。また、図17に示すように、相対変位補正量 Δx_r を $-\Delta x_{r3}$ とした場合の方が、相対変位補正量 Δx_r を0とした場合よりも、同じだけのペダルストローク量 X_0 のときに発生する減速度 G が小さくなる。即ち、ペダルストローク速度が大きいときに、基準相対変位 ΔX_{b1} に相対変位補正量 $-\Delta x_{r3}$ を加算することにより、同じペダルストローク量 X_0 のときに発生する減速度 G が小さくなる。このため、図15に示す特性(ペダルストローク速度 V と相対変位補正量 Δx_r との関係)を用いることで、ブレーキペダル6を速く操作(例えば、 V_3 以上で操作)した場合に、踏力 F が大きくなり、減速度 G の調整をしやすい特性とすることができる。また、ブレーキペダル6をゆっくり操作(例えば、 V_0 以下で遅く操作)した場合に、踏力 F は小さくなり、減速度 G の立ち上がりを速くできる特性とすることができる。

[0102] 第3の実施形態は、上述の如き目標移動量の補正を行うもので、その基本的作用については、第1の実施形態によるものと格別差異はない。特に、第3の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52は、入力部材33の移動量の時間変化が大きい程(即ち、ペダル速度が速い程)、パワーピストン48の目標移動量が小さくなる(ギャップ量 Δx_{RD} が小さくなる)ように補正する。このため、ブレーキペダル6を速く操作したときは、ゆっくり操作(遅

く操作)したときと同じ減速度を得るために必要になる踏力が大きくなり、減速度の調整をし易い特性とすることができる。これにより、運転者の意図に対する制動力の超過を抑制することができる。即ち、ブレーキペダル6を速く操作した場合に、所定の減速度を得るための踏力を小さくすると、運転者の意図以上にブレーキペダル6が進み、制動力が大きくなる可能性がある。これに対して、第3の実施形態では、ブレーキペダル6を速く操作したときに、所定の減速度を得るための踏力が大きくなることにより、運転者の望む制動力以上の制動力となることを抑制できる。一方、ブレーキペダル6をゆっくり操作したときは、踏力が小さくなり、ゆっくり踏み時の減速度の立ち上がりを速くすることができる。

[0103] なお、第1の実施形態では、入力ピストン35がリアクションディスク50を介して第1の液圧室25の発生液圧を受ける電動倍力装置30を例に挙げて説明した。即ち、マスタシリンダ21側から液圧反力を受ける反力機構は、入力部材33とパワーピストン48とリアクションディスク50とにより構成されている。しかし、これに限らず、例えば、図18に示す第1の変形例のように、入力ピストン35が第1の液圧室25の発生液圧を直接受ける電動倍力装置61に適用してもよい。即ち、マスタシリンダ21側から液圧反力を受ける反力機構を、入力部材33とパワーピストン48とにより構成してもよい。この場合、入力ピストン35の受圧面積を A 、 I 、 R とすると、ペダル踏力 F_{ft} は、パワーピストン48の位置 $\times P_{wP}$ と入力ロッド34の位置 $\times I$ 、 R とによって、前述の数4式で表すことができる。このことは、第2の実施形態および第3の実施形態でも同様である。

[0104] 第1の実施形態では、マスタ圧制御ユニット52(の反力発生部)は、一つの特性(図9の特性)を有する相対変位補正量算出器55を備える構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、図19に示す第2の変形例のように、相対変位補正量算出器71は、複数の相対変位補正量特性部72A、72B、72Cと、これらの特性を切換える相対変位補正量切換部73とを備える構成としてもよい。この場合には、走行シーン

や運転者の操作に応じていずれの特性にするかを相対変位補正量切換部 7 3 で選択する（切換える）ことにより、走行シーンや運転者の操作に応じて踏力特性を変更することができる。このことは、第 2 の実施形態、第 3 の実施形態、第 1 の変形例でも同様である。

[0105] 第 1 の実施形態では、電動アクチュエータ 3 7 を構成する電動モータ 3 8 を回転モータとした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、電動モータを直動モータ（リニアモータ）としてもよい。即ち、アシスト部材（パワーピストン、直動部材）を推進する電動アクチュエータ（電動モータ）は、各種の電動アクチュエータを用いることができる。このことは、第 2 の実施形態、第 3 の実施形態、第 1 の変形例、第 2 の変形例でも同様である。さらに、各実施形態および各変形例は例示であり、異なる実施形態および変形例で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。

[0106] 以上説明した実施形態に基づく電動倍力装置として、例えば下記に述べる態様のものが考えられる。

[0107] （１）、第 1 の態様に係る電動倍力装置は、ブレーキペダルの操作により進退移動する入力部材と、該入力部材に相対移動可能に配置されたアシスト部材と、該アシスト部材を進退移動させる電動アクチュエータと、前記ブレーキペダルによる前記入力部材の移動量に応じて前記アシスト部材の目標移動量を設定し、前記電動アクチュエータを制御して前記目標移動量となるように前記アシスト部材を移動させてマスタシリンダ内にブレーキ液圧を発生させる制御部と、を備え、前記制御部は、前記ブレーキペダルへの液圧反力特性を変更する反力発生部を有し、前記反力発生部は、前記入力部材の移動量の時間変化に応じて、前記目標移動量を補正する。

[0108] この第 1 の態様によれば、反力発生部により、入力部材の移動量の時間変化（即ち、ペダル操作速度）に応じて目標移動量を補正することにより、ブレーキペダルへの液圧反力特性を変更することができる。これにより、ペダル操作速度に応じた任意のペダルフィーリングを実現できる。しかも、ハー

ド構成を変更せずにペダルフィーリングの変更が可能なため、部品の共通化が可能となり、生産効率を向上でき、かつ、製造コストを低減できる。さらに、例えば、補正値を切換える機能を持たせた場合には、走行シーンに応じてペダルフィーリングを可変にすることができる。

[0109] (2) . 第2の態様に係る電動倍力装置は、第1の態様において、前記反力発生部は、前記入力部材の移動量の時間変化が大きい程、前記アシスト部材の目標移動量が小さくなるように該目標移動量を補正する。

