

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5347689号
(P5347689)

(45) 発行日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日 (2013.8.30)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 0 T 17/18 (2006.01)	B 6 0 T 17/18 Z H V
B 6 0 K 6/445 (2007.10)	B 6 0 K 6/445
F 0 2 D 45/00 (2006.01)	F 0 2 D 45/00 3 1 2 Z
F 0 2 D 29/02 (2006.01)	F 0 2 D 29/02 3 4 1
B 6 0 W 10/18 (2012.01)	B 6 0 K 6/20 3 7 0

請求項の数 3 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-110107 (P2009-110107)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成21年4月28日 (2009.4.28)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2010-254259 (P2010-254259A)	(74) 代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
(43) 公開日	平成22年11月11日 (2010.11.11)	(74) 代理人	100109047 弁理士 村田 雄祐
審査請求日	平成24年1月17日 (2012.1.17)	(74) 代理人	100109081 弁理士 三木 友由
		(72) 発明者	田中 義人 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	塩澤 正和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブレーキ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1電子制御ユニットを含み、車輪に付与される摩擦制動力を該第1電子制御ユニットにより制御するブレーキシステムと、

第2電子制御ユニットを含み、該車輪に駆動軸を介して付与される駆動力を該第2電子制御ユニットにより制御する駆動システムと、を備え、

前記第2電子制御ユニットは、前記第1電子制御ユニットに異常を検出した場合に、前記駆動軸に生じた減速度に基づいて目標減速度を演算し、前記駆動システムにより前記駆動軸に付与可能な制動力を該目標減速度に従って制御することを特徴とするブレーキ制御装置。

【請求項2】

前記第1電子制御ユニットを監視可能である第3電子制御ユニットをさらに備え、

前記第2電子制御ユニットは、前記第3電子制御ユニットの監視結果に基づいて前記第1電子制御ユニットに異常があるか否かを判定することを特徴とする請求項1に記載のブレーキ制御装置。

【請求項3】

前記第1電子制御ユニット乃至第3電子制御ユニットを通信可能に接続する第1ネットワークと、該第1ネットワークと並列に前記第1電子制御ユニット乃至第3電子制御ユニットを通信可能に接続する第2ネットワークと、を含む車載ネットワークをさらに備え、

前記第3電子制御ユニットは、監視結果を前記第1ネットワーク及び前記第2ネットワ

ークに送信することを特徴とする請求項2に記載のブレーキ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に設けられた車輪に付与される制動力を制御するブレーキ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、運転者のブレーキ操作状態に応じて所望とする目標ブレーキ制御量を演算する第1コントロールユニットと、複数輪に制動力を付与する負荷に対し目標ブレーキ制御量に収束するように駆動信号を付与する第2コントロールユニットと、第2コントロールユニットに設けられ、第1コントロールユニットとは別にブレーキ操作状態量が入力され、目標ブレーキ制御量を演算するバックアップ演算部と、を備えるブレーキ制御装置が記載されている。具体的には、ブレーキ制御装置は、メインECU300、第1サブECU100、及び第2サブECU200を備える。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-55992号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ブレーキ制御装置に何らかの異常が生じた場合に制動力を補うためのバックアップを可能とするようブレーキ制御装置を構成することが好ましい。ところが上述のブレーキ制御装置は、メインECU300に加えて2つのバックアップ専用のサブECU100、200を必要とするから高コストである。よって、ブレーキ制御装置にバックアップ専用のサブECUを設けることなくバックアップ制御を実現することが好ましい。

【0005】

そこで、本発明は、バックアップ制御をより低コストに実現可能とするブレーキ制御装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のある態様のブレーキ制御装置は、第1電子制御ユニットを含み、車輪に付与される摩擦制動力を該第1電子制御ユニットにより制御するブレーキシステムと、第2電子制御ユニットを含み、該車輪に駆動軸を介して付与される駆動力を該第2電子制御ユニットにより制御する駆動システムと、を備える。前記第2電子制御ユニットは、前記第1電子制御ユニットに異常を検出した場合に目標減速度を演算し、前記駆動システムにより前記駆動軸に付与可能な制動力を該目標減速度に従って制御する。

【0007】

この態様によると、第1電子制御ユニットに異常が生じてブレーキシステムが正常に動作しない場合に、駆動システム及びこれを制御する第2電子制御ユニットを用いて、代替的に目標減速度を演算し制動力を制御することができる。よって、ブレーキシステムのバックアップ専用のシステムを設けることなく低コストにバックアップ制御を実現することができる。

40

【0008】

前記第2電子制御ユニットは、前記駆動軸に生じた減速度に基づいて前記目標減速度を演算してもよい。

【0009】

駆動軸に生じた減速度は、車両に実際に生じている減速度に相当する。よって、第2電子制御ユニットは例えば、実際の車両減速度が運転者の要求制動力から不足する分を補う

50

よう目標減速度を演算することが可能となる。このようにすれば、要求制動力に対する不足分を駆動システムにより助勢することができる。

【0010】

また、駆動システムは通常、駆動軸の例えば回転速度を測定するよう構成されている。この場合、測定された駆動軸回転速度から、駆動軸減速度を求めることができる。よって、既存の駆動システムを利用して目標減速度を演算することが可能となる。新たな検出系を付加しなくてもよいので、より低コストにバックアップ制御を実現することができる。

【0011】

前記第1電子制御ユニットを監視可能である第3電子制御ユニットをさらに備えてもよい。前記第2電子制御ユニットは、前記第3電子制御ユニットの監視結果に基づいて前記第1電子制御ユニットに異常があるか否かを判定してもよい。

10

【0012】

第2電子制御ユニットが第3電子制御ユニットの監視結果を参照して第1電子制御ユニットの異常を判定することにより、異常判定精度を高めることができる。例えば、第1電子制御ユニットが正常であるにもかかわらず第1及び第2電子制御ユニット間の通信不良により第2電子制御ユニットが第1電子制御ユニットを認識できない場合を第1電子制御ユニットの異常と誤判定する可能性を小さくすることができる。ブレーキシステムの正常なブレーキ制御に加えて駆動システムによるバックアップ制御が作動すると、不必要に大きな制動力を発生させてしまう。よって、第1電子制御ユニットの異常誤判定を抑制することにより、不必要なバックアップ制御によるブレーキフィーリングの悪化も抑制することができる。

20

【0013】

前記第1電子制御ユニット乃至第3電子制御ユニットを通信可能に接続する第1ネットワークと、該第1ネットワークと並列に前記第1電子制御ユニット乃至第3電子制御ユニットを通信可能に接続する第2ネットワークと、を含む車載ネットワークをさらに備えてもよい。前記第3電子制御ユニットは、監視結果を前記第1ネットワーク及び前記第2ネットワークに送信してもよい。

【0014】

並列に設けられている第1及び第2ネットワークに第3電子制御ユニットが監視結果を送信することにより、第2電子制御ユニットは第1及び第2ネットワークから受信した監視結果を照合することができる。照合の結果、両方のネットワークから受信した監視結果がともに第1電子制御ユニットの異常を示す場合に第2電子制御ユニットが第1電子制御ユニットの異常と判定することにより、異常判定精度を高めることができる。例えば各電子制御ユニット間の通信不良や断線等により他の電子制御ユニットを認識できない場合を異常と誤判定する可能性を小さくすることができる。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、より低コストにブレーキシステムのバックアップ制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係るブレーキ制御装置が適用された車両を示す概略構成図である。

