

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-196924
(P2007-196924A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60W 10/18 (2006.01)	B60K 6/04 370	3D046
B60W 20/00 (2006.01)	B60T 8/17 ZHVC	5H115
B60T 8/17 (2006.01)	B60L 7/24 E	
B60L 7/24 (2006.01)	B60L 7/10	
B60L 7/10 (2006.01)	B60K 6/04 320	

審査請求 未請求 請求項の数 9 OL (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-19797 (P2006-19797)
(22) 出願日 平成18年1月27日 (2006.1.27)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100105924
弁理士 森下 賢樹
(74) 代理人 100109047
弁理士 村田 雄祐
(74) 代理人 100109081
弁理士 三木 友由
(72) 発明者 小松▲崎▼ 康介
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 3D046 AA09 BB00 CC02 CC06 EE01
GG01 HH02 HH16

最終頁に続く

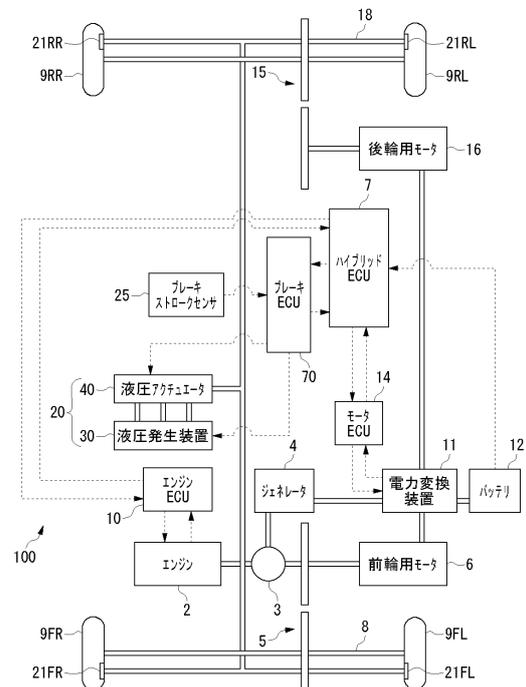
(54) 【発明の名称】 車両制動装置

(57) 【要約】

【課題】ハイブリッド車両において、制動初期の前後輪の液圧ブレーキユニットによる前後輪間の制動力差を緩和する。

【解決手段】液圧ブレーキユニット20は、液圧発生源に近傍の第1通路と第2通路に弁を介して連通する第2通路とを經由してホイールシリンダに作動液を供給し、車輪9に液圧制動力を付与する。ハイブリッドECU7は、ドライバーからの制動要求に応じて液圧制動力と回生制動力との配分比率を決定し、液圧ブレーキユニット20と回生ブレーキユニットに対し制動力を要求する。協調制御部は、第1通路と第2通路における作動液圧の昇圧応答性に差が生じる場合に、応答の遅れに起因する制動初期の液圧制動力の不足を補うように、前輪用モータ6と後輪用モータ16による駆動力または回生制動力を車輪9に付与するよう回生ブレーキユニットに指令する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両を制動する車両制動装置であって、

液圧発生源に近傍の第 1 通路と該第 1 通路に弁を介して連通する第 2 通路とを經由して車両の各車輪にそれぞれ設けられるホイールシリンダに作動液を供給し、車輪に液圧制動力を付与する液圧ブレーキユニットと、

回転電機により車輪に駆動力または回生制動力を付与する回生ブレーキユニットと、

ドライバーからの制動要求に応じて液圧制動力と回生制動力との配分比率を決定し前記液圧ブレーキユニットと前記回生ブレーキユニットに対し制動力を要求する協調制御部と、を備え、

10

前記協調制御部は、前記第 1 通路と前記第 2 通路における作動液圧の昇圧応答性に差が生じる場合に、応答の遅れに起因する制動初期の液圧制動力の不足を補うように前記回転電機による駆動力または回生制動力を前記車輪に付与するよう前記回生ブレーキユニットに指令することを特徴とする車両制動装置。

【請求項 2】

前記回生ブレーキユニットは、

前記第 1 通路に対応する車輪に設けられる第 1 回転電機と、

前記第 2 通路に対応する車輪に設けられる第 2 回転電機と、

前記第 1 および第 2 回転電機に駆動電力を供給するとともに回生電力を蓄電するバッテリーと、

20

前記第 1 および第 2 回転電機の動作を制御する回転電機制御部と、を有し、

前記協調制御部は、

前記第 1 通路と前記第 2 通路における作動液圧の昇圧応答性の差を推定する応答差推定部と、

昇圧応答性の差に応じて、前記第 1 および第 2 回転電機により車輪に付与される回生制動力を算出する回生制動力設定部と、

を有することを特徴とする請求項 1 に記載の車両制動装置。

【請求項 3】

前記協調制御部は、前記バッテリーの状態を検知するバッテリー監視部をさらに有し、バッテリーが満充電であるとき、前記回転電機制御部に対して回生制動力を発生させないよう指令するとともに、前記液圧ブレーキユニットに対して前記第 1 通路に連通するホイールシリンダへの作動液の流入を一時的に制限するように指令することを特徴とする請求項 2 に記載の車両制動装置。

30

【請求項 4】

前記協調制御部は、

前記バッテリーの状態を検知するバッテリー監視部と、

バッテリーが満充電であるとき、前記回転電機制御部に対して、前記第 2 回転電機により車輪に回生制動力を付与するとともに、該第 2 回転電機の回生制動により発生する電力を消費して前記第 1 回転電機により車輪に駆動力を付与するよう指令する制駆動力バランス部と、

40

をさらに有することを特徴とする請求項 2 に記載の車両制動装置。

【請求項 5】

前記協調制御部は、液圧制動力の不足を補う回生制動力を車輪に付与できない場合、前記回転電機制御部に対して、前記第 2 回転電機により車輪に回生制動力を付与するとともに、該第 2 回転電機の回生制動により発生する電力を消費して前記第 1 回転電機により車輪に駆動力を付与するよう指令する制駆動力バランス部をさらに有することを特徴とする請求項 2 に記載の車両制動装置。

【請求項 6】

前記回生ブレーキユニットは、

前記第 2 通路に対応する車輪に設けられる回転電機と、

50

前記回転電機に駆動電力を供給するとともに回生電力を蓄電するバッテリーと、
 前記回転電機の動作を制御する回転電機制御部と、を有し、
 前記協調制御部は、
 前記第1通路と前記第2通路における作動液圧の昇圧応答性の差を推定する応答差推定部と、

昇圧応答性の差に応じて、前記回転電機により車輪に付与される回生制動力を算出する回生制動力設定部と、

を有することを特徴とする請求項1に記載の車両制動装置。

【請求項7】

前記回生ブレーキユニットは、第1回転電機、第2回転電機およびエンジンの出力軸が動力分割機構を介して前記第2通路に対応する車輪の車軸に接続される構成を有し、

前記協調制御部は、前記第1回転電機により車輪に回生制動力を付与するとともに、該第1回転電機の回生制動により発生する電力を消費して前記第2回転電機によりエンジンの出力軸を回転させることを特徴とする請求項1に記載の車両制動装置。

【請求項8】

前記応答差推定部は、

ドライバーにより操作されるブレーキペダルのストロークの時間変化率を算出する時間変化率算出部と、

算出された時間変化率に応じた前記第1通路と第2通路における作動液圧の昇圧応答性の差の推定値が予め格納されている推定値格納部と、

を含むことを特徴とする請求項2ないし7のいずれかに記載の車両制動装置。

【請求項9】

ドライバーからの制動要求に応じて液圧制動力と回生制動力との配分比率を決定し液圧ブレーキユニットと回生ブレーキユニットに対し制動力を要求する協調制御部を備える車両制動装置であって、

前記液圧ブレーキユニットは、

前記制動要求に応じた圧力の作動液を供給可能な液圧発生源と、

複数の車輪のそれぞれに対応して設けられ、増圧によって制動力を発揮せしめるホイールシリンダと、

前記液圧発生源からの作動液をブレーキペダルの操作に応じて前記各ホイールシリンダへ供給する増圧制御弁と、

前記ホイールシリンダからの作動液を排出する減圧制御弁と、

前記ホイールシリンダのうち、前記増圧制御弁に近接するものに連通する流路からなる第1通路と、

残りのホイールシリンダに連通する流路からなる第2通路と、

第1通路と第2通路との連通路に配設され、必要に応じてこれら通路間を分離する連通弁と、

第1通路または第2通路から前記各ホイールシリンダに連通する流路に配設され各ホイールシリンダへの作動液の供給を制御する保持弁と、

弁の開閉を制御する弁制御部と、を有し、

前記回生ブレーキユニットは、

前記第1通路に対応する車輪に設けられる第1回転電機と、

前記第2通路に対応する車輪に設けられる第2回転電機と、

前記第1および第2回転電機に駆動電力を供給するとともに回生電力を蓄電するバッテリーと、

前記第1および第2回転電機の動作を制御する回転電機制御部と、を有し、

前記協調制御部は、前記第1通路と前記第2通路における作動液圧の昇圧応答性に差が生じる場合に、応答の遅れに起因する制動初期の液圧制動力の不足を補うように前記回転電機による駆動力または回生制動力を前記車輪に付与することを特徴とする車両制動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液圧ブレーキユニットと回生ブレーキユニットの両方を備えるハイブリッド車両における制動技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、加圧源と液圧制御部とにより各ホイールシリンダに付与する液圧を調整して制動力を制御可能な電子制御式の車両制動装置が知られている。このような車両制動装置では、増圧用または減圧用の制御弁の設置数を減らすことによって、コストを低減することができ、特許文献1には、一組の増圧用リニア制御弁および減圧用リニア制御弁を有するとともに、連通弁によって、それぞれ異なる車輪に設置されたディスクブレーキのホイールシリンダに連通する二つの通路に分離された作動液通路を有する車両制動装置が開示されている。

