

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5447690号
(P5447690)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl. F I
B60T 8/17 (2006.01) B60T 8/17 C
B60T 8/00 (2006.01) B60T 8/00 Z

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-542847 (P2012-542847)	(73) 特許権者	000003997
(86) (22) 出願日	平成23年9月30日 (2011.9.30)		日産自動車株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/072601		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(87) 国際公開番号	W02012/063572	(74) 代理人	100082670
(87) 国際公開日	平成24年5月18日 (2012.5.18)		弁理士 西脇 民雄
審査請求日	平成25年1月25日 (2013.1.25)	(74) 代理人	100180068
(31) 優先権主張番号	特願2010-249877 (P2010-249877)		弁理士 西脇 怜史
(32) 優先日	平成22年11月8日 (2010.11.8)	(72) 発明者	今村 昌幸
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		審査官	森本 康正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動車両のブレーキ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ブレーキ操作に応じたマスターシリンダ圧を発生するマスターシリンダと、前後輪の各輪に設けられ、ホイールシリンダ圧に応じて各輪に液圧制動力を与えるホイールシリンダと、

前記マスターシリンダと前記ホイールシリンダとの間に介装され、ポンプ用モータにより駆動する液圧ポンプと、前記ポンプ用モータの作動時、ホイールシリンダ圧とマスターシリンダ圧の差圧を制御する差圧弁と、を有するブレーキ液圧アクチュエータと、

駆動輪に連結された走行用電動モータに接続され、前記走行用電動モータにより発生する回生制動力を制御する回生制動力制御手段と、

ブレーキ操作時、目標減速度を、前記マスターシリンダ圧による基本液圧分と前記回生制動力による回生分の総和で達成し、不足する回生分を前記ブレーキ液圧アクチュエータによる加圧分で補償する制御を行う回生協調ブレーキ制御手段と、

駆動状態の前記ポンプ用モータを、車速が第1所定車速未満になると停止するモータ停止制御手段と、

前記ポンプ用モータが停止状態で、車速が第2所定車速を超え、かつ、ブレーキ操作が行われたとき、前記目標減速度の値を、ドライバーが要求する目標減速度の値よりも低い値に設定し、前記ポンプ用モータを再起動するモータ再起動時制御手段と、

を備えることを特徴とする電動車両のブレーキ制御装置。

【請求項2】

請求項 1 に記載された電動車両のブレーキ制御装置において、

前記モータ再起動時制御手段は、前記目標減速度の値を、車速が第 1 所定車速以上のときのドライバーが要求する目標減速度の値から、少なくとも前記ポンプ用モータの過回転による実減速度のオーバーシュート分を差し引いた値に設定することを特徴とする電動車両のブレーキ制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載された電動車両のブレーキ制御装置において、

前記モータ再起動時制御手段は、前記目標減速度の値を、ブレーキペダル操作量をパラメータとする目標減速度マップで決め、該目標減速度マップのうち、ブレーキペダル操作量が所定値以下の領域特性を、車速が第 1 所定車速以上のときに用いる目標減速度マップの特性よりも嵩下げした特性に設定したことを特徴とする電動車両のブレーキ制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド車等に適用され、目標減速度を基本液圧分と回生分の総和で達成し、不足する回生分を基本液圧の加圧分により補償する回生協調ブレーキ制御を行う電動車両のブレーキ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ブレーキ操作時、ドライバーが要求する目標減速度を、基本液圧分と回生分の総和で達成し、不足する回生分を基本液圧の加圧分により補償する回生協調ブレーキ制御を行う車両用ブレーキ装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【0003】

この従来装置は、マスターシリンダとホイールシリンダ間に設置してある差圧弁のコントロールと、液圧ポンプによるポンプアップ昇圧により、マスターシリンダ圧より高いホイールシリンダ圧を発生し、この差圧を加圧分としている。そして、加圧分による増圧の必要がないシーンにおいては、ポンプ用モータの作動を停止させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献 1】特開 2006 - 96218 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の車両用ブレーキ装置を搭載した車両で、所定の車速（0 付近）以下でポンプ用モータの作動を停止し、増圧を禁止した状態において、モータ作動停止後に再びクリープ等の極低速で進みながら緩ブレーキ操作をするようなシーン（渋滞や車庫入れ等）が考えられる。