【図2】本発明の各実施形態に係る液圧ブレーキユニットを示す系統図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るブレーキバックアップモードを説明するためのフローチャートである。

【図4】本発明の一実施形態に係る目標減速度の演算処理を説明するための図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る目標減速度の演算処理を説明するための図である。

【図6】本発明の一実施形態に係る車載ネットワークを模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 7 】

本発明の一実施形態においては、ブレーキ制御システムとは別の制御システムでブレーキのバックアップ制御が実行される。ブレーキ制御システムはいわゆるブレーキワイヤ制御を司る制御システムであってもよい。一実施形態においては、例えばブレーキ制御システムを制御する電子制御ユニットの動作が停止した場合に、別の制御システムの電子制御ユニットによりその制御システムが生成可能である制動力を制御する。例えば、駆動制御システムの電子制御ユニットは、車載ネットワーク上の情報に基づきブレーキ制御システムの電子制御ユニットの異常を検知して、駆動制御システムにより駆動軸に与え得る制動力を制御する。

【 0 0 1 8 】

このようにすれば、ブレーキのフェイルセーフ性能をより高めることができる。また、既存の別の制御システムをブレーキのバックアップ制御に利用するので、低コストにバックアップ制御システムを構築することができる。

【 0 0 1 9 】

ブレーキ制御システムは、電子制御ユニットの動作が停止した場合であっても運転者のブレーキ操作入力に応じた制動力を機械的に発生させるよう構成されていてもよい。駆動制御システムは、この機械的制動力を助勢すべく駆動軸に与え得る制動力を制御してもよい。例えば、駆動制御システムは、ブレーキ制御システムが発生させた機械的制動力を推定し、その推定値に基づき目標減速度を演算し、その目標減速度に従って駆動軸に与え得る制動力を制御してもよい。

【 0 0 2 0 】

この場合、駆動制御システムは、駆動軸に生じた減速度に基づいて機械的制動力を推定してもよい。駆動制御システムの電子制御ユニットは、駆動制御システムに付随するセンサの出力に基づいて駆動軸の減速度を求めてもよい。駆動制御システムは回生ブレーキユニットを備えてもよく、駆動制御システムの電子制御ユニットは回生ブレーキユニットが発生させる回生制動力を制御してもよい。あるいは駆動制御システムはエンジンブレーキを制御してもよい。

【 0 0 2 1 】

また、ブレーキ制御システムは、当該システムを制御する電子制御ユニットが正常でありかつブレーキ制御システム内部のセンサまたはアクチュエータに異常が生じたときに、ブレーキ制御システムの電子制御ユニットの制御のもとで第1のバックアップ制御を実行してもよい。また、ブレーキ制御システムの電子制御ユニットに異常が生じた場合に、別の制御システム（例えば駆動制御システム）の電子制御ユニットによりその制御システムが生成可能である制動力を制御する第2のバックアップ制御を当該別の電子制御ユニットが実行してもよい。すなわち、一実施形態においては、ブレーキ制御システムに内在する第1のバックアップ制御だけでなく、別の制御システムを利用する第2のバックアップ制御も実行可能に構成されていてもよい。

【 0 0 2 2 】

一実施形態においては、車両は、互いに独立した複数の電子制御システムを備える。各電子制御システムは、少なくとも1つの電子制御ユニット（いわゆるECU）と、測定結果を電子制御ユニットに送信する少なくとも1つのセンサと、センサの測定結果に基づき電子制御ユニットにより制御される少なくとも1つのアクチュエータと、を備える。複数の電子制御システムのそれぞれの電子制御ユニットは車載ネットワークに並列に接続されていてもよい。このようにして、各電子制御ユニットは、車載ネットワークを介して互いに情報を送受信可能に構成されている。各電子制御システムはそれぞれ他の電子制御システムから独立して、内部のセンサ出力に基づいてアクチュエータを制御してもよい。また、各電子制御システムは、車載ネットワーク上の情報に基づいて他の電子制御システムと協調して制御をしてもよい。

【 0 0 2 3 】

複数の電子制御システムは、少なくともブレーキシステムとハイブリッドシステムとを

10

20

30

40

50

含んでもよい。ブレーキシステムはブレーキECUを含み、ハイブリッドシステムはハイブリッドECUを含み、ブレーキECUとハイブリッドECUとは車載ネットワークを通じて通信可能であってもよい。

【0024】

ブレーキシステムは、運転者の操作入力に応じて作動液を加圧するマスタシリンダと、ブレーキECUの出力する制御信号に従ってブレーキ液圧を制御する液圧アクチュエータと、を備えてもよい。ブレーキECUは、液圧アクチュエータを通じてマスタシリンダ圧をブレーキ液圧とする操作液圧モードと、マスタシリンダを液圧アクチュエータから遮断してブレーキ液圧を制御する制御液圧モードと、を少なくとも含む複数のブレーキモードを選択して実行可能であってもよい。ブレーキシステムは、操作液圧モードを初期状態として構成されており、ブレーキECUの動作が停止した場合には停止直前のブレーキモードから操作液圧モードに復元される。操作液圧モードは、ブレーキシステムにおけるバックアップ用のブレーキモードとして機能する。

10

【0025】

ハイブリッドシステムは、駆動源としてのモータと、モータの出力を駆動輪に伝達するための駆動軸と、駆動輪または駆動軸の回転数を測定する速度センサと、を備えてもよい。ハイブリッドECUは通常、ブレーキECUからの制動要求を受けてモータにより回生制動力を発生させ、その回生制動力の大きさをブレーキECUに送信してもよい。

【0026】

一方、ハイブリッドECUは、ブレーキECUが動作していないことを検知した場合には、速度センサの測定値に基づいて目標減速度を演算し、車両減速度を目標減速度に追従させるよう回生制動力を制御してもよい。ハイブリッドECUは、操作液圧モードによる摩擦制動力を速度センサの測定値に基づいて推定し、摩擦制動力の推定値に所望の助勢制動力を付加することにより目標減速度を演算してもよい。

20

【0027】

一実施形態においては、車両に設けられた複数の電子制御システムは、ブレーキシステム、ハイブリッドシステム、及び、第3の電子制御システムを含んでもよい。第3の電子制御システムは、当該システムを制御する第3の電子制御ユニットを含んでもよい。各電子制御ユニットは、当該電子制御ユニットが他の各電子制御ユニットを認識しているか否か（すなわち、正常に通信可能であるか否か）を示す情報を車載ネットワークに送信してもよい。

30

【0028】

例えば、第3のECUは、第3のECUがブレーキECUを認識している否かを示すフラグを車載ネットワークに送信してもよい。この場合、ハイブリッドECUは、第3のECUが送信したフラグとハイブリッドECU自身のブレーキECUの認識の有無とを照合して、ブレーキECUに異常があるか否かを判定してもよい。つまり、照合した結果、両方とも異常を示す場合（すなわちブレーキECUを認識していない場合）に、ハイブリッドECUは、ブレーキECUに異常があると判定してもよい。このようにすれば、ハイブリッドECUとブレーキECUとの間の通信不良や断線等によりハイブリッドECUがブレーキECUの異常を誤判定する可能性を小さくすることができる。その結果、正常なブレーキ制御中に通信異常によってハイブリッドECUのブレーキバックアップ制御が起動することを避けることができる。

