

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4719061号
(P4719061)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(51) Int. Cl.	F 1				
B 6 0 L	7/24	(2006.01)	B 6 0 L	7/24	D
B 6 0 T	8/17	(2006.01)	B 6 0 T	8/17	C

請求項の数 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-112631 (P2006-112631)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成18年4月14日(2006.4.14)	(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
(65) 公開番号	特開2007-288905 (P2007-288905A)	(74) 代理人	110000017 特許業務法人アイテック国際特許事務所
(43) 公開日	平成19年11月1日(2007.11.1)	(72) 発明者	島田 道仁 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成20年7月9日(2008.7.9)	(72) 発明者	牧 一哉 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車軸に少なくとも回生制動力を出力可能な電動機と、
前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、
作動流体を加圧可能なポンプを有し、運転者による制動要求操作に応じて発生された作動流体の圧力である操作圧力と前記ポンプの加圧により発生される作動流体の圧力である加圧圧力とを用いて制動力を出力可能な流体圧式制動手段と、
前記制動要求操作がなされたときに運転者により要求されている要求制動力を設定する要求制動力設定手段と、

車速を検出する車速検出手段と、

前記制動要求操作に応じて少なくとも前記電動機に回生制動力を出力させている最中に前記検出された車速が前記電動機による回生制動力の前記流体圧式制動手段による制動力への置き換えを開始させる回生禁止車速よりも大きい所定車速以下になったときに、前記ポンプを本来の加圧性能が得られるように駆動制御する置き換え前処理と、前記電動機による回生制動力を減少させると共に前記ポンプによる前記加圧圧力を増加させて前記回生制動力を前記加圧圧力に基づく制動力で置き換える置き換え本処理とを伴って前記設定された要求制動力が得られるように前記電動機と前記流体圧式制動手段を制御する制動制御手段と、

を備える車両。

【請求項2】

前記置き換え前処理における前記回生制動力の減少分は、前記置き換え本処理における前記回生制動力の減少分よりも少ない請求項 1 に記載の車両。

【請求項 3】

前記置き換え前処理は、前記ポンプの駆動開始から加圧の初期応答遅れが解消されるまでの時間だけ前記ポンプを所定の態様で駆動制御すると共に、前記初期応答遅れに起因する前記加圧圧力に基づく制動力の不足分を前記回生制動力で補填する処理である請求項 1 または 2 に記載の車両。

【請求項 4】

前記置き換え本処理は、前記回生制動力の単位時間あたりの減少量と前記加圧圧力に基づく制動力の単位時間あたりの増加量とが概ね一致するように前記電動機と前記ポンプとを駆動制御する処理である請求項 1 から 3 の何れかに記載の車両。

10

【請求項 5】

車軸に少なくとも回生制動力を出力可能な電動機と、前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、作動流体を加圧可能なポンプを有し、運転者による制動要求操作に応じて発生された作動流体の圧力である操作圧力と前記ポンプの加圧により発生される作動流体の圧力である加圧圧力とを用いて制動力を出力可能な流体圧式制動手段と、車速を検出する車速検出手段とを備えた車両の制御方法であって、

前記制動要求操作に応じて少なくとも前記電動機に回生制動力を出力させている最中に前記検出された車速が前記電動機による回生制動力の前記流体圧式制動手段による制動力への置き換えを開始させる回生禁止車速よりも大きい所定車速以下になったときに、前記ポンプを本来の加圧性能が得られるように駆動制御する置き換え前処理と、前記電動機による回生制動力を減少させると共に前記ポンプによる前記加圧圧力を増加させて前記回生制動力を前記加圧圧力に基づく制動力で置き換える置き換え本処理とを伴って運転者により要求されている要求制動力が得られるように前記電動機と前記流体圧式制動手段を制御する車両の制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両およびその制御方法に関し、特に、回生制動力を出力可能な電動機を備えた車両およびその制御方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来から、電動モータにより駆動輪を正逆両方向へ回転駆動する電動駆動装置を備え、ブレーキペダルが踏み込まれたときに車速が所定車速を上回っている場合に回生制動を実行する電気自動車知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。また、従来から、回生制動用の電動発電機とエンジンとを含む車両として、車速が所定の閾値以下であるときには回生制動を停止させると共にエンジンの運転モードに応じて回生制動を停止させるための閾値を変更するものも知られている（例えば、特許文献 2 参照。）。

40

【特許文献 1】特開平 06 - 284510 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 95106 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、上述のような電動機による回生制動力は車速が低下するにつれて小さくなるものであり、更に電動機の効率等を考慮すれば、回生制動力を利用した車両の制動中に車速がある程度小さくなったときには電動機の回生制御を停止し、回生制動力を例えば油圧ブレーキ装置による制動力に置き換えることが好ましい。ただし、油圧ブレーキ装置、特にアクチュエータ等の蓄圧装置を有していない比較的簡素なブレーキアクチュエータを備

50

えた油圧ブレーキ装置においては、いわゆる応答遅れ等により作動開始から所望の応答性が得られるようになるまでにある程度時間を要することから、回生制動力の油圧ブレーキ装置による制動力への置き換えを適正に行わないと、運転者の要求通りに制動力を出力し得なくなり、運転者等に違和感を与えてしまうおそれもある。

【0004】

そこで、本発明による車両およびその制御方法は、電動機による回生制動力を流体圧式制動手段による制動力へとより円滑に置き換えることを目的の一つとする。また、本発明の車両およびその制御方法は、制動要求操作に際して運転者等が覚えがちな違和感を抑制することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による車両およびその制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採っている。

【0006】

本発明による車両は、
車軸に少なくとも回生制動力を出力可能な電動機と、
前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、
作動流体を加圧可能な加圧手段を有し、運転者による制動要求操作に応じて発生された作動流体の圧力である操作圧力と前記加圧手段の加圧により発生される作動流体の圧力である加圧圧力とを用いて制動力を出力可能な流体圧式制動手段と、

前記制動要求操作がなされたときに運転者により要求されている要求制動力を設定する要求制動力設定手段と、

前記制動要求操作に応じて少なくとも前記電動機に回生制動力を出力させている最中に所定の置き換え条件が成立したときには、前記加圧手段を本来の加圧性能が得られるように駆動制御する置き換え前処理と、前記電動機による回生制動力を減少させると共に前記加圧手段による前記加圧圧力を増加させて前記回生制動力を前記加圧圧力に基づく制動力で置き換える置き換え本処理とを伴って前記設定された要求制動力が得られるように前記電動機と前記流体圧式制動手段を制御する制動制御手段と、

を備えるものである。

【0007】

この車両では、運転者による制動要求操作に応じて少なくとも電動機に回生制動力を出力させている最中に所定の置き換え条件が成立すると、流体圧式制動手段の加圧手段を本来の加圧性能が得られるように駆動制御する置き換え前処理と、電動機による回生制動力を減少させると共に加圧手段による加圧圧力を増加させて回生制動力を加圧圧力に基づく制動力で置き換える置き換え本処理とを伴って運転者により要求されている要求制動力が得られるように電動機と流体圧式制動手段とが制御される。このように、電動機による回生制動力を加圧手段による加圧圧力に基づく制動力で置き換える際に、加圧手段を本来の加圧性能が得られるように予備的に駆動制御した上で、加圧手段の加圧圧力に基づく制動力による回生制動力の実質的な置き換えを実行すれば、電動機による回生制動力を流体圧式制動手段による制動力へとより円滑に置き換えることが可能となるので、運転者の要求通りに制動力を出力して制動要求操作に際して運転者等が覚えがちな違和感を抑制することができる。

【0008】

この場合、前記置き換え前処理における前記回生制動力の減少分は、前記置き換え本処理における前記回生制動力の減少分よりも少なくともよい。すなわち、置き換え前処理は、加圧手段本来の加圧性能を得るための予備的なものであるため、置き換え前処理の実行中は、回生制動力を利用して要求制動力を確保できるように回生制動力の減少分を少なくするとよく、置き換え前処理中の回生制動力の減少分はゼロであってもよい。

