

(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

B60T 13/74	(2006.01)	B60T	13/74	D
B60T 8/17	(2006.01)	B60T	8/17	C
B60T 8/96	(2006.01)	B60T	8/96	

請求項の数 5 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2017-7941 (P2017-7941)
(22) 出願日	平成29年1月19日 (2017.1.19)
(65) 公開番号	特開2018-114902 (P2018-114902A)
(43) 公開日	平成30年7月26日 (2018.7.26)
審査請求日	平成30年12月11日 (2018.12.11)

(73) 特許権者	301065892 株式会社アドヴィックス 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地
(72) 発明者	ブル マーシャル 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	塙本 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、マスター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、前記マスター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、前記マスター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、マスター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ピニオンギヤに咬み合う第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ピニオンギヤに咬み合う第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
 力ラックギヤ部に咬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、
 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】

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】

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0.3G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】

【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

10

20

30

40

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ドラのブレーキ圧が増大可能となるように第1ピストン-シリンドラユニット(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ドラと；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-シリンドラユニット(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-シリンドラユニット(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-シリンドラユニット(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-シリンドラユニット(26)に配置し、第2ピストン-シリンドラユニット(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ドラのブレーキ圧が増大可能となるように少なくとの1つのホイールブレーキシリンドラを液圧接続した第2ピストン-シリンドラユニット(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-シリンドラ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-シリンドラ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、マスタシリンドラ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、マスタシリンドラ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作成することである。
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、マスタシリンドラ(MC)からホイールシリンドラ(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、前記マスタシリンドラ(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。10

【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)に咬み合う第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)に咬み合う第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)に咬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。20

【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)させるようになると、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。40

【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。50

【0011】

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、入力ロッド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0.3G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、入力ロッド変位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】

【0012】

【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】入力ロッド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】

【0013】

<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。

【0014】

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

【0015】

<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。

【0016】

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 1 (単に、「W C」とも表記)、及び、回転部材K T f r、K T f 1、K T r r、K T r 1 (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 1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 1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 1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

【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 1、W H r r、W H r 1)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。

30

【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 1、K T r r、K T r 1)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 1、C P r r、C P r 1)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 1、W C r r、W C r 1)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。

【0023】

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。

【0024】

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

【0025】

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。

【0026】

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

【0027】

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

【0028】

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。

【0029】

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」とも称呼される。

【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」と称呼される。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（ブレーキフルード）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、WCr1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WCf1、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つの弹性部材（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、先ず、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、入力ロッドRDIに作用する力Fbp（即ち、制動操作部材BPの操作力Fbp）と出力ロッド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。

10

【0043】

先ず、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。

20

【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。

30

【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、出力ロッド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。

40

【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、出力ロッド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】

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 】

10

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。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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 が採用されたため、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

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、「ピニオンギヤと称呼される円形歯車」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P N F、P N S」、「第1、第2ラックR K F、R K S」、「入力、出力ロッドR D I、R D O」、及び、出力ピニオンギヤP N Oを含んで構成される。ここで、「第1、第2ピニオンギヤP N F、P N S」、「第1、第2ラックR K F、R K S」、及び、出力ピニオンギヤP N Oが、「第1、第2電気モータM T F、M T S」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M T Fの出力が入力ロッドR D I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P N F、及び、第1ラックR K Fの第1入カラックギヤ部G f a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M T Sの出力が、出力ロッドR D Oに伝達される。第2ピニオンギヤP N Sと第2ラックR K Sの第2入カラックギヤ部G s aとの組み合わせ、及び、出力ピニオンP N Oと第2ラックR K Sの第2出カラックギヤ部G s b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R D Iの出力が、出力ロッドR D Oに伝達される。出力ピニオンギヤP N Oと第2ラックR K Fの第1出カラックギヤ部G f b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R D Iと出力ロッドR D Oとの間の相対的な動きが調整される。20

