

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6624088号
(P6624088)

(45) 発行日 令和1年12月25日 (2019.12.25)

(24) 登録日 令和1年12月6日 (2019.12.6)

(51) Int.Cl.	F 1
B 6 0 T 13/74 (2006.01)	B 6 0 T 13/74 D
B 6 0 T 8/17 (2006.01)	B 6 0 T 8/17 C
B 6 0 T 8/96 (2006.01)	B 6 0 T 8/96

請求項の数 5 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2017-7941 (P2017-7941)	(73) 特許権者	301065892
(22) 出願日	平成29年1月19日 (2017.1.19)		株式会社アドヴィックス
(65) 公開番号	特開2018-114902 (P2018-114902A)		愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地
(43) 公開日	平成30年7月26日 (2018.7.26)	(72) 発明者	ブル マーシャル
審査請求日	平成30年12月11日 (2018.12.11)		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
		(72) 発明者	塚本 駿
			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
		審査官	杉山 悟史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の制動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の制動操作部材の操作に応じて、マスタシリンダからホイールシリンダに制動液を圧送して、前記車両の車輪に制動トルクを発生する車両の制動制御装置であって、

前記制動操作部材に接続された入力ロッドと、

前記入力ロッドの中心軸線と平行に移動可能であり、前記マスタシリンダ内のピストンを押圧する出力ロッドと、

前記入力ロッドに対して助勢力を発生する第1電気モータと、

前記出力ロッドの変位を調整する第2電気モータと、

前記第1電気モータの出力を前記入力ロッドに伝達する第1伝達機構、前記第2電気モータの出力を前記出力ロッドに伝達する第2伝達機構、及び、前記入力ロッドの出力を前記出力ロッドに伝達する第3伝達機構にて構成され、前記入力ロッドと前記出力ロッドとの間の相対的な動きを調整する差動機構と、

前記第1電気モータ、及び、前記第2電気モータを制御して、前記入力ロッドに作用する操作力と前記変位とを独立して制御するコントローラと、
を備え、

前記第2伝達機構では、前記マスタシリンダ内の液圧の減少に対応する後退方向の動きが、所定変位の範囲内に制限されるよう構成された、車両の制動制御装置。

【請求項 2】

車両の制動操作部材の操作に応じて、マスタシリンダからホイールシリンダに制動液を

10

20

圧送して、前記車両の車輪に制動トルクを発生する車両の制動制御装置であって、
前記制動操作部材に接続された入力ロッドと、
前記入力ロッドの中心軸線と平行に移動可能であり、前記マスタシリンダ内のピストンを押圧する出力ロッドと、
前記入力ロッドに対する助勢力を発生する第 1 電気モータと、
前記出力ロッドの変位を調整する第 2 電気モータと、
前記第 1 電気モータに接続された第 1 ピニオンギヤと、
前記第 2 電気モータに接続された第 2 ピニオンギヤと、
前記第 1 ピニオンギヤに噛み合う第 1 入力ラックギヤ部、及び、該第 1 入力ラックギヤ部とは異なる第 1 出力ラックギヤ部を有する第 1 ラックと、
前記第 2 ピニオンギヤに噛み合う第 2 入力ラックギヤ部、及び、該第 2 入力ラックギヤ部とは異なる第 2 出力ラックギヤ部を有する第 2 ラックと、
前記出力ロッドに回転可能に支持され、前記第 1 出力ラックギヤ部、及び、前記第 2 出力ラックギヤ部に噛み合う出力ピニオンギヤと、
前記第 1 電気モータ、及び、前記第 2 電気モータを制御して、前記入力ロッドに作用する操作力と前記変位とを独立して制御するコントローラと、
を備え、

10

前記第 2 ラックでは、前記マスタシリンダ内の液圧の減少に対応する後退方向の移動が、所定変位の範囲内に制限されるよう構成された、車両の制動制御装置。

【請求項 3】

20

請求項 1 又は請求項 2 に記載の車両の制動制御装置において、
前記所定変位は、
前記車両の回生制動装置によって発生可能な、前記車両の減速度に相当する値に設定された、車両の制動制御装置。

【請求項 4】

請求項 2 又は請求項 3 に記載の車両の制動制御装置であって、
前記第 2 ラックの前記後退方向とは逆方向の移動を阻止するストッパと、
前記第 2 ラックを前記ストッパに押し付ける力を発生する弾性体と、
を備えた、車両の制動制御装置。

【請求項 5】

30

請求項 4 に記載の車両の制動制御装置において、
前記弾性体は、
前記第 2 電気モータに通電が行われない場合に、
前記車両の減速度が 0 . 3 G よりも大きくなるまで、前記第 2 ラックと前記ストッパとの接触を維持するよう構成された、車両の制動制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、車両の制動制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、「ブレーキ操作部材 (10) と；第 1 ピストン - シリンダユニット (12) であって、少なくとも規定された最小操作量だけ操作されたブレーキ操作部材 (10) によって第 1 ピストン - シリンダユニット (12) の第 1 ピストン (14) が変位可能であり、これにより、ピストン - シリンダユニット (12) の第 1 内圧が増大可能となるように、ブレーキ操作部材 (10) を配置した第 1 ピストン - シリンダユニット (12) と；少なくとも 1 つのホイールブレーキシリンダであって、第 1 ピストン - シリンダユ

50

ニット（１２）内の増大された第１内圧によって少なくとも１つのホイールブレーキシリンダのブレーキ圧が増大可能となるように第１ピストン・シリンダユニット（１２）と液圧接続された少なくとも１つのホイールブレーキシリンダと；第１ブレーキブースタ（２４）と；を備える車両のためのブレーキシステムにおいて、第２ピストン・シリンダユニット（２６）であって、第１ブレーキブースタ（２４）によって第２ピストン・シリンダユニット（２６）の第２ピストン（２８）が変位可能であり、これにより、第２ピストン・シリンダユニット（２６）内の第２内圧が増大可能となるように第１ブレーキブースタ（２４）を第２ピストン・シリンダユニット（２６）に配置し、第２ピストン・シリンダユニット（２６）内の増大された第２内圧によって少なくとも１つのホイールブレーキシリンダのブレーキ圧が増大可能となるように少なくとも１つのホイールブレーキシリンダを液圧接続した第２ピストン・シリンダユニット（２６）を備える」ことが記載されている。

10

【０００３】

特許文献１には、回生ブレーキと協調して制動を行うために、２つの電気モータによって駆動される、２つのピストン・シリンダユニットにて構成された制動制御装置について記載されている。この装置には、２つのピストン・シリンダユニットが設けられるため、装置全体の小型化が困難である。従って、制動制御装置には、小型化され得るものが望まれている。

【０００４】

この課題を解決するために、出願人は、特許文献２に記載されるような制動制御装置を開発している。特許文献２の制動制御装置には、マスタシリンダに固定されるケース部材（「ハウジング」ともいう）と、ケース部材に固定される第１電気モータと、第１電気モータとは別にケース部材に固定される第２電気モータと、制動操作部材に機械的に接続され、直線的に移動する入力ロッドと、マスタシリンダ内のピストンを押圧し入力ロッドの中心軸線に平行、且つ、直線的に移動可能な出力ロッドと、第１電気モータの出力、及び、第２電気モータの出力が入力され、入力ロッドと出力ロッドとの間の相対的な移動を許容し、ケース部材に内蔵される差動機構と、第１電気モータの出力、及び、第２電気モータの出力を制御することによって、入力ロッドに作用する力と出力ロッドの変位とを独立して制御するコントローラと、が備えられている。この制動制御装置では、２つの電気モータの協働によって、その機能が達成されるが、例えば、電気モータのうちの１つが不調になった場合等で、フェイルセーフが確保されることが必要である。

20

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特表２０１３－５３２６０４号公報

【特許文献２】米国特許出願番号１５／２８１，８２０

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明の目的は、回生ブレーキと協調して制御可能な制動制御装置において、装置不調時のフェイルセーフが確保され得るものを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明に係る車両の制動制御装置は、車両の制動操作部材（ＢＰ）の操作に応じて、マスタシリンダ（ＭＣ）からホイールシリンダ（ＷＣ）に制動液を圧送して、前記車両の車輪（ＷＨ）に制動トルクを発生する。車両の制動制御装置は、前記制動操作部材（ＢＰ）に接続された入力ロッド（ＲＤＩ）と、前記入力ロッド（ＲＤＩ）の中心軸線（Ｊｉｎ）と平行に移動可能であり、前記マスタシリンダ（ＭＣ）内のピストン（ＰＮＡ）を押圧する出力ロッド（ＲＤＯ）と、前記入力ロッド（ＲＤＩ）に対して助勢力（Ｆｊｓ）を発生する第１電気モータ（ＭＴＦ）と、前記出力ロッド（ＲＤＯ）の変位（Ｓｒｏ）を調整す

50

る第2電気モータ(MTS)と、「前記第1電気モータ(MTF)の出力を前記入力ロッド(RDI)に伝達する第1伝達機構(PNF & Gfa)、前記第2電気モータ(MTS)の出力を前記出力ロッド(RDO)に伝達する第2伝達機構(PNS & Gsa、PNO & Gsb)、及び、前記入力ロッド(RDI)の出力を前記出力ロッド(RDO)に伝達する第3伝達機構(PNO & Gfb)にて構成され、前記入力ロッド(RDI)と前記出力ロッド(RDO)との間の相対的な動きを調整する差動機構(DFR)」と、前記第1電気モータ(MTF)、及び、前記第2電気モータ(MTS)を制御して、前記入力ロッド(RDI)に作用する操作力(Fbp)と前記変位(Sro)とを独立して制御するコントローラ(ECU)と、を備える。そして、前記第2伝達機構(PNS & Gsa、PNO & Gsb)では、前記マスタシリンダ(MC)内の液圧(Pma、Pmb)の減少に対応する後退方向(Hrs)の動きが、所定変位(hrg)の範囲内に制限されるよう構成される。例えば、前記所定変位(hrg)は、前記車両の回生制動装置(EDS)によって発生可能な、前記車両の減速度に相当する値に設定される。