10

【特許文献1】特開平11-180294号公報

【特許文献2】特開2002-95108号公報

【特許文献3】特開2001-169405号公報

【特許文献4】特開2004-312962号公報

【特許文献5】特開平10-94107号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記特許文献1のように、作動液通路において連通弁を挟んで二つの通路を連通させると、連通弁がオリフィスとして作用し、特に制動初期において連通弁の両側で増圧時の昇圧応答性に差が生じることがある。この昇圧応答性の差は、連通弁両側の通路に対応する車輪間での液圧制動力の差となって現れる。

【0004】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、別々の車輪に連通する複数の通路に対してひとつの液圧発生源から作動液が供給される液圧ブレーキユニットを備える車両において、通路間での液圧応答差により生じる車輪間の制動力差を補う技術を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のある態様は、車両を制動する車両制動装置である。この装置は、液圧発生源に近傍の第1通路と該第1通路に弁を介して連通する第2通路とを經由して車両の各車輪にそれぞれ設けられるホイールシリンダに作動液を供給し、車輪に液圧制動力を付与する液圧ブレーキユニットと、回転電機により車輪に駆動力または回生制動力を付与する回生ブレーキユニットと、ドライバーからの制動要求に応じて液圧制動力と回生制動力との配分比率を決定し前記液圧ブレーキユニットと前記回生ブレーキユニットに対し制動力を要求する協調制御部と、を備える。そして、協調制御部は、前記第1通路と前記第2通路における作動液圧の昇圧応答性に差が生じる場合に、応答の遅れに起因する制動初期の液圧制動力の不足を補うように前記回転電機による駆動力または回生制動力を前記車輪に付与するよう前記回生ブレーキユニットに指令する。

40

【0006】

この態様によると、第1通路と第2通路とにおける作動液圧の昇圧応答特性により、それぞれの通路に対応する車輪で発生する液圧制動力に差が生じるとき、液圧制動力の差を補うように、回転電機による駆動力または回生制動力の各車輪への配分を決定するようにした。これによって、各通路に対応する車輪間における制動力のばらつきが緩和されることになり、車両の走行安定性が一層向上する。

【0007】

50

前記回生ブレーキユニットは、前記第1通路に対応する車輪に設けられる第1回転電機と、前記第2通路に対応する車輪に設けられる第2回転電機と、前記第1および第2回転電機に駆動電力を供給するとともに回生電力を蓄電するバッテリーと、前記第1および第2回転電機の動作を制御する回転電機制御部と、を有してもよい。前記協調制御部は、前記第1通路と前記第2通路における作動液圧の昇圧応答性の差を推定する応答差推定部と、昇圧応答性の差に応じて、前記第1および第2回転電機により車輪に付与される回生制動力を算出する回生制動力設定部と、を有してもよい。

【0008】

一例として、「第1回転電機」は実施形態の後輪用モータに、「第2回転電機」は実施形態の前輪用モータに、「回転電機制御部」はモータECUにそれぞれ対応する。

10

【0009】

前記協調制御部は、前記バッテリーの状態を検知するバッテリー監視部をさらに有し、バッテリーが満充電であるとき、前記回転電機制御部に対して回生制動力を発生させないように指令するとともに、前記液圧ブレーキユニットに対して前記第1通路に連通するホイールシリンダへの作動液の流入を一時的に制限するように指令してもよい。こうすると、第1通路への流入が制限された作動液が、第2通路に連通するホイールシリンダに流入することになるため、第2通路の昇圧応答遅れを改善することができる。したがって、昇圧応答性の差に起因する、各通路に対応する車輪間における制動力のばらつきが緩和される。

【0010】

前記協調制御部は、前記バッテリーの状態を検知するバッテリー監視部と、バッテリーが満充電であるとき、前記回転電機制御部に対して、前記第2回転電機により車輪に回生制動力を付与するとともに、該第2回転電機の回生制動により発生する電力を消費して前記第1回転電機により車輪に駆動力を付与するように指令する制駆動力バランス部とをさらに有してもよい。つまり、昇圧応答の遅い第2通路に対応する第2回転電機には、回生制動力を発生させ、昇圧応答の速い第1通路に対応する第1回転電機には、駆動力を発生させる。こうすると、第2回転電機の回生電力が第1回転電機の駆動力として使用されるため、バッテリーは電力を受け入れる必要がなくなる。したがって、バッテリーが満充電であっても、前後輪の液圧制動力差を補うように前後輪の回生制動力を調整する制御を実施することが可能になる。

20

【0011】

液圧制動力の不足を補う回生制動力を車輪に付与できない場合、前記回転電機制御部に対して、前記第2回転電機により車輪に回生制動力を付与するとともに、該第2回転電機の回生制動により発生する電力を消費して前記第1回転電機により車輪に駆動力を付与するように指令する制駆動力バランス部をさらに有してもよい。

30

【0012】

前記回生ブレーキユニットは、前記第2通路に対応する車輪に設けられる回転電機と、前記回転電機に駆動電力を供給するとともに回生電力を蓄電するバッテリーと、前記回転電機の動作を制御する回転電機制御部と、を有してもよい。前記協調制御部は、前記第1通路と前記第2通路における作動液圧の昇圧応答性の差を推定する応答差推定部と、昇圧応答性の差に応じて、前記回転電機により車輪に付与される回生制動力を算出する回生制動力設定部と、を有してもよい。この態様によると、前輪駆動のハイブリッド車両において、前輪の回生制動力によって制動初期の前後輪の液圧制動力の差を補うようにしたので、制動初期における前後輪の総制動力の格差が緩和され、制動時の車両の走行安定性を向上させることができる。

40

【0013】

前記回生ブレーキユニットは、第1回転電機、第2回転電機およびエンジンの出力軸が変速機を介して前記第2通路に対応する車輪の車軸に接続される構成を有してもよい。前記協調制御部は、前記第1回転電機により車輪に回生制動力を付与するとともに、該第1回転電機の回生制動により発生する電力を消費して前記第2回転電機によりエンジンの出力軸を回転させるように制御してもよい。この場合、車輪の回転エネルギーにより第1回転

50

電機が発電される。この電力で第2回転電機を駆動し、エンジンを空回しするようにする。こうすることによって、第1回転電機により回生制動力を付与するとともに、第1回転電機により発電された電力は、第2回転電機で消費される。したがって、バッテリーが満充電であっても、前後輪の液圧制動力差を補うように前輪の回生制動力を調整する制御を実施することが可能になる。

【0014】

前記応答差推定部は、ドライバーにより操作されるブレーキペダルのストロークの時間変化率を算出する時間変化率算出部と、算出された時間変化率に応じた前記第1通路と第2通路における作動液圧の昇圧応答性の差の推定値が予め格納されている推定値格納部と、を含んでもよい。第1通路と第2通路における昇圧応答性の差は、制動の緩急によって変化するため、昇圧応答性の差の推定値をストロークの時間変化率毎に準備しておくことによって、液圧制動力差をより正確に補うことができる。

10

【0015】

本発明の別の態様もまた、車両制動装置である。この装置は、ドライバーからの制動要求に応じて液圧制動力と回生制動力との配分比率を決定し液圧ブレーキユニットと回生ブレーキユニットに対し制動力を要求する協調制御部を備える車両制動装置である。前記液圧ブレーキユニットは、前記制動要求に応じた圧力の作動液を供給可能な液圧発生源と、複数の車輪のそれぞれに対応して設けられ、増圧によって制動力を発揮せしめるホイールシリンダと、前記液圧発生源からの作動液をブレーキペダルの操作に応じて前記各ホイールシリンダへ供給する増圧制御弁と、前記ホイールシリンダからの作動液を排出する減圧制御弁と、前記ホイールシリンダのうち、前記増圧制御弁に近接するものに連通する流路からなる第1通路と、残りのホイールシリンダに連通する流路からなる第2通路と、第1通路と第2通路との連通路に配設され、必要に応じてこれら通路間を分離する連通弁と、第1通路または第2通路から前記各ホイールシリンダに連通する流路に配設され各ホイールシリンダへの作動液の供給を制御する保持弁と、弁の開閉を制御する弁制御部と、を有する。前記回生ブレーキユニットは、前記第1通路に対応する車輪に設けられる第1回転電機と、前記第2通路に対応する車輪に設けられる第2回転電機と、前記第1および第2回転電機に駆動電力を供給するとともに回生電力を蓄電するバッテリーと、前記第1および第2回転電機の動作を制御する回転電機制御部と、を有する。前記協調制御部は、前記第1通路と前記第2通路における作動液圧の昇圧応答性に差が生じる場合に、応答の遅れに起因する制動初期の液圧制動力の不足を補うように前記回転電機による駆動力または回生制動力を前記車輪に付与する。