【0009】

また、前記置き換え前処理は、前記加圧手段の駆動開始から加圧の初期応答遅れが解消

10

20

30

40

50

されるまでの時間だけ前記加圧手段を所定の態様で駆動制御すると共に、前記初期応答遅れに起因する前記加圧圧力に基づく制動力の不足分を前記回生制動力で補填する処理であってもよい。これにより、要求制動力を確保しつつ加圧手段による加圧の初期応答遅れを解消することが可能となり、置き換え前処理の完了後には、加圧手段が本来の加圧性能を発揮し得るようになっているので、回生制動力を加圧手段による加圧圧力に基づく制動力へと速やかに置き換えることが可能となる。

【0010】

更に、前記置き換え本処理は、前記回生制動力の単位時間あたりの減少量と前記加圧圧力に基づく制動力の単位時間あたりの増加量とが概ね一致するように前記電動機と前記加圧手段とを駆動制御する処理であってもよい。

10

【0011】

また、前記置き換え条件は、前記車両の走行状態に応じて成立するものであってもよい。更に、本発明による車両は、車速を検出する車速検出手段を更に備えてもよく、前記置き換え条件は、前記検出された車速が所定車速以下になったときに成立するものであってもよい。そして、当該所定車速は、前記電動機により得ることができる回生制動力と車速との関係に基づいて前記電動機による回生を禁止するための閾値として定められた回生禁止車速よりも大きくてもよい。このように車速がある程度高い段階から置き換え前処理を実行すれば、回生制動力と車速との関係から電動機による回生を禁止すべき時点で置き換え本処理を確実に実行することが可能となるので、電動機による回生制動力を加圧手段による加圧圧力に基づく制動力へと極めて円滑に置き換えることが可能となる。

20

【0012】

本発明による車両の制御方法は、車軸に少なくとも回生制動力を出力可能な電動機と、前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、作動流体を加圧可能な加圧手段を有し、運転者による制動要求操作に応じて発生された作動流体の圧力である操作圧力と前記加圧手段の加圧により発生される作動流体の圧力である加圧圧力とを用いて制動力を出力可能な流体圧式制動手段とを備えた車両の制御方法であって、

前記制動要求操作に応じて少なくとも前記電動機に回生制動力を出力させている最中に所定の置き換え条件が成立したときには、前記加圧手段を本来の加圧性能が得られるように駆動制御する置き換え前処理と、前記電動機による回生制動力を減少させると共に前記加圧手段による前記加圧圧力を増加させて前記回生制動力を前記加圧圧力に基づく制動力で置き換える置き換え本処理とを伴って運転者により要求されている要求制動力が得られるように前記電動機と前記流体圧式制動手段を制御するものである。

30

【0013】

この方法のように、電動機による回生制動力を加圧手段による加圧圧力に基づく制動力で置き換える際に、加圧手段を本来の加圧性能が得られるように予備的に駆動制御した上で、加圧手段の加圧圧力に基づく制動力による回生制動力の実質的な置き換えを実行すれば、電動機による回生制動力を流体圧式制動手段による制動力へとより円滑に置き換えることが可能となるので、運転者の要求通りに制動力を出力して制動要求操作に際して運転者等が覚えがちな違和感を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0014】

次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【0015】

図1は、本発明の実施例に係るハイブリッド自動車20の概略構成図である。実施例のハイブリッド自動車20は、エンジン22からの動力をトルクコンバータ30や前後進切換機構35、ベルト式の無断変速機(以下「CVT」という)40、ギヤ機構61、デファレンシャルギヤ62を介して前輪65a, 65bに出力する前輪駆動系21と、モータ50からの動力をギヤ機構63、デファレンシャルギヤ64および後軸66を介して後輪65c, 65dに出力する後輪駆動系51と、前輪65a, 65bおよび後輪65c, 6

50

5 dに制動力を付与するための電子制御式油圧ブレーキユニット(以下「HBS」という)100と、ハイブリッド自動車20の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」という)70とを備える。

【0016】

エンジン22は、ガソリンまたは軽油といった炭化水素系の燃料により動力を出力する内燃機関として構成されており、その出力軸であるクランクシャフト23はトルクコンバータ30に接続されている。また、クランクシャフト23には、ギヤ列25を介してスタータモータ26が接続されると共に、ベルト27等を介してオルタネータ28や機械式オイルポンプ29が接続されている。そして、エンジン22は、エンジン用電子制御ユニット(以下「エンジンECU」という)24により運転制御され、エンジンECU24は、クランクシャフト23に取り付けられたクランクポジションセンサ23aからのクランクポジション信号といったエンジン22の運転状態を検出する各種センサからの信号に基づいて燃料噴射量や点火時期、吸入空気量等の制御を行う。また、エンジンECU24は、ハイブリッドECU70と通信しており、ハイブリッドECU70からの制御信号に従ってエンジン22を運転制御すると共に、エンジン22の運転状態に関するデータを必要に応じてハイブリッドECU70に出力する。

10

【0017】

トルクコンバータ30は、ロックアップクラッチ付きの流体式トルクコンバータとして構成されており、エンジン22のクランクシャフト23に接続されたタービンランナ31と前後進切換機構35を介してCVT40のインプットシャフト41に接続されたポンプインペラ32とロックアップクラッチ33とを有している。ロックアップクラッチ33は、後述するCVT用電子制御ユニット(以下「CVTECU」という)46により駆動制御される油圧回路47からの油圧により作動し、必要に応じてトルクコンバータ30のタービンランナ31とポンプインペラ32とをロックアップする。

20

【0018】

前後進切換機構35は、ダブルピニオン式の遊星歯車機構とブレーキB1とクラッチC1とから構成されている。遊星歯車機構は、外歯歯車のサンギヤ36と、このサンギヤ36と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ37と、サンギヤ36と噛合する複数の第1ピニオンギヤ38aと、それぞれ対応する第1ピニオンギヤ38aと噛合すると共にリングギヤ37と噛合する複数の第2ピニオンギヤ38bと、複数の第1ピニオンギヤ38aおよび複数の第2ピニオンギヤ38bを連結して自転かつ公転自在に保持するキャリア39とを含む。そして、サンギヤ36にはトルクコンバータ30の出力軸34が、キャリア39にはCVT40のインプットシャフト41がそれぞれ連結されている。また、遊星歯車機構のリングギヤ37は、ブレーキB1を介して図示しないケースに固定可能であり、当該ブレーキB1をオン/オフすることにより、リングギヤ37を自由に回転させたり、その回転を禁止したりすることができる。更に、遊星歯車機構のサンギヤ36とキャリア39とは、クラッチC1を介して互いに連結されており、クラッチC1をオン/オフすることにより、サンギヤ36とキャリア39とを連結したり切り離したりすることができる。このような前後進切換機構35によれば、ブレーキB1をオフすると共にクラッチC1をオンすることによりトルクコンバータ30の出力軸34の回転をそのままCVT40のインプットシャフト41に伝達してハイブリッド自動車20を前進させることができる。また、ブレーキB1をオンすると共にクラッチC1をオフすることによりトルクコンバータ30の出力軸34の回転を逆方向に変換してCVT40のインプットシャフト41に伝達すればハイブリッド自動車20を後進させることができる。更に、ブレーキB1をオフすると共にクラッチC1をオフすることによりトルクコンバータ30の出力軸34とCVT40のインプットシャフト41とを切り離すこともできる。

30

40

【0019】

CVT40は、インプットシャフト41に接続された溝幅を変更可能なプライマリプーリ43と、同様に溝幅を変更可能であって駆動軸としてのアウトプットシャフト42に接続されたセカンダリプーリ44と、プライマリプーリ43およびセカンダリプーリ44の