【0008】

本発明に係る車両の制動制御装置は、前記制動操作部材(BP)に接続された入力ロッド(RDI)と、前記入力ロッド(RDI)の中心軸線(Jin)と平行に移動可能であり、前記マスタシリンダ(MC)内のピストン(PNA)を押圧する出力ロッド(RDO)と、前記入力ロッド(RDI)に対する助勢力(Fjs)を発生する第1電気モータ(MTF)と、前記出力ロッド(RDO)の変位(Sro)を調整する第2電気モータ(MTS)と、前記第1電気モータ(MTF)に接続された第1ピニオンギヤ(PNF)と、前記第2電気モータ(MTS)に接続された第2ピニオンギヤ(PNS)と、前記第1ピニオンギヤ(PNF)に噛み合う第1入力ラックギヤ部(Gfa)、及び、該第1入力ラックギヤ部(Gfa)とは異なる第1出力ラックギヤ部(Gfb)を有する第1ラック(RKF)と、前記第2ピニオンギヤ(PNS)に噛み合う第2入力ラックギヤ部(Gsa)、及び、該第2入力ラックギヤ部(Gsa)とは異なる第2出力ラックギヤ部(Gsb)を有する第2ラック(RKS)と、前記出力ロッド(RDO)に回転可能に支持され、前記第1出力ラックギヤ部(Gfb)、及び、前記第2出力ラックギヤ部(Gsb)に噛み合う出力ピニオンギヤ(PNO)と、前記第1電気モータ(MTF)、及び、前記第2電気モータ(MTS)を制御して、前記入力ロッド(RDI)に作用する操作力(Fbp)と前記変位(Sro)とを独立して制御するコントローラ(ECU)と、を備える。そして、前記第2ラック(RKS)では、前記マスタシリンダ(MC)内の液圧(Pma、Pmb)の減少に対応する後退方向(Hrs)の移動が、所定変位(hrg)の範囲内に制限されるよう構成される。例えば、前記所定変位(hrg)は、前記車両の回生制動装置(EDS)によって発生可能な、前記車両の減速度に相当する値に設定される。

【0009】

電源が失陥した場合、運転者が制動操作部材BPを操作して、マスタシリンダMCのピストンPNAを前進(液圧増加に対応する移動方向)させるようすると、第2電気モータMTSが回転され、ピストンPNAの前進が妨げられることが発生し得る。上記構成によれば、第2伝達機構(例えば、第2ラックRKS)の後退方向Hrsの動きが、所定変位hrgの範囲内に制限されているため、第2電気モータMTSのフリー回転による影響が最低限に抑えられ得る。さらに、所定変位hrgが、回生制動装置によって回生可能な車両減速度(例えば、0.2~0.3G)に対応する値として、予め設定されているため、制御装置の性能とフェイルセーフとが好適にバランスされ得る。

【0010】

更に、本発明に係る車両の制動制御装置では、前記第2ラック(RKS)の前記後退方向(Hrs)とは逆方向(Hfs)の移動を阻止するストッパ(STS)と、前記第2ラック(RKS)を前記ストッパ(STS)に押し付ける力を発生する弾性体(SPS)と、を備える。そして、前記弾性体(SPS)は、前記第2電気モータ(MTS)に通電が行われない場合に、前記車両の減速度が0.3Gよりも大きくなるまで、前記第2ラック(RKS)と前記ストッパ(STS)との接触を維持するよう構成される。

【 0 0 1 1 】

上記構成によれば、第2電気モータM T Sが作動不調になった場合、第2ラックR K Sが、自由には後退方向H r sに移動されないよう、弾性体S P Sによって、第2ラックR K Sに前進方向H f sの力が付与される。従って、電源失陥等の場合においても、入力ロードR D Iの変位S r iの増加に応じて、制動液圧P w aが発生され、車両の減速が確保され得る。さらに、弾性体S P Sの特性（即ち、ばね定数、及び、取付高さに基づいて設定される取付時荷重）によって、車両の減速度が0.3 Gよりも大きくなるまで、第2ラックR K Sと第2ストッパS T Sとの接触状態が維持される。電源失陥時等において、入力ロード変位S r i（即ち、制動操作量B p a）の増加に対する制動液圧P w aの不連続が発生し難く、制動操作特性において、運転者への違和が低減され得る。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図1】本発明に係る車両の制動制御装置の実施形態を示す全体構成図である。

【図2】電気モータM T F、M T Sの駆動処理を説明するための制御フロー図である。

【図3】制動アクチュエータB A Cの差動機構D F Rを説明するための概略図である。

【図4】入力ロードR D Iの変位S r iと制動液圧P w aとの関係を説明するための特性図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

< 構成部材等の記号、記号末尾の添字、及び、移動方向 >

20

本発明に係る車両の制動制御装置の実施形態について図面を参照して説明する。以下の説明において、「E C U」等の如く、同一記号を付された構成部材、演算処理、信号、特性、及び、値は、同一機能のものである。また、各種記号の末尾に付された添字（「f r」等）は、それが何れの車輪に関するかを示す包括記号である。具体的には、「f r」は右前輪、「f l」は左前輪、「r r」は右後輪、「r l」は左後輪を示す。例えば、各ホイールシリンダにおいて、右前輪ホイールシリンダW C f r、左前輪ホイールシリンダW C f l、右後輪ホイールシリンダW C r r、及び、左後輪ホイールシリンダW C r lと表記される。

【 0 0 1 4 】

各構成要素の移動方向（特に、直線運動）において、「前進方向」は、ホイールシリンダW Cの液圧P w aが上昇し、車輪W Hの制動トルクが増加される方向に相当する。逆に、「後退方向」は、ホイールシリンダW Cの液圧P w aが下降し、車輪W Hの制動トルクが減少される方向に対応する。また、回転運動する構成要素においては、「正転方向」が、ホイールシリンダW Cの液圧P w aが上昇し、車輪W Hの制動トルクが増加される方向に対応する。一方、「逆転方向」は、ホイールシリンダW Cの液圧P w aが下降し、車輪W Hの制動トルクが減少される方向に相当する。従って、各構成要素が組み付けられた状態では、「前進方向」と「正転方向」とが対応し、「後退方向」と「逆転方向」とが対応する。

30

【 0 0 1 5 】

< 本発明に係る制動制御装置の実施形態 >

40

図1の全体構成図を参照して、本発明に係る制動制御装置の実施形態を備えた車両について説明する。車両には、電気駆動装置E D S、制動操作部材B P、操作量センサB P A、制動アクチュエータ（単に、「アクチュエータ」ともいう）B A C、電子制御ユニット（「コントローラ」ともいう）E C U、タンデムマスタシリンダ（単に、「マスタシリンダ」ともいう）M C、及び、流体路（制動配管）H K A、H K B（単に、「H K」とも表記）が備えられる。

【 0 0 1 6 】

車両の各々の車輪W H f r、W H f l、W H r r、W H r l（単に、「W H」とも表記）には、ブレーキキャリパC P f r、C P f l、C P r r、C P r l（単に、「キャリパ」とも称呼され、「C P」とも表記）、ホイールシリンダW C f r、W C f l、W C r r

50

、W C r l (単に、「W C」とも表記)、及び、回転部材 K T f r、K T f l、K T r r、K T r l (単に、「K T」とも表記)が備えられる。マスタシリンダ M C、流体路 H K (H K A、H K Bの総称)、及び、ホイールシリンダ W Cは、液密状態にされている。

【0017】

電気駆動装置 E D S

車両には電気駆動装置 E D Sが備えられる。即ち、車両は、電気自動車、又は、ハイブリッド自動車である。電気駆動装置 E D Sは、駆動用電気モータ M T Dと駆動用電子制御ユニット E C Dとで構成される。例えば、車両の前方車輪 W H f r、W H f lに、駆動用電気モータ M T Dが、ドライブシャフト D Sを介して備えられる。車両は、所謂、前輪駆動である。

10

【0018】

車両が加速される場合には、駆動用の電気モータ(単に、「駆動モータ」ともいう) M T Dは、電気モータとして機能し、前輪 W H f r、W H f lに駆動力を発生させる。一方、車両が減速される場合には、駆動モータ M T Dは発電機として機能し、前輪 W H f r、W H f lに回生制動力を発生させる。この際、車両の運動エネルギーは、発電機 M T Dによって電力に変換され、車載された2次電池 B A Tに蓄えられる。駆動モータ M T Dは、所謂、駆動力発生装置のみならず、回生制動装置としても機能する。

【0019】

駆動用電子制御ユニット E C Dによって、駆動用の電気モータ M T Dが制御される。駆動用電子制御ユニット E C Dによって、図示されない加速操作部材(例えば、アクセルペダル)の操作量に応じて、駆動モータ M T Dの出力トルクが調整される。また、制動時においては、駆動用電子制御ユニット E C Dによって、制動操作部材 B Pの操作量 B p aに基づいて、発電機でもある駆動モータ M T Dを介して、回生制動力 R g aが制御される。電子制御ユニット E C Dでは、蓄電池 B A Tの充電状態が監視され、これに基づいて、発生可能な最大回生制動力 R g mが演算される。最大回生制動力 R g mは、通信バス C M Bを介して、電子制御ユニット E C Dから電子制御ユニット E C Uに送信される。制動用電子制御ユニット E C Uにて、摩擦制動力、及び、回生制動力、夫々の目標値が決定される。回生制動力の目標値 R g tは、通信バス C M Bを介して、制動用電子制御ユニット E C Uから駆動用電子制御ユニット E C Dに送信され、電子制御ユニット E C Dにて、目標値 R g tに基づいて、実際値 R g aが制御される。以上、電気駆動装置 E D Sについて説明した。