[0110] この第2の態様によれば、ブレーキペダルを速く操作したときは、所定の減速度（制動力）を得るために必要になる踏力が大きくなり、減速度の調整をし易い特性とすることができる。このため、運転者の意図に対する制動力の超過を抑制することができる。即ち、ブレーキペダルを速く操作したときに、所定の減速度を得るために必要になる踏力が小さくなると、運転者の意図以上にブレーキペダルが進み、制動力が大きくなる可能性がある。これに対して、入力部材の速度が大きい程、アシスト部材の目標移動量を小さくすると、ブレーキペダルを速く操作したときに大きな踏力が必要になる。これにより、運転者の望む制動力以上の制動力となることを抑制できる。一方、ブレーキペダルを遅く操作（ゆっくり操作）したときは、所定の減速度を得るために必要になる踏力が小さくなり、ゆっくり踏み時の減速度の立ち上がりを速くすることができる。

[0111] (3) . 第3の態様に係る電動倍力装置は、第1の態様において、前記反力発生部は、前記入力部材の移動量の時間変化が大きい程、前記アシスト部材の目標移動量が大きくなるように該目標移動量を補正する。

[0112] この第3の態様によれば、ブレーキペダルを速く操作したときは、所定の減速度を得るために必要になる踏力が小さくなり、はや踏み時の減速度の立ち上がりを速くすることができる。一方、ブレーキペダルを遅く操作（ゆっくり操作）したときは、所定の減速度を得るために必要になる踏力が大きくなり、ゆっくり踏み時の操作性を向上することができる。

[0113] (4) . 第4の態様に係る電動倍力装置は、第1の態様ないし第3の態様

のいずれかにおいて、前記反力発生部は、前記マスタシリンダ側から液压反力を受ける反力機構の反力特性を変更する。この第４の態様によれば、反力機構の反力特性を変更することで、ペダルフィーリングを変更することができる。

[0114] (５)．第５の態様に係る電動倍力装置は、第４の態様において、前記反力発生部は、前記入力部材に対する前記アシスト部材の相対変位量を変更することで前記反力特性を変更する。この第５の態様によれば、入力部材に対するアシスト部材の相対変位量を変更することで、反力機構の反力特性を変更することができる。

[0115] 尚、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0116] 本願は、２０１７年９月２６日付願の日本国特許出願第２０１７－１８５０３９号に基づく優先権を主張する。２０１７年９月２６日付願の日本国特許出願第２０１７－１８５０３９号の明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約書を含む全開示内容は、参照により本願に全体として組み込まれる。

符号の説明

[0117] ６ ブレーキペダル ７ 変位センサ（ブレーキ操作センサ、入力部材用移動量検出装置、操作量検出装置） ２１ マスタシリンダ ３０ 電動倍力装置 ３３ 入力部材（反力機構） ３７ 電動アクチュエータ ３８ 電動モータ ４０ 回転角検出センサ（アシスト部材用移動量検出装置） ４８ パワーピストン（アシスト部材、反力機構） ５０ リアクションディスク（反力機構） ５２ マスタ圧制御ユニット（制御部、反力発生部）

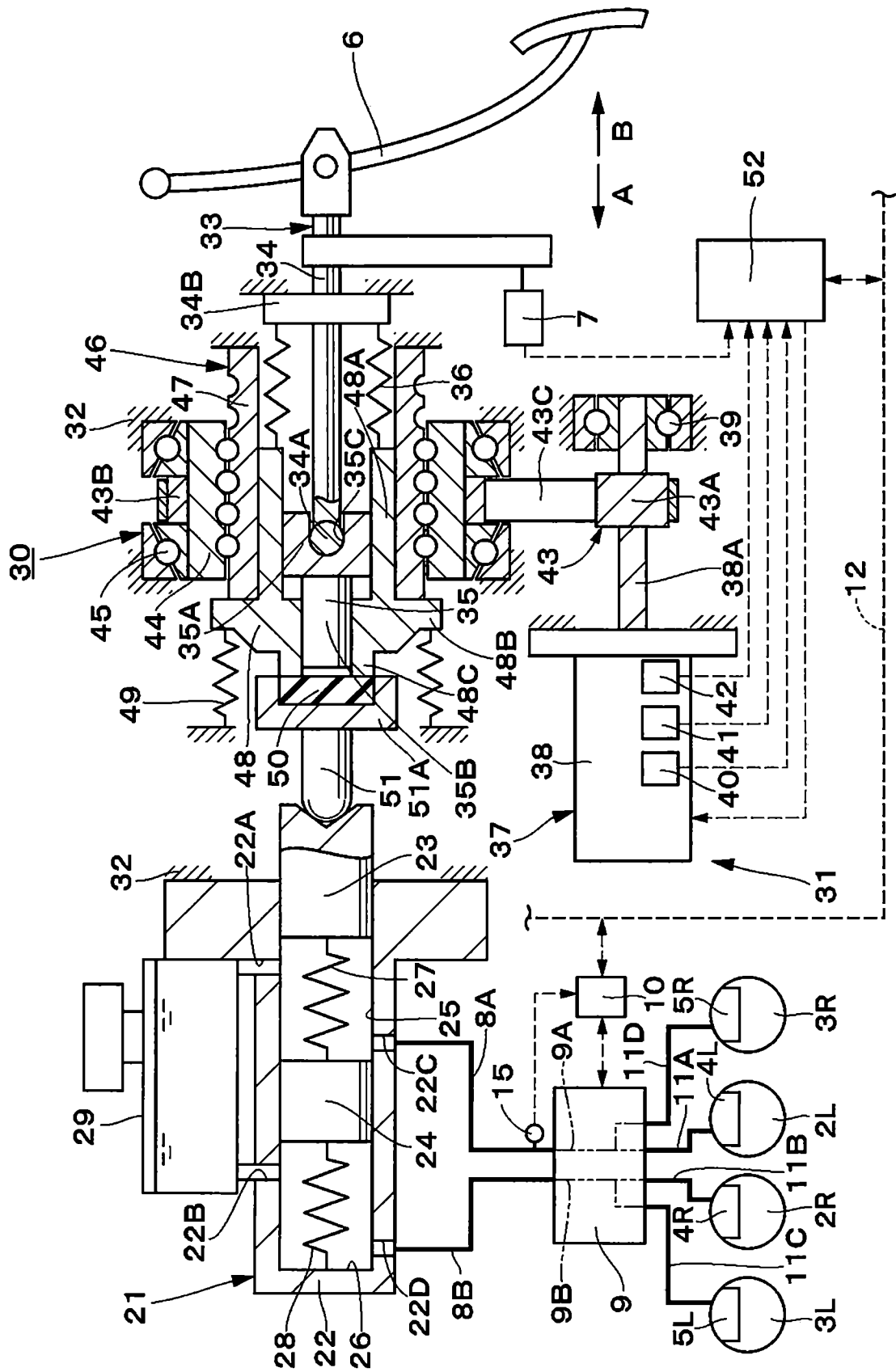
5 3 基準相对変位算出器（反力発生部） 5 5 相对変位補正量算出器
（反力発生部） 5 6 加算部（反力発生部）