50

溝に巻き掛けられたベルト 45 とを含む。プライマリプーリ 43 およびセカンダリプーリ 44 の溝幅は、C V T E C U 46 により駆動制御される油圧回路 47 からの油圧により変更され得るものであり、これにより、インプットシャフト 41 に入力した動力を無段階に変速してアウトプットシャフト 42 に出力することが可能となる。また、プライマリプーリ 43 およびセカンダリプーリ 44 の溝幅の変更は、上述のように変速比を変更する場合だけではなく、C V T 40 の伝達トルク容量を調節するためのベルト 45 の狭圧力を制御する際にも行なわれる。油圧回路 47 は、モータ 60 a により駆動される電動オイルポンプ 60 とエンジン 22 により駆動される機械式オイルポンプ 29 とから供給される作動油の油圧や油量を調整してプライマリプーリ 43 やセカンダリプーリ 44、トルクコンバータ 30 (ロックアップクラッチ 33)、ブレーキ B1、クラッチ C1 等に供給可能なものである。そして、C V T E C U 46 には、インプットシャフト 41 に取り付けられた回転数センサ 48 からのインプットシャフト 41 の回転数 N_{in} やアウトプットシャフト 42 に取り付けられた回転数センサ 49 からのアウトプットシャフト 42 の回転数 N_{out} 等が入力され、C V T E C U 46 は、これらの情報に基づいて油圧回路 47 への駆動信号を生成、出力する。更に、C V T E C U 46 は、前後進切換機構 35 のブレーキ B1 およびクラッチ C1 のオン/オフ制御やトルクコンバータ 30 のロックアップ制御をも実行する。更に、C V T E C U 46 は、ハイブリッド E C U 70 と通信しており、ハイブリッド E C U 70 からの制御信号に従って C V T 40 の変速比を制御すると共に必要に応じてインプットシャフト 41 の回転数 N_{in} やアウトプットシャフト 42 の回転数 N_{out} といった C V T 40 の運転状態に関するデータをハイブリッド E C U 70 に出力する。

【0020】

モータ 50 は、発電機として機能すると共に電動機としても機能し得る同期発電電動機であり、インバータ 52 を介してエンジン 22 により駆動されるオルタネータ 28 や、当該オルタネータ 28 からの電力ラインに出力端子が接続された高圧バッテリー (例えば定格電圧 42 V の二次電池) 55 に接続されている。これにより、モータ 50 は、オルタネータ 28 や高圧バッテリー 55 からの電力により駆動されたり、回生を行って発電した電力により高圧バッテリー 55 を充電したりすることができる。また、モータ 50 は、モータ用電子制御ユニット (以下「モータ E C U」という) 53 によって駆動制御される。モータ E C U 53 には、モータ 50 を駆動制御するために必要な信号、例えばモータ 50 の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ 50 a からの信号や図示しない電流センサにより検出されるモータ 50 への相電流値等が入力されており、モータ E C U 53 は、これらの信号等に基づいてインバータ 52 のスイッチング素子へのスイッチング信号を生成、出力する。また、モータ E C U 53 は、ハイブリッド E C U 70 と通信しており、ハイブリッド E C U 70 からの制御信号に従ってインバータ 52 へのスイッチング制御信号を出力することによりモータ 50 を駆動制御すると共にモータ 50 の運転状態に関するデータを必要に応じてハイブリッド E C U 70 に出力する。なお、高圧バッテリー 55 には、電圧を変換する D C / D C コンバータ 56 を介して低圧バッテリー 57 が接続されており、高圧バッテリー 55 側からの電力が電圧変換されて低圧バッテリー 57 側へ供給されるようになっている。低圧バッテリー 57 は、上述の電動オイルポンプ 60 を始めとする各種補機類の電源として用いられる。そして、高圧バッテリー 55 と低圧バッテリー 57 とは、バッテリー用電子制御ユニット (以下「バッテリー E C U」という) 58 により管理されている。このバッテリー E C U 58 は、バッテリー 55、57 の出力端子 (図示せず) に取り付けられた図示しない電圧センサからの端子間電圧や電流センサからの充放電電流、温度センサからの電池温度などに基づいて残容量 S O C や入出力制限等を算出する。更に、バッテリー E C U 58 は、ハイブリッド E C U 70 等と通信しており、必要に応じて残容量 S O C 等のデータをハイブリッド E C U 70 等に出力する。

【0021】

続いて、ハイブリッド自動車 20 に備えられた H B S 100 について説明する。H B S 100 は、マスタシリンダ 101 やブレーキアクチュエータ 102、前輪 65 a、65 b や後輪 65 c、65 d に設けられたホイールシリンダ 109 a ~ 109 d 等を含み、基本

10

20

30

40

50

的に、ブレーキペダル 85 に作用する運転者の踏力に応じてマスタシリンダ 101 により発生された操作圧力としてのマスタシリンダ圧 Pmc をブレーキアクチュエータ 102 を介して前輪 65a, 65b および後輪 65c, 65d のホイールシリンダ 109a ~ 109d に供給することにより、前輪 65a, 65b および後輪 65c, 65d にマスタシリンダ圧 Pmc に基づく制動力を付与するものである。また、実施例では、マスタシリンダ 101 に対して、エンジン 22 により発生される負圧を用いて運転者による制動要求操作をアシストするブレーキブースタ 103 が設けられている。図 1 に示すように、ブレーキブースタ 103 は、配管および逆止弁 104 を介してエンジン 22 の吸気マニフォールド 22a と接続された、いわゆる真空式倍力装置として構成されており、外気による圧力とエンジン 22 の吸気負圧との差圧により図示しないダイヤフラムに作用する力によって運

10

【0022】

ブレーキアクチュエータ 102 は、上述の低圧バッテリー 57 を電源として作動し、マスタシリンダ 101 により発生されるマスタシリンダ圧 Pmc を調圧してホイールシリンダ 109a ~ 109b に供給すると共に、運転者によるブレーキペダル 85 の踏み込みに拘わらず、前輪 65a, 65b や後輪 65c, 65d に制動力が付与されるようにホイールシリンダ 109a ~ 109d における油圧を調整可能なものである。図 2 は、ブレーキアクチュエータ 102 の構成を示す系統図である。同図に示すように、ブレーキアクチュエータ 102 は、いわゆるクロス(X)配管型のアクチュエータとして構成されており、右側の前輪 65a および左側の後輪 65d のための第 1 系統 110 と左側の前輪 65b および右側の後輪 65c のための第 2 系統 120 とから構成されている。すなわち、実施例のハイブリッド自動車 20 では、前輪 65a, 65b を駆動するためのエンジン 22 が車両前部に配置される関係上、重量バランスが前寄りとなることから、第 1 系統 110 と第 2 系統 120 との何れかが失陥しても、前輪 65, 65b の何れかに制動力を付与し得るようにクロス配管型のブレーキアクチュエータ 102 が採用されている。更に、実施例では、前輪 65a または 65b のホイールシリンダ 109a, 109b における油圧(ホイールシリンダ圧)と後輪 65c または 65d のホイールシリンダ 109a, 109b における油圧(ホイールシリンダ圧)とが同一であるときに、前輪 65a または 65b に付与される制動力が後輪 65c または 65d に付与される制動力よりも大きくなるように、ホイールシリンダ 109a ~ 109d からの油圧により摩擦制動力に発生するディスクブレーキやドラムブレーキといった摩擦ブレーキユニットのロータ外径やパッドの摩擦係数といった諸元が定められている。

20

30

【0023】

第 1 系統 110 は、供給油路 L10 を介してマスタシリンダ 101 に接続されたマスタシリンダカットソレノイドバルブ(以下「MC カットソレノイドバルブ」という) 111 と、供給油路 L11 を介してそれぞれ MC カットソレノイドバルブ 111 に接続されると共に加減圧油路 L12a または L12d を介して右側の前輪 65a のホイールシリンダ 109a または左側の後輪 65d のホイールシリンダ 109d に接続された保持ソレノイドバルブ 112a, 112d と、同様に加減圧油路 L12a または L12d を介して右側の前輪 65a のホイールシリンダ 109a または左側の後輪 65d のホイールシリンダ 109d に接続された減圧ソレノイドバルブ 113a, 113d と、減圧油路 L13 を介して減圧ソレノイドバルブ 113a, 113d と接続されると共に油路 L14 を介して供給油路 L10 と接続されたリザーバ 114 と、その吸入口が油路 L15 を介してリザーバ 114 と接続されると共にその吐出口が逆止弁 116 を有する油路 L16 を介して供給油路 L11 と接続されたポンプ 115 とを含む。同様に、第 2 系統 120 は、供給油路 L20 を介してマスタシリンダ 101 に接続された MC カットソレノイドバルブ 121 と、供給油路 L21 を介してそれぞれ MC カットソレノイドバルブ 121 に接続されると共に加減圧