20

30

【0020】

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は、回転運動が可能な状態で、車体 B Dに固定されている。制動操作部材 B Pと車体 B Dとの固定部に、操作変位センサ S B Pが設けられる。操作変位センサ S B Pによって、操作変位 S b pが検出される。制動操作部材 B Pが操作されることによって、車輪 W H(即ち、各車輪 W H f r、W H f l、W H r r、W H r l)の制動トルクが調整され、車輪 W Hに制動力が発生される。

【0021】

具体的には、車両の車輪 W Hには、回転部材(例えば、ブレーキディスク) K Tが固定される。回転部材 K T(K T f r、K T f l、K T r r、K T r l)を挟み込むようにキャリパ C Pが配置される。そして、キャリパ C P(即ち、C P f r、C P f l、C P r r、C P r l)には、ホイールシリンダ W C(即ち、各ホイールシリンダ W C f r、W C f l、W C r r、W C r l)が設けられている。ホイールシリンダ W C内の制動液の圧力(液圧)が増加されることによって、摩擦部材(例えば、ブレーキパッド)が、回転部材 K Tに押し付けられる。回転部材 K Tと車輪 W Hとは、一体となって回転するように固定されているため、このときに生じる摩擦力によって、車輪 W Hに制動トルク(結果、制動力)が発生される。

40

【0022】

操作量センサ B P Aは、制動操作部材 B Pに設けられる。操作量センサ B P Aによって

50

、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。具体的には、操作量センサ B P A として、「制動操作部材 B P の操作変位 S b p を検出する操作変位センサ S B P 」、及び、「制動操作部材 B P の操作力 F b p を検出する操作力センサ F B P 」のうちの少なくとも 1 つが採用される。即ち、操作量センサ B P A は、操作変位センサ S B P 、及び、操作力センサ F B P についての総称である。従って、制動操作量 B p a は、制動操作部材 B P の操作変位 S b p 、及び、制動操作部材 B P の操作力 F b p のうちの少なくとも 1 つに基づいて決定される。制動操作量 B p a は、電子制御ユニット（コントローラ）E C U に入力される。

【 0 0 2 3 】

制動アクチュエータ B A C

10

制動アクチュエータ B A C は、制動操作部材 B P に作用する操作力 F b p（即ち、入力ロッド R D I に作用する力）と、マスタシリンダ M C のピストン変位（即ち、出力ロッド R D O の変位 S r o）との関係を独立に制御する。アクチュエータ B A C は、ハウジング H S G、第 1 電気モータ M T F、第 2 電気モータ M T S、入力ロッド R D I、出力ロッド R D O、及び、差動機構 D F R にて構成される。

【 0 0 2 4 】

ハウジング H S G は、内部に空間をもつ箱型の部材であり、「ケース（容器）」ともいう。ハウジング H S G の内部には、差動機構 D F R 等、アクチュエータ B A C を構成する部材が収められている。ハウジング H S G は、取付ボルト B L T、及び、ナット N U T によって、車両の車体 B D に固定される。そして、車体 B D に対する固定部とは反対側にて、ハウジング H S G にマスタシリンダ M C が固定される。

20

【 0 0 2 5 】

ハウジング H S G の内部には、第 1 電気モータ M T F、及び、第 2 電気モータ M T S が固定される。第 1 電気モータ M T F と第 2 電気モータ M T S とは別個の電気モータである。従って、ハウジング H S G には 2 つの電気モータ M T F、M T S が内蔵されている。第 1 電気モータ M T F の出力（第 1 回転軸 S h f）、及び、第 2 電気モータ M T S の出力（第 2 回転軸 S h s）は、差動機構 D F R に入力される。

【 0 0 2 6 】

入力ロッド R D I は、制動操作部材 B P に、接続ロッド R D C を介して、機械的に接続される。具体的には、制動操作部材 B P には接続ロッド R D C が機械接続され、接続ロッド R D C と入力ロッド R D I とが機械接続される。制動操作部材 B P（ブレーキペダル）は、車体 B D に対する取付部を中心に回転運動するが、接続ロッド R D C によって、この回転運動が吸収され、入力ロッド R D I の直線運動（前進、又は、後退）に変換される。

30

【 0 0 2 7 】

接続ロッド R D C と制動操作部材 B P との取付部（接続部）に操作力センサ F B P が設けられる。操作力センサ F B P によって、操作力 F b p が検出される。入力ロッド R D I は、ハウジング H S G に対して、その中心軸線 J i n の方向に直線的に移動可能な状態で組み付けられている。ここで、中心軸線 J i n は、「入力軸線」とも称呼される。入力ロッド R D I と制動操作部材 B P との取付部とは反対側の部位にて、入力ロッド R D I は差動機構 D F R に入力される。

40

【 0 0 2 8 】

入力ロッド R D I と同様に、出力ロッド R D O は、ハウジング H S G に対して、その中心軸 J o t の方向に直線的に移動可能な状態で組み付けられている。出力ロッド R D O は、アクチュエータ B A C の出力部材であり、その端部にて、マスタシリンダ M C 内のピストン P N A を押圧する。

【 0 0 2 9 】

入力、出力ロッド R D I、R D O は、2 つの異なるロッド部材であり、相互に移動し得る状態で、ハウジング H S G に組み付けられている。幾何的な関係において、入力ロッド R D I の中心軸線 J i n と、出力ロッド R D O の中心軸線 J o t とは、平行であって、「0（ゼロ）」より大きい距離をもって離れている。即ち、軸線 J i n と軸線 J o t とは異

50

なる軸線であり、同軸ではない。また、出力ロッドR D O、マスタシリンダM Cの円筒内壁、第1ピストンP N A、及び、第2ピストンP N Bは同軸上に配置される。従って、これら部材の中心軸線が軸J o tである。なお、中心軸線J o tは、「出力軸線」とも呼ばれる。

【0030】

差動機構D F Rにて、第1電気モータM T Fの出力、及び、第2電気モータM T Sの出力が、個別に制御される。これにより、入力ロッドR D Iに作用する力（即ち、制動操作部材B Pの操作力）F b p、及び、出力ロッドR D Oの変位（即ち、ピストンP N Aの変位）S r oが、独立して調整される。ここで、第1、第2電気モータM T F、M T S（総称して、「M T」とも表記）の出力とは、夫々の電気モータにおける回転方向（正転、又は、逆転）、及び、トルクの大きさである。

10

【0031】

差動機構D F Rが、ハウジングH S Gに内蔵される。差動機構D F Rによって、入力ロッドR D Iと出力ロッドR D Oとの間の相対的な移動が許容される（即ち、相対的な動きが調整可能である）。差動機構D F Rには、第1、第2電気モータM T F、M T Sの出力が入力される。そして、差動機構D F Rを介して、第1電気モータM T Fによって、入力ロッドR D Iに対して力（後述の助勢力F j s）が加えられる。また、差動機構D F Rを介して、第2電気モータM T Sによって、出力ロッドR D Oの変位S r oが制御（調整）される。従って、差動機構D F Rは、2入力（入力ロッドR D Iと第1電気モータM T Fとを個別の入力とすれば、3入力）、且つ、1出力の動力伝達機構である。差動機構D F Rの詳細については、後述する。

20

【0032】

電子制御ユニット（コントローラ）E C Uは、操作量B p a（操作変位S b p等の総称）に基づいて、第1、第2電気モータM T F、M T Sを制御する。具体的には、コントローラE C UのマイクロプロセッサM P Rには、2つの電気モータM T（第1、第2電気モータM T F、M T Sの総称）を制御するための制御アルゴリズムがプログラムされていて、電気モータM Tを制御するための信号が演算される。また、コントローラE C U内には、第1電気モータM T Fを駆動する第1駆動回路D R F、及び、第2電気モータM T Sを駆動する第2駆動回路D R Sが設けられる。第1、第2駆動回路D R F、D R S（総称して、「D R」とも表記）は、複数のスイッチング素子で構成された電気回路であり、マイクロプロセッサM P Rによって制御される。

30

【0033】

コントローラE C Uは、電気モータM Tを制御することによって、入力ロッドR D Iに作用する力F b pと出力ロッドR D Oの変位S r o（結果として、マスタシリンダ内のピストン変位）との関係を独立して制御する。即ち、制動操作部材B Pの操作特性（操作変位S b pと操作力F b pとの関係）と、摩擦制動力との関係が任意に設定され得る。例えば、コントローラE C Uは、駆動モータM T Dが回生制動力R g aを発生している場合（即ち、駆動モータM T Dが発電機として機能している場合）、入力ロッドR D Iの変位S b pの増加（即ち、操作量B p aの増加）に伴い入力ロッドR D Iに作用する力F b pを増加するとともに、出力ロッドR D Oの変位S r oをゼロの状態に維持するよう、第1電気モータM T Fの出力、及び、第2電気モータM T Sの出力を制御する。該制御が、「回生協調制御」と呼ばれる。回生協調制御によって、駆動モータM T Dによって回生される電力が十分に確保されるとともに、制動操作部材B Pの操作特性が適正化され得る。以上、アクチュエータB A Cについて説明した。

40

【0034】

マスタシリンダM Cは、出力ロッドR D Oと機械的に接続されている。マスタシリンダM Cには、2つの第1、第2流体路（制動配管）H K A、H K B（単に、「H K」とも表記）が流体的に接続される。制動操作部材B Pが操作されると、制動液（ブレーキフルイド）は、マスタシリンダM Cから流体路H Kに排出（圧送）され、4つのホイールシリン