【0057】

ハウジングH S Gの内部に、固定部材K T Eによって、第1、第2電気モータM T F、M T Sが固定される。第1電気モータM T Fの出力シャフト部S h fには、第1ピニオンギヤP N Fが固定される。同様に、第2電気モータM T Sの出力シャフト部S h sには、第2ピニオンギヤP N Sが固定される。なお、第1電気モータM T Fの回転軸（第1回転軸）S h fと第1ピニオンギヤP N Fとの間、及び、第2電気モータM T Sの回転軸（第2回転軸）S h sと第2ピニオンギヤP N S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B Pには、クレビス（U字リンク）によって、接続ロッドR D Cが回転可能に接続される。接続ロッドR D C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R D Iに機械接続される。即ち、入力ロッドR D Iと制動操作部材B Pとは、接続ロッドR D Cを介して、機械的に接続される。制動操作部材B Pは、車体B Dの取付部にて回転運動するが、接続ロッドR D Cによって、制動操作部材B Pの回転運動が、入力ロッドR D Iの直線運動に効果的に変換される。入力ロッドR D Iの先端部（制動操作部材B Pに接続される端部とは反対側）は、第1ラックR K Fに固定される。40

【0059】

第1ラックR K Fは、ハウジングH S Gに対して、入力軸線J i n（入力ロッドR D I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R K Fは、入力部P i nと助勢部P j sとの、2つの部材で構成される。該構成が、「分割構成」と称呼される。入力部P i nと助勢部P j sとは、入力軸線J i nに沿って、相互変位が可能なように形成される。入力部P i nには、入力ロッドR D Iが固定されるとともに、第1出カラックギヤG f bが形成され、この第1出カラックギヤG f bは、出力ピニオンギヤP N Oと咬み合わされる。助勢部P j sには、第1出カラックギヤG f bとは別に、第1入カラックギヤG f aが形成され、この第1入カラックギヤG f aは、第1ピニオンギヤP N Fと咬み合わされる。従って、第1ピニオンギヤP N Fを介して、助勢部P j sには、第1電気モータM T Fが固定される。50

タM T Fの回転動力が入力される。なお、第1ラックR K Fにおいて、第1出力ラックギヤG f bは、第1入力ラックギヤG f aの裏側（入力軸線J i nを挟んで反対側）に位置する。

【0060】

入力ロッドR D Iは、第1ラックR K F（特に、入力部P i n）に固定される。従って、第1電気モータM T Fの出力は、動力伝達機構（第1ピニオンギヤP N F、第1ラックR K F）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R D Iに伝達される。

【0061】

入力部P i nには、入力軸線J i nに垂直な段差が設けられ、後退方向H r fに向いた受圧面M i nが形成される。同様に、助勢部P j sには、入力軸線J i nに垂直な段差が設けられ、前進方向H f fに向いた助勢面M j sが形成される。そして、助勢面M j sと受圧面M i nとの面接触によって、前進方向H f fの力F j sが付与される。ここで、助勢部P j sから入力部P i nに対して作用する力F j sが、「助勢力」と称呼される。

【0062】

入力部P i nと助勢部P j s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P j sは入力部P i nに対して、前進方向H f fには動力伝達するが、後退方向H r fへは動力伝達しない。一方、入力部P i nは助勢部P j sに対して、後退方向H r fへは動力伝達するが、前進方向H f fへは動力伝達しない。換言すれば、助勢部P j sが入力部P i nに近づく方向には力は伝達されるが、助勢部P j sが入力部P i n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R K Fでは、入力部P i n、及び、助勢部P j sの構成によって、第1電気モータM T Fによって発生される助勢力F j sは、前進方向H f fには伝達されるが、後退方向H r f（前進方向H f fとは反対方向）には伝達されない。

【0063】

ハウジングH S Gには、第1ラックR K Fの後退方向H r fの移動を阻止するよう、第1ストップS T Fが設けられる。第1ラックR K Fの助勢部P j sは、第1ラック弾性体S P F（例えば、圧縮ばね）によって、後退方向H r fに押圧される。ハウジングH S Gと、助勢部P j sの助勢部第2端面M j pとの間に第1ラック弾性体S P Fが設けられ、第1電気モータM T Fが通電されていない場合には、助勢部P j sの助勢部第1端面M j eが、ハウジングH S Gに設けられた第1ストップS T Fに押し付けられる。第1ラック弾性体S P Fによって、制動操作部材B Pが操作されていない場合（即ち、「B p a = 0」の場合）には、助勢部第1端面M j eが第1ストップS T Fに当接している。