40

50

油路 L 2 2 b または L 2 2 c を介して左側の前輪 6 5 b のホイールシリンダ 1 0 9 b または右側の後輪 6 5 c のホイールシリンダ 1 0 9 c に接続された保持ソレノイドバルブ 1 2 2 b , 1 2 2 c と、同様に加減圧油路 L 2 2 b または L 2 2 c を介して左側の前輪 6 5 b のホイールシリンダ 1 0 9 b または右側の後輪 6 5 c のホイールシリンダ 1 0 9 c に接続された減圧ソレノイドバルブ 1 2 3 b , 1 2 3 c と、減圧油路 L 2 3 を介して減圧ソレノイドバルブ 1 2 3 b , 1 2 3 c と接続されると共に油路 L 2 4 を介して供給油路 L 2 0 と接続されたりザーバ 1 2 4 と、その吸入口が油路 L 2 5 を介してリザーバ 1 2 4 と接続されると共にその吐出口が逆止弁 1 2 6 を有する油路 L 2 6 を介して供給油路 L 2 1 と接続されたポンプ 1 2 5 とを含む。

【 0 0 2 4 】

第 1 系統 1 1 0 の MC カットソレノイドバルブ 1 1 1、保持ソレノイドバルブ 1 1 2 a , 1 1 2 d、減圧ソレノイドバルブ 1 1 3 a , 1 1 3 d、リザーバ 1 1 4、ポンプ 1 1 5、逆止弁 1 1 6 と、第 2 系統 1 2 0 の MC カットソレノイドバルブ 1 2 1、保持ソレノイドバルブ 1 2 2 b , 1 2 2 c、減圧ソレノイドバルブ 1 2 3 b , 1 2 3 c、リザーバ 1 2 4、ポンプ 1 2 5、逆止弁 1 2 6 とは、対応するもの同士それぞれ同一のものでされている。MC カットソレノイドバルブ 1 1 1 , 1 2 1 は、何れも非通電時（オフ時）に全開しており、ソレノイドに供給される電流を制御することにより開度調整可能なリニアソレノイドバルブである。保持ソレノイドバルブ 1 1 2 a , 1 1 2 d , 1 2 2 b , 1 2 2 c は、通電時（オン時）に閉成される常開型ソレノイドバルブであり、オンされて閉成しているときにホイールシリンダ 1 0 9 a ~ 1 0 9 d における油圧（ホイールシリンダ圧）が供給油路 L 1 1 , L 2 1 における油圧よりも高ければブレーキオイルを供給油路 L 1 1 , L 2 1 側に戻すように作動する逆止弁を有している。また、減圧ソレノイドバルブ 1 1 3 a , 1 1 3 d , 1 2 3 b , 1 2 3 c は、通電時（オン時）に閉成される常閉型ソレノイドバルブである。更に、第 1 系統 1 1 0 のポンプ 1 1 5 と第 2 系統 1 2 0 のポンプ 1 2 5 とは、1 体のモータ（例えばデューティ制御されるブラシレス DC モータ）1 5 0 により駆動され、それぞれ対応するリザーバ 1 1 4 または 1 2 4 内のブレーキオイルを吸入・加圧して油路 L 1 6 または L 2 6 へと供給する。

【 0 0 2 5 】

上述のように構成されるブレーキアクチュエータ 1 0 2 の動作について説明すると、MC カットソレノイドバルブ 1 1 1 , 1 2 1、保持ソレノイドバルブ 1 1 2 a , 1 1 2 d , 1 2 2 b , 1 2 2 c および減圧ソレノイドバルブ 1 1 3 a , 1 1 3 d , 1 2 3 b , 1 2 3 c のすべてがオフされている状態（図 2 の状態）で運転者によりブレーキペダル 8 5 が踏み込まれると、マスタシリンダ 1 0 1 によって運転者による踏力とエンジン 2 2 からの負圧 P n とに応じたマスタシリンダ圧 P m c が発生され、これによりブレーキオイルが供給油路 L 1 0 , L 2 0、MC カットソレノイドバルブ 1 1 1 , 1 2 1、供給油路 L 1 1 , L 2 1、保持ソレノイドバルブ 1 1 2 a ~ 1 2 2 c、加減圧油路 L 1 2 a ~ L 2 2 c を介してホイールシリンダ 1 0 9 a ~ 1 0 9 d に供給されるので、マスタシリンダ圧 P m c に基づく制動力を前輪 6 5 a , 6 5 b や後輪 6 5 c , 6 5 d に付与することが可能となる。また、この状態でブレーキペダル 8 5 の踏み込みが解除されれば、ホイールシリンダ 1 0 9 a ~ 1 0 9 d 内のブレーキオイルは、加減圧油路 L 1 2 a ~ L 2 2 c、保持ソレノイドバルブ 1 1 2 a ~ 1 2 2 c、供給油路 L 1 1 , L 2 1、MC カットソレノイドバルブ 1 1 1 , 1 2 1、供給油路 L 1 0 , L 2 0 を介してマスタシリンダ 1 0 1 のリザーバ 1 0 6 へと戻され、これに応じてホイールシリンダ 1 0 9 a ~ 1 0 9 d における油圧が減少して前輪 6 5 a , 6 5 b や後輪 6 5 c , 6 5 d に付与されていた制動力が解除される。更に、前輪 6 5 a , 6 5 b や後輪 6 5 c , 6 5 d に制動力が付与されているときに、保持ソレノイドバルブ 1 1 2 a ~ 1 2 2 c をオンして閉成させれば、ホイールシリンダ 1 0 9 a ~ 1 0 9 d における油圧を保持することができる。また、減圧ソレノイドバルブ 1 1 3 a ~ 1 2 3 c をオンして開成させれば、ホイールシリンダ 1 0 9 a ~ 1 0 9 d 内のブレーキオイルを加減圧油路 L 1 2 a ~ L 2 2 c、減圧ソレノイドバルブ 1 1 3 a ~ 1 2 3 c、減圧油路 L 1 3 , L 2 3 を介してリザーバ 1 1 4 , 1 2 4 へと導きホイールシリンダ 1 0 9 a ~ 1 0

10

20

30

40

50

9 dにおけるホイールシリンダ圧を減少させることができる。これにより、ブレーキアクチュエータ102によれば、運転者がブレーキペダル85を踏み込んだときに前輪65a、65bや後輪65c、65dの何れかがロックしてスリップするのを防止するアンチロックブレーキ(ABS)制御を実行することが可能となる。

【0026】

加えて、運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれたときに、MCカットソレノイドバルブ111、121の開度を小さくすると共にポンプ115、125を作動させれば、マスタシリンダ101からのブレーキオイルがリザーバ114、124へと導かれるようになり、ホイールシリンダ109a~109dには、油路L16、L26、保持ソレノイドバルブ112a~122c、加減圧油路L12a~L22cを介して、マスタシリンダ101からリザーバ114、124へと導かれたブレーキオイルがポンプ115、125により増圧されて供給されることになる。すなわち、MCカットソレノイドバルブ111、121を開度調整しながらポンプ115、125を作動させれば、いわゆるブレーキアシストが実行され、マスタシリンダ圧Pmcとポンプ115、125の加圧により発生される圧力(ポンプ115、125による増圧分)との和に基づく制動力を得ることが可能となる。また、運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれていないときであっても、MCカットソレノイドバルブ111、121の開度を調整しながらポンプ115、125を作動させれば、マスタシリンダ101のリザーバ106からブレーキアクチュエータ102のリザーバ114、124へと吸引されたブレーキオイルをポンプ115、125により加圧してホイールシリンダ109a~109dへと供給することができる。この際、更に保持ソレノイドバルブ112a~122cや減圧ソレノイドバルブ113a~123cを個別にオン/オフ制御すれば、ホイールシリンダ109a~109dにおける油圧を個別かつ自在に調節することが可能となる。これにより、ブレーキアクチュエータ102によれば、運転者がアクセルペダル83を踏み込んだときに駆動輪としての前輪65a、65bや後輪65c、65dの何れかが空転してスリップするのを防止するトラクションコントロール(TRC)や、ハイブリッド自動車20の旋回中等に前輪65a、65bや後輪65c、65dが横滑りするのを防止する姿勢安定化制御(VSC)等をも実行することが可能となる。