20

30

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、別々の車輪に連通する複数の通路に対してひとつの液圧発生源から作動液が供給される液圧ブレーキユニットを備える車両において、通路間での液圧応答差により生じる車輪間の制動力差を緩和することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

実施形態1

本発明の一実施形態は、液圧発生源から車両の各車輪に設けられるホイールシリンダに作動液を供給し車輪に制動力を付与する液圧ブレーキユニットと、回転電機（以下、単に「モータ」と呼ぶ）により車輪に駆動力または回生制動力を付与する回生ブレーキユニットとを備えるハイブリッド車両に適用される車両制動装置に関する。車両制動装置は、液圧ブレーキユニットの作動液通路の特性のために、過渡的に制動力が前後輪で不均一となるときに、回生ブレーキによる制動力の前後輪配分の調整によって制動力の不足分を補うよう動作する。これによって、車両制動時に前後輪の制動力の差を緩和することができ、車両の走行安定性が向上する。

40

【0018】

以下では、まず本実施形態に係るハイブリッド車両の構成を述べ、続いてハイブリッド

50

車両に搭載される液圧ブレーキユニットの構成について述べる。その後、本実施形態の特徴である前後輪の液圧制動力差を補償する方法について、詳細に説明する。

【0019】

図1は、実施形態1に係る車両制動装置が適用された車両100を示す概略構成図である。車両100はいわゆるハイブリッド車両として構成されており、エンジン2と、エンジン2の出力軸であるクランクシャフトに接続された3軸式の動力分割機構3と、動力分割機構3に接続された発電可能なジェネレータ4と、変速機5を介して動力分割機構3に接続された前輪用モータ6と、車両100の駆動系全体を制御するハイブリッド用電子制御ユニット(以下、「ハイブリッドECU」といい、電子制御ユニットは、すべて「ECU」と称する。)7とを備える。変速機5には、ドライブシャフト8を介して車両100の右前輪9FRおよび左前輪9FLが連結される。

10

【0020】

エンジン2は、例えばガソリンや軽油等の炭化水素系燃料を用いて運転される内燃機関であり、エンジンECU10により制御される。エンジンECU10は、ハイブリッドECU7と通信可能であり、ハイブリッドECU7からの制御信号や、エンジン2の作動状態を検出する各種センサからの信号に基づいてエンジン2の燃料噴射制御や点火制御、吸気制御等を実行する。また、エンジンECU10は、必要に応じてエンジン2の作動状態に関する情報をハイブリッドECU7に与える。

【0021】

車両100は後輪用モータ16も備えている。変速機15には、ドライブシャフト18を介して車両100の右後輪9RRおよび左後輪9RLが連結される。後輪用モータ16の出力は、変速機15を介して左右の後輪9RR、9RLに伝達される。

20

【0022】

動力分割機構3は、変速機5を介して前輪用モータ6の出力を左右の前輪9FR、9FLに伝達する役割と、エンジン2の出力をジェネレータ4と変速機5とに振り分ける役割と、前輪用モータ6やエンジン2の回転速度を減速あるいは増速する役割とを果たす。ジェネレータ4、前輪用モータ6および後輪用モータ16は、それぞれインバータを含む電力変換装置11を介してバッテリー12に接続されており、電力変換装置11には、モータECU14が接続されている。モータECU14も、ハイブリッドECU7と通信可能であり、ハイブリッドECU7からの制御信号等に基づいて電力変換装置11を介してジェネレータ4、前輪用モータ6および後輪用モータ16を制御する。なお、上述のハイブリッドECU7やエンジンECU10、モータECU14は、いずれもCPUを含むマイクロプロセッサとして構成されており、CPUの他に各種プログラムを記憶するROM、データを一時的に記憶するRAM、入出力ポートおよび通信ポート等を備える。

30

【0023】

ハイブリッドECU7やモータECU14による制御のもと、電力変換装置11を介してバッテリー12から電力を前輪用モータ6、後輪用モータ16に供給することで、前輪用モータ6の出力により左右の前輪9FR、9FLを駆動し、また後輪用モータ16の出力により左右の後輪9RR、9RLを駆動することができる。また、エンジン効率のよい運転領域では、車両100はエンジン2によって駆動される。この際、動力分割機構3を介してエンジン2の出力の一部をジェネレータ4に伝えることにより、ジェネレータ4が発生する電力を用いて、前輪用モータ6を駆動したり、電力変換装置11を介してバッテリー12を充電したりすることが可能となる。

40

【0024】

また、車両100を制動する際には、ハイブリッドECU7やモータECU14による制御のもと、前輪9FR、9FLから伝わる動力によって前輪用モータ6が回転させられ、前輪用モータ6が発電機として作動させられる。また、後輪9RR、9RLから伝わる動力によって後輪用モータ16が回転させられ、後輪用モータ16が発電機として作動させられる。すなわち、前輪用モータ6、後輪用モータ16、電力変換装置11、ハイブリッドECU7およびモータECU14等は、車両100の運動エネルギーを電気エネルギーに

50

回生することによって車両100を制動する回生ブレーキユニットとして機能する。

【0025】

本実施形態の車両制動装置は、このような回生ブレーキユニットに加えて、液圧ブレーキユニット20を備えており、両者を協調させるブレーキ回生協調制御を実行することにより車両100を制動可能なものである。ハイブリッドECU7に含まれる協調制御部は、ドライバーからの制動要求に応じて液圧制動力と回生制動力との配分比率を決定し、液圧ブレーキユニット20と回生ブレーキユニットに対しそれぞれ制動力を要求する。

【0026】

図2は、液圧ブレーキユニット20の構成を示す。液圧ブレーキユニット20は、左右の前輪9FR、9FL、左右の後輪9RR、9RLに対して設けられたディスクブレーキユニット21FR、21FL、21RRおよび21RLと、各ディスクブレーキユニット21FR～21RLに対する作動液としてのブレーキオイルの供給源となる液圧発生装置30と、液圧発生装置30からのブレーキオイルの液圧を適宜調整して各ディスクブレーキユニット21FR～21RLに供給することにより、車両100の各車輪に対する制動力を設定可能な液圧アクチュエータ40とを含む。

10

【0027】

各ディスクブレーキユニット21FR～21RLは、それぞれブレーキディスク22およびブレーキキャリパ23を含み、各ブレーキキャリパ23には、図示されないホイールシリンダが内蔵されている。そして、各ブレーキキャリパ23のホイールシリンダは、それぞれ独立の流体通路を介して液圧アクチュエータ40に接続されている。ブレーキキャリパ23のホイールシリンダに液圧アクチュエータ40からブレーキオイルが供給されると、車輪と共に回転するブレーキディスク22に摩擦部材としてのブレーキパッドが押し付けられ、各車輪に液圧制動トルクが加えられる。

20

【0028】

液圧発生装置30は、図2に示されるように、ブースタ31、マスタシリンダ32、レギュレータ33、リザーバ34、アキュムレータ35およびポンプ36を含む。ブースタ31は、ブレーキペダル24に連結されており、ブレーキペダル24に加えられたペダル踏力を増幅してマスタシリンダ32に伝達する。そして、マスタシリンダ32は、ペダル踏力に対して所定の倍力比を有するマスタシリンダ圧を発生する。ブレーキペダル24に対しては、ブレーキペダル24の操作量を検出するブレーキストロークセンサ25が設けられている。

30

【0029】

マスタシリンダ32とレギュレータ33との上部には、ブレーキオイルを貯留するリザーバ34が配置されている。マスタシリンダ32は、ブレーキペダル24の踏み込みが解除されているときにリザーバ34と連通する。一方、レギュレータ33は、リザーバ34とアキュムレータ35との双方と連通しており、リザーバ34を低圧源とすると共に、アキュムレータ35を高圧源とし、マスタシリンダ圧とほぼ等しい液圧（以下、「レギュレータ圧」という）を発生する。

【0030】

アキュムレータ35は、ポンプ36により昇圧されたリザーバ34からのブレーキオイルの圧力エネルギーを窒素等の封入ガスの圧力エネルギー（例えば14～22MPa程度）に変換して蓄えるものである。ポンプ36は、駆動源としてモータ36aを有し、その吸込口がリザーバ34に接続される一方、その吐出口がアキュムレータ35に接続される。また、アキュムレータ35に対しては、リリーフバルブ35aが設けられている。アキュムレータ35におけるブレーキオイルの圧力が異常に高まって例えば25MPa程度になると、リリーフバルブ35aが開弁し、高圧のブレーキオイルはリザーバ34へと戻される。