【0064】

同様に、第1ラックR K Fの入力部P i nは、戻し弾性体S P I（例えば、圧縮ばね）によって、後退方向H r fに押圧される。ハウジングH S Gと、入力部P i nの入力部第2端面M i pとの間に戻し弾性体S P Iが設けられ、通常の場合には、入力部P i nと助勢部P j s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M T F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B Pの操作が急ではなく、第1電気モータM T F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R K Fと同様に、第2ラックR K Sには、2つのラックギヤG s a、G s bが形成される。出力ピニオンギヤP N Oは、第1ラックR K Fの第1出力ラックギヤG f bと咬み合わされるとともに、第2ラックR K Sの第2出力ラックギヤG s bとも咬み合わされる。また、第2ラックR K Sにおいて、第2出力ラックギヤG s bの裏側には、第2出力ラックギヤG s bとは別に、第2入力ラックギヤG s aが形成される。そして、第2入力ラックギヤG s aは、第2ピニオンギヤP N Sと咬み合わされる。従って、第2電気モータM T Sの出力は、動力伝達機構（第2ピニオンギヤP N S、第2ラックR K S、出力ピニオンギヤP N O）を介して、回転運動から並進運動に変換され、出力ロッドR D O

10

20

30

40

50

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ラック弹性体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ラック弹性体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ラック弹性体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電気モータMTSが通電されない場合、第2ラック弹性体SPSによって、第2ラックRKSは前進方向Hfsに移動され、第2端面Mseが、第2ストッパSTSに押し付けられる。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Rrr」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、入力ロッド 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) によって入力ロッド 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】

入力ロッド 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 を介して出力ロッド R D O に伝達される。これにより、出力ロッド 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、出力ロッド 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 によって入力ロッド R D I が前進方向 H f f に移動されても、出力ロッド 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、出力ロッド 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、出力ロッド 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、出力ロッド 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) が参照されて、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、入力ロッド R D I が前進方向

10

20

30

40

50

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

【0078】

第1ラック RKF が一体構造である場合には、入力ロッド RDI の移動に伴って、第1電気モータ MTF が、第1ラック RKF の移動によって回転される。このため、制動操作部材 BP の操作力 F_{bp} が、第1電気モータ MTF を回転させる分だけ増大する。即ち、第1電気モータ MTF 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 RKF には、「2つの部材 P_{in} 、 P_{js} に分割され、入力部 P_{in} と助勢部 P_{js} との間の動力伝達が、助勢部 P_{js} から入力部 P_{in} への前進方向 H_{ff} 、及び、入力部 P_{in} から助勢部 P_{js} への後退方向 H_{rf} に限って達成される」分割構成が採用される。¹⁰ 換言すれば、分割構成では、動力伝達は、助勢部 P_{js} から入力部 P_{in} への後退方向 H_{rf} 、及び、入力部 P_{in} から助勢部 P_{js} への前進方向 H_{ff} には行われない。結果、第1電気モータ MTF 等の不調時に、操作力 F_{bp} が不必要に増大されることが抑制され得る。

【0079】

上述した、第1ラック RKF の分割構成は、制動操作部材 BP が急操作された場合にも効果を奏する。第1電気モータ MTF の出力応答には限りがある。制動操作部材 BP が極めて速く操作された場合、第1電気モータ MTF の応答が間に合わず、制動操作において、第1電気モータ MTF 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 MTF が設計されると、第1電気モータ MTF は非常に大型化される。しかし、第1ラック RKF に分割構成が採用されるため、制動操作部材 BP 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 MTF が抵抗とはならず、好適な制動操作特性が確保され得る。²⁰