40

【0029】

車載ネットワークは二重系または多重系で構成されていてもよい。車載ネットワークの1つの系統には通信量に上限があるため、原則として複数の系統はそれぞれ異なる情報の通信に使用される。このようにして、二重系または多重系のネットワーク全体で所望の通信量を実現する。しかし、各電子制御ユニットは、他の各電子制御ユニットと通信可能であるか否かを示す情報を車載ネットワークの複数の系統のそれぞれに共通に送信してもよい。

【0030】

50

例えば、第3のECUは、第3のECUがブレーキECUを認識している否かを示すフラグを車載ネットワークの複数の系統のそれぞれに送信してもよい。この場合、ハイブリッドECUは、第3のECUが複数系統に送信したフラグのそれぞれとハイブリッドECU自身のブレーキECUの認識の有無とを照合して、ブレーキECUに異常があるか否かを判定してもよい。このようにすれば、ハイブリッドECUが通信の異常をブレーキECUの異常であると誤判定する可能性をさらに小さくすることができる。

【0031】

また、一実施形態においては、車載ネットワークの複数の系統とブレーキECUとが共通の電源から給電されるよう構成されていてもよい。この場合、ハイブリッドECUは、車載ネットワークの複数系統の通信状態が共通して不良または不能である場合に、バックアップ制御を開始してもよい。仮に車載ネットワークとブレーキECUとが別々の電源に接続されている場合には、電圧低下による動作不良が異なるタイミングで生じ得ることになる。しかし、電源を共通化することにより電圧低下による動作不良のタイミングを合わせることができる。つまり、電源の電圧低下により車載ネットワークの通信状態が悪化または不能となったときにはブレーキECUも同様に電圧低下により動作が困難な状態となる。よって、電源の共通化により、ハイブリッドECUのバックアップ制御開始判定の信頼性を高くすることができる。

【0032】

図1は、本発明の一実施形態に係るブレーキ制御装置が適用された車両を示す概略構成図である。同図に示される車両1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モータジェネレータ4と、変速機5を介して動力分割機構3に接続された電動モータ6と、車両1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1の駆動輪たる右前輪9FRおよび左前輪9FLが連結される。

【0033】

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ECU13により制御される。エンジンECU13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ECU13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。

【0034】

動力分割機構3は、変速機5を介して電動モータ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の出力をモータジェネレータ4と変速機5とに振り分ける役割と、電動モータ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。モータジェネレータ4と電動モータ6とは、それぞれインバータを含む電力変換装置11を介してハイブリッドシステム用のバッテリー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。バッテリー12としては、例えばニッケル水素蓄電池などの蓄電池を用いることができる。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を介してモータジェネレータ4および電動モータ6を制御する。なお、上述のハイブリッドECU7やエンジンECU13、モータECU14は、何れも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。

【0035】

また、駆動軸の回転数を測定するために回転数センサ15が設けられている。回転数センサ15は、ドライブシャフト8の回転数を測定するようドライブシャフト8に付随して設けられていてもよいし、変速機5における回転数を測定するよう変速機5に内蔵されて

10

20

30

40

50

いてもよい。回転数センサ 15 は、駆動軸の回転数を検知し、検知した値を示す信号を例えばハイブリッド ECU 7 に与える。また、回転数センサ 15 は、検知した値を示す信号をエンジン ECU 13、または、変速機 5 を制御するトランスミッション ECU (図示せず) に与えてもよい。

【0036】

ハイブリッド ECU 7 やモータ ECU 14 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 から電力を電動モータ 6 に供給することにより、電動モータ 6 の出力により左右の前輪 9FR, 9FL 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 1 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 の出力の一部をモータジェネレータ 4 に伝えることにより、モータジェネレータ 4 が発生する電力を用いて、電動モータ 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。

10

【0037】

また、車両 1 を制動する際には、ハイブリッド ECU 7 やモータ ECU 14 による制御のもと、前輪 9FR, 9FL から伝わる動力によって電動モータ 6 が回転させられ、電動モータ 6 が発電機として作動させられる。すなわち、電動モータ 6、電力変換装置 11、ハイブリッド ECU 7 およびモータ ECU 14 等は、車両 1 の運動エネルギーを電気エネルギーに回生することによって左右の前輪 9FR, 9FL に制動力を付与する回生ブレーキユニット 10 として機能する。

20

【0038】

車両 1 はこのような回生ブレーキユニット 10 に加えて、図 2 に示されるように、動力液圧源 30 等からの作動液の供給により制動力を発生させる液圧ブレーキユニット 20 を備える。本実施形態における車両 1 においては、車両の運動エネルギーを電気エネルギーに回生することによって車両を制動する回生制動と、液圧ブレーキユニット 20 による液圧制動とのそれぞれを車両の制動に用いることができる。また、ハイブリッド車両 1 は、回生ブレーキユニット 10 と液圧ブレーキユニット 20 と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回生制動力と液圧制動力とを併用して所望の制動力を発生させることができる。

【0039】

図 2 は、本発明の各実施形態に係る液圧ブレーキユニット 20 を示す系統図である。同図に示される液圧ブレーキユニット 20 は、車両用の電子制御式ブレーキシステム (ECB) を構成しており、車両に設けられた 4 つの車輪に付与される摩擦制動力を制御する。液圧ブレーキユニット 20 は、図 2 に示されるように、各車輪に対応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、マスタシリンダユニット 27 と、動力液圧源 30 と、液圧アクチュエータ 40 とを含む。

30

【0040】

ディスクブレーキユニット 21FR, 21FL, 21RR および 21RL は、車両の右前輪、左前輪、右後輪、および左後輪のそれぞれに制動力を付与する。本実施形態におけるマニュアル液圧源としてのマスタシリンダユニット 27 は、ブレーキ操作部材としてのブレーキペダル 24 の運転者による操作量に応じて加圧されたブレーキフルードをディスクブレーキユニット 21FR ~ 21RL に対して送出する。動力液圧源 30 は、動力の供給により加圧された作動流体としてのブレーキフルードを、運転者によるブレーキペダル 24 の操作から独立してディスクブレーキユニット 21FR ~ 21RL に対して送出することが可能である。液圧アクチュエータ 40 は、動力液圧源 30 またはマスタシリンダユニット 27 から供給されたブレーキフルードの液圧を適宜調整してディスクブレーキユニット 21FR ~ 21RL に送出する。これにより、液圧制動による各車輪に対する制動力が調整される。

40

【0041】

ディスクブレーキユニット 21FR ~ 21RL、マスタシリンダユニット 27、動力液圧源 30、および液圧アクチュエータ 40 のそれぞれについて以下で更に詳しく説明する

50

。各ディスクブレーキユニット 2 1 F R ~ 2 1 R L は、それぞれブレーキディスク 2 2 とブレーキキャリアに内蔵されたホイールシリンダ 2 3 F R ~ 2 3 R L を含む。そして、各ホイールシリンダ 2 3 F R ~ 2 3 R L は、それぞれ異なる流体通路を介して液圧アクチュエータ 4 0 に接続されている。なお以下では適宜、ホイールシリンダ 2 3 F R ~ 2 3 R L を総称して「ホイールシリンダ 2 3」という。