【0006】

このようなシーンでポンプ用モータの作動を停止したままで増圧作動しないと、ブレーキストローク量に対する総制動力がこれまでと違ってしまい、G コントロール性が悪化したフィーリングになる。これを解決するために、ポンプ用モータの停止状態でブレーキ操作すると、再度、ポンプ用モータを作動させ、それまでと同等の制動フィーリングを確保する対策が考えられる。しかし、このシーンの場合、緩ブレーキ操作であるため、要求液圧が低く、かつ、モータの回転数が、0 から目標回転数に移行する際、過渡的に過回転になる。このため、加圧分による実液圧が要求液圧に対しオーバーシュートし、過渡的に要求制動力以上の制動力（減速度）が発生してしまう。その結果、扱いにくいブレーキフィーリング（カックンブレーキ）になってしまう、という問題があった。

40

【0007】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、停止中のポンプ用モータを再起動して

50

制動力を発生させるとき、カックンブレーキ感を抑制し、扱いやすいブレーキフィーリングにすることができる電動車両のブレーキ制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の電動車両のブレーキ制御装置は、マスターシリンダと、ホイールシリンダと、ブレーキ液圧アクチュエータと、回生制動力制御手段と、回生協調ブレーキ制御手段と、モータ停止制御手段と、モータ再起動時制御手段と、備える手段とした。

前記マスターシリンダは、ブレーキ操作に応じたマスターシリンダ圧を発生する。

前記ホイールシリンダは、前後輪の各輪に設けられ、ホイールシリンダ圧に応じて各輪に液圧制動力を与える。

10

前記ブレーキ液圧アクチュエータは、前記マスターシリンダと前記ホイールシリンダとの間に介装され、ポンプ用モータにより駆動する液圧ポンプと、前記ポンプ用モータの作動時、ホイールシリンダ圧とマスターシリンダ圧の差圧を制御する差圧弁と、を有する。

前記回生制動力制御手段は、駆動輪に連結された走行用電動モータに接続され、前記走行用電動モータにより発生する回生制動力を制御する。

前記回生協調ブレーキ制御手段は、ブレーキ操作時、目標減速度を、前記マスターシリンダ圧による基本液圧分と前記回生制動力による回生分の総和で達成し、不足する回生分を前記ブレーキ液圧アクチュエータによる加圧分で補償する制御を行う。

前記モータ停止制御手段は、駆動状態の前記ポンプ用モータを、車速が第1所定車速未満になると停止する。

20

前記モータ再起動時制御手段は、前記ポンプ用モータが停止状態で、車速が第2所定車速を超え、かつ、ブレーキ操作が行われたとき、前記目標減速度の値を、ドライバーが要求する目標減速度の値よりも低い値に設定し、前記ポンプ用モータを再起動する。

【発明の効果】

【0009】

よって、ポンプ用モータの停止状態で、車速が第2所定車速を超え、かつ、ブレーキ操作が行われたとき、モータ再起動時制御手段において、目標減速度の値が、ドライバーが要求する目標減速度の値よりも低い値に設定され、ポンプ用モータが再起動される。そして、回生協調ブレーキ制御手段において、設定された目標減速度を、基本液圧分と回生分と加圧分の総和により達成する制御が行われる。

30

例えば、ポンプ用モータの作動停止後、再び極低速で進みながら緩ブレーキ操作をすることにより、ポンプ用モータを再起動させるようなシーンの場合、要求液圧が低く、かつ、ポンプ用モータが目標回転数に向けて過渡的に過回転になる。このため、加圧分により発生する実液圧が過渡的にオーバーシュートする。

これに対し、停止したポンプ用モータを再起動させるシーンにおいて、予め目標減速度の値を、ドライバーが要求する目標減速度の値より低い値に設定しておくため、加圧分の液圧による減速度分担比率が下げられ、ポンプ用モータの目標回転数が低く抑えられる。したがって、ポンプ用モータの過渡的な過回転により急増する減速度の発生が防止され、車両の減速度を、ドライバーが要求する目標減速度相当にすることができる。

40

この結果、停止中のポンプ用モータを再起動して制動力を発生させるとき、カックンブレーキ感を抑制し、扱いやすいブレーキフィーリングにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施例1のブレーキ制御装置を適用した前輪駆動によるハイブリッド車の構成を示すブレーキシステム図である。

【図2】実施例1のブレーキ制御装置におけるVDCブレーキ液圧ユニットを示すブレーキ液圧回路図である。

【図3】実施例1のブレーキ制御装置における回生協調ブレーキ制御系を示す制御ブロック図である。

50

【図4】実施例1のブレーキ制御装置における統合コントローラで実行される回生協調ブレーキ制御処理の構成および流れを示すフローチャートである。

【図5】ブレーキ操作時に負圧ブースタによりドライバー要求減速度を得る場合のドライバー入力に対する減速度の関係を示す減速度特性図である。

【図6】ブレーキ操作時に負圧ブースタにより基本液圧を発生するようにドライバー要求減速度からオフセットギャップを設定した場合のドライバー入力に対する減速度の関係を示す減速度特性図である。