【0080】

制動操作部材 BP が戻され、入力ロッド RDI が後退方向 H_{rf} （操作量 Bpa の減少に対応）に移動されると、第1電気モータ MTF は逆転方向 R_{rf} に駆動される。また、助勢部 P_{js} は、第1ラック弾性体 SPF によって、後退方向 H_{rf} に押圧されるとともに、入力部 P_{in} は、戻し弾性体 SPi によって、後退方向 H_{rf} に押圧される。制動操作部材 BP が戻されている途中で、第2電気モータ MTS 等に不調が発生した場合には、入力部 P_{in} 、助勢部 P_{js} が、戻し弾性体 SPi 、第1ラック弾性体 SPF によって、後退方向 H_{rf} に移動される。不調状態においても、第1ラック RKF は、「入力部 P_{in} が第1ストップ STF と接触し、且つ、入力部 P_{in} と助勢部 P_{js} 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。³⁰

【0081】

第2ラック RKS の動きがロックされている場合、第1ラック RKF の入力部 P_{in} が、前進方向 H_{ff} に移動されると、出力ピニオンギヤ PNO を介して、出力ロッド RDO が出力軸線 Jot に沿って、前進方向 H_{fp} に移動される。これによって、マスタシリンダ MC に液圧 Pma 、 Pmb が発生される。入力部 P_{in} が前進方向 H_{ff} に移動されている状態で、第2電気モータ MTS が逆転方向 R_{rs} に駆動され、第2ラック RKS が後退方向 H_{rs} に移動されると、第1出力ラックギヤ部 G_{fb} による出力ピニオンギヤ PNO の回転が、第2出力ラックギヤ部 G_{sb} の移動によって吸収されるため、出力ロッド RDO の前進方向 H_{fp} の移動量が、第2ラック RKS のロック時の移動量よりも、減少される。例えば、入力部 P_{in} （即ち、第1出力ラックギヤ部 G_{fb} ）の前進方向 H_{ff} の移動速度と、第2ラック RKS （即ち、第2出力ラックギヤ部 G_{sb} ）の後退方向 H_{rs} の移動速度とが同じ場合には、出力ピニオンギヤ PNO の空回り状態（入力ロッド RDI が移動されても、出力ロッド RDO は移動されない状態）が生じ、マスタシリンダ MC の液圧 Pma 、 Pmb は発生されない。このように、第1ラック RKF （特に、入力部 P_{in} ）と第2ラック RKS との間の相対的な動き（変位）によって、回生協調制御（回生制御）⁴⁰

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M T Fと同様に、第2電気モータM T S、及び、第2駆動回路D R S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M T S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2電気モータM T Sの回転角、第2駆動回路D R Sの電流値)が参照されて、第2電気モータM T S、及び、第2駆動回路D R S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M T S、第2駆動回路D R Sが適正作動の場合)には、第2電気モータM T S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M T S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M T Sは、自由に回転され、ロックされないため、第2ラックR K Sのロック状態が維持され得ない。このため、出力ロッドR D O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M Cの液圧P m a、P m b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R K Sの移動し得る距離が、第2ストップS T S、及び、回生ストップS T Rによって、所定変位h r gの範囲内(即ち、第2ストップS T Sとの当接位置から回生ストップS T R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R D I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によって、第2ラックR K Sは、後退方向H r sに移動される。第2ラックR K Sが、回生ストップS T Rに当接した後は、第2ラックR K S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R K Sがロックされ、出力ロッドR D Oは前進方向H f pに移動され、マスタシリンダM Cの液圧P m a、P m bが増加される。20