【0027】

そして、上述のブレーキアクチュエータ102、すなわちMCカットソレノイドバルブ111、121、保持ソレノイドバルブ112a~122c、減圧ソレノイドバルブ113a~123c、ポンプ115、125を駆動するモータ150等は、ブレーキ用電子制御ユニット(以下「ブレーキECU」という)105によって駆動制御される。ブレーキECU105には、マスタシリンダ101により発生されたマスタシリンダ圧Pmcを検出するマスタシリンダ圧センサ101aからのマスタシリンダ圧Pmc、ブレーキブースタ103内の圧力を検出する圧力センサ103aからの負圧(エンジン22により発生される負圧)Pn、主にブレーキアクチュエータ102の欠陥時に用いられるブレーキペダル85に設けられた踏力検出スイッチ86からの信号、更に前輪65a、65bや後輪65c、65dに設けられた図示しない車輪速センサからの車輪速や図示しない操舵角センサからの操舵角等が入力される。また、ブレーキECU105は、ハイブリッドECU70やモータECU53、バッテリーECU58と通信しており、上述のマスタシリンダ圧Pmcや負圧Pnといったデータ、高圧バッテリー55の残容量SOC、モータ50の回転数Nm、ハイブリッドECU70からの制御信号等に基づいてブレーキアクチュエータ102を駆動制御してブレーキアシスト、ABS制御、TRC、VSC等を実行すると共に必要に応じてブレーキアクチュエータ102等の作動状態に関するデータ等をハイブリッドECU70やモータECU53、バッテリーECU58等へ出力する。

【0028】

一方、ハイブリッドECU70は、CPU72を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU72の他に処理プログラムを記憶するROM74と、データを一時的に記憶するRAM76と、図示しない入出力ポートおよび通信ポート等を備える。

10

20

30

40

50

ハイブリッドECU70には、イグニッションスイッチ80からのイグニッション信号や、シフトレバー81の操作位置を検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジションSP、アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Acc、踏力検出スイッチ86からの信号、車速センサ87からの車速V等が入力ポートを介して入力されている。そして、ハイブリッドECU70は、これらの信号等に基づいて各種制御信号等を生成し、上述のように、エンジンECU24やCVTECU46、モータECU53、バッテリーECU58、ブレーキECU105等と、通信により各種制御信号やデータのやり取りを行う。また、ハイブリッドECU70からは、クランクシャフト23に連結されたスタータモータ26やオルタネータ28への駆動信号、電動オイルポンプ60のモータ60aへの制御信号等が出力ポートを介して出力される。

10

【0029】

上述のように構成された実施例のハイブリッド自動車20は、運転者のアクセルペダル83の操作に応じてエンジン22からの動力を前輪65a, 65bに出力して走行するか、あるいはモータ50からの動力を後輪65c, 65dに出力して走行し、必要に応じてエンジン22とモータ50との双方から動力を出力して4輪駆動により走行する。4輪駆動により走行する場合の例としては、アクセルペダル83が大きく踏み込まれた急加速時や前輪65a, 65bや後輪65c, 65dの何れかがスリップしたとき等が挙げられる。また、実施例のハイブリッド自動車20では、例えば車速Vが所定車速以上であるときにアクセルペダル83の踏み込みが解除されてアクセルオフに基づく減速要求がなされると、ブレーキB1がオフされると共にクラッチC1がオフされてエンジン22とCVT40との接続が解除されると共にエンジン22が停止され、モータ50が回生制御される。これにより、モータ50の回生により後輪65c, 65dに制動力を付与してハイブリッド自動車20を減速させると共にモータ50によって回生される電力により高圧バッテリー55を充電することが可能となり、それによりハイブリッド自動車20におけるエネルギー効率を向上させることができる。

20

【0030】

次に、上述のように構成された実施例のハイブリッド自動車20の制動中にモータ50による回生制動力をHBS100による制動力に置き換えるときの動作について説明する。図3は、実施例のブレーキECU105により実行される制動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、車速Vがある程度高い状態で運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれ、マスタシリンダ圧Pmcに基づく制動力とモータ50による回生制動力とで要求された制動力をまかなう場合に所定時間毎に実行される。

30

【0031】

図3の制動制御ルーチンの開始に際して、ブレーキECU105の図示しないCPUは、まず、車速センサ87からの車速V、マスタシリンダ圧センサ101aからのマスタシリンダ圧Pmc、圧力センサ103aからの負圧Pnといった制御に必要なデータの入力処理を実行する(ステップS100)。ステップS100のデータ入力処理の後、入力したマスタシリンダ圧Pmcと負圧Pnとに基づいて運転者によりブレーキペダル85に加えられたペダル踏力Fpdを計算する(ステップS110)。実施例では、マスタシリンダ圧Pmcおよび負圧Pnとペダル踏力Fpdとの関係が予め定められてペダル踏力設定用マップとしてブレーキECU105の図示しないROMに記憶されており、ペダル踏力Fpdとしては、与えられたマスタシリンダ圧Pmcと負圧Pnとに対応するものが当該マップから導出・設定される。図4にペダル踏力設定用マップの一例を示す。次いで、計算したペダル踏力Fpdに基づいて運転者により要求されている要求制動力BF*を設定する(ステップS120)。実施例では、運転者によるペダル踏力Fpdと要求制動力BF*との関係が予め定められて要求制動力設定用マップとしてブレーキECU105のROMに記憶されており、要求制動力BF*としては、与えられたペダル踏力Fpdに対応するものが当該マップから導出・設定される。図5に要求制動力設定用マップの一例を示す。このように、実施例では、エンジン22からブレーキブースタ103に供給される負

40

50

圧 P_n の値によってブレーキブースタ 103 におけるサーボ比が変化することを考慮し、マスタシリンダ圧 P_{mc} および負圧 P_n に基づいて運転者によるペダル踏力 F_{pd} を求めた上で、ペダル踏力 F_{pd} に応じた要求制動力 $B F^*$ を設定している。これにより、エンジン 22 からブレーキブースタ 103 に供給される負圧 P_n の値が変化しても運転者の要求に応じて要求制動力 $B F^*$ をより正確に設定することが可能となる。更に、ステップ S 100 にて入力したマスタシリンダ圧 P_{mc} にブレーキロータの外径、タイヤ径、ホイールシリンダのシリンダ断面積、ブレーキパッドの摩擦係数といったブレーキ諸元から定まる定数 K_{spec} を乗じる計算によりマスタシリンダ圧 P_{mc} に基づく操作制動力 $B F_m c$ を設定する (ステップ S 130)。

【0032】

次いで、ステップ S 100 にて入力した車速 V が予め定められた基準車速 V_{ref} 以下であるか否かを判定する (ステップ S 140)。車速 V が基準車速 V_{ref} を上回っている場合には、ステップ S 120 にて設定した要求制動力 $B F^*$ から操作制動力 $B F_m c$ を減じた値をモータ 50 の目標回生制動力 $B F_r^*$ として設定すると共に (ステップ S 150)、設定した目標回生制動力 $B F_r^*$ をモータ ECU 53 に送信し (ステップ S 160)、本ルーチンを一旦終了させる。このように、運転者によりブレーキペダル 85 が踏み込まれたときに車速 V が基準車速 V_{ref} を上回っている場合には、モータ 50 による回生制動力とマスタシリンダ圧 P_{mc} に基づく操作制動力 $B F_m c$ とにより要求制動力 $B F^*$ がまかなわれるようにモータ 50 が回生制御されることになる。なお、この場合には、マスタシリンダ圧 P_{mc} に基づく操作制動力 $B F_m c$ を前輪 65a, 65b や後輪 65c, 65d に作用させるので、MC カットソレノイドバルブ 111, 121 はオフされたまま全開状態に保たれる。