【図7】ブレーキ操作時にドライバー要求減速度を負圧ブースタと回生ブレーキにより補償する最大回生トルク発生時のドライバー入力に対する減速度の関係を示す減速度特性図である。

10

【図8】ブレーキ操作時にドライバー要求減速度を負圧ブースタと回生ブレーキとVDCブレーキ液圧ユニットにより補償する回生協調時のドライバー入力に対する減速度の関係を示す減速度特性図である。

【図9】比較例のブレーキ制御装置を搭載した車両が停車状態から極低車速に移行したのに伴い緩ブレーキ操作をした場合における車速・モータ駆動/停止の各特性(a)および減速度目標値・減速度実値の各特性(b)を示すタイムチャートである。

【図10】実施例1のブレーキ制御装置を搭載したハイブリッド車で停止したポンプ用モータをブレーキ操作に基づき再起動させるときのブレーキペダルストロークに対する目標減速度マップを示す図である。

【図11】実施例1のブレーキ制御装置を搭載したハイブリッド車が停車状態から極低車速に移行したのに伴い緩ブレーキ操作をした場合における減速度目標値・減速度実値の各特性を示すタイムチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の電動車両のブレーキ制御装置を実現する最良の形態を、図面に示す実施例1に基づいて説明する。

【実施例1】

【0012】

まず、構成を説明する。

図1は、実施例1のブレーキ制御装置を適用した前輪駆動によるハイブリッド車（電動車両の一例）の構成を示し、図2は、VDCブレーキ液圧ユニット（ブレーキ液圧アクチュエータの一例）を示す。以下、図1および図2に基づきブレーキシステム構成を説明する。

30

【0013】

実施例1のブレーキ制御装置のブレーキ減速度発生系は、図1に示すように、ブレーキ液圧発生装置1と、VDCブレーキ液圧ユニット2（ブレーキ液圧アクチュエータ）と、ストロークセンサ3と、左前輪ホイールシリンダ4FLと、右前輪ホイールシリンダ4FRと、左後輪ホイールシリンダ4RLと、右後輪ホイールシリンダ4RRと、走行用電動モータ5と、を備えている。

【0014】

実施例1のブレーキ減速度発生系は、実車（エンジン車）に搭載されている既存のVDCシステム（VDCは、「Vehicle Dynamics Control」の略）を利用した構成による回生協調ブレーキシステムである。VDCシステムとは、高速でのコーナー進入や急激なハンドル操作などによって車両姿勢が乱れた際に、横滑りを防ぎ、優れた走行安定性を発揮する車両挙動制御（＝VDC制御）を行うシステムである。VDC制御では、車両姿勢等をセンサによって感知し、例えば、オーバーステアと判断すると、コーナー外側の前輪にブレーキをかけ、逆に、アンダーステアと判断すると、駆動パワーを落とすとともに後輪のコーナー内側のタイヤにブレーキをかける。

40

【0015】

前記ブレーキ液圧発生装置1は、ドライバーによるブレーキ操作に応じた基本液圧を発生する基本液圧発生手段である。このブレーキ液圧発生装置1は、図1および図2に示す

50

ように、ブレーキペダル 1 1 と、負圧ブースタ 1 2 と、マスターシリンダ 1 3 と、リザーブタンク 1 4 と、を有する。つまり、ブレーキペダル 1 1 に加えられたドライバーのブレーキ踏力を、負圧ブースタ 1 2 により倍力し、マスターシリンダ 1 3 でマスターシリンダ圧によるプライマリ液圧とセカンダリ液圧を作り出す。このとき、マスターシリンダ圧で発生する減速度が、ドライバーの要求減速度より小さくなるように設計する。

【 0 0 1 6 】

前記VDCブレーキ液圧ユニット 2 は、ブレーキ液圧発生装置 1 と各輪のホイールシリンダ 4 FL, 4 FR, 4 RL, 4 RRとの間に介装される。VDCブレーキ液圧ユニット 2 は、VDCモータ 2 1 (ポンプ用モータ) により駆動する液圧ポンプ 2 2, 2 2 を有し、マスターシリンダ圧の増圧・保持・減圧を制御するブレーキ液圧アクチュエータである。そして、VDCブレーキ液圧ユニット 2 とブレーキ液圧発生装置 1 とは、プライマリ液圧管 6 1 とセカンダリ液圧管 6 2 により接続されている。VDCブレーキ液圧ユニット 2 と各輪のホイールシリンダ 4 FL, 4 FR, 4 RL, 4 RRとは、左前輪液圧管 6 3 と右前輪液圧管 6 4 と左後輪液圧管 6 5 と右後輪液圧管 6 6 により接続されている。つまり、ブレーキ操作時には、ブレーキ液圧発生装置 1 により発生したマスターシリンダ圧を、VDCブレーキ液圧ユニット 2 により加圧し、各輪のホイールシリンダ 4 FL, 4 FR, 4 RL, 4 RRに加えることで液圧制動力を得るようにしている。