50

ダWC内の制動液が加圧される。なお、マスタシリンダMCからホイールシリンダWCまでの構成部材の内部には、制動液が満充填され、液密状態にされている。

【0035】

マスタシリンダMC内では、その内壁、及び、2つのピストンPNA、PNBによって、2つの第1、第2液圧室Kma、Kmbが形成される。マスタシリンダMCは、所謂、タンデム型マスタシリンダである。ダイアゴナル型流体路の構成では、マスタシリンダMCの第1液圧室Kmaは、第1流体路HKAを通して、ホイールシリンダWCfr、WCrlに流体接続される。また、マスタシリンダMCの第2液圧室Kmbは、第2流体路HKBを通して、ホイールシリンダWCfl、WCrrに流体接続される。第1液圧室Kmaに係る構成と、第2液圧室Kmbに係る構成とは、基本的には同一である。

10

【0036】

第1、第2ピストンPNA、PNBは、2つの弾性部材（例えば、圧縮ばね）PSA、PSBによって出力ロッドRDOに押圧されている。具体的には、マスタシリンダMCの内筒底部と第2ピストンPNBとの間に第2ピストンばねPSBが圧縮されて設けられ、第2ピストンPNBと第1ピストンPNAとの間に第1ピストンばねPSAが圧縮されて設けられる。従って、出力ロッドRDOと第1ピストンPNAとは分離可能ではある。しかし、第1、第2ピストンばねPSA、PSBによって、出力ロッドRDOに押し付けられているため、制動時には一体となって移動される。

【0037】

制動操作部材BPが操作されると、入力ロッドRDIが、前進方向Hffに移動される。回生協調制御が実行されていない場合、入力ロッドRDIの前進に伴って、出力ロッドRDOが前進方向Hfpに移動され、第1、第2ピストンPNA、PNBが、出力ロッドRDOによって押圧される。第1、第2ピストンPNA、PNBが前進方向Hfpに移動されると、まず、第1、第2ピストンPNA、PNBによって、リザーバRSVへの流体路が塞がれる。さらに、第1、第2ピストンPNA、PNBが前進されると、第1、第2液圧室Kma、Kmbの体積が減少され、4つのホイールシリンダWC内の液圧Pwaが増加される。

20

【0038】

制動操作部材BPが初期位置（非制動時に対応する位置）に向けて戻されると、入力ロッドRDIが、後退方向Hrfに移動される。回生協調制御が実行されていない場合、入力ロッドRDIの後退に伴って、出力ロッドRDOが後退方向Hrpに移動され、第1、第2ピストンPNA、PNBは、第1、第2ピストンばねPSA、PSBによって後退方向Hrpに押される。従って、第1、第2ピストンPNA、PNBは後退し、第1、第2液圧室Kma、Kmbの体積が増加される。結果、マスタシリンダMCに制動液が戻り、4つのホイールシリンダWC内の液圧Pwaが減少される。

30

【0039】

なお、入力ロッドRDIの入力軸線Jinに沿った動きにおいて、「前進方向Hff（図では左方向）」は、ホイールシリンダ液圧Pwa（即ち、車輪WHの制動トルク）が増加する方向である。また、前進方向Hffは、制動操作部材BPの操作量Bpaが増加する方向でもある。逆に、入力ロッドRDIの「後退方向Hrf（図では右方向）」は、ホイールシリンダ液圧Pwa（即ち、車輪WHの制動トルク）が減少する方向である。また、後退方向Hrfは、制動操作部材BPの操作量Bpaが減少する方向でもある。

40

【0040】

出力ロッドRDO、及び、第1、第2ピストンPNA、PNBの出力軸線Jotに沿った動きにおいて、「前進方向Hfp（図では左方向）」は、第1、第2液圧室Kma、Kmbの体積が減少する方向であり、マスタシリンダMCから制動液が圧送される。従って、第1、第2ピストンPNA、PNBの前進方向Hfpの移動は、ホイールシリンダ液圧Pwa（即ち、車輪WHの制動トルク）が増加する方向である。逆に、出力ロッドRDO、及び、第1、第2ピストンPNA、PNBの「後退方向Hrp（図では右方向）」は、第1、第2液圧室Kma、Kmbの体積が増加する方向であり、マスタシリンダMCに制

50

動液が吸収される。従って、第1、第2ピストンPNA、PNBの後退方向Hrpの移動は、ホイールシリンダ液圧Pwa（即ち、車輪WHの制動トルク）が減少する方向である。

【0041】

第1、第2液圧室Kma、Kmbの液圧Pma、Pmb（結果、ホイールシリンダWC内の液圧Pwa）を検出するよう、第1、第2液圧センサPMA、PMBが設けられる。第1、第2液圧Pma、Pmbは、電子制御ユニットECUに入力される。

【0042】

<電気モータMTF、MTSの駆動処理>

図2の制御フロー図を参照して、第1、第2電気モータMTF、MTSの駆動処理例について説明する。アクチュエータBACでは、差動機構DFRに入力される2つの電気モータMTF、MTSの出力が調整されることによって、入力ロードRDIに作用する力Fbp（即ち、制動操作部材BPの操作力Fbp）と出力ロードRDOの変位Sro（即ち、制動操作部材BPの操作変位Sbp）とが独立して制御される。

【0043】

まず、ステップS110にて、制動操作量Bpa、及び、回生制動力（実際値）Rgaが読み込まれる。ステップS120にて、制動操作量Bpaに基づいて、「操作量Bpaが増加しているか、否か」が判定される。操作量Bpaが増加中であり、ステップS120が肯定される場合（「YES」の場合）には、ステップS130に進む。一方、ステップS120が否定される場合（「NO」の場合）には、ステップS140に進む。

【0044】

ステップS130にて、回生制動力Rgaに基づいて、「回生制動中であるか、否か」が判定される。回生制動力Rgaが発生されている回生制動中であって、ステップS130が肯定される場合（「YES」の場合）には、ステップS170に進む。一方、ステップS130が否定される場合（「NO」の場合）には、ステップS160に進む。

【0045】

ステップS140にて、制動操作量Bpaに基づいて、「操作量Bpaが一定か、否か」が判定される。制動操作部材BPが保持され、ステップS140が肯定される場合（「YES」の場合）には、ステップS180に進む。一方、操作量Bpaが減少中であり、ステップS140が否定される場合（「NO」の場合）には、ステップS150に進む。

【0046】

ステップS150にて、回生制動力Rgaに基づいて、「回生制動中であるか、否か」が判定される。回生制動力Rgaの発生中であって、ステップS150が肯定される場合（「YES」の場合）には、ステップS190に進む。一方、ステップS150が否定される場合（「NO」の場合）には、ステップS200に進む。

【0047】

操作量Bpaが増加され、且つ、回生制動力Rgaが発生されない場合には、ステップS160にて、第1電気モータMTF、及び、第2電気モータMTSは、ともに正転方向Rff、Rfsに駆動される。従って、第1電気モータMTF、及び、第2電気モータMTSによって、出力ロードRDO（結果、ピストンPNA）は前進方向Hfpに移動され、結果、摩擦制動力が発生される。

【0048】

操作量Bpaが増加され、回生制動力Rgaが発生される場合には、ステップS170にて、第1電気モータMTFは正転方向Rffに駆動され、第2電気モータMTSは逆転方向Rrsに駆動される。従って、第1電気モータMTFの動きが、第2電気モータMTSによって、抑制（一部、又は、全部が相殺）されるため、出力ロードRDO（結果、第1、第2ピストンPNA、PNB）は、僅かに前進方向Hfpに移動される、又は、移動停止状態（保持状態）に維持される。結果、摩擦部材MSBによる摩擦制動力は、僅かに発生されるか、又は、発生されない。

【0049】

10

20

30

40

50

制動操作部材 B P が保持されて、操作量 B p a が一定に維持される場合には、ステップ S 1 8 0 にて、第 1 電気モータ M T F、及び、第 2 電気モータ M T S は、共に停止状態にされる。従って、出力ロッド R D O（結果、ピストン P N A、P N B）は移動されない。操作量 B p a は減少されるが、未だ回生制動力が発生されている場合には、ステップ S 1 9 0 にて、第 1 電気モータ M T F は逆転方向 R r f に駆動され、第 2 電気モータ M T S の回転は停止される。操作量 B p a が減少され、回生制動力が発生されない場合には、ステップ S 2 0 0 にて、第 1 電気モータ M T F は逆転方向 R r f に駆動される。このとき、第 2 電気モータ M T S は、ステップ S 1 7 0 にて逆転方向 R r s に駆動された分だけ、正転方向 R f s に駆動され、その後、逆転方向 R r s に駆動される。

【 0 0 5 0 】

なお、第 1 電気モータ M T F が正転方向 R f f に駆動される場合、第 1 ラック R K F の助勢部 P j s は、前進方向 H f f の力を受ける。逆に、第 1 電気モータ M T F が逆転方向 R r f に駆動される場合、第 1 ラック R K F の助勢部 P j s は、後退方向 H r f の力を受ける。また、第 2 電気モータ M T S が正転方向 R f s に駆動される場合、第 2 ラック R K S は、前進方向 H f s の力を受ける。逆に、第 2 電気モータ M T S が逆転方向 R r s に駆動される場合、第 2 ラック R K S は、後退方向 H r s の力を受ける。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 7 0、及び、ステップ S 2 0 0 の処理が、上記の回生協調制御に相当する。回生協調制御では、第 1 電気モータ M T F、及び、第 2 電気モータ M T S の出力が調整されることによって、入力ロッド R D I と出力ロッド R D O とが、「力と変位との関係」において、相互に依存することなく、独立して制御される。結果、制動操作部材 B P において、操作変位 S b p に対する操作力 F b p の特性（操作特性）が、常に適切な特性に維持される。このため、「回生制動力のみが発生」、「回生制動力と摩擦制動力とが協調されて発生」、及び、「摩擦制動力のみが発生」の 3 つの状態が遷移した場合であっても、夫々の状態遷移において操作特性は急変されることなく、滑らかな操作特性が確保され得る。