【0084】

また、制動操作量B p aが、所定量b p x以下では、第2電気モータM T Sに通電が行われなくても、第2ラックR K Sが第2ストップS T Sに当接した状態(第2ラックR K Sの初期位置)が維持されるよう、第2ラック弾性体S P Sの取付時の荷重が、所定荷重f s xよりも大きく設定され得る。ここで、所定荷重f s x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R D Iが、前進方向H f fに移動される場合、出力ピニオンギヤP N Oを介して、第2ラックR K Sを後退方向H r s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S P Sの弾性力(取付時荷重)が第2ラックR K Sに加えられることによって、第2ラックR K Sの移動が阻止され、第2ラックR K Sが第2ストップS T S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R D I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によって、第2ラックR K Sは、後退方向H r sの力を受ける。しかし、第2ラック弾性体S P Sによる前進方向H f sの力が、出力ピニオンギヤP N Oから受ける後退方向H r sの力よりも大きいため、第2ラックR K Sは、第2ストップS T Sに接触したままである。結果、出力ロッドR D Oは、前進方向H f pに移動され、マスタシリンダM Cの液圧P m a、P m bが増加する。マスタシリンダM Cの液圧P m a、P m bが、徐々に増加すると、出力ロッドR D Oは、ピストンP N Aから、後退方向H r pの力を受け、第2ラックR K Sの後退方向H r sの力が増加する。操作量B p aが所定量b p xに到達した時点で、出力ピニオンギヤP N Oから受ける後退方向H r sの力が、第2ラック弾性体S P Sによる前進方向H f sの力よりも大きくなり、第2ラックR K Sが、後退方向H r sに移動される。第2ラックR K Sが、回生ストップS T Rに当接するまでの距離h r gに亘っては、出力ロッドR D Oの位置は一定であるため、マスタシリンダM Cの液圧P m a、P m bは維持される。そして、第2ラックR K Sが回生ストップS T Rに突き当たった後は、第2ラックR K Sのロック状態が、再度、達成されるため、出力ロッドR D Oが前進方向H f pに変位され、マスタシリンダM Cの液圧P m a、P m bが増加される。40

【0086】

例えば、所定量 b_{px} は、一般的な制動時に発生される車両の減速度 (0.3G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、0.3G) に達するまでは、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、減速度が設定値を超えると、初めて、第2ラックRKSと第2ストッパSTSとが離れる。所定量 b_{px} 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MTS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_{ri} と制動液圧 P_{wa} との相互関係 >

図4の特性図を参照して、入力ロッドRDIの変位 S_{ri} と制動液圧 (ホイールシリンダWCの液圧) P_{wa} との関係を説明する。ここで、制動液圧 P_{wa} は、第1、第2液圧センサPMA、PMBによって検出される、マスターシリンダMCの液圧 P_{ma} 、 P_{mb} と等しい。また、入力ロッド変位 S_{ri} は、制動操作部材BPの操作変位 S_{bp} に相当する値である。従って、該特性図は、制動操作部材BPの操作量 B_{pa} に対する制動液圧 P_{wa} の関係を表す。

【0088】

特性CHaは、第2ラックRKSが第2ストッパSTS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_{ri} に対する制動液圧 P_{wa} の関係である。摩擦部材MSB、キャリパCP等の剛性 (ばね定数) のため、特性CHaでは、入力ロッド変位 S_{ri} の増加に対して、「下に凸」の特性にて、制動液圧 P_{wa} が増加される。なお、出力ロッド変位 S_{ro} と、制動液圧 P_{wa} とは、一対一に対応している。

【0089】

特性CHbは、第2ラック弹性体SPSが採用されない場合における、入力ロッド変位 S_{ri} と制動液圧 P_{wa} との関係である。入力ロッド変位 S_{ri} が「0」から増加されるが、第2ラック弹性体SPSによる弾性力が発生されず、第2ラックRKSが、後退方向Hrsに自由に移動可能であるため、制動液圧 P_{wa} は、増加されず、「0」のままである。ここで、「 $S_{ri} = 0$ 」は、「 $B_{pa} = 0$ 」に対応し、第2ラックRKSが第2ストッパSTSに当接している状態である。