請求の範囲

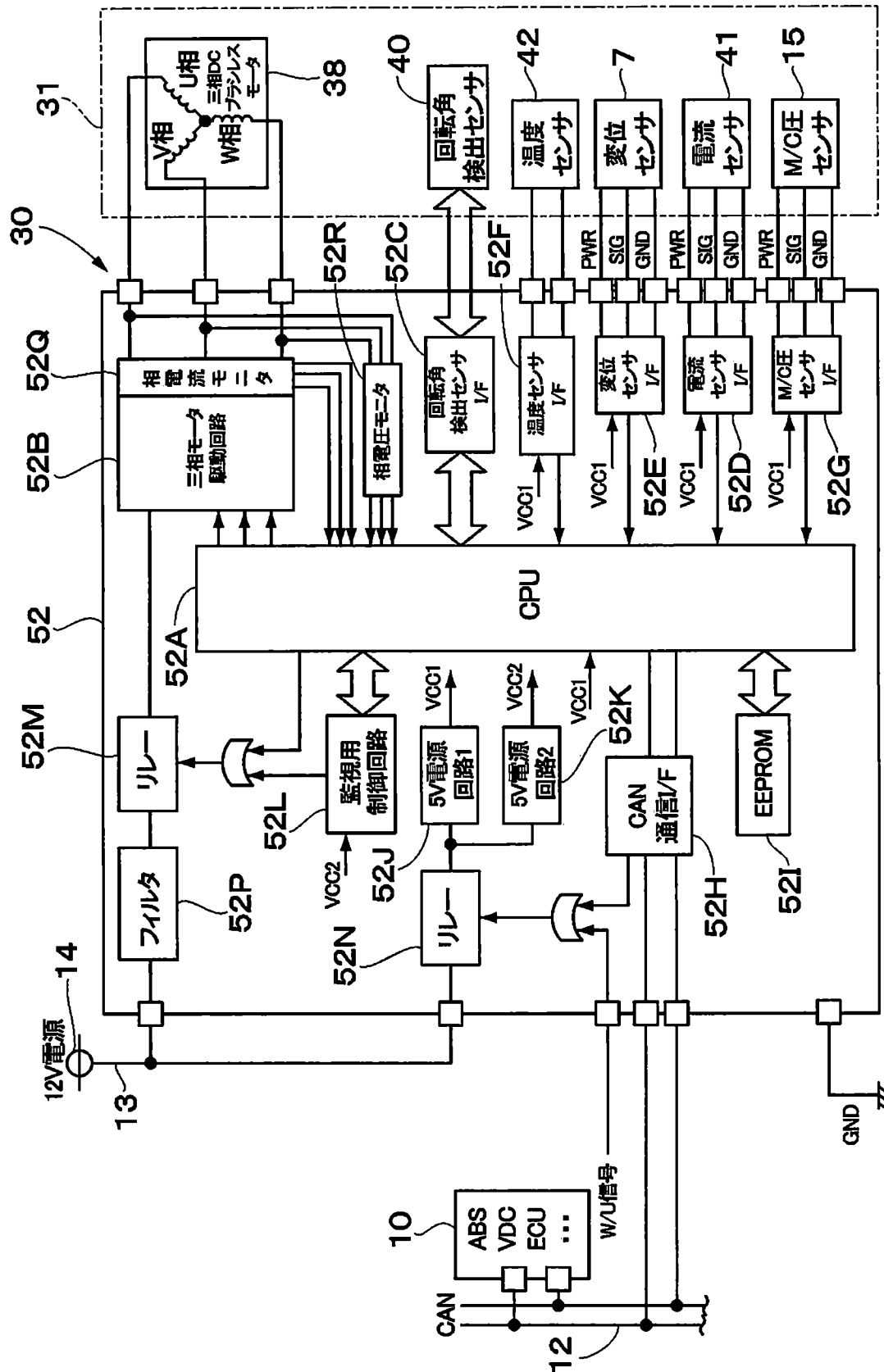
- [請求項1] 電動倍力装置であって、該電動倍力装置は、
ブレーキペダルの操作により進退移動する入力部材と、
該入力部材に相対移動可能に配置されたアシスト部材と、
該アシスト部材を進退移動させる電動アクチュエータと、
前記ブレーキペダルによる前記入力部材の移動量に応じて前記アシスト部材の目標移動量を設定し、前記電動アクチュエータを制御して前記目標移動量となるように前記アシスト部材を移動させてマスタシリンドラ内にブレーキ液圧を発生させる制御部と、を備え、
前記制御部は、
前記ブレーキペダルへの液圧反力特性を変更する反力発生部を有し、
前記反力発生部は、
前記入力部材の移動量の時間変化に応じて、前記目標移動量を補正することを特徴とする電動倍力装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電動倍力装置において、
前記反力発生部は、前記入力部材の移動量の時間変化が大きい程、前記アシスト部材の目標移動量が小さくなるように該目標移動量を補正することを特徴とする電動倍力装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の電動倍力装置において、
前記反力発生部は、前記入力部材の移動量の時間変化が大きい程、前記アシスト部材の目標移動量が大きくなるように該目標移動量を補正することを特徴とする電動倍力装置。
- [請求項4] 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の電動倍力装置において、
前記反力発生部は、前記マスタシリンドラ側から液圧反力を受ける反力機構の反力特性を変更することを特徴とする電動倍力装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の電動倍力装置において、