10

【 0 0 1 7 】

前記VDCブレーキ液圧ユニット 2 の具体的構成は、図 2 に示すように、VDCモータ 2 1 と、VDCモータ 2 1 により駆動する液圧ポンプ 2 2, 2 2 と、リザーバ 2 3, 2 3 と、マスターシリンダ圧センサ 2 4 と、を有する。ソレノイドバルブ類として、第 1 M/C カットソレノイドバルブ 2 5 (差圧弁) と、第 2 M/C カットソレノイドバルブ 2 6 (差圧弁) と、保持ソレノイドバルブ 2 7, 2 7, 2 7, 2 7 と、減圧ソレノイドバルブ 2 8, 2 8, 2 8, 2 8 と、を有する。第 1 M/C カットソレノイドバルブ 2 5 と第 2 M/C カットソレノイドバルブ 2 6 は、VDCモータ 2 1 の作動時、ホイールシリンダ圧 (下流圧) とマスターシリンダ圧 (上流圧) の差圧を制御する。

20

【 0 0 1 8 】

前記ストロークセンサ 3 は、ドライバーによるブレーキペダル操作量を検出する手段である。このストロークセンサ 3 は、回生協調ブレーキ制御での必要情報である目標減速度を検出する構成として、既存の V D C システムに対して追加された部品である。

30

【 0 0 1 9 】

前記各ホイールシリンダ 4 FL, 4 FR, 4 RL, 4 RRは、前後各輪のブレーキディスクに設定され、VDCブレーキ液圧ユニット 2 からの液圧が印加される。そして、各ホイールシリンダ 4 FL, 4 FR, 4 RL, 4 RRへの液圧印加時、ブレーキパッドによりブレーキディスクを挟圧することにより、前後輪に液圧制動力を付与する。

【 0 0 2 0 】

前記走行用電動モータ 5 は、左右前輪 (駆動輪) の走行用駆動源として設けられ、駆動モータ機能と発電ジェネレータ機能を持つ。この走行用電動モータ 5 は、力行時、バッテリー電力を消費しながらのモータ駆動により、左右前輪へ駆動力を伝達する。そして、回生時、左右前輪の回転駆動に負荷を与えることで電気エネルギーに変換し、発電分をバッテリーへ充電する。つまり、左右前輪の回転駆動に与える負荷が、回生制動力となる。この走行用電動モータ 5 が設けられる左右前輪 (駆動輪) の駆動系には、走行用電動モータ 5 以外に、走行用駆動源としてエンジン 1 0 が設けられ、変速機 1 1 を介して左右前輪へ駆動力を伝達する。

40

【 0 0 2 1 】

実施例 1 のブレーキ制御装置のブレーキ減速度制御系は、図 1 に示すように、ブレーキコントローラ 7 と、モータコントローラ 8 (回生制動力制御手段) と、統合コントローラ 9 と、エンジンコントローラ 1 2 と、を備えている。

【 0 0 2 2 】

前記ブレーキコントローラ 7 は、回生協調ブレーキ制御時、統合コントローラ 9 からの

50

液圧指令とVDCブレーキ液圧ユニット2のマスターシリンダ圧センサ24からの圧力情報を入力する。そして、所定の制御則にしたがって、VDCブレーキ液圧ユニット2のVDCモータ21とソレノイドバルブ類25, 26, 27, 28に対し駆動指令を出力する。このブレーキコントローラ7では、回生協調ブレーキ制御以外に、上記VDC制御やTCS制御やABS制御、等を行う。

【0023】

前記モータコントローラ8は、駆動輪である左右前輪に連結された走行用電動モータ5にインバータ13を介して接続され、回生協調ブレーキ制御時、統合コントローラ9から回生制動力指令を入力すると、走行用電動モータ5により発生する回生制動力を入力された指令に応じて制御する回生制動力制御手段である。このモータコントローラ8は、走行時、走行状態や車両状態に応じて走行用電動モータ5により発生するモータトルクやモータ回転数を制御する機能も併せ持つ。