【 0 0 4 2 】

ディスクブレーキユニット 2 1 F R ~ 2 1 R L においては、ホイールシリンダ 2 3 に液圧アクチュエータ 4 0 からブレーキフルードが供給されると、車輪と共に回転するブレーキディスク 2 2 に摩擦部材としてのブレーキパッドが押し付けられる。これにより、各車輪に制動力が付与される。なお、本実施形態においてはディスクブレーキユニット 2 1 F R ~ 2 1 R L を用いているが、例えばドラムブレーキ等のホイールシリンダ 2 3 を含む他の制動力付与機構を用いてもよい。

10

【 0 0 4 3 】

マスタシリンダユニット 2 7 は、本実施形態では液圧ブースタ付きマスタシリンダであり、液圧ブースタ 3 1、マスタシリンダ 3 2、レギュレータ 3 3、およびリザーバ 3 4 を含む。液圧ブースタ 3 1 は、ブレーキペダル 2 4 に連結されており、ブレーキペダル 2 4 に加えられたペダル踏力を増幅してマスタシリンダ 3 2 に伝達する。動力液圧源 3 0 からレギュレータ 3 3 を介して液圧ブースタ 3 1 にブレーキフルードが供給されることにより、ペダル踏力は増幅される。そして、マスタシリンダ 3 2 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。

20

【 0 0 4 4 】

マスタシリンダ 3 2 とレギュレータ 3 3 との上部には、ブレーキフルードを貯留するリザーバ 3 4 が配置されている。マスタシリンダ 3 2 は、ブレーキペダル 2 4 の踏み込みが解除されているときにリザーバ 3 4 と連通する。一方、レギュレータ 3 3 は、リザーバ 3 4 と動力液圧源 3 0 のアキュムレータ 3 5 との双方と連通しており、リザーバ 3 4 を低圧源とすると共に、アキュムレータ 3 5 を高圧源とし、マスタシリンダ圧とほぼ等しい液圧を発生する。レギュレータ 3 3 における液圧を以下では適宜、「レギュレータ圧」という。なお、マスタシリンダ圧とレギュレータ圧とは厳密に同一圧にされる必要はなく、例えばレギュレータ圧のほうが若干高圧となるようにマスタシリンダユニット 2 7 を設計することも可能である。

30

【 0 0 4 5 】

動力液圧源 3 0 は、アキュムレータ 3 5 およびポンプ 3 6 を含む。アキュムレータ 3 5 は、ポンプ 3 6 により昇圧されたブレーキフルード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 1 4 ~ 2 2 M P a 程度に変換して蓄えるものである。ポンプ 3 6 は、駆動源としてモータ 3 6 a を有し、その吸込口がリザーバ 3 4 に接続される一方、その吐出口がアキュムレータ 3 5 に接続される。ポンプ 3 6 により、アキュムレータ圧は維持されるべき設定範囲（本明細書ではこれを許容範囲という場合もある）に保たれる。ブレーキ E C U 7 0 は、アキュムレータ圧センサ 7 2 の測定値に基づいて、アキュムレータ圧が許容範囲の下限を下回った場合にポンプ 3 6 をオンとしてアキュムレータ圧を加圧し、アキュムレータ圧が許容範囲の上限を超えた場合にポンプ 3 6 をオフとして加圧を終了する。

40

【 0 0 4 6 】

また、アキュムレータ 3 5 は、マスタシリンダユニット 2 7 に設けられたリリーフバルブ 3 5 a にも接続されている。アキュムレータ 3 5 におけるブレーキフルードの圧力が異常に高まって例えば 2 5 M P a 程度になると、リリーフバルブ 3 5 a が開弁し、高圧のブレーキフルードはリザーバ 3 4 へと戻される。

【 0 0 4 7 】

上述のように、液圧ブレーキユニット 2 0 は、ホイールシリンダ 2 3 に対するブレーキフルードの供給源として、マスタシリンダ 3 2、レギュレータ 3 3 およびアキュムレータ 3 5 を有している。そして、マスタシリンダ 3 2 にはマスタ配管 3 7 が、レギュレータ 3

50

3にはレギュレータ配管38が、アキュムレータ35にはアキュムレータ配管39が接続されている。これらのマスタ配管37、レギュレータ配管38およびアキュムレータ配管39は、それぞれ液圧アクチュエータ40に接続される。

【0048】

液圧アクチュエータ40は、複数の流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。アクチュエータブロックに形成された流路には、個別流路41、42、43および44と、主流路45とが含まれる。個別流路41～44は、それぞれ主流路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のホイールシリンダ23FR、23FL、23RR、23RLに接続されている。これにより、各ホイールシリンダ23は主流路45と連通可能となる。

10

【0049】

また、個別流路41、42、43および44の途中には、ABS保持弁51、52、53および54が設けられている。各ABS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、何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。開状態とされた各ABS保持弁51～54は、ブレーキフルードを双方向に流通させることができる。つまり、主流路45からホイールシリンダ23へとブレーキフルードを流すことができるとともに、逆にホイールシリンダ23から主流路45へもブレーキフルードを流すことができる。ソレノイドに通電されて各ABS保持弁51～54が閉弁されると、個別流路41～44におけるブレーキフルードの流通は遮断される。

20

【0050】

更に、ホイールシリンダ23は、個別流路41～44にそれぞれ接続された減圧用流路46、47、48および49を介してリザーバ流路55に接続されている。減圧用流路46、47、48および49の途中には、ABS減圧弁56、57、58および59が設けられている。各ABS減圧弁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、何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。各ABS減圧弁56～59が閉状態であるときには、減圧用流路46～49におけるブレーキフルードの流通は遮断される。ソレノイドに通電されて各ABS減圧弁56～59が開弁されると、減圧用流路46～49におけるブレーキフルードの流通が許容され、ブレーキフルードがホイールシリンダ23から減圧用流路46～49およびリザーバ流路55を介してリザーバ34へと還流する。なお、リザーバ流路55は、リザーバ配管77を介してマスタシリンダユニット27のリザーバ34に接続されている。

30

【0051】

主流路45は、中途に分離弁60を有する。この分離弁60により、主流路45は、個別流路41および42と接続される第1流路45aと、個別流路43および44と接続される第2流路45bとに区分けされている。第1流路45aは、個別流路41および42を介して前輪用のホイールシリンダ23FRおよび23FLに接続され、第2流路45bは、個別流路43および44を介して後輪用のホイールシリンダ23RRおよび23RLに接続される。

40

【0052】

分離弁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。分離弁60が開状態であるときには、主流路45におけるブレーキフルードの流通は遮断される。ソレノイドに通電されて分離弁60が開弁されると、第1流路45aと第2流路45bとの間でブレーキフルードを双方向に流通させることができる。

【0053】

また、液圧アクチュエータ40においては、主流路45に連通するマスタ流路61およびレギュレータ流路62が形成されている。より詳細には、マスタ流路61は、主流路45の第1流路45aに接続されており、レギュレータ流路62は、主流路45の第2流路

50

4 5 b に接続されている。また、マスタ流路 6 1 は、マスタシリンダ 3 2 と連通するマスタ配管 3 7 に接続される。レギュレータ流路 6 2 は、レギュレータ 3 3 と連通するレギュレータ配管 3 8 に接続される。