前記反力発生部は、前記入力部材に対する前記アシスト部材の相対変位量を変更することで前記反力特性を変更することを特徴とする電動倍力装置。

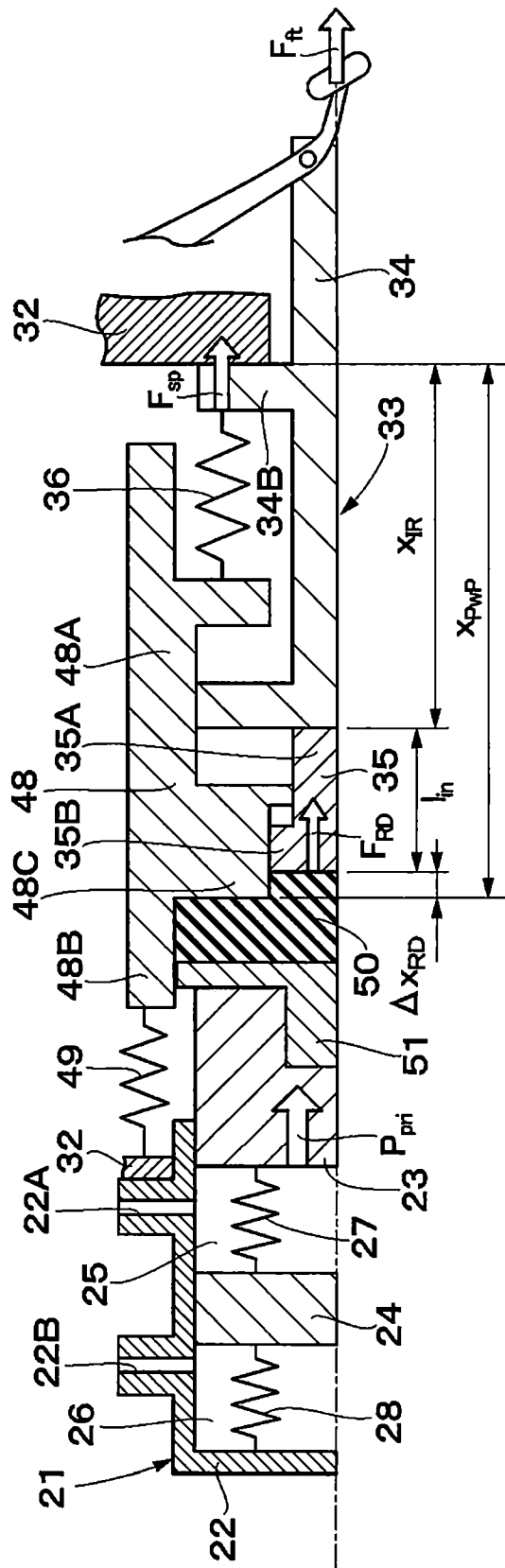
[図2]



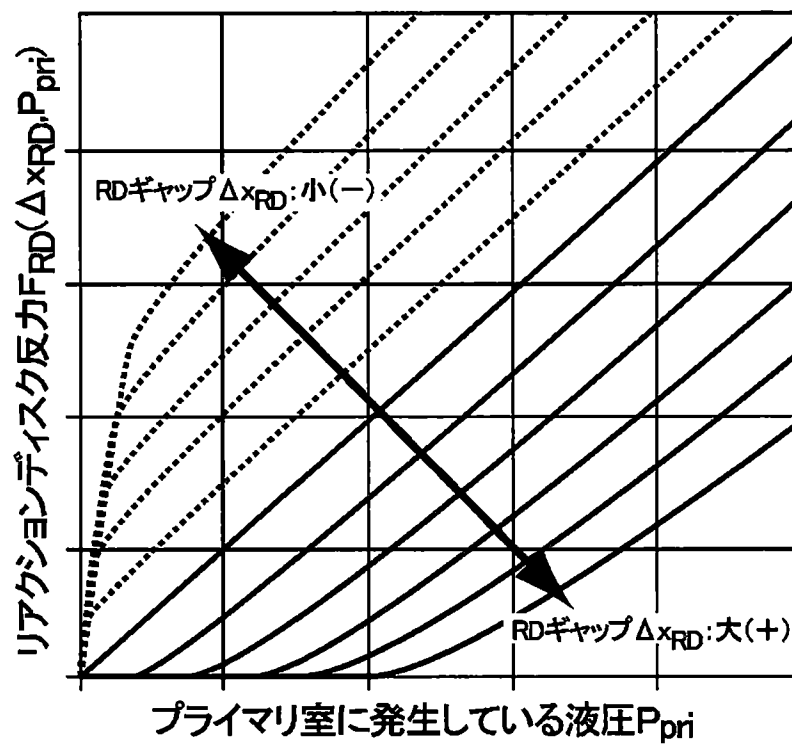
[図3]