【0033】

ここで、モータ 50 による回生制動力は、車速 V が低下するにつれて小さくなるものであり、更にモータ 50 の効率や発熱等を考慮すれば、車速 V がある程度小さくなったときにはモータ 50 の回生制御を停止し、回生制動力を HBS 100 による制動力で置き換えることが好ましい。そして、車速 V とモータ 50 により得ることができる回生制動力との関係に基づくと共にモータ 50 の効率や発熱等を考慮することにより、図 6 に示すようにモータ 50 による回生制動力の HBS 100 による制動力への置き換えを開始させる閾値としての回生禁止車速 V_s を定めることができる。この場合、実施例のハイブリッド自動車 20 では、ブレーキアクチュエータ 102 のポンプ 115, 125 を作動させた際にポンプ 115, 125 の加圧により発生される加圧圧力 (増圧分) に基づく制動力にてモータ 50 による回生制動力を置き換えることができる。ただし、アキュムレータ等の蓄圧装置を有していない比較的簡素なブレーキアクチュエータ 102 を備えた HBS 100 においては、いわゆる応答遅れ等によりポンプ 115, 125 の駆動開始から所望の応答性が得られるようになるまでにある程度時間を要することから、制動中に車速 V が上述の回生禁止車速 V_s になった時点でモータ 50 による回生制動力の HBS 100 による制動力への置き換えを開始させたのでは、運転者の要求通りに制動力を出力し得なくなって運転者等に違和感を与えてしまうおそれもある。このため、実施例では、上述の回生禁止車速 V_s と、ポンプ 115, 125 の駆動開始から本来の加圧性能が発揮されるまで、つまり駆動開始から初期応答遅れが解消されて指令値に対するリニアな応答性が得られるようになるまでの応答遅れ時間 t_{rd} と、ハイブリッド自動車 20 においてモータ 50 や HBS 100 を用いて発生させることができる最大減速加速度 G_{max} 等とに基づいて次式 (1) に例示されるような計算によりステップ S 140 にて用いられる閾値としての基準車速 V_{ref} を定めている。なお、式 (1) における値 \dots は、正または負の調整係数である。

【0034】

$$V_{ref} = V_s + G_{max} \cdot t_{rd} + \dots \quad (1)$$

【0035】

そして、ステップ S 140 にて車速 V が基準車速 V_{ref} 以下であると判断された場合には、所定のフラグ F_2 が値 0 であるか否かを判定し (ステップ S 170)、フラグ F_2

10

20

30

40

50

が値0であれば、更に所定のフラグF1が値0であるか否かを判定する(ステップS180)。車速Vが基準車速Vref以下であると共に、フラグF1、F2が何れも値0である場合には、フラグF1を値1に設定すると共にブレーキECU105に含まれる図示しないタイマをオンして計時を開始させる(ステップS190)。更にポンプ115、125のモータ150に対する指令値(指令デューティ比)dpを予め定められた値dp1に設定すると共に、MCカットソレノイドバルブ111、121の開度を変化させるための指令値(指令デューティ比)dvをポンプ115、125(モータ150)への指令値dp1に対応した所定の値dv1に設定する(ステップS200)。ポンプ115、125への指令値dp1とMCカットソレノイドバルブ111、121に対する指令値dv1とは、ポンプ115、125による加圧の応答遅れを解消するための値としてそれぞれ実験、解析を経て適合されたものである。続いて、モータ50の目標回生制動力BFr*を設定する(ステップS210)。実施例では、ポンプ115、125のモータ150を一定の指令値dp1で、MCカットソレノイドバルブ111、121を一定の指令値dv1でそれぞれ駆動制御したときのブレーキアクチュエータ102による制動力の増加分BFpの時間変化を実験、解析により把握した上で、上述のタイマにより計測されるポンプ115、125等の駆動制御を開始してからの時間tとブレーキアクチュエータ102による制動力の増加分BFpとの関係をマップとしてブレーキECU105のROMに記憶している。そして、ステップS210では、ステップS120にて設定した要求制動力BF*からステップS130にて設定した操作制動力BFmcと当該マップから得られる経過時間tに対応した増加分BFpとを減じた値を目標回生制動力BFr*として設定している。こうして目標回生制動力BFr*を設定したならば、指令値dp(=dp1)に基づいてポンプ115、125のモータ150を、指令値dv(=dv1)に基づいてMCカットソレノイドバルブ111、121のソレノイドをそれぞれ駆動制御し(ステップS220)、更に設定した目標回生制動力BFr*をモータECU53に送信し(ステップS160)、本ルーチンを一旦終了させる。

【0036】

上述のように、運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれて車速Vが基準車速Vref以下になると、ステップS190~S220、S160の処理が実行される。また、ステップS190にてフラグF1が値1に設定されると、本ルーチンの次の実行時には、ステップS180にて否定判断がなされることになる。この場合には、上述のタイマにより計測されるポンプ115、125等の駆動制御を開始してからの時間tが上述の応答遅れ時間trdに基づいて定められた所定時間tref以上であるか否かを判定し(ステップS230)、時間tが所定時間tref未満であれば、上述のステップS200~S220、S160の処理が再度実行される。これにより、実施例のハイブリッド自動車20では、運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれて車速Vが基準車速Vref以下になると、ポンプ115、125等の駆動開始から加圧の初期応答遅れが解消されるまでの時間だけ、ポンプ115、125のモータ150を一定の指令値dp1で、MCカットソレノイドバルブ111、121を一定の指令値dv1でそれぞれ駆動制御する置き換え前処理が実行されることになる。そして、このような置き換え前処理が実行される間、ポンプ115、125による加圧の初期応答遅れに起因するHBS100からの制動力の不足分はモータ50による回生制動力で補填されることになる。

【0037】

一方、ステップS230にてタイマにより計測される時間tが所定時間tref以上になったと判断されると、フラグF1を値0に設定すると共に上述のタイマをオフし、更にフラグF2を値1に設定する(ステップS240)。そして、目標回生制動力BFr*の前回値から所定値BFrを減じた値をモータ50の目標回生制動力BFr*として設定する(ステップS250)。ステップS250にて用いられる所定値BFrは、初期応答遅れが解消されたポンプ115、125本来の加圧性能を考慮して定められるモータ50の回生制動力を漸減させるための制限値である。続いて、設定した目標回生制動力BFr*が値0を上回っているか否かを判定し(ステップS260)、目標回生制動力BFr

10

20

30

40

50

*が値0を上回っていれば、モータ50による回生制動力を減少させることによって不足する制動力をマスタシリンダ101からのブレーキオイルをポンプ115, 125により増圧させることにより補填すべく、ステップS120にて設定された要求制動力BF*からステップS250にて設定された目標回生制動力BFr*とステップS130にて設定された操作制動力BFmcとを減じた値をポンプ115, 125の加圧により発生する加圧圧力(ポンプ115, 125による増圧分)に基づく加圧制動力BFppとして設定する(ステップS270)。加圧制動力BFppを設定したならば、設定した加圧制動力BFppに基づいてポンプ115, 125のモータ150に対する指令値dpを設定すると共にMCカットソレノイドバルブ111, 121に対する指令値dvを設定する(ステップS280)。実施例では、加圧制動力BFppすなわちポンプ115, 125による増圧分と指令値dpおよび指令値dvとの関係が予め定められて図示しない指令値設定用マップとしてブレーキECU105のROMに記憶されており、指令値dpおよび指令値dvとしては、与えられた加圧制動力BFppに対応するものが当該マップから導出・設定される。そして、指令値dpに基づいてポンプ115, 125のモータ150を、指令値dvに基づいてMCカットソレノイドバルブ111, 121のソレノイドをそれぞれ駆動制御し(ステップS220)、更に設定した目標回生制動力BFr*をモータECU53に送信し(ステップS160)、本ルーチンを一旦終了させる。