【 0 0 5 4 】

マスタ流路 6 1 は、中途にマスタカット弁 6 4 を有する。マスタカット弁 6 4 は、マスタシリンダ 3 2 から各ホイールシリンダ 2 3 へのブレーキフルードの供給経路上に設けられている。マスタカット弁 6 4 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、規定の制御電流の供給を受けてソレノイドが発生させる電磁力により閉弁状態が保証され、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。開状態とされたマスタカット弁 6 4 は、マスタシリンダ 3 2 と主流路 4 5 の第 1 流路 4 5 a との間でブレーキフルードを双方向に流通させることができる。ソレノイドに規定の制御電流が通電されてマスタカット弁 6 4 が閉弁されると、マスタ流路 6 1 におけるブレーキフルードの流通は遮断される。

10

【 0 0 5 5 】

また、マスタ流路 6 1 には、マスタカット弁 6 4 よりも上流側において、シミュレータカット弁 6 8 を介してストロークシミュレータ 6 9 が接続されている。すなわち、シミュレータカット弁 6 8 は、マスタシリンダ 3 2 とストロークシミュレータ 6 9 とを接続する流路に設けられている。シミュレータカット弁 6 8 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、規定の制御電流の供給を受けてソレノイドが発生させる電磁力により閉弁状態が保証され、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。シミュレータカット弁 6 8 が閉状態であるときには、マスタ流路 6 1 とストロークシミュレータ 6 9 との間でブレーキフルードの流通は遮断される。ソレノイドに通電されてシミュレータカット弁 6 8 が開弁されると、マスタシリンダ 3 2 とストロークシミュレータ 6 9 との間でブレーキフルードを双方向に流通させることができる。

20

【 0 0 5 6 】

ストロークシミュレータ 6 9 は、複数のピストンやスプリングを含むものであり、シミュレータカット弁 6 8 の開放時に運転者によるブレーキペダル 2 4 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 6 9 としては、運転者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い。

30

【 0 0 5 7 】

レギュレータ流路 6 2 は、中途にレギュレータカット弁 6 5 を有する。レギュレータカット弁 6 5 は、レギュレータ 3 3 から各ホイールシリンダ 2 3 へのブレーキフルードの供給経路上に設けられている。レギュレータカット弁 6 5 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、規定の制御電流の供給を受けてソレノイドが発生させる電磁力により閉弁状態が保証され、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。開状態とされたレギュレータカット弁 6 5 は、レギュレータ 3 3 と主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b との間でブレーキフルードを双方向に流通させることができる。ソレノイドに通電されてレギュレータカット弁 6 5 が閉弁されると、レギュレータ流路 6 2 におけるブレーキフルードの流通は遮断される。

40

【 0 0 5 8 】

液圧アクチュエータ 4 0 には、マスタ流路 6 1 およびレギュレータ流路 6 2 に加えて、アキュムレータ流路 6 3 も形成されている。アキュムレータ流路 6 3 の一端は、主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b に接続され、他端は、アキュムレータ 3 5 と連通するアキュムレータ配管 3 9 に接続される。

【 0 0 5 9 】

アキュムレータ流路 6 3 は、中途に増圧リニア制御弁 6 6 を有する。また、アキュムレータ流路 6 3 および主流路 4 5 の第 2 流路 4 5 b は、減圧リニア制御弁 6 7 を介してリザーバ流路 5 5 に接続されている。増圧リニア制御弁 6 6 と減圧リニア制御弁 6 7 とは、それぞれリニアソレノイドおよびスプリングを有しており、何れもソレノイドが非通電状態

50

にある場合に閉とされる常閉型電磁制御弁である。増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 は、それぞれのソレノイドに供給される電流に比例して弁の開度が調整される。

【0060】

増圧リニア制御弁 66 は、各車輪に対応して複数設けられた各ホイールシリンダ 23 に対して共通の増圧制御弁として設けられている。また、減圧リニア制御弁 67 も同様に、各ホイールシリンダ 23 に対して共通の減圧制御弁として設けられている。つまり、本実施形態においては、増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 は、動力液圧源 30 から送出される作動流体を各ホイールシリンダ 23 へ給排制御する 1 対の共通の制御弁として設けられている。このように増圧リニア制御弁 66 および減圧リニア制御弁 67 を各ホイールシリンダ 23 に対して共通化すれば、ホイールシリンダ 23 ごとにリニア制御弁を設けるのと比べて、コストの観点からは好ましい。

10

【0061】

なお、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 におけるブレーキフルードの圧力と主流路 45 におけるブレーキフルード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、主流路 45 におけるブレーキフルードの圧力とリザーバ 34 におけるブレーキフルード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。従って、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。

20

【0062】

液圧ブレーキユニット 20 において、動力液圧源 30 および液圧アクチュエータ 40 は、本実施形態における制御部としてのブレーキ 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 等の他の ECU 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動力液圧源 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。

30

【0063】

また、ブレーキ ECU 70 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 が接続される。レギュレータ圧センサ 71 は、レギュレータカット弁 65 の上流側でレギュレータ流路 62 内のブレーキフルードの圧力、すなわち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 の上流側でアキュムレータ流路 63 内のブレーキフルードの圧力、すなわち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、主流路 45 の第 1 流路 45a 内のブレーキフルードの圧力を検知し、検知した値を示す信号をブレーキ ECU 70 に与える。各圧力センサ 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 の所定の記憶領域に格納保持される。

40

【0064】

分離弁 60 が開状態とされて主流路 45 の第 1 流路 45a と第 2 流路 45b 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、マスタカット弁 64 が開状態とされている場合、制御圧センサ 73 の出力値は、マスタシリンダ圧を示す。更

50

に、分離弁 60 が開放されて主流路 45 の第 1 流路 45 a と第 2 流路 45 b とが互いに連通しており、各 A B S 保持弁 51 ~ 54 が開放される一方、各 A B S 減圧弁 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、各ホイールシリンダ 23 に作用する作動流体圧、すなわちホイールシリンダ圧を示す。

【 0 0 6 5 】

さらに、ブレーキ E C U 70 に接続されるセンサには、ブレーキペダル 24 に設けられたストロークセンサ 25 も含まれる。ストロークセンサ 25 は、ブレーキペダル 24 の操作量としてのペダルストロークを検知し、検知した値を示す信号をブレーキ E C U 70 に与える。ストロークセンサ 25 の出力値も、所定時間おきにブレーキ E C U 70 に順次与えられ、ブレーキ E C U 70 の所定の記憶領域に格納保持される。本実施形態においては 10
ストロークセンサ 25 は 2 つの接点を有しており、見かけ上 2 つのセンサであるかのように 2 つの測定値をブレーキ E C U 70 に出力することができる。

【 0 0 6 6 】

また、ブレーキ E C U 70 にはストップランプスイッチが接続されている。ストップランプスイッチはブレーキペダル 24 が踏み込まれるとオン状態となる。これによりストップランプが点灯される。また、ブレーキペダル 24 の踏込が解除されるとストップランプスイッチはオフ状態となり、ストップランプは消灯される。ストップランプスイッチの点灯状態を示す信号がストップランプスイッチからブレーキ E C U 70 へと所定時間おきに 20
入力され、ブレーキ E C U 70 の所定の記憶領域に格納保持される。