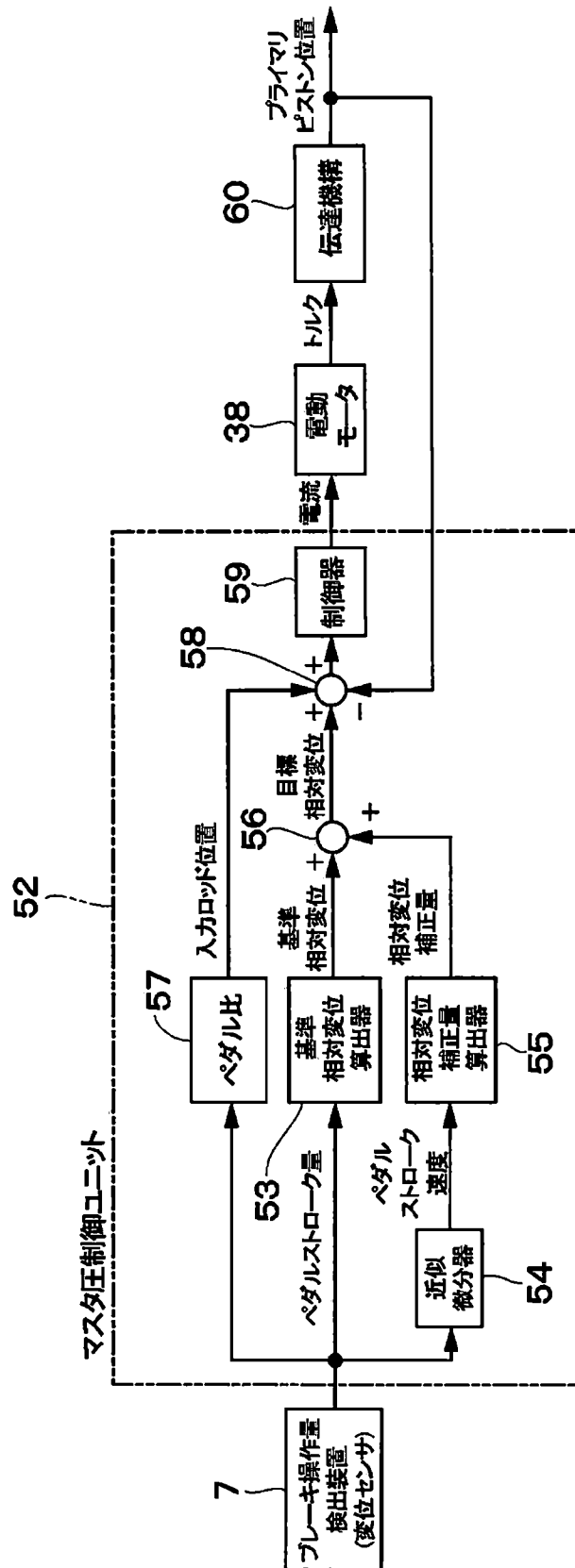
[図4]



[図5]



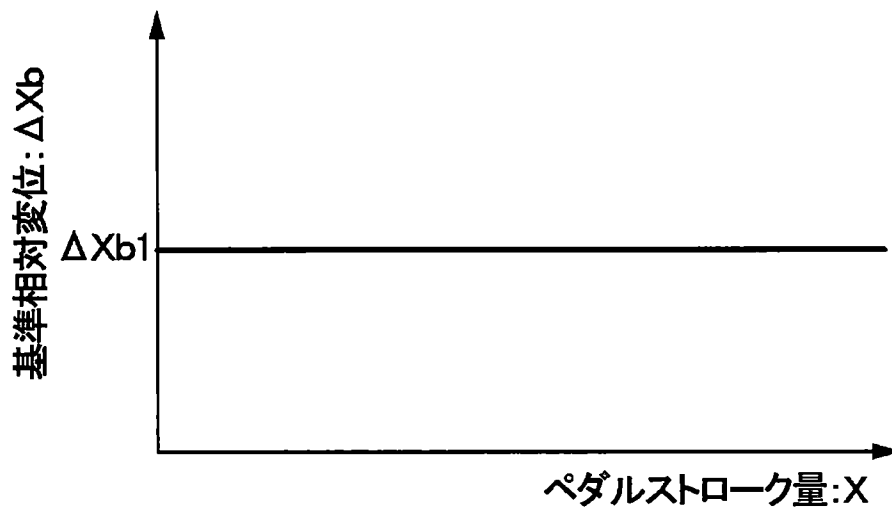
[図6]



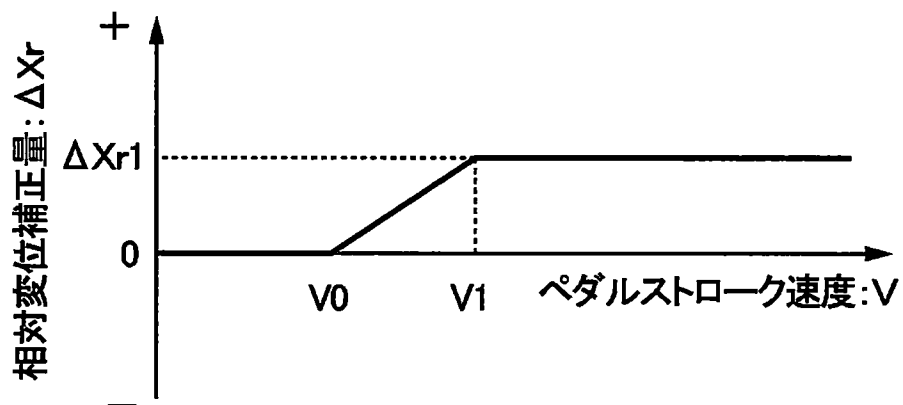
[図7]