10

【0024】

前記統合コントローラ9は、ブレーキ操作時、目標減速度を、マスターシリンダ圧による基本液圧分と回生制動力による回生分の総和で達成し、不足する回生分をVDCブレーキ液圧ユニット2による加圧分で補償する回生協調ブレーキ制御を行う。この統合コントローラ9には、バッテリーコントローラ91からのバッテリー充電容量情報、車速センサ92からの車速情報、ブレーキスイッチ93からのブレーキ操作情報、ストロークセンサ3からのブレーキペダル操作量情報、マスターシリンダ圧センサ24からのマスターシリンダ圧情報、等が入力される。なお、車速センサ92としては、極低車速域までの車速検出が可能な車輪速回転数検出手段が用いられる。

20

【0025】

図3は、実施例1のブレーキ制御装置における回生協調ブレーキ制御系を示す。以下、図3に基づいて回生協調ブレーキ制御の基本構成を説明する。実施例1の回生協調ブレーキ制御系は、図3に示すように、ブレーキコントローラ7と、モータコントローラ8と、統合コントローラ9と、を備えている。

【0026】

前記統合コントローラ9は、目標減速度算出部9aと回生協調ブレーキ制御部9bを有する。目標減速度算出部9aは、ストロークセンサ3からのペダルストロークセンサ値に基づき、目標減速度を算出する。回生協調ブレーキ制御部9bは、目標減速度算出部9aからの目標減速度と、マスターシリンダ圧センサ24からのMC圧センサ値と、車速センサ92からの車速センサ値を入力する。そして、MC圧センサ値に基づいて基本液圧分を決め、車速センサ値に基づいて回生分と加圧分を決め、目標減速度を、基本液圧分+回生分+加圧分の総和で達成する回生協調ブレーキ制御演算を行う。この演算結果にしたがって、加圧分に対応する液圧指令をブレーキコントローラ7に出力し、回生分に対応する回生制動力指令をモータコントローラ8に出力する。

30

【0027】

図4は、実施例1のブレーキ制御装置における統合コントローラ8で実行される回生協調ブレーキ制御処理の構成および流れを示すフローチャートである（回生協調ブレーキ制御手段）。以下、図4の各ステップについて説明する。

40

【0028】

ステップS1では、車速Vが第1所定値（第1所定車速）未満か否かを判断する。YES（車速V<第1所定値）の場合はステップS2へ進み、NO（車速V≧第1所定値）の場合はステップS3へ進む。

ここで、「第1所定値（第1所定車速）」は、車両が停止する直前の極低車速域の値に設定される。

【0029】

ステップS2では、ステップS1での車速V<第1所定値（第1所定車速）であるとの判断に続き、VDCモータ21のモータ駆動を停止し、リターンへ進む。

【0030】

50

ステップS3では、ステップS1での車速V 第1所定値(第1所定車速)であるとの判断に続き、VDCモータ21の前のモータ駆動状態を判断する。ON(モータ駆動状態)の場合はステップS11へ進み、OFF(モータ停止状態)の場合はステップS4へ進む。

【0031】

ステップS4では、ステップS3でのモータ停止状態(OFF)であるとの判断に続き、車速Vが第2所定値(第2所定車速)を超えているか否かを判断する。YES(車速V > 第2所定値)の場合はステップS6へ進み、NO(車速V 第2所定値)の場合はステップS5へ進む。

ここで、「第2所定値(第2所定車速)」は、第1所定値(第1所定車速) < 第2所定値(第2所定車速)という関係にあり、ステップS1で用いた第1所定値(第1所定車速)よりも大きな値を用いている。このように両者の値を異ならせているのは、DCモータ21のON/OFFハンチングを防止するためである。

10

【0032】

ステップS5では、ステップS4での車速V 第2所定値(第2所定車速)であるとの判断、あるいは、ステップS6でのペダルストロークセンサ値 = 0であるとの判断に続き、VDCモータ21のモータ駆動停止状態を継続し、リターンへ進む。

【0033】

ステップS6では、ステップS4での車速V > 第2所定値(第2所定車速)であるとの判断に続き、制動要求判定、つまり、ペダルストロークセンサ値がゼロを超える値になっているか否かを判断する。YES(ペダルストロークセンサ値 > 0)の場合はステップS7へ進み、NO(ペダルストロークセンサ値 = 0)の場合はステップS5へ進む。

20

【0034】

ステップS7では、ステップS6でのペダルストロークセンサ値 > 0であるとの判断に続き、ブレーキペダルストロークと第1目標減速度算出マップ(ステップS7の枠内記載)に基づき、ブレーキペダルストロークに対応する目標減速度を算出し、ステップS8へ進む。