【 0 0 5 2 】

例えば、駆動モータ（発電機）M T D が回生制動力 R g a を発生している場合（ $R g a > 0$ ）に、「入力ロッド R D I の変位（即ち、制動操作部材 B P の操作変位 S b p）が増加するのに対して、入力ロッド R D I に作用する力（即ち、制動操作部材 B P の操作力 F b p）が増加される状態」、且つ、「出力ロッド R D O の変位 S r o（即ち、ピストン P N A の変位）がゼロの状態（即ち、摩擦制動力が発生しない状態）」が達成され得る。このため、制動操作部材 B P の操作特性（操作変位 S b p に対する操作力 F b p の関係）が適切に維持された状態で、回生制動力と摩擦制動力との協調（車両全体での制動力において夫々の寄与度）が適宜調整され得る。結果、回生制動力が効果的に使用されるため、車両減速時の運動エネルギーが、効率良く、回収され得る。即ち、回生可能な電力が最大化されるとともに、操作変位 S b p に対する操作力 F b p の特性（操作特性）が好適に維持され得る。

【 0 0 5 3 】

上述した第 1、第 2 電気モータ M T F、M T S の駆動処理例では、回生制動力の実際値 R g a が採用された。これに代えて、駆動用のコントローラ E C D 内で演算される回生制動力の目標値 R g t が採用され得る。いずれの場合であっても、回生協調制御は、回生制動力の有無に基づいて、制動操作量 B p a に応じて実行される。

【 0 0 5 4 】

< 差動機構 D F R >

図 3 の概要図を参照して、アクチュエータ B A C に設けられた差動機構 D F R の構成、及び、作動について詳述する。制動アクチュエータ B A C に差動機構 D F R が採用されるため、第 1、第 2 電気モータ M T F、M T S によって、力と変位とが分離されて、別個に独立制御される。このため、回生協調制御が可能な制動制御装置が、特許文献 1 のように 2 つのマスタシリンダが採用されることなく、1 つのマスタシリンダ M C にて構成され得

10

20

30

40

50

る。

【0055】

差動機構DFRの構成

先ず、差動機構DFRの構成について説明する。差動機構DFRは、ラック・アンド・ピニオン機構（回転運動と直線運動との変換機構）によって形成される。ラック・アンド・ピニオン機構では、「ピニオンギヤと称される円形歯車」と、「平板状のロッドにピニオンギヤに咬み合うように歯（ラックギヤ）が設けられたラック」とが組み合わされる。差動機構DFRは、「第1、第2ピニオンギヤPNF、PNS」、「第1、第2ラックRKF、RKS」、「入力、出力ロッドRDI、RDO」、及び、出力ピニオンギヤPNOを含んで構成される。ここで、「第1、第2ピニオンギヤPNF、PNS」、「第1、第2ラックRKF、RKS」、及び、出力ピニオンギヤPNOが、「第1、第2電気モータMTF、MTS」の出力（動力）を伝える「伝達機構」に相当する。

10

【0056】

差動機構DFRは、3つの伝達機構で構成される。「第1伝達機構」によって、第1電気モータMTFの出力が入力ロッドRDIに伝達される。具体的には、以下で説明する、第1ピニオンギヤPNF、及び、第1ラックRKFの第1入力ラックギヤ部Gfaの組み合わせ（ラック・アンド・ピニオン機構）が、第1伝達機構に相当する。「第2伝達機構」によって、第2電気モータMTSの出力が、出力ロッドRDOに伝達される。第2ピニオンギヤPNSと第2ラックRKSの第2入力ラックギヤ部Gsaとの組み合わせ、及び、出力ピニオンPNOと第2ラックRKSの第2出力ラックギヤ部Gsbとの組み合わせが、第2伝達機構に相当する。「第3伝達機構」によって、入力ロッドRDIの出力が、出力ロッドRDOに伝達される。出力ピニオンギヤPNOと第2ラックRKFの第1出力ラックギヤ部Gfbとの組み合わせが、第3伝達機構に相当する。差動機構DFRによって、入力ロッドRDIと出力ロッドRDOとの間の相対的な動きが調整される。

20

【0057】

ハウジングHSGの内部に、固定部材KTEによって、第1、第2電気モータMTF、MTSが固定される。第1電気モータMTFの出力シャフト部Shfには、第1ピニオンギヤPNFが固定される。同様に、第2電気モータMTSの出力シャフト部Shsには、第2ピニオンギヤPNSが固定される。なお、第1電気モータMTFの回転軸（第1回転軸）Shfと第1ピニオンギヤPNFとの間、及び、第2電気モータMTSの回転軸（第2回転軸）Shsと第2ピニオンギヤPNSとの間のうちの少なくとも1つにおいて、減速機が設けられ得る。

30

【0058】

制動操作部材BPには、クレビス（U字リンク）によって、接続ロッドRDCが回転可能に接続される。接続ロッドRDCにおいて、クレビス部の反対側は、球状に加工され、入力ロッドRDIに機械接続される。即ち、入力ロッドRDIと制動操作部材BPとは、接続ロッドRDCを介して、機械的に接続される。制動操作部材BPは、車体BDの取付部にて回転運動するが、接続ロッドRDCによって、制動操作部材BPの回転運動が、入力ロッドRDIの直線運動に効果的に変換される。入力ロッドRDIの先端部（制動操作部材BPに接続される端部とは反対側）は、第1ラックRKFに固定される。

40

【0059】

第1ラックRKFは、ハウジングHSGに対して、入力軸線Jin（入力ロッドRDIの中心軸線）に沿って滑らかに移動可能である。第1ラックRKFは、入力部Pinと助勢部Pjsとの、2つの部材で構成される。該構成が、「分割構成」と称される。入力部Pinと助勢部Pjsとは、入力軸線Jinに沿って、相互変位が可能なように形成される。入力部Pinには、入力ロッドRDIが固定されるとともに、第1出力ラックギヤGfbが形成され、この第1出力ラックギヤGfbは、出力ピニオンギヤPNOと咬み合わされる。助勢部Pjsには、第1出力ラックギヤGfbとは別に、第1入力ラックギヤGfaが形成され、この第1入力ラックギヤGfaは、第1ピニオンギヤPNFと咬み合わされる。従って、第1ピニオンギヤPNFを介して、助勢部Pjsには、第1電気モータ

50

タMTFの回転動力が入力される。なお、第1ラックRKFにおいて、第1出力ラックギヤGfbは、第1入力ラックギヤGfaの裏側（入力軸線Jinを挟んで反対側）に位置する。

【0060】

入力ロッドRDIは、第1ラックRKF（特に、入力部Pin）に固定される。従って、第1電気モータMTFの出力は、動力伝達機構（第1ピニオンギヤPNF、第1ラックRKF）を介して、回転運動から並進運動（平行方向への移動）に変換され、入力ロッドRDIに伝達される。

【0061】

入力部Pinには、入力軸線Jinに垂直な段差が設けられ、後退方向Hrfに向いた受圧面Minが形成される。同様に、助勢部Pjsには、入力軸線Jinに垂直な段差が設けられ、前進方向Hffに向いた助勢面Mjsが形成される。そして、助勢面Mjsと受圧面Minとの面接触によって、前進方向Hffの力Fjsが付与される。ここで、助勢部Pjsから入力部Pinに対して作用する力Fjsが、「助勢力」と称呼される。

【0062】

入力部Pinと助勢部Pjsとの間の動力伝達（即ち、力の伝達）は方向性を有する。助勢部Pjsは入力部Pinに対して、前進方向Hffには動力伝達するが、後退方向Hrfへは動力伝達しない。一方、入力部Pinは助勢部Pjsに対して、後退方向Hrfへは動力伝達するが、前進方向Hffへは動力伝達しない。換言すれば、助勢部Pjsが入力部Pinに近づく方向には力は伝達されるが、助勢部Pjsが入力部Pinから離れる方向には力は伝達されない。従って、第1ラックRKFでは、入力部Pin、及び、助勢部Pjsの構成によって、第1電気モータMTFによって発生される助勢力Fjsは、前進方向Hffには伝達されるが、後退方向Hrf（前進方向Hffとは反対方向）には伝達されない。

【0063】

ハウジングHSGには、第1ラックRKFの後退方向Hrfの移動を阻止するよう、第1ストッパSTFが設けられる。第1ラックRKFの助勢部Pjsは、第1ラック弾性体SPF（例えば、圧縮ばね）によって、後退方向Hrfに押圧される。ハウジングHSGと、助勢部Pjsの助勢部第2端面Mjpとの間に第1ラック弾性体SPFが設けられ、第1電気モータMTFが通電されていない場合には、助勢部Pjsの助勢部第1端面Mjeが、ハウジングHSGに設けられた第1ストッパSTFに押し付けられる。第1ラック弾性体SPFによって、制動操作部材BPが操作されていない場合（即ち、「Bpa=0」の場合）には、助勢部第1端面Mjeが第1ストッパSTFに当接している。

【0064】

同様に、第1ラックRKFの入力部Pinは、戻し弾性体SPI（例えば、圧縮ばね）によって、後退方向Hrfに押圧される。ハウジングHSGと、入力部Pinの入力部第2端面Mipとの間に戻し弾性体SPIが設けられ、通常の場合には、入力部Pinと助勢部Pjsとが、一体となって移動される。ここで、「通常の場合」とは、「第1電気モータMTFが適正に作動し、その動力が発生され得る場合」、且つ、「制動操作部材BPの操作が急ではなく、第1電気モータMTFの応答が十分に操作に追従し得る場合」である。