40

【0031】

上述のように、液圧発生装置30は、各ディスクブレーキユニット21FR～21RLに対するブレーキオイルの供給源（液圧源）として、マスタシリンダ32、レギュレータ

50

33およびアクキュムレータ35を有している。そして、マスタシリンダ32には流体通路37が、レギュレータ33には流体通路38が、アクキュムレータ35には流体通路39が接続されている。これらの流体通路37、38および39は、それぞれ液圧アクチュエータ40に接続される。

【0032】

液圧アクチュエータ40は、複数の流体通路が形成されるアクチュエータブロックと、複数の電磁制御弁を含むものである。アクチュエータブロックに形成された流体通路には、個別通路41、42、43および44と、主通路45とが含まれる。個別通路41～44は、それぞれ主通路45から分岐されて対応するディスクブレーキユニット21FR、21FL、21RR、21RLに接続されている。これにより、各ディスクブレーキユニット21FR～21RLは、主通路45と連通可能となる。また、個別通路41、42、43および44の中途には、増圧保持弁51、52、53および54が設けられている。各増圧保持弁51～54は、ON/OFF制御されるソレノイドおよびスプリングをそれぞれ有しており、いずれもソレノイドが非通電状態にある場合に開とされる常開型電磁制御弁である。

10

【0033】

さらに、各ディスクブレーキユニット21FR～21RLは、個別通路41～44にそれぞれ接続された減圧通路46、47、48および49を介して減圧通路55に接続されている。減圧通路46、47、48および49の中途には、減圧制御弁56、57、58および59が設けられている。各減圧制御弁56～59は、ON/OFF制御されるソレノイドおよびスプリングをそれぞれ有しており、いずれもソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。

20

【0034】

主通路45は、中途に連通弁60を有しており、この連通弁60により個別通路43および44と接続される第1通路45aと、個別通路41および42と接続される第2通路45bとに区分けされている。すなわち、第1通路45aは、個別通路43および44を介して後輪側のディスクブレーキユニット21RRおよび21RLに接続され、第2通路45bは、個別通路41および42を介して前輪側のディスクブレーキユニット21FRおよび21FLに接続される。連通弁60は、ON/OFF制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。

30

【0035】

また、主通路45には、マスタシリンダ32と連通する流体通路37に接続されるマスタ通路61、レギュレータ33と連通する流体通路38に接続されるレギュレータ通路62、およびアクキュムレータ35と連通する流体通路39に接続されるアクキュムレータ通路63が接続されている。より詳細には、マスタ通路61は、主通路45の第2通路45bに接続されており、レギュレータ通路62およびアクキュムレータ通路63は、主通路45の第1通路45aに接続されている。さらに、減圧通路55は、液圧発生装置30のリザーバ34に接続される。

【0036】

マスタ通路61は、中途にマスタ圧カット弁64を有する。マスタ圧カット弁64は、ON/OFF制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に開とされる常開型電磁制御弁である。レギュレータ通路62は、中途にレギュレータ圧カット弁65を有する。レギュレータ圧カット弁65も、ON/OFF制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に開とされる常開型電磁制御弁である。また、アクキュムレータ通路63は、中途に増圧リニア制御弁66を有し、アクキュムレータ通路63および主通路45の第1通路45aは、減圧リニア制御弁67を介して減圧通路55に接続されている。

40

【0037】

増圧リニア制御弁66と減圧リニア制御弁67とは、それぞれリニアソレノイドおよび

50

スプリングを有しており、いずれもソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。ここで、増圧リニア制御弁 66 の出入口間の差圧は、アキュムレータ 35 におけるブレーキオイルの圧力と主通路 45 におけるブレーキオイルの圧力との差圧に対応し、減圧リニア制御弁 67 の出入口間の差圧は、主通路 45 におけるブレーキオイルの圧力と減圧通路 55 におけるブレーキオイルの圧力との差圧に対応する。また、増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 のリニアソレノイドへの供給電力に応じた電磁駆動力を $F1$ とし、スプリングの付勢力を $F2$ とし、増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 の出入口間の差圧に応じた差圧作用力を $F3$ とすると、 $F1 + F3 = F2$ という関係が成立する。したがって、増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 のリニアソレノイドへの供給電力を連続的に制御することにより、増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 の出入口間の差圧を制御することができる。

【0038】

なお、増圧リニア制御弁 66 は上述のように常閉型電磁制御弁であることから、増圧リニア制御弁 66 が非通電状態にある場合、主通路 45 は、高圧液圧源としてのアキュムレータ 35 から遮断されることになる。また、減圧リニア制御弁 67 も上述のように常閉型電磁制御弁であることから、減圧リニア制御弁 67 が非通電状態にある場合、主通路 45 はリザーバ 34 から遮断されることになる。この点で、主通路 45 は、低圧液圧源としてのリザーバ 34 にも接続されているともいえる。

【0039】

一方、マスタ通路 61 には、マスタ圧カット弁 64 よりも上流側において、ストロークシミュレータカット弁 68 を介してストロークシミュレータ 69 が接続されている。ストロークシミュレータカット弁 68 は、ON/OFF 制御されるソレノイドおよびスプリングを有しており、ソレノイドが非通電状態にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。ストロークシミュレータ 69 は、複数のピストンやスプリングを含むものであり、ストロークシミュレータカット弁 68 の開放時にドライバーによるブレーキペダル 24 の踏力に応じた反力を創出する。ストロークシミュレータ 69 としては、ドライバーによるブレーキ操作のフィーリングを向上させるために、多段のバネ特性を有するものが採用されると好ましく、本実施形態のストロークシミュレータ 69 は 4 段階のバネ特性を有する。

【0040】

上述のように構成された液圧発生装置 30 や液圧アクチュエータ 40 は、制御手段としてのブレーキ ECU 70 により制御される。ブレーキ ECU 70 は CPU を含むマイクロプロセッサとして構成されており、CPU の他に各種プログラムを記憶する ROM、データを一時的に記憶する RAM、入出力ポートおよび通信ポート等を備える。そして、ブレーキ ECU 70 は、ハイブリッド ECU 7 と通信可能であり、ハイブリッド ECU 7 からの制御信号や、各種センサからの信号に基づいて液圧発生装置 30 のポンプ 36 や、液圧アクチュエータ 40 を構成する電磁制御弁 51 ~ 54、56 ~ 59、60、64 ~ 68 を制御する。

【0041】

ブレーキ ECU 70 に接続されるセンサには、レギュレータ圧センサ 71、アキュムレータ圧センサ 72、および制御圧センサ 73 が含まれる。レギュレータ圧センサ 71 は、レギュレータ圧カット弁 65 の上流側でレギュレータ通路 62 内のブレーキオイルの圧力（レギュレータ圧）を検知し、検知した値を示す信号をブレーキ ECU 70 に与える。アキュムレータ圧センサ 72 は、増圧リニア制御弁 66 の下流側でアキュムレータ通路 63 内のブレーキオイルの圧力（アキュムレータ圧）を検知し、検知した値を示す信号をブレーキ ECU 70 に与える。制御圧センサ 73 は、主通路 45 の第 2 通路 45 b 内のブレーキオイルの圧力を検知し、検知した値を示す信号をブレーキ ECU 70 に与える。各センサ 71 ~ 73 の検出値は、所定時間おきにブレーキ ECU 70 に順次与えられ、ブレーキ ECU 70 の所定の記憶領域（バッファ）に所定量ずつ格納保持される。

【0042】

連通弁 60 が開放されて主通路 45 の第 1 通路 45 a と第 2 通路 45 b とが互いに連通

している場合、制御圧センサ73の出力値は、増圧リニア制御弁66の低圧側の液圧を示すと共に減圧リニア制御弁67の高圧側の液圧を示すので、この出力値を増圧リニア制御弁66および減圧リニア制御弁67の制御に利用することができる。また、増圧リニア制御弁66および減圧リニア制御弁67が閉鎖されていると共に、連通弁60が非通電状態にあって主通路45の第1通路45aと第2通路45bとが互いに分離されている場合、制御圧センサ73の出力値は、マスタシリンダ圧を示す。さらに、連通弁60が開放されて主通路45の第1通路45aと第2通路45bとが互いに連通しており、各増圧保持弁51~54が開放される一方、各減圧制御弁56~59が閉鎖されている場合、制御圧センサの73の出力値は、各ディスクブレーキユニット21FR~21RLのブレーキ圧(ホイールシリンダ圧)を示す。

10

【0043】

さらに、ブレーキECU70に接続されるセンサには、上述のブレーキストロークセンサ25も含まれる。ブレーキストロークセンサ25は、ブレーキペダル24の操作量を検知し、検知した値を示す信号をブレーキECU70に与える。ブレーキストロークセンサ25の検出値も、所定時間おきにブレーキECU70に順次与えられ、ブレーキECU70の所定の記憶領域(バッファ)に所定量ずつ格納保持される。なお、ブレーキストロークセンサ25に加えて、ブレーキペダル24の操作状態を検出するペダル踏力センサや、ブレーキペダル24が踏み込まれたことを検出するブレーキスイッチがブレーキECU70に接続されてもよい。