【 0 0 6 7 】

上述のように構成された液圧ブレーキユニット 20 は、ブレーキ回生協調制御を実行することができる。液圧ブレーキユニット 20 は制動要求を受けて制動を開始する。制動要求は、例えば運転者がブレーキペダル 24 を操作した場合など、車両に制動力を付与すべきときに生起される。制動要求を受けてブレーキ E C U 70 は要求制動力を演算し、要求制動力から回生による制動力を減じることにより液圧ブレーキユニット 20 により発生させるべき制動力である要求液圧制動力を算出する。ここで、回生による制動力の実効値は、ハイブリッド E C U 7 から液圧ブレーキユニット 20 に供給される。そして、ブレーキ E C U 70 は、算出した要求液圧制動力に基づいて各ホイールシリンダ 23 F R ~ 23 R L の目標液圧を算出する。ブレーキ E C U 70 は、ホイールシリンダ圧が目標液圧となるように、フィードバック制御則により増圧リニア制御弁 66 や減圧リニア制御弁 67 に供給する制御電流の値を決定する。 30

【 0 0 6 8 】

なお、本実施形態に係る液圧ブレーキユニット 20 は、回生制動力を利用せずに液圧制動力だけで要求制動力をまかなう場合にも、当然ホイールシリンダ圧制御システムにより制動力を制御することができる。ブレーキ回生協調制御を実行しているか否かにかかわらず、ホイールシリンダ圧制御システムにより制動力を制御する制御モードを以下では適宜「リニア制御モード」と称する。あるいは、ブレーキパイワイヤによる制御と呼ぶ場合もある。

【 0 0 6 9 】

その結果、液圧ブレーキユニット 20 においては、ブレーキフルードが動力液圧源 30 から増圧リニア制御弁 66 を介して各ホイールシリンダ 23 に供給され、車輪に制動力が付与される。また、各ホイールシリンダ 23 からブレーキフルードが減圧リニア制御弁 67 を介して必要に応じて排出され、車輪に付与される制動力が調整される。本実施形態においては、動力液圧源 30、増圧リニア制御弁 66 及び減圧リニア制御弁 67 等を含んでホイールシリンダ圧制御システムが構成されている。ホイールシリンダ圧制御システムによりいわゆるブレーキパイワイヤ方式の制動力制御が行われる。ホイールシリンダ圧制御システムは、マスタシリンダユニット 27 からホイールシリンダ 23 へのブレーキフルードの供給経路に並列に設けられている。なお、本実施形態に係る液圧ブレーキユニット 20 は、回生制動力を利用せずに液圧制動力だけで要求制動力をまかなう場合にも、当然ホイールシリンダ圧制御システムにより制動力を制御することができる。 40

【 0 0 7 0 】

ブレーキパイワイヤ方式の制動力制御を行う場合には、ブレーキECU70は、レギュレータカット弁65を閉状態とし、レギュレータ33から送出されるブレーキフルードがホイールシリンダ23へ供給されないようにする。更にブレーキECU70は、マスタカット弁64を閉状態とするとともにシミュレータカット弁68を開状態とする。これは、運転者によるブレーキペダル24の操作に伴ってマスタシリンダ32から送出されるブレーキフルードがホイールシリンダ23ではなくストロークシミュレータ69へと供給されるようにするためである。ブレーキ回生協調制御中は、レギュレータカット弁65及びマスタカット弁64の上下流間には、回生制動力の大きさに対応する差圧が作用する。またブレーキECU70は、分離弁60を開状態とする。これにより各ホイールシリンダ圧が共通の液圧に制御される。

10

【0071】

リニア制御モードでの制御中に、例えばいずれかの箇所からの作動液の漏れ等の異常の発生によりホイールシリンダ圧が目標液圧から乖離してしまう場合がある。ブレーキECU70は、例えば制御圧センサ73の測定値に基づいてホイールシリンダ圧の応答異常の有無を周期的に判定している。ブレーキECU70は、例えばホイールシリンダ圧測定値の目標液圧からの乖離量が基準を超える場合にホイールシリンダ圧の制御応答に異常があると判定する。

【0072】

ホイールシリンダ圧の制御応答に異常があると判定された場合には、ブレーキECU70は、リニア制御モードを中止してマニュアルブレーキモードに制御モードを切り替える。マニュアルブレーキモードにおいては、運転者のブレーキペダル24への入力が機械的に液圧に変換されホイールシリンダ23に伝達されて車輪に制動力が付与される。これを以下では「静圧ブレーキ」ということがある。マニュアルブレーキモードは、フェイルセーフの観点からリニア制御モードのバックアップ用の制御モードとしての役割を有する。

20

【0073】

ブレーキECU70は、液圧源及び液圧源からホイールシリンダ23への供給経路を異ならせることによりマニュアルブレーキモードとして複数のモードのうちの1つを選択することができる。本実施形態では、一例としてハイドロブースタモードへの移行を説明する。ハイドロブースタモードにおいては、ブレーキECU70は、すべての電磁制御弁への制御電流の供給を停止する。よって、常開型のマスタカット弁64及びレギュレータカット弁65は開弁され、常閉型の分離弁60及びシミュレータカット弁68は閉弁される。増圧リニア制御弁66及び減圧リニア制御弁67は、制御が停止され閉弁される。すなわち、各制御弁の開閉状態は図2に示される初期状態に移行する。また、故障によりブレーキECU70が機能を停止した場合においてもすべての電磁制御弁への制御電流供給が停止され、ハイドロブースタモードと同様の初期状態に移行する。

30

【0074】

その結果、ブレーキフルードの供給経路はマスタシリンダ側とレギュレータ側との2系統に分離される。マスタシリンダ圧が前輪用のホイールシリンダ23FR及び23FLへと伝達され、レギュレータ圧が後輪用のホイールシリンダ23RR及び23RLへと伝達される。マスタシリンダ32からの作動流体の送出先は、ストロークシミュレータ69から前輪用のホイールシリンダ23FR及び23FLに切り替えられる。また、液圧ブースタ31は機械的にペダル踏力を増幅する機構であるため、ハイドロブースタモードに移行して各電磁制御弁への制御電流が停止されても継続して機能する。ハイドロブースタモードによれば、制御系の異常により各電磁制御弁への通電がない場合であっても液圧ブースタを利用して制動力を発生させることができるという点でフェイルセーフ性に優れている。

40

【0075】

本発明の一実施形態においては、ハイブリッドECU7は、ブレーキECU70を認識しているか否かを周期的に（例えば各制御周期ごとに）判定する。つまり、ハイブリッドECU7は、ブレーキECU70と正常に通信可能であるか否かを周期的に判定する。ハ

50

ハイブリッドECU7は、ブレーキECU70を認識した場合にはブレーキECU70が正常であると判定し、通常の処理を行う。例えばハイブリッドECU7は、ブレーキECU70からの要求に応じて回生制動力の値を送信する。

【0076】

一方、ハイブリッドECU7は、ブレーキECU70を認識できなかった場合には、ブレーキECU70の機能が停止していると判定する。この場合、ハイブリッドECU7は、ハイブリッドECU7によるブレーキバックアップモードを起動する。ハイブリッドECU7は、運転者が発生させた静圧ブレーキを助勢するよう駆動システムを制御するバックアップ制御を実行する。