【0065】

第1ラックRKFと同様に、第2ラックRKSには、2つのラックギヤGsa、Gsbが形成される。出力ピニオンギヤPNOは、第1ラックRKFの第1出力ラックギヤGfbと咬み合わされるとともに、第2ラックRKSの第2出力ラックギヤGsbとも咬み合わされる。また、第2ラックRKSにおいて、第2出力ラックギヤGsbの裏側には、第2出力ラックギヤGsbとは別に、第2入力ラックギヤGsaが形成される。そして、第2入力ラックギヤGsaは、第2ピニオンギヤPNSと咬み合わされる。従って、第2電気モータMTSの出力は、動力伝達機構（第2ピニオンギヤPNS、第2ラックRKS、出力ピニオンギヤPNO）を介して、回転運動から並進運動に変換され、出力ロッドRDO

に伝達される。

【0066】

ハウジングHSGには、第2ラックRKSの前進方向Hfsの移動を阻止するよう、第2ストッパSTSが設けられる。第2ラックRKSは、第2ラック弾性体SPS（例えば、圧縮ばね）によって、前進方向Hfsに押圧される。ハウジングHSGと、第2ラックRKSの第1端面Mspとの間には、第2ラック弾性体SPSが設けられる。制動操作部材BPが操作されていない場合（即ち、「Bpa=0」の場合）には、第2ラック弾性体SPSによって、第2ラックRKSの第2端面Mseが、ハウジングHSGに設けられた第2ストッパSTSに押し付けられ、当接している。従って、この位置が、制動操作部材BPが操作されてない状態に対応した第2ラックRKSの初期位置である。また、第2電

10

【0067】

第2ラックRKSに対して、第2ストッパSTSの反対側のハウジングHSGには、第2ラックRKSの後退方向Hrsの移動を阻止するよう、回生ストッパSTRが設けられる。第2ストッパSTS、及び、回生ストッパSTRによって、第2ラックRKSの移動が、所定変位hrgに制限される。即ち、第2ラックRKSが移動し得る範囲は、その初期位置（非制動時に対応した、第2ストッパSTSとの当接位置）から所定変位hrgまでである。第2ラックRKSの後退方向Hrsの移動は、摩擦制動力を発生させないよう、回生協調制御に対応するものである。例えば、電気駆動装置EDS（即ち、回生制動装置）によって発生可能な車両減速度（例えば、0.2~0.3G）に対応する値として、予め設定され得る。ここで、回生制動装置EDSにおける発生可能な車両減速度は、発電機MTDの容量、コントローラECDの通電量等に基づいて定まる。変位制限hrgによって、コントローラECU、又は、第2電気モータMTSに不調があった場合でも、制動操作部材BPの操作に伴って、確実に摩擦制動力が発生され得る。

20

【0068】

出力ピニオンギヤPNOは、出力ロッドRDOに、回転シャフトSFOによって回転可能な状態で固定される。出力ロッドRDOは、ハウジングHSGに対して、出力軸線Jot（出力ロッドRDOの中心軸線）に沿って滑らかに移動可能である。中心軸線Jinと中心軸線Jotとは平行な別軸であり、「別軸構成」と称呼される。第1、第2ラックRKF、RKS、及び、出力ロッドRDOは、ハウジングHSGに対して、中心軸線Jin（中心軸線Jot）に沿って滑らかに移動され得る。即ち、差動機構DFRにおいて、第1、第2ラックRKF、RKS、及び、出力ロッドRDOは、夫々が平行、且つ、直線的に相対運動することができる（換言すれば、相対的な移動が許容される）。

30

【0069】

マスタシリンダMCとして、タンデム型マスタシリンダが採用される場合、2つの液圧室Kma、Kmbが直列配置される。このため、マスタシリンダMCの中心軸方向Jotの寸法が長くなる。しかし、別軸構成の差動機構DFRが採用されるため、軸方向の寸法が短縮され、構造が簡略化される。結果、装置全体の小型化が達成され得る。以上、差動機構DFRの構成について説明した。

40

【0070】

差動機構DFRの作動

次に、差動機構DFRの作動について説明する。上述したように、差動機構DFRを構成する各要素（第1ラックRKF等）の動きにおいて、「前進方向Hff、Hfs、Hfp」の移動は、ホイールシリンダWCの液圧Pwaの増加に相当する。前進方向の直線運動は、第1、第2電気モータMTF、MTSの「正転方向Rff、Rfs」の回転運動に対応する。また、前進方向Hff、Hfs、Hfpとは逆の方向である、「後退方向Hrf、Hrs、Hrp」の移動は、ホイールシリンダWCの液圧Pwaの減少に相当する。そして、後退方向の直線運動は、第1、第2電気モータMTF、MTSの「逆転方向Rr

50

f、R r s」の回転運動に対応する。

【0071】

制動操作量B p aが増加され、入力ロードR D Iが前進方向H f f（操作量B p aの増加に対応）に移動されると、第1電気モータM T Fは正転方向R f fに駆動される。これにより、第1電気モータM T Fの回転動力は、第1ピニオンギヤP N Fを介して第1ラックR K Fの助勢部P j sに伝達される。助勢部P j sから入力部P i nへの動力は、前進方向H f fには伝達されるため、助勢部P j sは、入力部P i nを前進方向H f fに押圧する。

【0072】

助勢力F j sは、第1電気モータM T Fの出力が、伝達機構（第1ピニオンギヤP N F、第1ラックR K F）によって入力ロードR D Iに伝達されることで発生される。この助勢力F j sによって、運転者による制動操作部材B Pの操作が補助され、制動操作部材B Pの操作力F b pが軽減される。即ち、第1電気モータM T F、第1ピニオンギヤP N F、及び、第1ラックR K Fによって、倍力機能が達成され得る。

【0073】

入力ロードR D Iの前進方向H f fへの移動は、第1ラックR K Fの入力部P i n、及び、出力ピニオンギヤP N Oを介して出力ロードR D Oに伝達される。これにより、出力ロードR D Oも前進方向H f pに移動されようとする。しかしながら、出力ロードR D Oの移動は、第2電気モータM T Sによって駆動される第2ラックR K Sの動き（変位）に依存する。

【0074】

駆動用の電気モータ（発電機）M T Dが回生制動力R g aを発生し、回生制動力R g aが車両の減速において十分に足りている場合、摩擦制動力を発生させる必要はない。従って、制動操作部材B Pによって入力ロードR D Iが前進方向H f fに移動されても、出力ロードR D Oは前進移動H f pされず、制動液圧の発生が妨げられる。具体的には、第2電気モータM T Sが、逆転方向R r sに駆動され、第2ラックR K Sは後退方向H r sに移動される。これによって、第1ラックR K Fからの動力伝達が相殺されるため、出力ロードR D Oの変位の発生が回避され、駆動モータ（発電機）M T Dにより十分なエネルギー回生が行われ得る。

【0075】

車輪W Hの回転速度が低下し、回生制動力が車両の要求減速に対して不足する場合、摩擦制動力（即ち、制動液圧P w aの上昇）が必要となってくる。この場合、第2電気モータM T Sが、停止、又は、正転方向R f sに駆動されて、第2ラックR K Sが停止、又は、前進方向H f sに移動される。これによって、出力ロードR D Oは前進方向H f pに移動され、回生制動力と摩擦制動力とが協調して制御され得る。さらに、回生制動力が発生されなくなる場合、第2電気モータM T Sが、正転方向R f sに駆動されて、出力ロードR D Oが前進方向H f pに移動され、制動操作量B p aに応じて摩擦制動力が増加される。

【0076】

第1電気モータM T F、又は、第1駆動回路D R Fが不調である場合には、第1電気モータM T Fには通電されない。具体的には、コントローラE C Uにて、各センサの信号（例えば、第1電気モータM T Fの回転角、第1駆動回路D R Fの電流値）が参酌されて、第1電気モータM T F、及び、第1駆動回路D R Fのうちの少なくとも1つの不調状態が判定される。不調状態が判定されない場合（即ち、第1電気モータM T F、第1駆動回路D R Fが適正作動の場合）には、第1電気モータM T Fへの通電が行われるが、不調状態が判定される場合には、第1電気モータM T Fへの通電が停止される。従って、不調状態では、第1電気モータM T Fによって、回転動力が発生されず、助勢力F j sが生じない。

【0077】

上記の不調状態において、制動操作部材B Pが操作され、入力ロードR D Iが前進方向

10

20

30

40

50

H f f に移動される場合には、上記分割構成によって、入力部 P i n が助勢部 P j s に対して力を及ぼさないため、助勢部 P j s は移動されず、入力部 P i n のみが前進方向 H f f に移動される。この場合、助勢部 P j s は、第 1 ラック弾性体 S P F にて押圧されているため、第 1 ストップ S T F と当接する位置に留まる。

【 0 0 7 8 】

第 1 ラック R K F が一体構造である場合には、入力ロッド R D I の移動に伴って、第 1 電気モータ M T F が、第 1 ラック R K F の移動によって回転される。このため、制動操作部材 B P の操作力 F b p が、第 1 電気モータ M T F を回転させる分だけ増大する。即ち、第 1 電気モータ M T F が、制動操作の抵抗となる。この課題を解消するため、第 1 ラック R K F には、「 2 つの部材 P i n、P j s に分割され、入力部 P i n と助勢部 P j s との間の動力伝達が、助勢部 P j s から入力部 P i n への前進方向 H f f、及び、入力部 P i n から助勢部 P j s への後退方向 H r f に限って達成される」分割構成が採用される。換言すれば、分割構成では、動力伝達は、助勢部 P j s から入力部 P i n への後退方向 H r f、及び、入力部 P i n から助勢部 P j s への前進方向 H f f には行われない。結果、第 1 電気モータ M T F 等の不調時に、操作力 F b p が不必要に増大されることが抑制され得る。