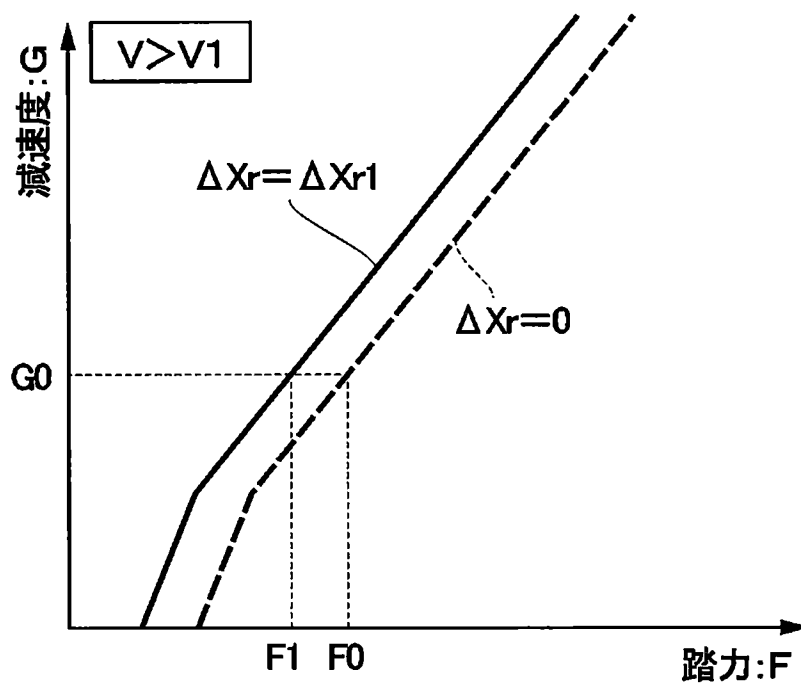
[図8]



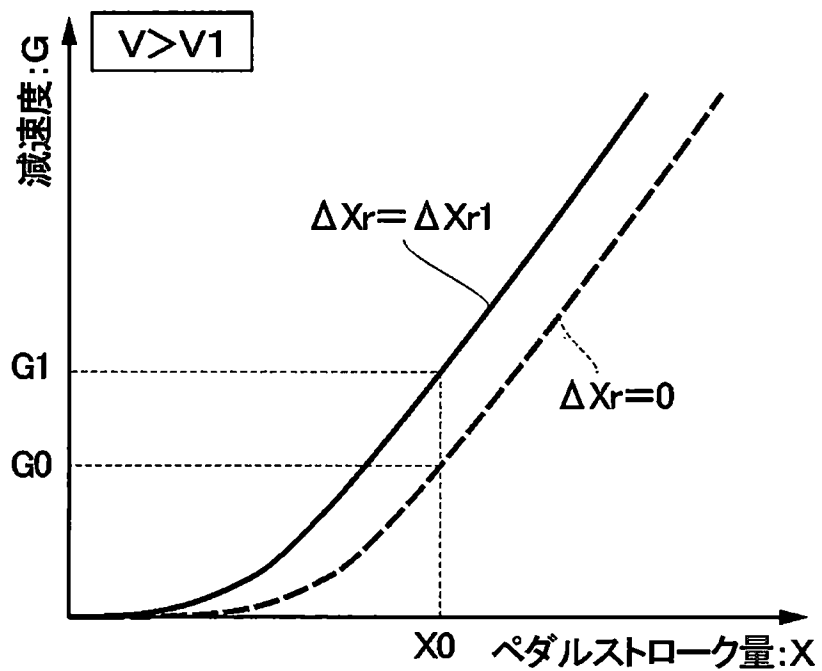
[図9]



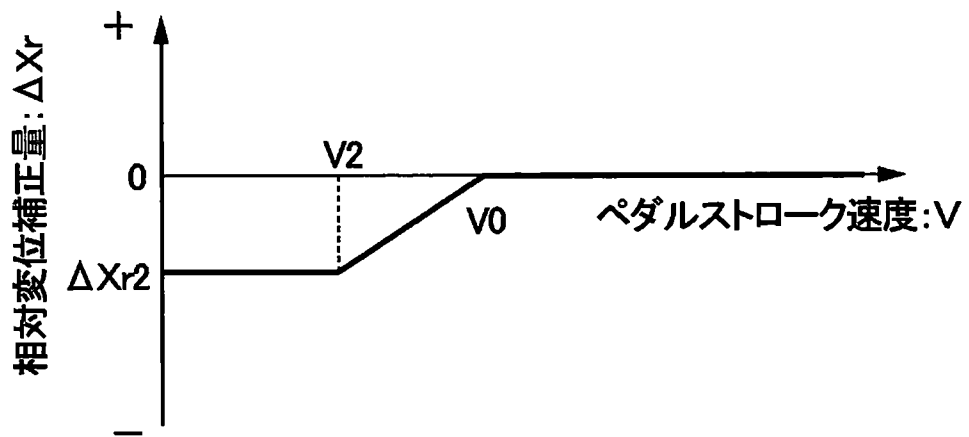
[図10]



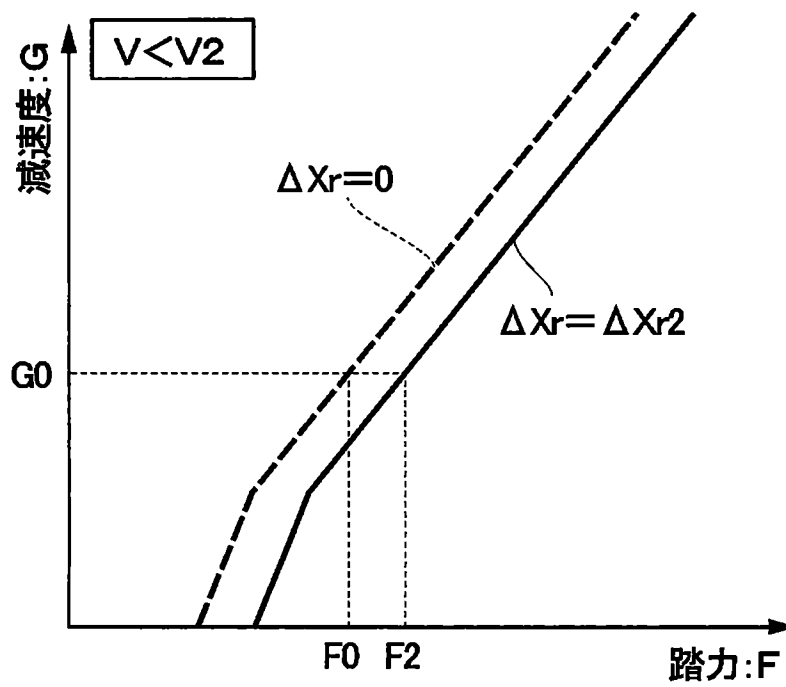
[図11]