ここで、第1目標減速度算出マップは、ストローク - 目標減速度のマップ特性のうち、ブレーキペダルストロークが所定値以下の領域特性を、車速Vが第1所定値(第1所定車速)以上のときに用いる第2目標減速度算出マップ(ステップS12の枠内記載)のマップ特性よりも嵩下げした特性に設定している。このとき、目標減速度の下げ幅は、ドライバーが要求する目標減速度を得る第2目標減速度算出マップ(ステップS12の枠内記載)による値から、少なくともVDCモータ21の過回転による実減速度のオーバーシュート分を差し引いた値に設定している。

30

【0035】

ステップS8では、ステップS7での目標減速度の算出に続き、MC圧センサ値に基づいて基本液圧分を決め、車速センサ値に基づいて回生分と加圧分を決め、目標減速度を、基本液圧分 + 回生分 + 加圧分の総和で達成する回生協調ブレーキ制御演算を行い、ステップS9へ進む。

【0036】

ステップS9では、ステップS8での回生協調ブレーキ制御演算に続き、加圧分に対応する液圧指令値を決定し、液圧指令値を得る液圧指令をブレーキコントローラ7に出力し、ステップS10へ進む。

40

このとき、回生分がある場合には、回生分に対応する回生制動力指令値を決定し、回生制動力指令値を得る回生制動力指令をモータコントローラ8に出力する。

【0037】

ステップS10では、ステップS9での液圧指令値の決定に続き、VDCモータ21のモータ駆動を再開し、基本液圧分と回生分と加圧分により必要減速度を発生し、リターンへ進む。

【0038】

ステップS11では、ステップS3でのモータ駆動状態(ON)であるとの判断に続き、

50

制動要求判定、つまり、ペダルストロークセンサ値がゼロを超える値になっているか否かを判断する。YES (ペダルストロークセンサ値 > 0) の場合はステップ S 1 2 へ進み、NO (ペダルストロークセンサ値 = 0) の場合はリターンへ進む。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 2 では、ステップ S 1 1 でのペダルストロークセンサ値 > 0 であるとの判断に続き、ブレーキペダルストロークと第 2 目標減速度算出マップ (ステップ S 1 2 の枠内記載) に基づき、ブレーキペダルストロークに対応する目標減速度を算出し、ステップ S 1 3 へ進む。

ここで、第 2 目標減速度算出マップは、ドライバーのブレーキペダル操作にあらわれた減速度、つまり、ドライバーの要求減速度を目標減速度とし、この目標減速度を得る目標減速度マップ特性に設定している。

10

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 3 では、ステップ S 1 2 での目標減速度の算出に続き、MC 圧センサ値に基づいて基本液圧分を決め、車速センサ値に基づいて回生分と加圧分を決め、目標減速度を、基本液圧分 + 回生分 + 加圧分の総和で達成する回生協調ブレーキ制御演算を行い、ステップ S 1 4 へ進む。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 4 では、ステップ S 1 3 での回生協調ブレーキ制御演算に続き、加圧分に対応する液圧指令値を決定し、液圧指令値を得る液圧指令をブレーキコントローラ 7 に出力し、ステップ S 1 5 へ進む。

20

このとき、回生分がある場合には、回生分に対応する回生制動力指令値を決定し、回生制動力指令値を得る回生制動力指令をモータコントローラ 8 に出力する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 5 では、ステップ S 1 4 での液圧指令値の決定に続き、VDC モータ 2 1 を駆動し、基本液圧分と回生分と加圧分により必要減速度を発生し、リターンへ進む。

【 0 0 4 3 】

次に、作用を説明する。

まず、「VDC を利用した回生協調ブレーキシステムについて」の説明を行う。続いて、実施例 1 のハイブリッド車のブレーキ制御装置における作用を、「車速 V 第 1 所定値 (第 1 所定車速) のときの回生協調ブレーキ制御作用」、「車速 $V <$ 第 1 所定値 (第 1 所定車速) のときのモータ停止制御作用」、「モータ再起動を伴うブレーキ操作シーンにおける回生協調ブレーキ制御作用」に分けて説明する。

30

【 0 0 4 4 】

[VDC を利用した回生協調ブレーキシステムについて]

VDC を利用した回生協調ブレーキ制御は、ドライバーの要求減速度に対し、基本液圧分と回生分だけでは補償しきれないシーンが発生すると、VDC ブレーキ液圧ユニットによって補償しきれない分の液圧を加圧し、ドライバーの要求減速度を達成する制御である。この回生協調ブレーキ制御を行うための VDC を利用した回生協調ブレーキシステムについて、図 5 ~ 図 8 に基づいて説明する。