【0038】

また、上述のようにステップS240にてフラグF2が値1に設定されると、本ルーチンの次の実行時には、ステップS170にて否定判断がなされ、上述のステップS250以降の処理が実行されることになる。そして、ステップS260にて目標回生制動力BFr*が値0以下であると判断されると、目標回生制動力BFr*が値0に再設定されると共に、加圧制動力BFppが要求制動力BF*から操作制動力BFmcを減じた値に設定され(ステップS290)、ステップS280、S220およびS160の処理が実行されることになる。このように、実施例のハイブリッド自動車20では、ポンプ115, 125のモータ150を一定の指令値dp1で、MCカットソレノイドバルブ111, 121を一定の指令値dv1でそれぞれ駆動制御する置き換え前処理が所定時間trefにわたって実行されると、その後、モータ50による回生制動力が概ね値0まで漸減するようにモータ50を制御すると共に、ポンプ115, 125による加圧圧力を増加させ、回生制動力の減少分がポンプ115, 125による加圧圧力に基づく加圧制動力BFppで補填されるようにポンプ115, 125のモータ150とMCカットソレノイドバルブ111, 121のソレノイドとを駆動制御する置き換え本処理が実行される。そして、ステップS260にて目標回生制動力BFr*が値0以下であると判断された後には、マスタシリンダ圧Pmcに基づく操作制動力BFmcと、ポンプ115, 125による加圧制動力BFppとを用いて要求制動力BF*がまかなわれることになる。なお、フラグF2は、例えばブレーキペダル85の踏み込みが解除された時点で値0に設定される。

【0039】

以上説明したように、実施例のハイブリッド自動車20では、運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれてモータ50に回生制動力を出力させている最中に車速Vが基準車速Vref以下になると、HBS100のブレーキアクチュエータ102に含まれるポンプ115, 125を本来の加圧性能が得られるように駆動制御する置き換え前処理(ステップS190~S220, S160)と、モータ50による回生制動力を減少させると共にポンプ115, 125による加圧圧力を増加させて回生制動力を当該加圧圧力に基づく加圧制動力BFppで置き換える置き換え本処理(ステップS240~S280, S160)とを伴って要求制動力BF*が得られるようにモータ50とHBS100とが制御される。このように、モータ50による回生制動力をポンプ115, 125による加圧圧力に基づく加圧制動力BFppで置き換える際に、ポンプ115, 125(モータ150)を本来の加圧性能が得られるように予備的に駆動制御した上で、ポンプ115, 125による加圧圧力に基づく加圧制動力BFppによる回生制動力の実質的な置き換えを実行すれば、モータ50による回生制動力をHBS100による制動力へとより円滑に置き換え

10

20

30

40

50

ることが可能となるので、運転者の要求通りに制動力を出力して制動要求操作に際して運転者等が覚えがちな違和感を抑制することができる。すなわち、ポンプ 115, 125 等の駆動開始から加圧の初期応答遅れが解消されるまでの時間だけポンプ 115, 125 等を駆動制御すると共に、当該初期応答遅れに起因するポンプ 115, 125 による加圧圧力に基づく加圧制動力 $B F_{pp}$ の不足分をモータ 50 による回生制動力で補填する置き換え前処理を実行することにより、要求制動力 $B F^*$ を確保しつつポンプ 115, 125 による加圧の初期応答遅れを解消することが可能となる。そして、置き換え前処理の完了後には、ポンプ 115, 125 が本来の加圧性能を發揮し得るようになっているので、モータ 50 による回生制動力をポンプ 115, 125 による加圧圧力に基づく加圧制動力 $B F_{pp}$ へと速やかに置き換えることが可能となる。

10

【0040】

また、実施例のハイブリッド自動車 20 では、モータ 50 により得ることができる回生制動力と車速 V との関係に基づいてモータ 50 による回生を禁止するための閾値として定められた回生禁止車速 V_s よりも大きい基準車速 V_{ref} を定めておき、図 6 において実線で示すように、ブレーキペダル 85 が踏み込まれている最中に車速 V が基準車速 V_{ref} 以下となったとき、すなわち車速 V がある程度高い段階から置き換え前処理を実行している。これにより、車速 V が回生禁止車速 V_s 以下となってモータ 50 による回生を禁止すべき時点で置き換え本処理を確実に実行することが可能となり、モータ 50 による回生制動力をポンプ 115, 125 による加圧圧力に基づく加圧制動力 $B F_{pp}$ へと極めて円滑に置き換えることが可能となる。また、実施例のハイブリッド自動車 20 における置き換え前処理は、ポンプ 115, 125 の本来の加圧性能を得るための予備的なものであり、しかも車速 V が比較的高いうちから実行されるので、置き換え前処理の実行中には、HBS100 による制動力の不足分をモータ 50 による回生制動力で補填しながら要求制動力 $B F^*$ を確保することになる。従って、置き換え前処理における回生制動力の減少分は、ポンプ 115, 125 (モータ 150) の駆動制御による HBS100 からの制動力の増加分に対応する程度のものであればよく、ゼロまたはそれに近いものであってもよい。

20

【0041】

なお、実施例のハイブリッド自動車 20 では、車速 V や要求制動力 $B F^*$ の値によっては、要求制動力 $B F^*$ をマスタシリンダ圧 P_{mc} に基づく操作制動力 $B F_{mc}$ とモータ 50 による回生制動力とでまかなうことができなくなることもあるが、このような場合には、ブレーキアクチュエータ 102 のポンプ 115, 125 を駆動制御し、マスタシリンダ 101 からのブレーキオイルをポンプ 115, 125 により増圧させることにより不足する制動力を補填すればよい。そして、このようなポンプ 115, 125 の駆動制御を伴った制動中に車速 V が基準車速 V_{ref} 以下となった場合には、ポンプ 115, 125 等の駆動制御を開始してからの時間 t が所定時間 t_{ref} 未満であれば、車速 V が回生禁止車速 V_s 以下となるまでの適切なタイミングで上述の置き換え前処理と置き換え本処理とを実行し、ポンプ 115, 125 等の駆動制御を開始してからの時間 t が所定時間 t_{ref} 以上であれば、その後に車速 V が回生禁止車速 V_s 以下となった時点で上述の置き換え本処理を実行すればよい。更に、上記実施例では、置き換え本処理に際して、回生制動力が所定値 $B F_r$ だけ漸減するようにモータ 50 を制御すると共に回生制動力の減少分を補填するようにポンプ 115, 125 等を制御しているが、これに限られるものではない。すなわち、置き換え本処理は、回生制動力の単位時間あたりの減少量とポンプ 115, 125 による加圧圧力に基づく加圧制動力 $B F_{pp}$ の単位時間あたりの増加量とが概ね一致するようにモータ 50 やポンプ 115, 125 等を駆動制御する処理であればよい。従って、置き換え本処理は、加圧圧力に基づく加圧制動力 $B F_{pp}$ が漸増するようにポンプ 115, 125 を制御すると共に加圧圧力に基づく加圧制動力 $B F_{pp}$ の増加分だけ回生制動力が減少するようにモータ 50 を制御するものであってもよい。

30

40

【0042】

また、上記実施例のハイブリッド自動車 20 は、エンジン 22 の動力を駆動軸としてのアウトプットシャフト 42 を介して前輪 65a, 65b に出力するものであるが、エンジ

50

ン 2 2 の動力は後軸 6 6 を介して後輪 6 5 c , 6 5 d に出力されてもよい。更に、エンジン 2 2 の動力を前輪 6 5 a , 6 5 b や後輪 6 5 c , 6 5 d に出力する代わりに発電機に接続し、当該発電機により発電された電力あるいは当該発電機により発電されてバッテリーに充電された電力によりモータ 5 0 を駆動してもよい。すなわち、本発明は、いわゆるシリーズ方式のハイブリッド車両にも適用することができる。また、実施例のハイブリッド自動車 2 0 は、後軸 6 6 を介してモータ 5 0 の動力を後輪 6 5 c , 6 5 d に出力するものであるが、モータ 5 0 の動力は前輪 6 5 a , 6 5 b に出力されもよい。更に、変速機としてベルト式の C V T 4 0 の代わりに、トロイダル式の C V T や有段変速機を用いてもよい。

【 0 0 4 3 】

以上、実施例を用いて本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、様々な変更をなし得ることはいうまでもない。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 4 】

本発明は、自動車産業において有用である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】 本発明の実施例に係るハイブリッド自動車 2 0 の概略構成図である。