【0090】

第2ラックRKSが、後退方向Hrsに、所定変位 h_{rg} だけ移動され、回生ストッパSTRに当接すると、制動液圧 P_{wa} が「0」から増加される。ここで、入力ロッドRDIの変位 s_{rg} は、第2ラックRKSの所定変位 h_{rg} に対応する値である。第1出力ラックギヤGfbと出力ピニオンギヤPNOの諸元 (モジュール、歯数等)、及び、第2出力ラックギヤGsbと出力ピニオンギヤPNOの諸元は、既知である。このため、入力ロッドRDIの変位 S_{ri} と、出力ロッドRDOの変位 S_{ro} とは、相互に対応している。

【0091】

第2ラックRKSが、回生ストッパSTRに突き当ると、第2ラックRKSが第2ラック弹性体SPSに拘束された場合と同様に、特性CHbでは、入力ロッド変位 S_{ri} の増加に従い、制動液圧 P_{wa} は、「下に凸」の特性にて増加される。特性CHbの形状は、摩擦部材MSB、キャリパCP等の剛性によるものであり、特性CHaが入力ロッド変位 S_{ri} に沿って変位 s_{rg} だけ平行移動されたものが、特性CHbに相当する。

【0092】

第2電気モータMTSが制御されることによって、入力ロッドRDIの変位 S_{ri} と制動液圧 P_{wa} との関係は、特性CHaと特性CHbとで挟まれた領域で制御可能である。例えば、発電機MTD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_{ri} が増加しても、制動液圧 P_{wa} 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MTSには通電が行われず、第2電気モータMTS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RKSが、自由には後退方向Hrsに移動されないよう、第2ラックRKSに対して、前進方向Hfs

10

20

30

40

50

の力を付与する第2ラック弾性体S P S（例えば、圧縮ばね）が設けられる。第2ラック弾性体S P Sによって、電源失陥等の場合においても、入力ロッド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。

【0094】

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

10

【0095】

第2ラックR K Sが移動され始める制動液圧P w aの値（特性維持液圧）p s p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p s pが、通常制動時に利用される制動液圧P w aの値を超えて設定されている。例えば、特性維持液圧p s p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S P Sの弾性力によって、第2ラックR K Sと第2ストップS T Sとの接触状態が維持される。

【0096】

20

特性維持液圧p s pは、第2ラック弾性体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）によって決定される。なお、特性維持変位s s p、及び、特性維持液圧p s pは、上記の所定量b p xに対応した値である。

【0097】

第2ラック弾性体S P Sの特性によって、特性維持液圧p s p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b p x）に設定される。このため、電源失陥時等において、入力ロッド変位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い。結果、制動操作部材B Pの操作特性において、運転者への違和が低減され得る。

【0098】

30

<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B A C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K T（即ち、車輪W H）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C P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K Tはブレーキドラムである。

50

【0100】

また、上記の実施形態では、2系統の液圧回路（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。

【0101】

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

【0102】

上記の実施形態では、3つのストップ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、ストップ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、ストップ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、ストップによって、ラックRKF、RKSが変位しないよう、その動きが阻止され得る。

【0103】

20

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。

【0104】

上記の実施形態では、所定変位hrg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hrg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hrgの範囲内に制限される。