【 0 0 4 5 】

40

まず、既存のコンベンショナル VDC の場合、図 5 に示すように、ブレーキ操作時に負圧ブースタによる基本液圧分でドライバー要求の減速度を得るようにしている。これに対し、図 6 に示すように、ブレーキ操作時に負圧ブースタによる基本液圧分を、ドライバー要求の減速度に達しないように、ドライバー要求の減速度からオフセットし、減速度のギャップを設定する。これによって、減速度のギャップ分がドライバー要求の減速度に対して不足することになる。そこで、図 7 に示すように、最大回生トルク発生時には、ドライバー要求の減速度を、負圧ブースタ (基本液圧分) と回生ブレーキ (回生分) により補償する。

【 0 0 4 6 】

しかし、例えば、車速条件やバッテリー充電容量条件等により、ドライバー要求の減速度

50

に対し、不足する減速度を回生分だけでは補償することができない場合がある。そこで、図 8 に示すように、ドライバー要求の減速度を、負圧ブースタ（基本液圧分）と回生ブレーキ（回生分）とVDCブレーキ液圧ユニット（加圧分）により補償する。

【 0 0 4 7 】

したがって、既存のコンベンショナルVDCに対し、負圧ブースタの特性変更と、VDCブレーキ液圧ユニットの特性変更と、ストロークセンサの追加を行うだけで、VDCを利用した廉価な回生協調ブレーキシステムを構成することができる。つまり、コンベンショナルVDCの安全機能を拡張（安全機能＋回生協調機能）することになる。

【 0 0 4 8 】

しかし、この機能拡張の跳ね返りとして、VDCブレーキ液圧ユニットのVDCモータの作動頻度の高まりや作動時間の長時間化により、VDCモータの耐久信頼性の低下という課題が新たに生じ、この対策が必要になる。また、ブレーキペダルストローク等によるドライバー入力が小さい領域では、負圧ブースタ（基本液圧分）がゼロ、もしくは、ほぼゼロとなり、ドライバー要求の減速度を、回生ブレーキ（回生分）とVDCブレーキ液圧ユニット（加圧分）により補償することになる。

【 0 0 4 9 】

[車速V 第1所定値（第1所定車速）のときの回生協調ブレーキ制御作用]

車速Vが第1所定値（第1所定車速）以上であり、かつ、VDCモータ21がモータ駆動状態で、ステップS11のブレーキ操作条件が成立しているときには、図4のフローチャートにおいて、ステップS1 ステップS3 ステップS11 ステップS12 ステップS13 ステップS14 ステップS15 リターンへと進む流れが繰り返される。

【 0 0 5 0 】

すなわち、ステップS12では、ブレーキペダルストロークと第2目標減速度算出マップ（ステップS12の枠内記載）に基づき、ブレーキペダルストロークに対応する目標減速度が算出される。次のステップS13では、MC圧センサ値に基づいて基本液圧分を決め、車速センサ値に基づいて回生分と加圧分を決め、目標減速度を、基本液圧分＋回生分＋加圧分の総和で達成する回生協調ブレーキ制御演算が行われる。次のステップS14では、加圧分に対応する液圧指令値が決定され、液圧指令値を得る液圧指令がブレーキコントローラ7に出力される。このとき、回生分がある場合には、回生分に対応する回生制動力指令値が決定され、回生制動力指令値を得る回生制動力指令がモータコントローラ8に出力される。次のステップS15では、VDCモータ21が駆動され、基本液圧分と回生分と加圧分により必要減速度を発生する回生協調ブレーキ制御が行われる。

【 0 0 5 1 】

[車速V < 第1所定値（第1所定車速）のときのモータ停止制御作用]

車速Vが第1所定値（第1所定車速）未満になったときには、図4のフローチャートにおいて、ステップS1 ステップS2へと進み、ステップS2にて、VDCモータ21が駆動停止される。そして、VDCモータ21が駆動停止状態になると、車速Vが第1所定値（第1所定車速）以上になり、かつ、ステップS4の車速条件（車速V > 第2所定値）が成立しない限り、図4のフローチャートにおいて、ステップS1 ステップS3 ステップS4 ステップS5 リターンへと進む流れが繰り返され、VDCモータ21の駆動停止状態が維持される。また、ステップS4の車速条件（車速V > 第2所定値）が成立しても、ステップS6のブレーキ操作条件が成立しない限り、図4のフローチャートにおいて、ステップS1 ステップS3 ステップS4 ステップS6 ステップS5 リターンへと進む流れが繰り返され、VDCモータ21の駆動停止状態が維持される。