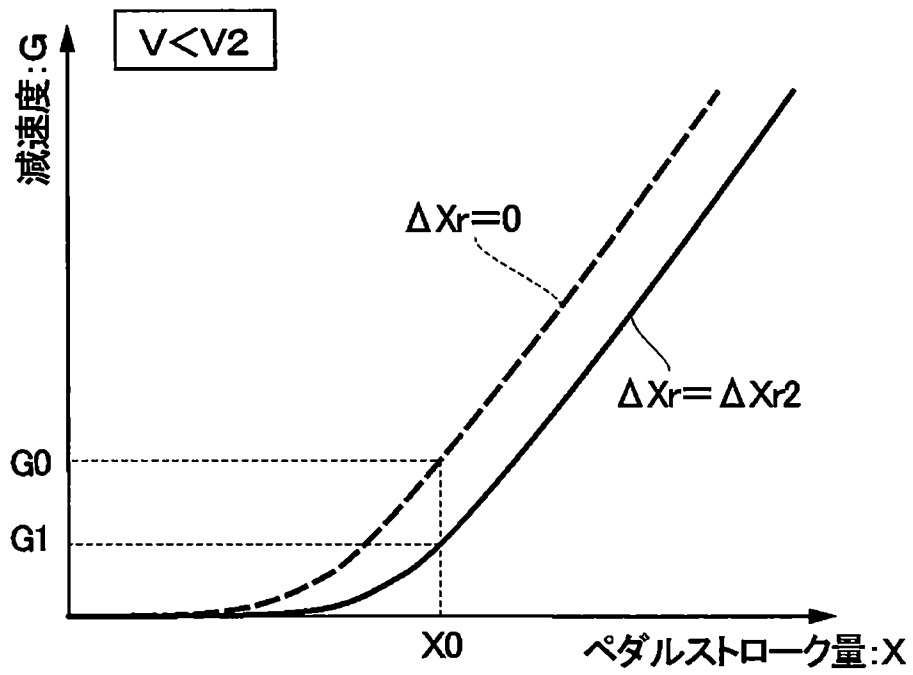
[図12]



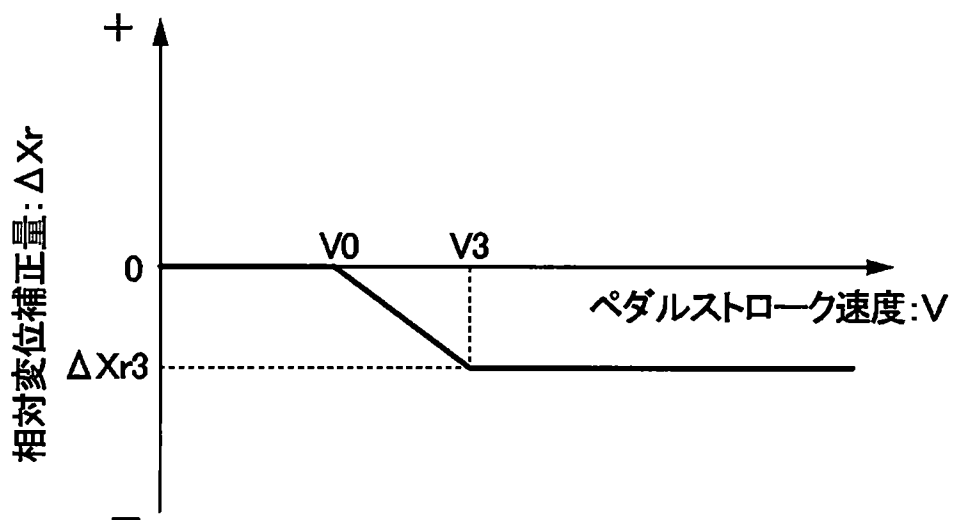
[図13]



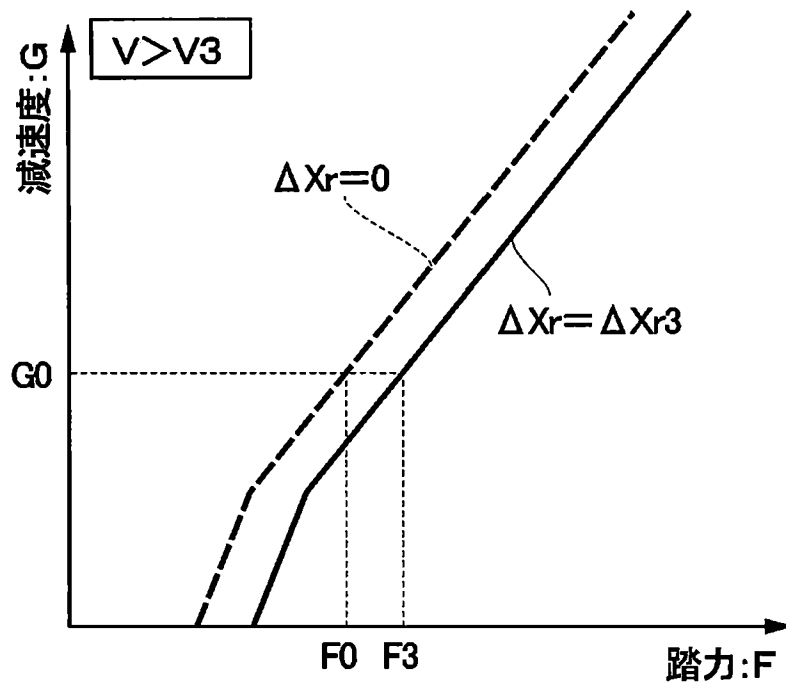
[図14]