30

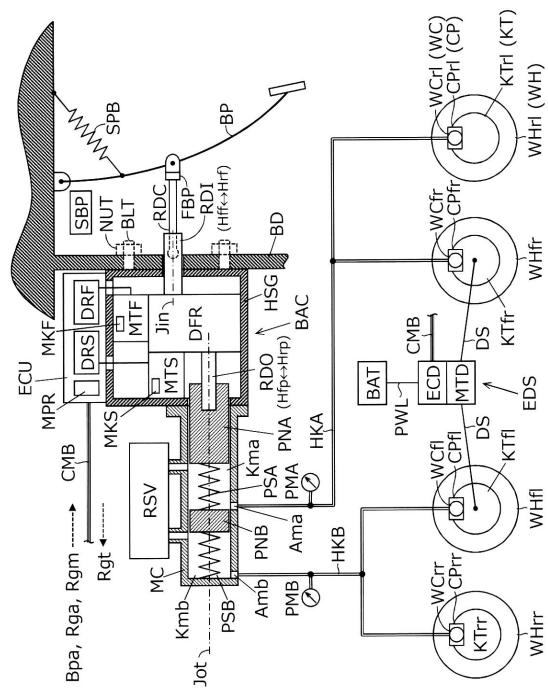
【符号の説明】

【0105】

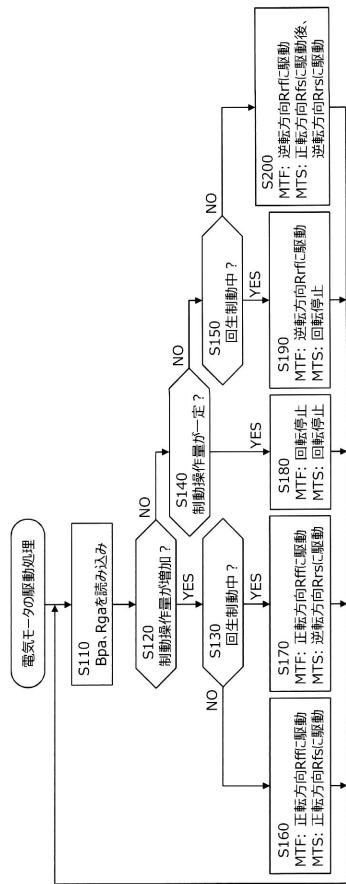
B P …制動操作部材、WC…ホイールシリンダ、MC…マスターシリンダ、BAC…制動アクチュエータ、MTF・MTS…第1・第2電気モータ、DFR…差動機構、RDI・RDO…入力・出力ロッド、RKF・RKS…第1・第2ラック、PNF・PNS…第1・第2ピニオンギヤ、PNO…出力ピニオンギヤ、STF・STS…第1・第2ストップ、STR…回生ストップ、SPF・SPS…第1・第2ラック弹性体、hrg…所定変位、Sri・Sro…入力・出力ロッド変位、ECU…コントローラ。

40

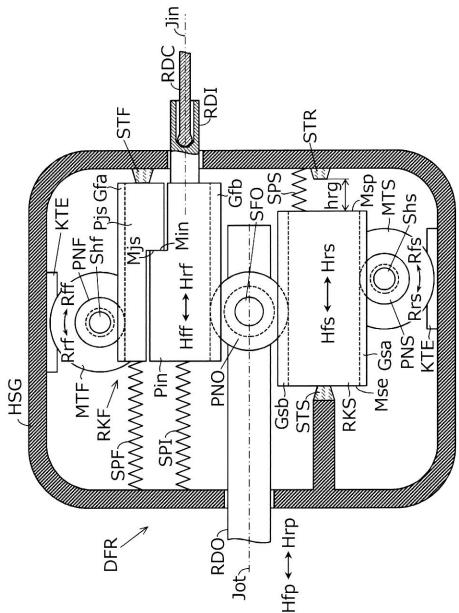
【 义 1 】



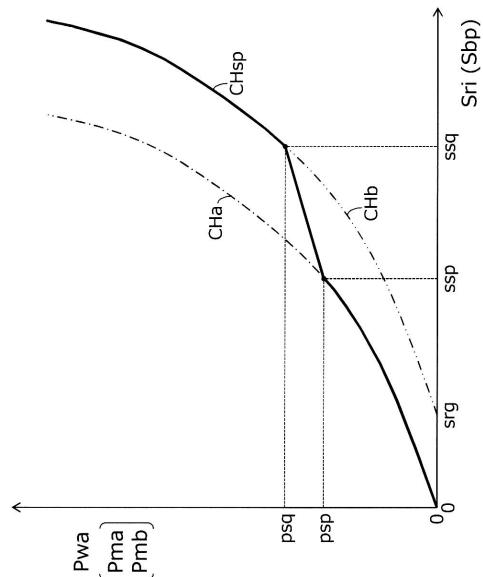
【 図 2 】



【図3】



【図4】



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)

B 6 0 T	1 3 / 0 0	-	1 3 / 7 4
B 6 0 T	7 / 1 2	-	8 / 9 6