【0077】

図3は、本発明の一実施形態に係るブレーキバックアップモードを説明するためのフローチャートである。この処理は、ハイブリッドECU7がブレーキECU70の機能停止を検出しバックアップモードを起動して以降、周期的に（例えば各制御周期ごとに）実行される。この処理は、運転者が制動操作をしているか否かにかかわらず実行される。なお、運転者の制動操作の有無を示す信号をハイブリッドECU7が取得するよう構成し、ハイブリッドECU7が制動操作ありと判定した場合に本処理を実行するようにしてもよい。

【0078】

ハイブリッドECU7はまず、駆動軸の減速度を演算する（S10）。ハイブリッドECU7は、例えば回転数センサ15の測定値に基づいて駆動軸減速度を求める。回転数センサ15は上述のように、駆動軸の回転数（つまり回転速度）を測定するセンサである。ハイブリッドECU7は、例えば回転数センサ15の前回測定値と今回測定値との差、及び測定周期から駆動軸減速度を求める。なお、ハイブリッドECU7は、車速を示す他の信号に基づいて求められる車両減速度を駆動軸減速度に代えて用いてもよい。

【0079】

次にハイブリッドECU7は、駆動軸減速度に基づいて目標減速度を演算する（S12）。この目標減速度は、静圧ブレーキを助勢するために駆動システムで発生させるべき減速度の目標値であり、例えば回生制動力の目標値である。目標減速度は例えば、駆動軸減速度の大きさを比例的に大きくした値に設定される。バックアップ制御の開始当初において駆動軸は主として静圧ブレーキによって減速されているから、駆動軸減速度は静圧ブレーキの大きさに関連している。比例定数は所望の助勢量に応じて設定することができる。

【0080】

ハイブリッドECU7は、演算された目標減速度に従って電動モータ6により回生制動力を発生させる（S14）。ハイブリッドECU7は、発生可能な最大回生制動力が目標減速度を上回る場合には目標減速度に等しい回生制動力を発生させ、最大回生制動力が目標減速度に満たない場合には最大回生制動力を発生させる。このようにして、運転者による静圧ブレーキを回生制動力で助勢する。よって、正常時に運転者のブレーキ操作入力に基づいて要求制動力を演算するブレーキECU70が機能を停止した場合に、ハイブリッド駆動システムがブレーキシステムに代替的に目標減速度を演算し、静圧ブレーキを回生制動力で助勢することができる。バックアップ専用のシステムを追加することなく既存のシステムを利用して、ブレーキECU70の機能停止に対するフェイルセーフを実現することができる。

【0081】

図4及び図5を参照して、本発明の一実施形態に係る目標減速度の演算処理についてさらに詳しく説明する。駆動軸減速度 T_s は、駆動システムが発生させた減速度 T_g と、それ以外の減速度 T_b との和であると考えられる。駆動システム減速度 T_g は例えば回生制動力である。その他の減速度 T_b は主として静圧ブレーキを含み、走行抵抗等も含まれる。ここでは実情に即して静圧ブレーキが走行抵抗よりも十分に大きいものとして、減速度 T_b は静圧ブレーキであるみなす。そうすると、駆動軸減速度 T_s は、回生制動力 T_g と静圧ブレーキ T_b との和（ $T_s = T_g + T_b$ ）であると考えられる。

10

20

30

40

50

【0082】

ここで、所望の助勢ブレーキの大きさが静圧ブレーキ T_b の A 倍であるとする。すなわち、助勢ブレーキ $A \cdot T_b$ が要求されているとする。この場合、回生制動力 T_g が助勢ブレーキ $A \cdot T_b$ を発生させればよいことになる($T_g = A \cdot T_b$)。このモデルを図4に示す。

【0083】

図5に示すのは、駆動軸減速度 T_s を可観測量とし、駆動システム減速度 T_g を制御量として、図4に示したモデルを等価に変形したモデルである。図5においては、制御量である駆動システム減速度 T_g を可観測量である駆動軸減速度 T_s の $A / (1 + A)$ 倍とすればよいことがわかる($T_g = (A / (1 + A)) T_s$)。このモデルにおいては、所望の助勢比率 A を介して、駆動システムで発生可能な減速度に駆動軸減速度が関連づけられている。ハイブリッドECU7は、駆動軸減速度を入力としてこのモデルを用いて、駆動システムが発生させるべき目標減速度を出力する。このようにすれば、ブレーキECU70が機能を停止して運転者のブレーキ操作入力を直接検出することができない場合であっても、ハイブリッドシステムで検出可能な駆動軸減速度 T_s に基づいて所望の助勢ブレーキ $A \cdot T_b$ を発生させることができる。

10

【0084】

上述の一実施形態においては、ハイブリッドECU7は、ブレーキECU70を認識できなかった場合にブレーキECU70の機能が停止していると判定している。そうすると、ハイブリッドECU7とブレーキECU70との間の通信経路に異常が発生した場合に、ブレーキECU70が異常であるとハイブリッドECU7が誤判定する可能性がある。誤判定がなされると、ハイブリッドECU7によるバックアップブレーキモードが正常なブレーキパイワイヤ制御の実行中に起動することになる。不必要に制動力が大きくなり、ブレーキフィーリングに影響が生じることになる。

20

【0085】

図6は、本発明の一実施形態に係る車載ネットワーク100を模式的に示す図である。図6を参照して、ECU間の通信不良または通信不能をブレーキECU70の異常と誤判定する可能性をより小さくする方法の一例を説明する。本実施形態に係る車載ネットワーク100は、例えばCAN(Controller Area Network)であり、各ECUをバスでライン型に接続する。図6においては一例として、ハイブリッドECU7、ブレーキECU70、及びEPS(電動パワーステアリング)ECU80の3つのECUを示しているが、他のECUも同様に接続されている。

30

【0086】

ハイブリッドECU7、ブレーキECU70、及びEPSECU80は、第1通信線82及び第2通信線84にそれぞれ接続されている。第1通信線82と第2通信線84とは互いに並列に設けられており、車載ネットワーク100は二重系に構成されている。なお車載ネットワーク100にさらに並列に第3通信線等を設けて多重系に構成してもよい。

【0087】

本実施形態においては、ハイブリッドECU7及びブレーキECU70以外の少なくとも1つのECUが、ブレーキECU70を認識しているか否かを示すフラグを第1通信線82及び第2通信線84の双方に送信する。図6に示される例においては、EPSECU80がブレーキECU70を認識しているか否かを示すフラグを第1通信線82及び第2通信線84の双方に送信する。第1通信線82及び第2通信線84は通常それぞれ異なる情報の通信に使用されているが、このフラグは両方の通信線に共通に送信される。EPSECU80はブレーキECU70を認識しているか否かを例えば制御周期ごとに周期的に送信する。

40

【0088】

ハイブリッドECU7は、EPSECU80が送信したフラグを受信し、自身の認識結果と照合してブレーキECU70が正常に機能しているか否かを判定する。具体的には、ハイブリッドECU7は、EPSECU80からのフラグがブレーキECU70を認識し

50

ていないことを示しており、かつハイブリッドECU7がブレーキECU70を認識していない場合に、ブレーキECU70の機能が停止していると判定する。このとき、判定の前提として、ハイブリッドECU7がEPSECU80を認識していることをさらに条件に加えてもよい。