【0044】

上記のような液圧ブレーキユニット20において、ドライバーによりブレーキペダル24が操作され制動要求がなされたとき、通常時であれば以下のような動作が実施される。まず、マスタ圧カット弁64とレギュレータ圧カット弁65との双方が閉鎖されると共に、ストロークシミュレータカット弁68と連通弁60とが開放される。また、増圧保持弁51~54が開放される一方、減圧制御弁56~59が閉鎖され、増圧リニア制御弁66および減圧リニア制御弁67のリニアソレノイドに対する供給電流Iが制御される。

20

【0045】

各ディスクブレーキユニット21FR~21RLは、マスタシリンダ32およびレギュレータ33の双方から遮断される一方、増圧リニア制御弁66等を介してアキュムレータ35と連通させられる。そして、各ディスクブレーキユニット21FR~21RLにおけるブレーキ圧(ホイールシリンダ圧)は、制御圧センサ73の出力値に基づいて増圧リニア制御弁66および減圧リニア制御弁67への供給電流Iを制御することにより調整される。また、この場合、ストロークシミュレータカット弁68を介してマスタシリンダ32とストロークシミュレータ69とが接続され、ストロークシミュレータ69によりブレーキペダル24を操作するドライバーに対する反力が創出される。以上のようにして、各ディスクブレーキユニット21FR~21RLに対して所望圧力のブレーキオイルを安定的に供給することが可能となる。

30

【0046】

ところで、上述した液圧ブレーキユニット20では、ひとつの増圧リニア制御弁66およびひとつの減圧リニア制御弁67を用いて、四輪のディスクブレーキユニット21FR~21RLのブレーキ圧を制御している。また、後輪側のディスクブレーキユニット21RL、21RRのホイールシリンダに連通する第1通路45aと、前輪側のディスクブレーキユニット21FL、21FRのホイールシリンダに連通する第2通路45bとの間には、連通弁60が配設されている。このような構成にすると、増減圧制御の実現のために必要となるリニア制御弁の数を少なくできるため、液圧ブレーキユニット20のコストを抑制することができる。

40

【0047】

しかしながら、上記構成では、液圧源たるアキュムレータ35からのブレーキオイルは一旦第1通路45aに流入したのち、連通弁60を通して第2通路45bに流入することになる。すると、連通弁60がオリフィスとして作用し、後輪側の第1通路45aに対し

50

て増圧リニア制御弁 66 からより遠方に位置する前輪側の第 2 通路 45 b の昇圧が遅れてしまうという問題が生じる。この問題は、ブレーキペダルが急踏みされ、昇圧勾配が高いときに特に顕著となる。

【0048】

図 3 は、ブレーキペダルが操作されたときに液圧ブレーキユニット 20 により発生される後輪側制動力と前輪側制動力との関係を示すグラフである。一般に制動力は、図 3 に点線 A で示すように、前輪の制動力と後輪の制動力とが一定比率のまま増加していくことが望ましい。しかし、ブレーキペダルの急踏み時には、上述したように後輪側の第 1 通路 45 a の昇圧に対して前輪側の第 2 通路 45 b の昇圧が遅れてしまうため、制動初期、すなわち制動力が比較的小さい領域においては、図 3 に実線 B で示すように、後輪の制動力の増加に比して前輪の制動力の立ち上がりが遅く、後輪により大きな制動がかかる状態になる。言い換えると、第 1 通路 45 a に連通するディスクブレーキユニット 21 RL、21 RR に対応する後輪と、第 2 通路 45 b に連通するディスクブレーキユニット 21 FL、21 FR に対応する前輪とでは、応答遅れが解消されるまでの間、車輪に発生する制動力が異なることになる。この前輪と後輪との間の制動力の乖離は、制動が急であるほど大きくなる。

10

【0049】

そこで、本実施形態では、前輪側の第 2 通路 45 b の昇圧応答遅れに起因する前後輪の液圧制動力の差を補償すべく、回生ブレーキユニットにより発生される回生制動力を、図 3 に一点鎖線 C で示すように前後輪に配分することによって、車両全体としての制動力の特性を点線 A に近づけるようにした。これによって、制動時の車両の走行安定性が一層向上する。

20

【0050】

図 4 は、ハイブリッド ECU 7 のうち、本実施形態に係る液圧ブレーキユニットと回生ブレーキユニットの協調制御に関する協調制御部の構成を示す機能ブロック図である。ここに示す各ブロックは、ハードウェア的には、コンピュータの CPU やメモリをはじめとする素子や電気回路で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックとして描いている。したがって、これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されるところである。

30

【0051】

協調制御部 102 は、液圧ブレーキユニット 20 の第 1 通路 45 a と第 2 通路 45 b における作動液の昇圧応答性に差が生じる場合に、応答の遅れに起因する制動初期の液圧制動力の不足を補う制御を実施する。

【0052】

制動要求判定部 104 は、ブレーキストロークセンサ 25 の検知したストローク S_{ps} をブレーキ ECU 70 を経由して受け取る。制動要求判定部 104 は、ストローク S_{ps} が所定のしきい値以上であるとき、ドライバーから制動の要求がなされたと判定する。

【0053】

応答差推定部 110 は、液圧ブレーキユニット 20 の第 1 通路 45 a と第 2 通路 45 b における作動液の昇圧応答性の差を推定する。

40

時間変化率算出部 112 は、ブレーキペダル 24 のストローク S_{ps} の時間変化率を算出する。この時間変化率が比較的大きければ急制動であり、時間変化率が比較的小さければ緩制動であることが判別できる。推定値格納部 116 には、ストロークの絶対値に応じて決まる液圧制動力が前後輪間に付与されたときに、第 1 通路 45 a と第 2 通路 45 b における作動液の昇圧応答性の差により生じる前後輪間での液圧制動力の差の推定値がマップ形式で予め格納されている。このマップは、ストロークの時間変化率毎にそれぞれ準備されることが望ましい。推定値は、車種毎にシミュレーションや実験などを通じて求めることができる。液圧制動力差推定部 114 は、時間変化率算出部 112 からストロークの時間変化率を受け取り、推定値格納部 116 内のマップを検索して、対応する前後輪間

50

の液圧制動力の差を求める。

【0054】

制動力算出部120は、モータECU14に指令する要求回生制動力と、ブレーキECU70に指令する要求液圧制動力とを算出する。

回生制動力設定部122は、液圧制動力差推定部114により求められた、前後輪間の液圧制動力の差を補うように、回生ブレーキユニットによって前輪9FR、9FL、または後輪9RR、9RLに付与する要求回生制動力を設定する。

液圧制動力設定部124は、ブレーキペダルの操作によりドライバーから要求される総制動力から要求回生制動力を減じることによって、液圧ブレーキユニット20によって前輪9FR、9FL、後輪9RR、9RLに付与する要求液圧制動力を設定する。

10

【0055】

バッテリー監視部130は、バッテリー12の充電状態を検知し、バッテリー12の充電容量等に基づいて定まる上限値である蓄電側上限値を制動力算出部120に供給する。また、モータECU14は、前輪用モータ6、後輪用モータ16の回転数等に基づいて定まる回生制動力の上限値である発電側上限値を制動力算出部120に供給する。

【0056】

回生制動力設定部122は、これらの値に基づいて、前輪用モータ6または後輪用モータ16が要求回生制動力を発生できるか否かを判定する機能を有していてもよい。回生制動力を発生できない場合には、バッテリー12が満充電状態であり、前輪用モータ6または後輪用モータ16で発生する回生電力を受け入れられない場合、または、要求回生制動力が、前輪用モータ6または後輪用モータ16の定格上発生できない大きさである場合がある。

20

【0057】

要求回生制動力を発生できる場合は、液圧制動力設定部124で求められた要求液圧制動力がブレーキECU70に送信され、回生制動力設定部122で求められた要求回生制動力がモータECU14に送信される。

【0058】

要求回生制動力を発生できない場合、液圧制動力再計算部134は、液圧ブレーキユニット20のみで必要な総制動力を達成すべく、要求液圧制動力を再計算する。計算された要求液圧制動力はブレーキECU70に送信される。

30

【0059】

モータ制駆動力バランス部136は、前輪用モータ6により前輪9FR、9FLに回生制動力を付与するとともに、前輪用モータ6の回生制動により発生する電力を消費して、後輪用モータ16により後輪9RR、9RLに駆動力を付与するように、モータECU14に対して指令する。

【0060】

ブレーキECU70は、協調制御部102から出された要求液圧制動力に基づいて、各ディスクブレーキユニット21FR~21RLの目標液圧を算出し、増圧リニア制御弁66や減圧リニア制御弁67に対する供給電流Iの値を決定する。

【0061】

モータECU14は、協調制御部102から出された要求駆動力または要求回生制動力に基づいて、前輪用モータ6および後輪用モータ16に対する制御信号を電力変換装置11に送出する。