【 図 2 】 実施例のハイブリッド自動車 2 0 に備えられた H B S 1 0 0 のブレーキアクチュエータ 1 0 2 を示す系統図である。

【 図 3 】 実施例のブレーキ E C U 1 0 5 により実行される制動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【 図 4 】 ペダル踏力設定用マップの一例を示す説明図である。

【 図 5 】 要求制動力設定用マップの一例を示す説明図である。

【 図 6 】 実施例のハイブリッド自動車 2 0 における車速 V とモータ 5 0 による回生制動力との関係を示す説明図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 6 】

2 0 ハイブリッド自動車、 2 1 前輪駆動系、 2 2 エンジン、 2 2 a 吸気マニフールド、 2 3 クランクシャフト、 2 3 a クランクポジションセンサ、 2 4 エンジン用電子制御ユニット（エンジン E C U ）、 2 5 ギヤ列、 2 6 スタータモータ、 2 7 ベルト、 2 8 オルタネータ、 2 9 機械式オイルポンプ、 3 0 トルクコンバータ、 3 1 タービンランナ、 3 2 ポンプインベラ、 3 3 ロックアップクラッチ、 3 4 出力軸、 3 5 前後進切換機構、 3 6 サンギヤ、 3 7 リングギヤ、 3 8 a 第 1 ピニオンギヤ、 3 8 b 第 2 ピニオンギヤ、 3 9 キャリア、 4 0 C V T 、 4 1 インプットシャフト、 4 2 アウトプットシャフト、 4 3 プライマリプーリ、 4 4 セカンダリプーリ、 4 5 ベルト、 4 6 C V T 用電子制御ユニット（ C V T E C U ）、 4 7 油圧回路、 4 8 , 4 9 回転数センサ、 5 0 モータ、 5 0 a 回転位置検出センサ、 5 1 後輪駆動、 5 2 インバータ、 5 3 モータ用電子制御ユニット（モータ E C U ）、 5 5 高圧バッテリー、 5 6 D C / D C コンバータ、 5 7 低圧バッテリー、 5 8 バッテリー用電子制御ユニット（バッテリー E C U ）、 6 0 電動オイルポンプ、 6 0 a モータ、 6 1 , 6 3 ギヤ機構、 6 2 , 6 4 デファレンシャルギヤ、 6 5 a , 6 5 b 前輪、 6 5 c , 6 5 d 後輪、 6 6 後軸、 7 0 ハイブリッド用電子制御ユニット（ハイブリッド E C U ）、 7 2 C P U 、 7 4 R O M 、 7 6 R A M 、 8 0 イグニッションスイッチ、 8 1 シフトレバー、 8 2 シフトポジションセンサ、 8 3 アクセルペダル、 8 4 アクセルペダルポジションセンサ、 8 5 ブレーキペダル、 8 6 踏力検出スイッチ、 8 7 車速センサ、 1 0 0 電子制御式油圧ブレーキユニット（ H B S ）、 1 0 1 マスタシリンダ、 1 0 1 a マスタシリンダ圧センサ、 1 0 2 ブレーキアクチュエータ、 1 0 3 ブレーキブースタ、 1 0 3 a 圧力センサ、 1 0 4 逆止弁、 1 0 5 ブレーキ用電子制御ユニット（ブレーキ E C U ）、 1 0 6 リザーバ、 1 0 9 a , 1 0 9 b , 1 0 9 c , 1

10

20

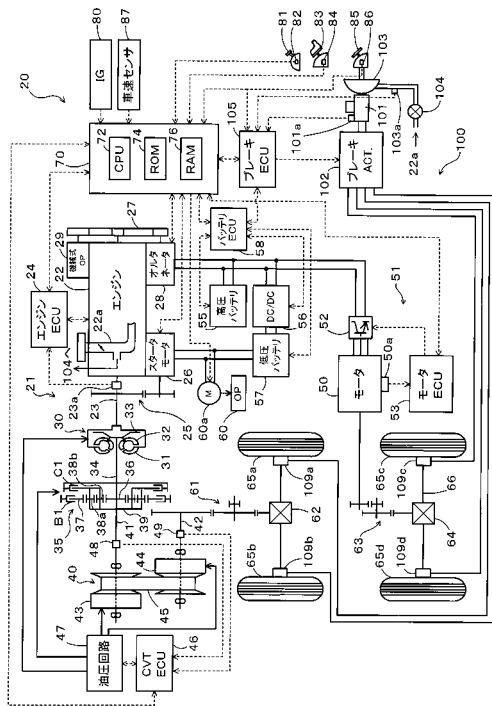
30

40

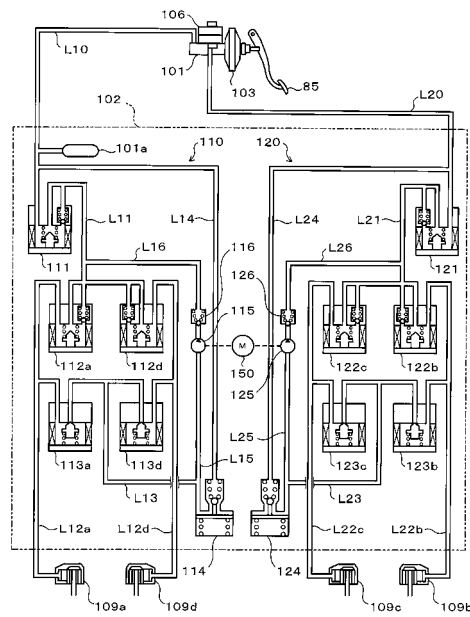
50

09d ホイールシリンダ、110 第1系統、111, 121 MCカットソレノイドバルブ、112a, 112d, 122b, 122c 保持ソレノイドバルブ、113a, 113d, 123b, 123c 減圧ソレノイドバルブ、114, 124 リザーバ、115, 125 ポンプ、116, 126 逆止弁、120 第2系統、150 モータ、B1 ブレーキ、C1 クラッチ、L10, L11, L20, L21 供給油路、L12a, L12d, L22b, L22c 加減圧油路、L13, L23 減圧油路、L14, L15, L16, L24, L25, L26 油路。

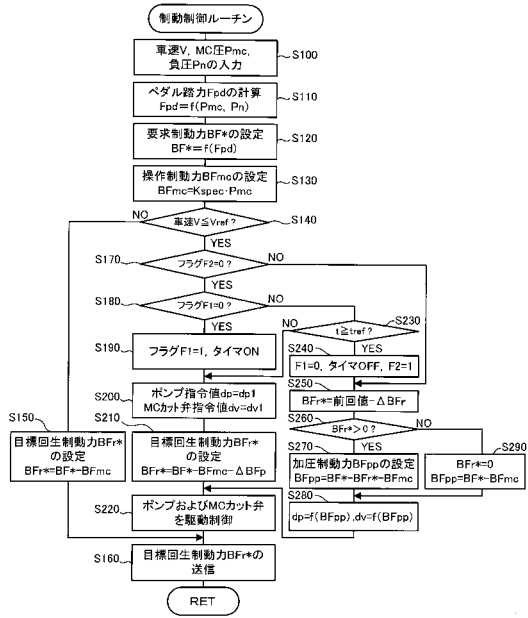
【図1】



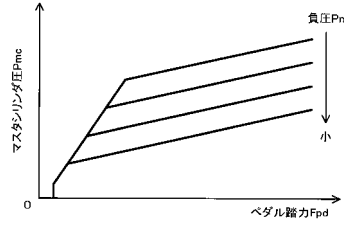
【図2】



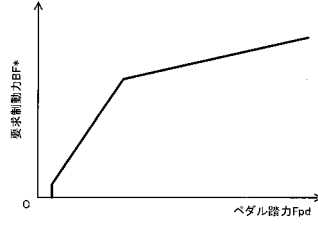
【図3】



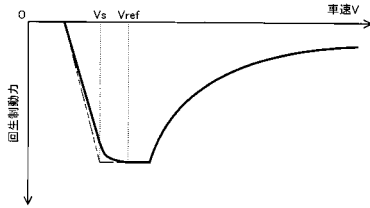
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 池田 貴俊

(56)参考文献 特開2006-034034(JP,A)
特開2004-196064(JP,A)
特開2002-095106(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60L 7/24
B60T 8/17