【0089】

ハイブリッドECU7は、第1通信線82から受信したEPSECU80のフラグと、第2通信線84から受信したEPSECU80のフラグのそれぞれを用いてブレーキECU70が正常に機能しているか否かを判定する。ハイブリッドECU7は、EPSECU80を認識していることを前提として、第1通信線82から受信したEPSECU80のフラグと第2通信線84から受信したEPSECU80のフラグがともにブレーキECU70を認識していないことを示しており、かつハイブリッドECU7がブレーキECU70を認識していない場合に、ブレーキECU70の機能が停止していると判定する。

10

【0090】

このように、別のECUからの情報と照合することにより、ハイブリッドECU7とブレーキECU70との間の通信不良や断線等によりハイブリッドECU7が正常なブレーキECU70を異常と誤判定する可能性を小さくすることができる。また、第1通信線82及び第2通信線84からのフラグを照合することにより、一方の通信線での通信異常をブレーキECU70の異常と誤判定する可能性を小さくすることができる。

【0091】

また、一実施形態においては、第1通信線82及び第2通信線84とブレーキECU70とが共通の電源から給電されるよう構成されていてもよい。共通の電源は例えば補機バッテリーであってもよい。この場合、ハイブリッドECU7は、第1通信線82及び第2通信線84の通信状態が共通して不良または不能である場合に、バックアップ制御を開始してもよい。このように電源を共通化することにより電圧低下による動作不良のタイミングを合わせることができる。つまり、電源の電圧低下により通信状態が悪くなったときにはブレーキECU70にも同様に電圧低下が生じていることになる。よって、ハイブリッドECU7のバックアップブレーキ制御を開始したときにブレーキECU70の正常なブレーキ制御と重なり合うことを抑制することができる。

20

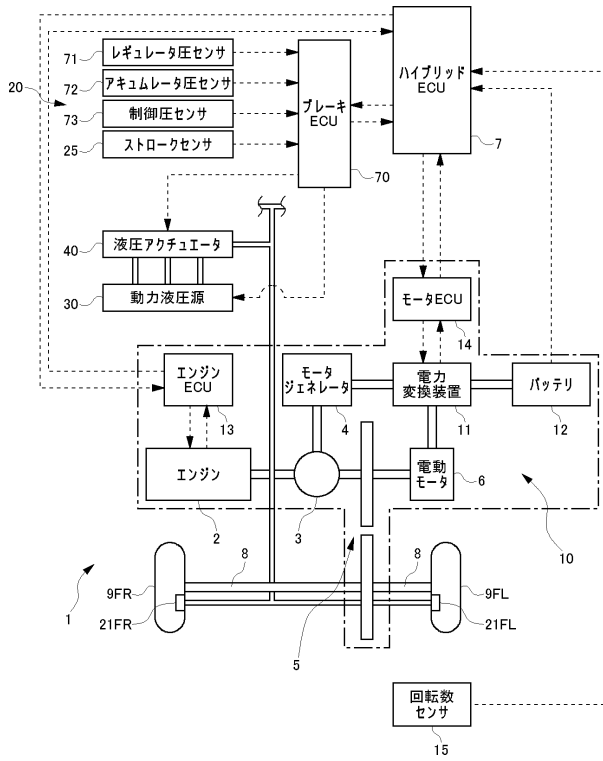
【符号の説明】

【0092】

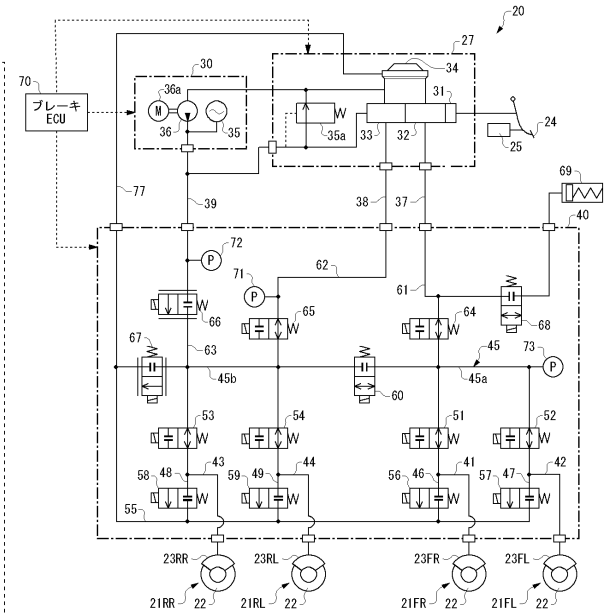
1 車両、 5 変速機、 6 電動モータ、 7 ハイブリッドECU、 8 ドライブシャフト、 10 回生ブレーキユニット、 12 バッテリー、 14 モータECU、 15 回転数センサ、 20 液圧ブレーキユニット、 23 ホイールシリンダ、 27 マスタシリンダユニット、 32 マスタシリンダ、 33 レギュレータ、 34 リザーバ、 60 分離弁、 65 レギュレータカット弁、 66 増圧リニア制御弁、 67 減圧リニア制御弁、 70 ブレーキECU、 73 制御圧センサ。

30

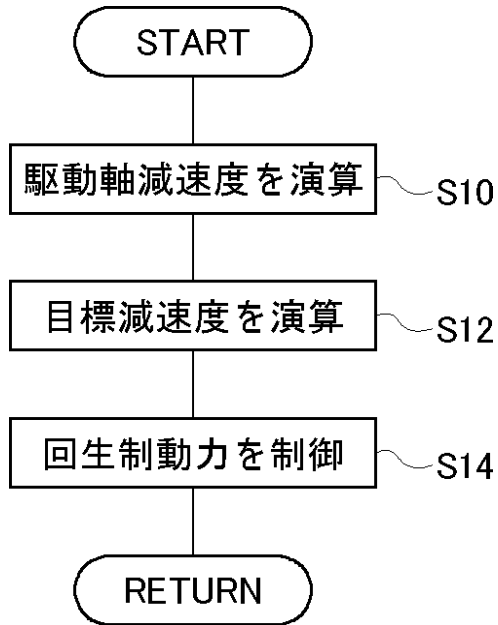
【図1】



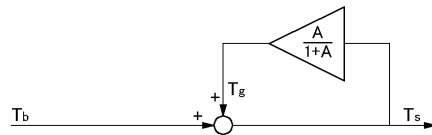
【図2】



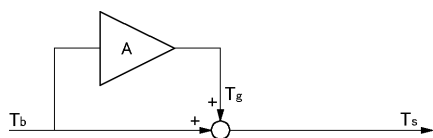
【図3】



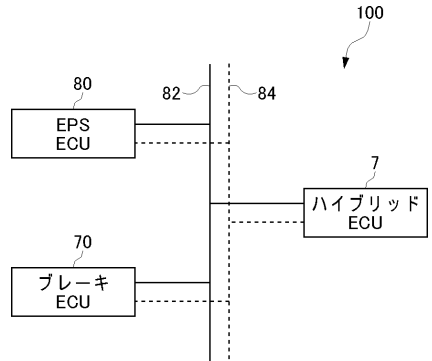
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

B 6 0 W 20/00 (2006.01)

(56)参考文献 特開2005-324711(JP,A)

特表平09-505251(JP,A)

特開平07-245811(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 T 17 / 18

B 6 0 K 6 / 4 4 5

F 0 2 D 29 / 02

F 0 2 D 45 / 00

B 6 0 W 10 / 18

B 6 0 W 20 / 00