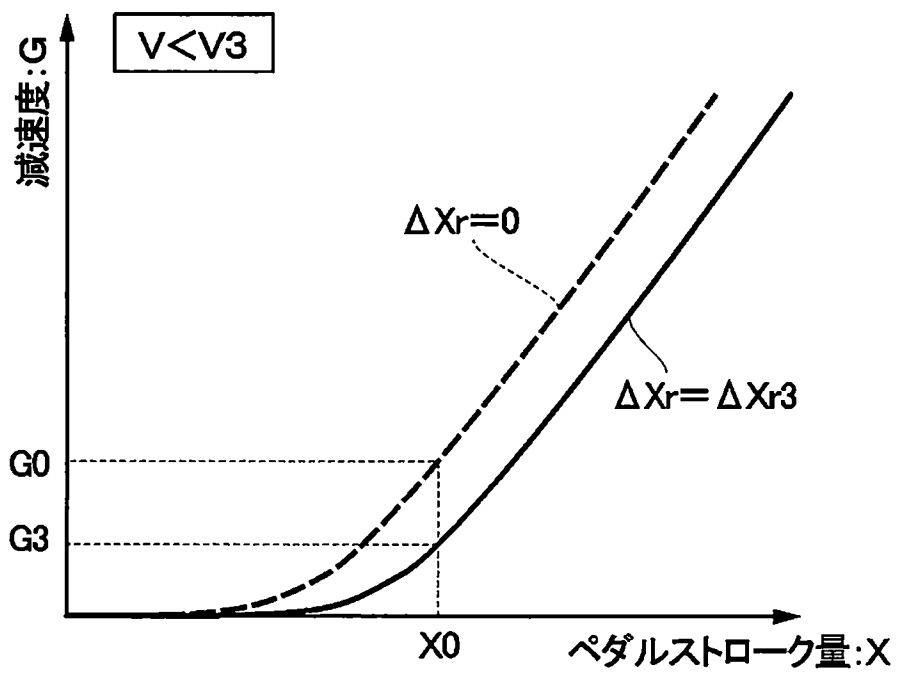
[図15]



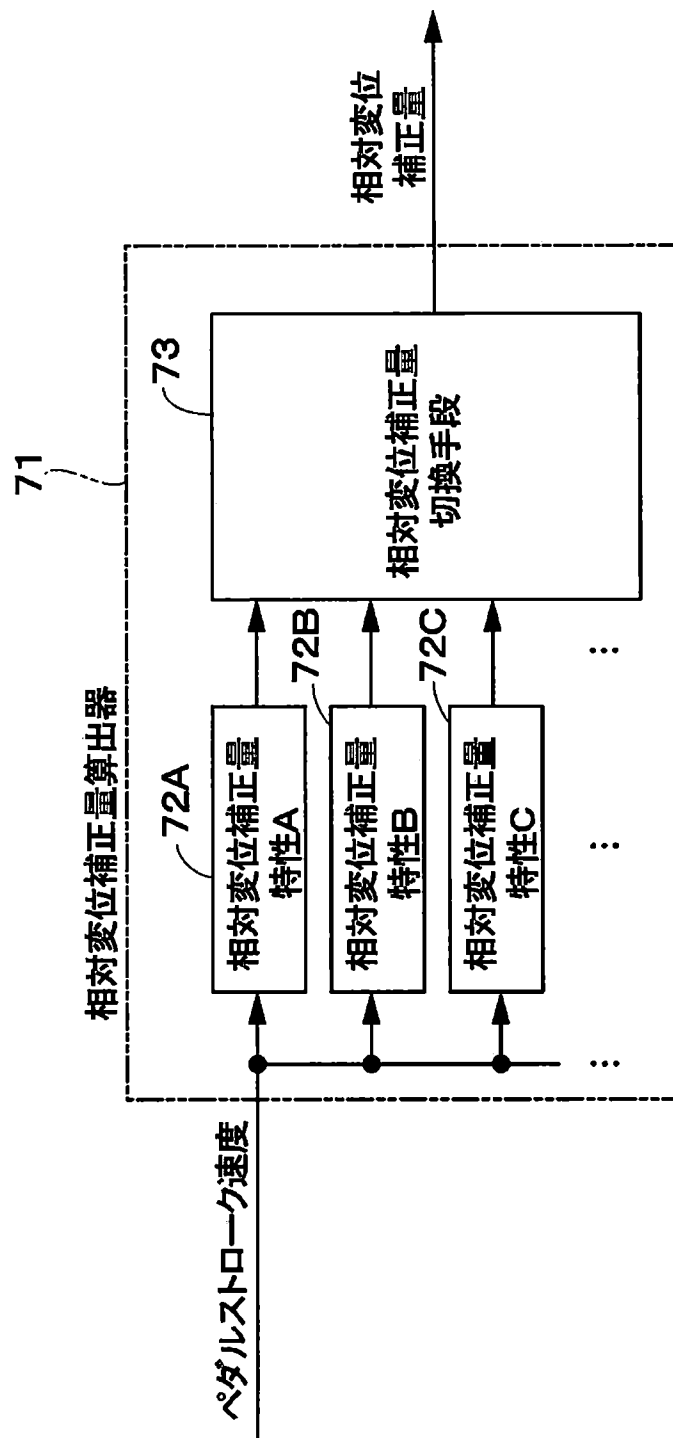
[図16]



[図17]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/034325

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 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)

Int.Cl. B60T13/74

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 A	JP 2013-10372 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 17 January 2013, claims, paragraphs [0001], [0018]- [0041], [0043]-[0046], [0056]-[0058], [0067]- [0075] (Family: none)	1-2, 4 3, 5
A	JP 2014-111394 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 19 June 2014, claims (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
30.10.2018

Date of mailing of the international search report
13.11.2018

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 (IPC))

Int.Cl. 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. 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	1971-2018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

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2013-10372 A (日産自動車株式会社) 2013.01.17, [特許請求の範囲], 段落 [0001], 段落 [0018]-段落 [0041], 段落 [0043]-段落 [0046], 段落 [0056]-段落 [0058], 段落 [0067]-段落 [0075] (ファミリーなし)	1-2, 4 3, 5
A	JP 2014-111394 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2014.06.19, [特許請求の範囲] (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

30.10.2018

国際調査報告の発送日

13.11.2018

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)

谷口 耕之助

3W

9340

電話番号 03-3581-1101 内線 3367