【 0 0 7 9 】

上述した、第 1 ラック R K F の分割構成は、制動操作部材 B P が急操作された場合にも効果を奏する。第 1 電気モータ M T F の出力応答には限りがある。制動操作部材 B P が極めて速く操作された場合、第 1 電気モータ M T F の応答が間に合わず、制動操作において、第 1 電気モータ M T F が抵抗となる場合が生じ得る。該状況にまで対応できるよう、第 1 電気モータ M T F が設計されると、第 1 電気モータ M T F は非常に大型化される。しかし、第 1 ラック R K F に分割構成が採用されるため、制動操作部材 B P が、非常に速い速度で操作された場合であっても、第 1 電気モータ M T F が抵抗とはならず、好適な制動操作特性が確保され得る。

【 0 0 8 0 】

制動操作部材 B P が戻され、入力ロッド R D I が後退方向 H r f（操作量 B p a の減少に対応）に移動されると、第 1 電気モータ M T F は逆転方向 R r f に駆動される。また、助勢部 P j s は、第 1 ラック弾性体 S P F によって、後退方向 H r f に押圧されるとともに、入力部 P i n は、戻し弾性体 S P I によって、後退方向 H r f に押圧される。制動操作部材 B P が戻されている途中で、第 2 電気モータ M T S 等に不調が発生した場合には、入力部 P i n、助勢部 P j s が、戻し弾性体 S P I、第 1 ラック弾性体 S P F によって、後退方向 H r f に移動される。不調状態においても、第 1 ラック R K F は、「入力部 P i n が第 1 ストップ S T F と接触し、且つ、入力部 P i n と助勢部 P j s とが当接する」、非制動時の位置（「初期位置」ともいう）まで、確実に戻される。

【 0 0 8 1 】

第 2 ラック R K S の動きがロックされている場合、第 1 ラック R K F の入力部 P i n が、前進方向 H f f に移動されると、出力ピニオンギヤ P N O を介して、出力ロッド R D O が出力軸線 J o t に沿って、前進方向 H f p に移動される。これによって、マスタシリンダ M C に液圧 P m a、P m b が発生される。入力部 P i n が前進方向 H f f に移動されている状態で、第 2 電気モータ M T S が逆転方向 R r s に駆動され、第 2 ラック R K S が後退方向 H r s に移動されると、第 1 出力ラックギヤ部 G f b による出力ピニオンギヤ P N O の回転が、第 2 出力ラックギヤ部 G s b の移動によって吸収されるため、出力ロッド R D O の前進方向 H f p の移動量が、第 2 ラック R K S のロック時の移動量よりも、減少される。例えば、入力部 P i n（即ち、第 1 出力ラックギヤ部 G f b）の前進方向 H f f の移動速度と、第 2 ラック R K S（即ち、第 2 出力ラックギヤ部 G s b）の後退方向 H r s の移動速度とが同じ場合には、出力ピニオンギヤ P N O の空回り状態（入力ロッド R D I が移動されても、出力ロッド R D O は移動されない状態）が生じ、マスタシリンダ M C の液圧 P m a、P m b は発生されない。このように、第 1 ラック R K F（特に、入力部 P i n）と第 2 ラック R K S との間の相対的な動き（変位）によって、回生協調制御（回生制

動力と摩擦制動力とが協調される制御)が達成され得る。

【0082】

第1電気モータMTFと同様に、第2電気モータMTS、及び、第2駆動回路DRSのうちの少なくとも1つが不調状態の場合には、第2電気モータMTSには通電されない。具体的には、コントローラECUにて、各センサの信号(例えば、第2電気モータMTSの回転角、第2駆動回路DRSの電流値)が参酌されて、第2電気モータMTS、及び、第2駆動回路DRSのうちの少なくとも1つの不調状態が判定される。不調状態が判定されない場合(即ち、第2電気モータMTS、第2駆動回路DRSが適正作動の場合)には、第2電気モータMTSへの通電が行われるが、不調状態が判定される場合には、第2電気モータMTSへの通電が停止される。従って、不調状態において、第2電気モータMTSは、自由に回転され、ロックされないため、第2ラックRKSのロック状態が維持され得ない。このため、出力ロッドRDOの移動量が、所望される量よりも減少され、マスタシリンダMCの液圧Pma、Pmbの上昇が妨げられることが生じ得る。

10

【0083】

この課題を解消するため、第2ラックRKSの移動し得る距離が、第2ストッパSTS、及び、回生ストッパSTRによって、所定変位hr gの範囲内(即ち、第2ストッパSTSとの当接位置から回生ストッパSTRとの当接位置までの範囲)に制限される。この場合、入力ロッドRDIが前進方向Hffに移動されると、出力ピニオンギヤPNOによって、第2ラックRKSは、後退方向Hrsに移動される。第2ラックRKSが、回生ストッパSTRに当接した後は、第2ラックRKSは、その動きが制限され、それ以上は移動されない。結果、第2ラックRKSがロックされ、出力ロッドRDOは前進方向Hfpに移動され、マスタシリンダMCの液圧Pma、Pmbが増加される。

20

【0084】

また、制動操作量Bpaが、所定量bpx以下では、第2電気モータMTSに通電が行われなくても、第2ラックRKSが第2ストッパSTSに当接した状態(第2ラックRKSの初期位置)が維持されるよう、第2ラック弾性体SPSの取付時の荷重が、所定荷重fsxよりも大きく設定され得る。ここで、所定荷重fsxは、ばね定数、及び、取付高さに基づいて設定される。入力ロッドRDIが、前進方向Hffに移動される場合、出力ピニオンギヤPNOを介して、第2ラックRKSを後退方向Hrsに移動させようとする力が作用する。この力に対抗するよう、第2ラック弾性体SPSの弾性力(取付時荷重)が第2ラックRKSに加えられることによって、第2ラックRKSの移動が阻止され、第2ラックRKSが第2ストッパSTSに当接した状態が維持される。

30

【0085】

上記の構成では、入力ロッドRDIが、前進方向Hffに移動されると、出力ピニオンギヤPNOによって、第2ラックRKSは、後退方向Hrsの力を受ける。しかし、第2ラック弾性体SPSによる前進方向Hfsの力が、出力ピニオンギヤPNOから受ける後退方向Hrsの力よりも大きいため、第2ラックRKSは、第2ストッパSTSに接触したままである。結果、出力ロッドRDOは、前進方向Hfpに移動され、マスタシリンダMCの液圧Pma、Pmbが増加する。マスタシリンダMCの液圧Pma、Pmbが、徐々に増加すると、出力ロッドRDOは、ピストンPNAから、後退方向Hrpの力を受け、第2ラックRKSの後退方向Hrsの力が増加する。操作量Bpaが所定量bpxに到達した時点で、出力ピニオンギヤPNOから受ける後退方向Hrsの力が、第2ラック弾性体SPSによる前進方向Hfsの力よりも大きくなり、第2ラックRKSが、後退方向Hrsに移動される。第2ラックRKSが、回生ストッパSTRに当接するまでの距離hr gに亘っては、出力ロッドRDOの位置は一定であるため、マスタシリンダMCの液圧Pma、Pmbは維持される。そして、第2ラックRKSが回生ストッパSTRに突き当たった後は、第2ラックRKSのロック状態が、再度、達成されるため、出力ロッドRDOが前進方向Hfpに変位され、マスタシリンダMCの液圧Pma、Pmbが増加される。

40

【0086】

50

例えば、所定量 $b p x$ は、一般的な制動時に発生される車両の減速度（ $0.3 G$ 程度）に対応する値として設定される。この場合、車両減速度が設定値（例えば、 $0.3 G$ ）に達するまでは、第2ラック R K S と第2ストッパ S T S との接触状態が維持され、減速度が設定値を超えると、初めて、第2ラック R K S と第2ストッパ S T S とが離れる。所定量 $b p x$ が、一般的な制動操作では発生し難い値として設定されるため、第2電気モータ M T S の不調時の操作特性が良好に確保され得る。

【0087】

<入力ロッド変位 $S r i$ と制動液圧 $P w a$ との相互関係>

図4の特性図を参照して、入力ロッド R D I の変位 $S r i$ と制動液圧（ホイールシリンダ W C の液圧） $P w a$ との関係を説明する。ここで、制動液圧 $P w a$ は、第1、第2液圧センサ P M A、P M B によって検出される、マスタシリンダ M C の液圧 $P m a$ 、 $P m b$ と等しい。また、入力ロッド変位 $S r i$ は、制動操作部材 B P の操作変位 $S b p$ に相当する値である。従って、該特性図は、制動操作部材 B P の操作量 $B p a$ に対する制動液圧 $P w a$ の関係を表す。

【0088】

特性 C H a は、第2ラック R K S が第2ストッパ S T S に、常に当接した状態にされた場合における、入力ロッド変位 $S r i$ に対する制動液圧 $P w a$ の関係である。摩擦部材 M S B、キャリア C P 等の剛性（ばね定数）のため、特性 C H a では、入力ロッド変位 $S r i$ の増加に対して、「下に凸」の特性にて、制動液圧 $P w a$ が増加される。なお、出力ロッド変位 $S r o$ と、制動液圧 $P w a$ とは、一対一に対応している。