40

【0062】

図5(a)、図5(b)は、制動初期の液圧制動力の不足を補うために前後輪の回生制動力を調整する様子を説明する図である。図5(a)は、ブレーキ急踏み時の制動初期の後輪の液圧制動力150と前輪の液圧制動力152を示す。図中の点線は要求制動力を示す。図示するように、制動初期では作動液通路の昇圧応答性の違いのために、過渡的に前輪の液圧制動力が後輪の液圧制動力より小さい状態になる。そこで、回生制動力設定部122は、前後輪の制動力差Dを補うように、後輪の回生制動力154と前輪の回生制動力

50

156とを決定する。

【0063】

図6は、図4の協調制御部102により実行される、前後輪の液圧制動力の差を補う制御のフローチャートである。このルーチンは、ハイブリッドECU7により所定時間おきに繰り返し実行される。

【0064】

まず、ブレーキECU70経由でブレーキストロークセンサ25の出力値 S_{ps} を受け取ると(S10)、制動要求判定部104は、ストローク S_{ps} が所定のしきい値 S_t を越えているか否かを判定する(S12)。しきい値以下の場合(S12のN)、このルーチンを終了する。しきい値を越える場合は(S12のY)、ドライバーにより制動要求がなされたものと判定する。時間変化率算出部112は、ストロークの時間変化率 dS_{ps}/dt を算出する(S14)。すなわち、時間変化率算出部112は、ブレーキストロークセンサ25の出力値の今回値(最新値)から前回値を減じた値をサンプリング周期で除することによりペダルストローク S_{ps} の時間変化率 dS_{ps}/dt を算出する。液圧制動力差推定部114は、算出されたストロークの時間変化率 dS_{ps}/dt とストロークの絶対値にしたがって、推定値格納部116に格納されているマップを参照して、制動初期の前後輪での昇圧応答性の差に起因する液圧制動力の差を推定する(S16)。

【0065】

後輪側の第1通路と前輪側の第2通路における昇圧応答性の差は、制動の緩急によって変化するため、推定値格納部116におけるマップは、ストロークの時間変化率に応じて準備されていることが好ましい。なお、液圧制動力差推定部114は、マップを用いる代わりに、ストロークの時間変化率とストロークの絶対値を変数とする所定の近似計算式を使用して、前後輪での昇圧応答性の差に起因する液圧制動力の差を推定してもよい。

【0066】

制動力算出部120は、ブレーキストロークセンサ25からの信号に基づいて要求総制動力を算出し、回生制動力設定部122は、推定された液圧制動力の差を補うように、前輪および後輪に付与する要求回生制動力を求める(S18)。また、液圧制動力設定部124は、要求総制動力から要求回生制動力を減算することによって、液圧ブレーキユニット20に発生させるべき要求液圧制動力を算出する。

なお、前後輪間で液圧制動力の差が生じるのは、制動初期のブレーキ液圧の上昇が急勾配である期間に限られるので、この期間が過ぎれば前輪側の回生制動力を速やかに低下させるように要求回生制動力を変化させることが望ましい。

【0067】

S18で求められた要求回生制動力はモータECU14に送信され、要求液圧制動力はブレーキECU70に送信される(S20)。モータECU14は、前輪用モータ6により左右の前輪9FR、9FLに対して付与される制動力、および後輪用モータ16により左右の後輪9RR、9RLに対して付与される制動力を、要求回生制動力と一致させるための制御信号を電力変換装置11に送出する。ブレーキECU70は、算出した要求液圧制動力に基づいて各ディスクブレーキユニット21FR~21RLの目標液圧を算出し、増圧リニア制御弁66や減圧リニア制御弁67に対する供給電流Iの値を決定する。

【0068】

このように、前後輪の要求回生制動力を調整することによって制動初期の前後輪の液圧制動力の差を補うようにしたので、制動初期における前後輪の総制動力の格差が緩和され、制動時の車両の走行安定性を向上させることができる。以上で図6のフローチャートの説明を終わる。

【0069】

液圧制動力再計算部134は、バッテリーが満充電であるとき、ブレーキECU70に対して回生制動力を発生させないよう指令するとともに、ブレーキECU70に対して、液圧ブレーキユニット20の第1通路45aに連通するホイールシリンダへの作動液の流入を一時的に制限するように指令してもよい。これについて図7を参照して説明する。

【0070】

図7は、バッテリーの満充電時に、液圧ブレーキユニット20における制御によって、制動初期の前後輪の液圧制動力差を緩和する変形例のフローチャートである。

S30～S38は、図6のS10～S18と同様であるため説明を省略する。S40において、回生制動力設定部122は、発電側上限値および蓄電側上限値を参照して、前輪用モータ6と後輪用モータ16が要求回生制動力を発生可能か否かを確認する。回生可能であれば(S40のY)、要求回生制動力をモータECU14に、要求液圧制動力をブレーキECU70に指令する(S42)。回生不可能であれば(S40のN)、液圧制動力再計算部134は、回生制動を実施せず、総制動力を液圧制動力のみでまかなうように、要求液圧制動力を再計算する(S44)。そして、ブレーキECU70に対して、S36で推定された液圧制動力差に応じて、一定期間、後輪に対応する第1通路45aの昇圧応答を意図的に遅延させるように指令する(S46)。

10

【0071】

具体的には、液圧制動力再計算部134からの指令に応じて、ブレーキECU70は、一定期間、第1通路45aに連通する増圧保持弁53、54を閉弁するように指令する。これによって、第1通路45aに連通するディスクブレーキユニット21RL、21RRのホイールシリンダへのブレーキオイルの流入が一時的に制限されることになる。したがって、その分のブレーキオイルが第2通路45bに流入することになり、液圧源であるアクチュメータから遠方に位置するために昇圧しにくい第2通路45bの昇圧応答遅れが改善される。したがって、各通路に対応する車輪間における制動力のばらつきが緩和される。

20

【0072】

この変形例によれば、バッテリー12が満充電であるために、液圧制動力差を補う回生制動力を発生できない場合であっても、液圧ブレーキユニット20内での制御により、昇圧応答性の差を緩和することができる。

【0073】

図8は、バッテリーの満充電時に、制動初期の前後輪の液圧制動力差を緩和する別の変形例のフローチャートである。

S50～S58は、図6のS10～S18と同様であるため説明を省略する。S62において、回生制動力設定部122は、発電側上限値および蓄電側上限値を参照して、前輪用モータ6および後輪用モータ16が要求回生制動力を発生可能か否かを確認する。回生可能であれば(S62のY)、要求回生制動力をモータECU14に、要求液圧制動力をブレーキECU70に指令する(S70)。回生不可能であれば(S62のN)、液圧制動力再計算部134は、回生制動を実施せず、総制動力を液圧制動力のみでまかなうように、要求液圧制動力を再計算する(S64)。液圧制動力再計算部134は、さらに前後輪の液圧制動力差を推定する(S66)。この推定は、予め実験により求めたマップによってもよいし、所定の近似式を使用してもよい。

30

【0074】

モータ制駆動力バランス部136は、推定された液圧制動力差を1/2にした値を、前輪の要求回生制動力とする。また、液圧制動力差を1/2にした値を、後輪の要求駆動力とする(S68)。そして、ブレーキECU70に対して、S64で計算された要求液圧制動力を指令するとともに、モータECU14に対して、S68で計算された要求回生制動力および要求駆動力を指令する(S70)。

40

【0075】

このとき、モータECU14は、前輪用モータ6の回生制動により発電された電力を、後輪用モータ16の駆動電力として消費するように、電力変換装置11に対して制御信号を送出する。これによって、前輪用モータ6の回生電力を後輪用モータ16の駆動電力として使用するため、バッテリー12は電力を受け入れる必要がなくなる。したがって、バッテリー12が満充電であっても、前後輪の液圧制動力差を補うように前後輪の回生制動力を調整する制御を実施することが可能になる。

50

【 0 0 7 6 】

図 8 を参照した例は、バッテリー 1 2 が満充電であるときに実施するものとして説明したが、液圧制動力差推定部 1 1 4 で推定された前後輪の液圧制動力差が、回生制動力で発生可能な上限値を上回る場合にも、同様の制御を実施することができる。

【 0 0 7 7 】

この変形例を図 9 を参照して説明する。図 9 (a)、図 9 (b) は、制動初期の液圧制動力の不足を補うために前後輪の回生制動力を調整する様子を説明する図である。ブレーキ急踏み時の制動初期に、後輪の液圧制動力 1 6 0 と前輪の液圧制動力 1 6 2 との差 E が、前輪用モータ 6 で発生可能な上限値 1 6 4 を上回る場合 (図 9 (a) 参照) を考える。このとき、液圧制動力再計算部 1 3 4 は、後輪の液圧制動力が要求制動力を上回る余分の値と、前輪の液圧制動力が要求制動力を下回る不足する値とがほぼ一致するように、前後輪の液圧制動力 1 6 0 '、1 6 2 ' を設定する。そして、モータ制駆動力バランス部 1 3 6 は、後輪については上記余分の液圧制動力を相殺するように、後輪用モータ 1 6 に対して駆動力 1 6 6 を要求するとともに、前輪については上記不足の液圧制動力を補うように、前輪用モータ 6 に対して回生制動力 1 6 8 を要求する。こうすることによって、推定される前後輪の液圧制動力差が回生制動力の上限値を超える場合であっても、前後輪の液圧制動力差を補う制御を実現できる。

10

【 0 0 7 8 】

以上説明したように、実施形態 1 によれば、ブレーキの急踏み時の制動初期において、液圧ブレーキユニットにおける後輪側の第 1 通路に対して前輪側の第 2 通路の昇圧応答が遅れ、後輪に対して前輪の液圧制動力が不足する場合に、その液圧制動力差を埋めるように前後輪の回生制動力を調整するようにした。これによって、急制動時の車両の安定性を向上させることができる。

20

【 0 0 7 9 】

実施形態 2 .