【0089】

特性 C H b は、第2ラック弾性体 S P S が採用されない場合における、入力ロッド変位 $S r i$ と制動液圧 $P w a$ との関係である。入力ロッド変位 $S r i$ が「0」から増加されるが、第2ラック弾性体 S P S による弾性力が発生されず、第2ラック R K S が、後退方向 H r s に自由に移動可能であるため、制動液圧 $P w a$ は、増加されず、「0」のままである。ここで、「 $S r i = 0$ 」は、「 $B p a = 0$ 」に対応し、第2ラック R K S が第2ストッパ S T S に当接している状態である。

【0090】

第2ラック R K S が、後退方向 H r s に、所定変位 $h r g$ だけ移動され、回生ストッパ S T R に当接すると、制動液圧 $P w a$ が「0」から増加される。ここで、入力ロッド R D I の変位 $s r g$ は、第2ラック R K S の所定変位 $h r g$ に対応する値である。第1出力ラックギヤ G f b と出力ピニオンギヤ P N O の諸元（モジュール、歯数等）、及び、第2出力ラックギヤ G s b と出力ピニオンギヤ P N O の諸元は、既知である。このため、入力ロッド R D I の変位 $S r i$ と、出力ロッド R D O の変位 $S r o$ とは、相互に対応している。

【0091】

第2ラック R K S が、回生ストッパ S T R に突き当たると、第2ラック R K S が第2ラック弾性体 S P S に拘束された場合と同様に、特性 C H b では、入力ロッド変位 $S r i$ の増加に従い、制動液圧 $P w a$ は、「下に凸」の特性にて増加される。特性 C H b の形状は、摩擦部材 M S B、キャリア C P 等の剛性によるものであり、特性 C H a が入力ロッド変位 $S r i$ に沿って変位 $s r g$ だけ平行移動されたものが、特性 C H b に相当する。

【0092】

第2電気モータ M T S が制御されることによって、入力ロッド R D I の変位 $S r i$ と制動液圧 $P w a$ との関係は、特性 C H a と特性 C H b とで挟まれた領域で制御可能である。例えば、発電機 M T D によって回生制動力が発生されている場合には、回生協調制御によって、入力ロッド変位 $S r i$ が増加しても、制動液圧 $P w a$ が増加しないように調整され得る。

【0093】

例えば、電源が不調になった場合、第2電気モータ M T S には通電が行われず、第2電気モータ M T S の回転力が発生されない。この場合であっても、第2ラック R K S が、自由には後退方向 H r s に移動されないよう、第2ラック R K S に対して、前進方向 H f s

10

20

30

40

50

の力を付与する第2ラック弾性体SPS（例えば、圧縮ばね）が設けられる。第2ラック弾性体SPSによって、電源失陥等の場合においても、入力ロードRDIの変位Sriの増加に応じて、制動液圧Pwaが発生され、車両の減速が確保され得る。

【0094】

上述したように、第2ラックRKSの移動は、第2ストッパSTS、及び、回生ストッパSTRによって制限される。このため、第2電気モータMTSが非通電であっても、入力ロード変位Sriと制動液圧Pwaとの相互関係は、特性CHAと特性CHbとによって挟まれた領域内にて定まる。第2電気モータMTSに通電が行われない場合に、第2ラック弾性体SPSによって第2ラックRKSが前進方向Hfsに押圧されるため、入力ロード変位Sriが「0」から値sspまでは、制動液圧Pwaは、特性CHAに沿って、
「0」から値pspに向けて増加される。制動液圧Pwaが値pspに達すると、第2ラック弾性体SPSによる弾性力（取付時荷重）とピストンPNAから受ける力とが釣り合うため、第2ラックRKSは、後退方向Hrsに移動される。ここで、値sspが、「特性維持変位」と称呼され、値pspが、「特性維持液圧」と称呼される。制動液圧Pwaが、特性維持液圧psp以上となると、制動液圧Pwaの増加勾配は、特性CHAに対して減少される。そして、入力ロード変位Sriが値ssq（>ssp）に達すると、第2ラックRKSは、回生ストッパSTRに突き当たる。このため、入力ロード変位Sriの増加に対して、制動液圧Pwaは、値psq（>psp）から、特性CHbに沿って増加される。従って、第2電気モータMTSに通電が行われない場合には、入力ロード変位Sri（即ち、制動操作量Bpa）に対する制動液圧Pwaは、特性CHspにて変化する。

【0095】

第2ラックRKSが移動され始める制動液圧Pwaの値（特性維持液圧）pspが、緊急制動ではない一般的な制動（通常制動）に対応する値よりも大きく設定され得る。即ち、特性維持液圧pspが、通常制動時に利用される制動液圧Pwaの値を超えて設定されている。例えば、特性維持液圧pspは、一般的な制動時に発生される車両減速度である、0.3G程度に対応した値として設定される。この場合、記車両の減速度が0.3Gよりも大きくなるまで、第2ラック弾性体SPSの弾性力によって、第2ラックRKSと第2ストッパSTSとの接触状態が維持される。

【0096】

特性維持液圧pspは、第2ラック弾性体SPSの特性（即ち、ばね定数、及び、取付高さに基づいて設定される取付時荷重）によって決定される。なお、特性維持変位ssp、及び、特性維持液圧pspは、上記の所定量bp_xに対応した値である。

【0097】

第2ラック弾性体SPSの特性によって、特性維持液圧pspが、一般的な制動（通常制動）では到達しない値（即ち、通常制動時には生じない操作量bp_x）に設定される。このため、電源失陥時等において、入力ロード変位Sri（即ち、制動操作量Bpa）の増加に対する制動液圧Pwaの不連続が発生し難い。結果、制動操作部材BPの操作特性において、運転者への違和が低減され得る。

【0098】

<他の実施形態>

以下、他の実施形態（変形例）について説明する。これらにおいても、制動アクチュエータBACは、上記同様の効果（制御装置の性能とフェイルセーフとの両立、電源失陥時等における好適な制動操作特性の確保）を奏する。

【0099】

上記の実施形態では、回転部材KT（即ち、車輪WH）に制動トルクを付与する装置として、ディスク型制動装置が例示された。これに代えて、ドラム型制動装置（ドラムブレーキ）が採用され得る。ドラムブレーキの場合、キャリパCPに代えて、ブレーキドラムが採用される。また、摩擦部材はブレーキシューであり、回転部材KTはブレーキドラムである。

【 0 1 0 0 】

また、上記の実施形態では、2系統の液压回路（制動配管の構成）として、ダイアゴナル型（「X型」ともいう）が例示された。これに代えて、前後型（「H型」ともいう）の構成が採用され得る。この場合、第1流体路HKAが前輪ホイールシリンダWCfr、WCflに流体接続され、第2流体路HKBが後輪ホイールシリンダWCrr、WCrlに流体接続される。

【 0 1 0 1 】

上記の実施形態では、発電機MTDとして、駆動用の電気モータが採用される例について説明した。しかし、発電機MTDとして、駆動用としては機能せず、発電機能のみを有するものが採用され得る。この場合でも、発電機MTDは、車輪WHに機械接続され、車両減速時には、車両の運動エネルギーが電力として回生される。このとき、車輪WHには、回生制動力が付与される。

10

【 0 1 0 2 】

上記の実施形態では、3つのストッパSTF、STS、STRは、ハウジングHSGに固定されるよう例示された。しかし、ストッパSTF、STS、STRは、第1、第2ラックRKF、RKSの変位が拘束できるものであればよい。従って、ストッパSTF、STS、STRのうちの少なくとも1つは、ハウジングHSGではなく、他の構成部材に固定され得る。この場合であっても、ストッパによって、ラックRKF、RKSが変位しないよう、その動きが阻止され得る。

20

【 0 1 0 3 】

図3を参照して説明した実施形態では、第1電気モータMTFの出力軸Shfに第1ピニオンギヤPNFが固定され、第2電気モータMTSの回転軸Shsに第2ピニオンギヤPNSが固定されていた。第1ピニオンギヤPNF、及び、第2ピニオンギヤPNSのうちの少なくとも1つは、減速機を介して、各電気モータMTF、MTSの回転軸（出力軸）Shf、Shsに、機械的に接続され得る。この場合でも、第1ピニオンギヤPNFは第1電気モータMTFの回転軸Shfに機械的に接続され、第2ピニオンギヤPNSは第2電気モータMTSの回転軸Shsに機械的に接続される。

【 0 1 0 4 】

上記の実施形態では、所定変位hr gの範囲内として、第2ラックRKSの変位が制限された。これに代えて、第2伝達機構の構成部材の後退方向Hrsの動きが、所定変位hr gの範囲内に制限され得る。第2伝達機構によって、第2電気モータMTSから、「PNS Gsa Gsb PNO」の順で動力が、出力ロッドRDOに伝達される。例えば、第2ピニオンギヤPNSにおいて、後退方向Hrs（即ち、逆転方向Rrs）の回転変位が、所定変位hr gの範囲内に制限される。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 0 5 】

B P ...制動操作部材、W C ...ホイールシリンダ、M C ...マスタシリンダ、B A C ...制動アクチュエータ、M T F・M T S ...第1・第2電気モータ、D F R ...差動機構、R D I・R D O ...入力・出力ロッド、R K F・R K S ...第1・第2ラック、P N F・P N S ...第1・第2ピニオンギヤ、P N O ...出力ピニオンギヤ、S T F・S T S ...第1・第2ストッパ、S T R ...回生ストッパ、S P F・S P S ...第1・第2ラック弾性体、h r g ...所定変位、S r i・S r o ...入力・出力ロッド変位、E C U ...コントローラ。

40

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭57-074262(JP,A)
特開2000-233742(JP,A)
特許第5729577(JP,B2)
特表2013-532604(JP,A)
特表2016-517827(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T	13/00	-	13/74
B60T	7/12	-	8/96