図 1 0 は、本発明の別の実施形態に係る車両制動装置が適用された車両 2 0 0 を示す概略構成図である。車両 2 0 0 は、後輪用モータ 1 6 と変速機 1 5 を有さない点を除いては、図 1 に示した車両 1 0 0 と同様である。すなわち、車両 2 0 0 は前輪駆動のハイブリッド車両である。ハイブリッド E C U 7 内の協調制御部 (図示せず) の構成は、図 4 に示した協調制御部 1 0 2 と同様であるが、実施形態 2 では、回生制動力の算出が前輪用モータ 6 についてのみなされる点が異なる。

30

【 0 0 8 0 】

図 1 1 は、協調制御部により実行される前後輪の液圧制動力の差を補う制御のフローチャートである。このルーチンは、ハイブリッド E C U 7 により所定時間おきに繰り返し実行される。

【 0 0 8 1 】

まず、ブレーキ E C U 7 0 経由でブレーキストロークセンサ 2 5 の出力値 S_{ps} を受け取ると (S 8 0)、制動要求判定部 1 0 4 は、ストローク S_{ps} が所定のしきい値 S_t を越えているか否かを判定する (S 8 2)。しきい値以下の場合 (S 8 2 の N)、このルーチンを終了する。しきい値を超える場合は (S 8 2 の Y)、ドライバーにより制動要求がなされたものと判定する。時間変化率算出部 1 1 2 は、ストロークの時間変化率 dS_{ps} / dt を算出する (S 8 4)。液圧制動力差推定部 1 1 4 は、算出されたストロークの時間変化率 dS_{ps} / dt とストロークの絶対値にしたがって、推定値格納部 1 1 6 に格納されているマップを参照して、制動初期の車両の前後輪での昇圧応答性の差に起因する液圧制動力の差を推定する (S 8 6)。ここまでは、図 6 の S 1 0 ~ S 1 6 と同様である。

40

【 0 0 8 2 】

制動力算出部 1 2 0 は、ブレーキストロークセンサ 2 5 からの信号に基づいて要求総制動力を算出し、回生制動力設定部 1 2 2 は、推定された液圧制動力の差を補うように、前輪に付与する要求回生制動力を求める (S 8 8)。また、液圧制動力設定部 1 2 4 は、要

50

求総制動力から要求回生制動力を減算することによって、液圧ブレーキユニット 20 に発生させるべき要求液圧制動力を算出する。この場合も、前後輪間で液圧制動力の差が生じるのは、制動初期のブレーキ液圧の上昇が急勾配である期間に限られるので、この期間が過ぎれば前輪側の回生制動力を速やかに低下させるように要求回生制動力を変化させることが望ましい。

【0083】

S88で求められた要求回生制動力はモータ ECU14 に送信され、要求液圧制動力はブレーキ ECU70 に送信される (S90)。モータ ECU14 は、前輪用モータ 6 により左右の前輪 9FR、9FL に対して付与される制動力を要求回生制動力と一致させるための制御信号を電力変換装置 11 に送出する。ブレーキ ECU70 は、算出した要求液圧制動力に基づいて各ディスクブレーキユニット 21FR ~ 21RL の目標液圧を算出し、増圧リニア制御弁 66 や減圧リニア制御弁 67 に対する供給電流 I の値を決定する。

10

【0084】

このように、実施形態 2 においても、前輪の回生制動力によって制動初期の前後輪の液圧制動力の差を補うようにしたので、制動初期における前後輪の総制動力の格差が緩和され、制動時の車両の走行安定性を向上させることができる。

【0085】

図 12 は、バッテリーの満充電時に、制動初期の前後輪の液圧制動力差を緩和する変形例のフローチャートである。

S100 ~ S108 は、図 11 の S80 ~ S88 と同様であるため説明を省略する。S112 において、回生制動力設定部 122 は、発電側上限値および蓄電側上限値を参照して、前輪用モータ 6 が要求回生制動力を発生可能か否かを確認する。回生可能であれば (S112 の Y)、要求回生制動力をモータ ECU14 に、要求液圧制動力をブレーキ ECU70 に指令する (S116)。

20

【0086】

回生不可能であれば (S112 の N)、モータ制駆動力バランス部 136 は、以下のような制御を実施する。すなわち、動力分割機構により、前輪 9FR、9FL の回転力がジェネレータ 4 にかかるようにすることで、回生制動力を発生する。ジェネレータ 4 の回生電力を電力変換装置 11 を介して前輪用モータ 6 に送り、この電力を消費して前輪用モータ 6 を駆動する (S114)。そして、モータの駆動力で、動力分割機構 3 を介してエンジン 30 を空回しするよう制御する。これにより、ジェネレータの仕事分を回生制動力として発生させることができる。

30

これによって、バッテリー 12 が満充電であっても、前後輪の液圧制動力差を補う制御を実施することができる。

【0087】

以上、本発明をいくつかの実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態はあくまで例示であり、実施の形態どうしの任意の組合せ、実施の形態の各構成要素や各処理プロセスの任意の組合せなどの変形例もまた、本発明の範囲にあることは当業者に理解される場所である。また、本発明の処理の順序を入れ替えたものも、本発明の態様として有効である。

40

【0088】

実施の形態では、車両の前輪側にモータとジェネレータとを個別に持つタイプのハイブリッド車両について説明したが、一台の回転電機をジェネレータおよびモータとして共用するタイプのハイブリッド車においても、本発明を適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図 1】実施形態 1 に係る車両制動装置が適用されたハイブリッド車両を示す概略構成図である。

【図 2】図 1 の液圧ブレーキユニットの構成を示す図である。

【図 3】ブレーキペダルが操作されたときの後輪側制動力と前輪側制動力との関係を示す

50

グラフである。

【図4】ハイブリッドECUのうち、本実施形態に係る液圧ブレーキユニットと回生ブレーキユニットの協調制御に關与する協調制御部の構成を示す機能ブロック図である。

【図5】(a)、(b)は、制動初期の液圧制動力の不足を補うために前後輪の回生制動力を調整する様子を説明する図である。

【図6】実施形態1の協調制御部により実行される前後輪の液圧制動力の差を緩和する制御のフローチャートである。

【図7】バッテリーの満充電時に、制動初期の前後輪の液圧制動力差を緩和する変形例のフローチャートである。

【図8】バッテリーの満充電時に、制動初期の前後輪の液圧制動力差を緩和する別の変形例のフローチャートである。 10

【図9】(a)、(b)は、制動初期の液圧制動力の不足を補うために前後輪の回生制動力を調整する様子を説明する図である。

【図10】実施形態2に係る車両制動装置が適用されたハイブリッド車両を示す概略構成図である。

【図11】実施形態2の協調制御部により実行される前後輪の液圧制動力の差を緩和する制御のフローチャートである。

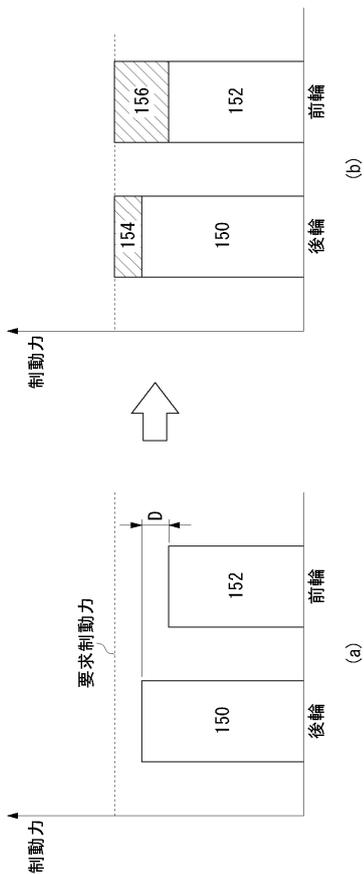
【図12】バッテリーの満充電時に、制動初期の前後輪の液圧制動力差を緩和する変形例のフローチャートである。

【符号の説明】 20

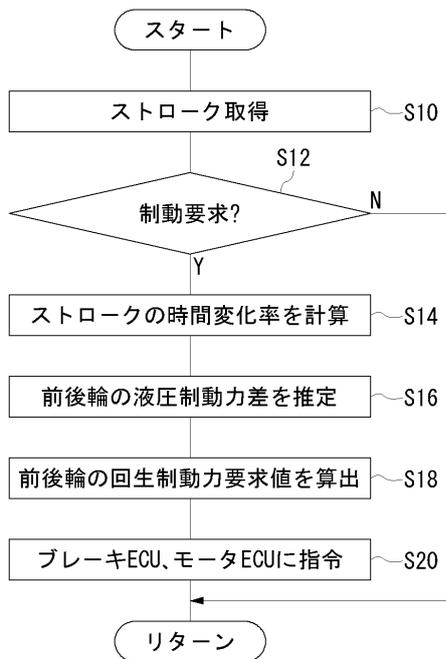
【0090】

2 エンジン、 3 動力分割機構、 4 ジェネレータ、 5 変速機、 6 前輪用モータ、 7 ハイブリッドECU、 12 バッテリ、 14 モータECU、 15 変速機、 16 後輪用モータ、 20 液圧ブレーキユニット、 21 ディスクブレーキユニット、 24 ブレーキペダル、 25 ブレーキストロークセンサ、 30 液圧発生装置、 40 液圧アクチュエータ、 45a 第1通路(後輪側)、 45b 第2通路(前輪側)、 60 連通弁、 70 ブレーキECU、 100、 200、 車両、 102 協調制御部、 104 制動要求判定部、 110 応答差推定部、 112 時間変化率算出部、 114 液圧制動力差推定部、 116 推定値格納部、 120 制動力算出部、 122 回生制動力設定部、 124 液圧制動力設 30
定部、 130 バッテリ監視部、 134 液圧制動力再計算部、 136 モータ制
駆動力バランス部。

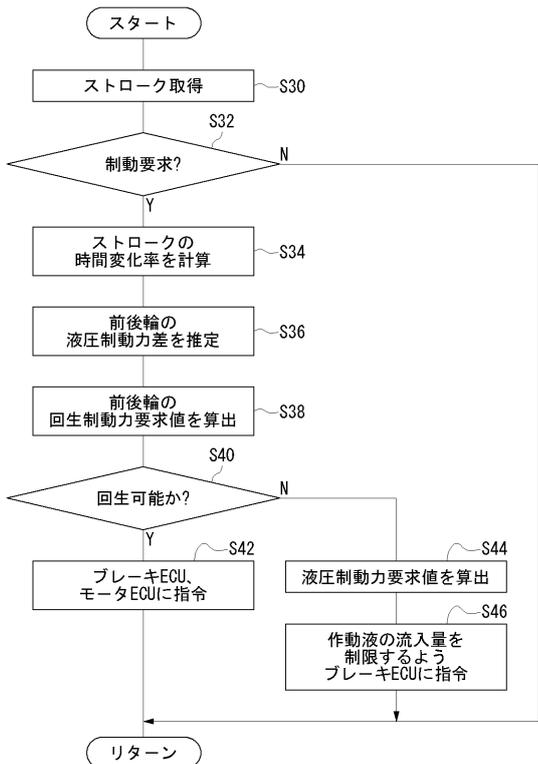
【 図 5 】



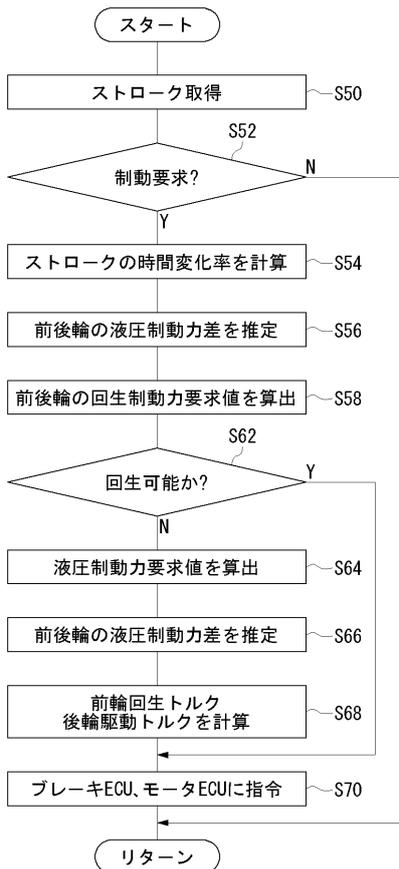
【 図 6 】



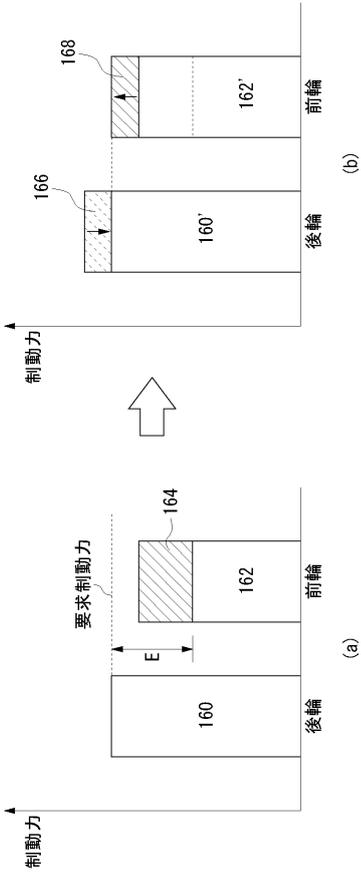
【 図 7 】



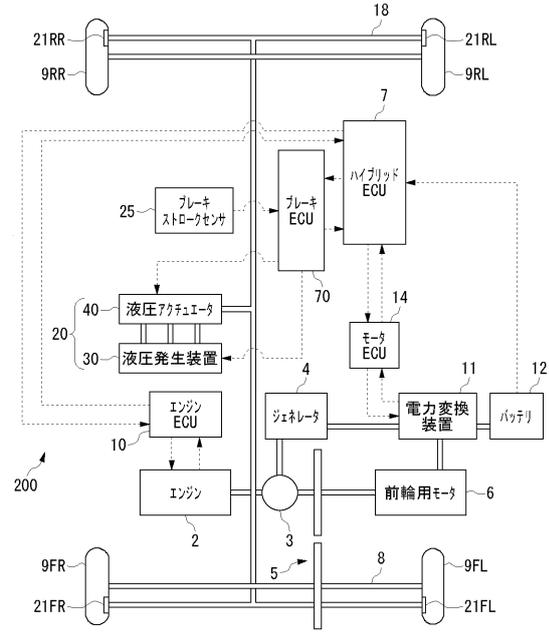
【 図 8 】



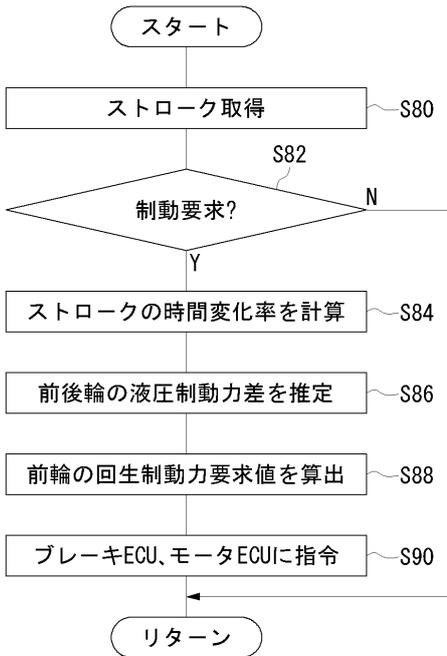
【図9】



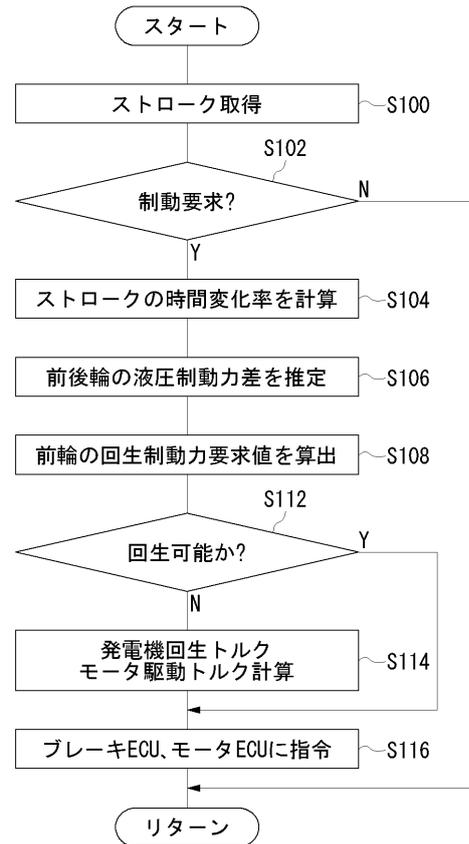
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード(参考)
B 6 0 W	10/08	(2006.01)	B 6 0 K	6/04	3 3 0
B 6 0 W	10/26	(2006.01)	B 6 0 K	6/04	5 5 3
B 6 0 K	6/04	(2006.01)	B 6 0 K	6/04	7 1 0
			B 6 0 K	6/04	7 3 0

Fターム(参考) 5H115 PA01 PC06 PG04 PI16 PI29 P006 P017 PU08 PU28 PV09
QE10 QI04 QI07 QI15 RB22 SE04 T023 T026