【 0 0 5 2 】

このように、ブレーキ操作と同時に作動させたVDCモータ21は、車速Vが第1所定値（第1所定車速）未満になると停止させる。このため、VDCモータ21の作動頻度や作動時間の長時間化を低下させ、VDCモータ21の耐久信頼性を向上させることができる。

【 0 0 5 3 】

[モータ再起動を伴うブレーキ操作シーンにおける回生協調ブレーキ制御作用]

VDCモータ21を停止した後、極低車速でブレーキ操作をした場合、ステップS4の車速条件（車速 $V >$ 第2所定値）とステップS6のブレーキ操作条件が成立すると、図4のフローチャートにおいて、ステップS1 ステップS3 ステップS4 ステップS6 ステップS7 ステップS8 ステップS9 ステップS10へと進む。

【0054】

すなわち、ステップS7では、ブレーキペダルストロークと第1目標減速度算出マップ（ステップS7の枠内記載）に基づき、ブレーキペダルストロークに対応する目標減速度が算出される。ステップS8では、MC圧センサ値に基づいて基本液圧分を決め、車速センサ値に基づいて回生分と加圧分が決められ、目標減速度を、基本液圧分+回生分+加圧分の総和で達成する回生協調ブレーキ制御演算が行われる。ステップS9では、加圧分に対応する液圧指令値が決定され、液圧指令値を得る液圧指令がブレーキコントローラ7に出力される。このとき、回生分がある場合には、回生分に対応する回生制動力指令値が決定され、回生制動力指令値を得る回生制動力指令がモータコントローラ8に出力される。ステップS10では、VDCモータ21のモータ駆動が再開され、基本液圧分と回生分と加圧分により必要減速度を発生する回生協調ブレーキ制御が行われる。

10

【0055】

ここで、目標減速度の設定マップとして1つのマップのみを有し、モータ再起動を伴う緩ブレーキ操作シーンにおいても、ドライバーが要求する通常目標減速度を設定するようにしたブレーキ制御装置を、比較例とする。そして、比較例のブレーキ制御装置を搭載した車両と、実施例1のブレーキ制御装置を搭載したハイブリッド車とが、下記の同じモータ再起動を伴う緩ブレーキ操作シーンに遭遇したときの比較作用を説明する。

20

【0056】

ここで、緩ブレーキ操作シーンとは、走行中、図9(a)に示すように、時刻 t_1 にてブレーキ操作を開始すると共にポンプ用モータを作動させる。そして、車速が所定値になる時刻 t_2 にてポンプ用モータの作動を停止し、その直後の時刻 t_3 にて車両が停止する。そして、ポンプ用モータの作動停止後の時刻 t_4 にて再びクリーブトルク等により極低速で進み始めたのに伴い、時刻 t_5 にて緩ブレーキ操作を行うと共にポンプ用モータを作動させる。そして、車速が所定値になる時刻 t_6 にてポンプ用モータの作動を停止させる。さらに、ポンプ用モータの作動停止後の時刻 t_7 にて再びクリーブトルク等により極低速で進み始めたのに伴い、時刻 t_8 にて緩ブレーキ操作を行うと共にポンプ用モータを作動させる。そして、車速が所定値になる時刻 t_9 にてポンプ用モータの作動を停止させるシーンをいう。

30

【0057】

このようなシーンのうち、図9(a)の矢印Aの時間域特性に示すように、時刻 t_5 と時刻 t_8 にて行われる緩ブレーキ操作時は、ブレーキ操作量としては小さいが、図9(b)に示すように、ドライバーが要求する通常目標減速度に設定される。したがって、加圧分を確保するために、ポンプ用モータの回転数が0から大きな値の目標回転数に移行するが、この際、過渡的にポンプ用モータの回転数が過回転になる。このため、加圧分による実液圧が要求液圧に対しオーバーシュートし、図9(b)の矢印Bおよび矢印Cに示すように、過渡的に減速度の実値が目標値を大きく超える減速度オーバーシュートが発生する。その結果、扱いにくいブレーキフィーリング（カックンブレーキ）になってしまう。

40

【0058】

これに対し、実施例1の場合、図9(a)の矢印Aの時間域特性に示すように、時刻 t_5 と時刻 t_8 にて緩ブレーキ操作が行われ、停止していたVDCモータ21を再起動させるシーンにおいて、予め目標減速度の値を、図10に示すように、ドライバーが要求する目標減速度の値より低い値に設定しておく。このため、目標減速度を分担する基本液圧分と回生分と加圧分のうち、加圧分の液圧による減速度分担比率が下げられ、VDCモータ21の目標回転数が低く抑えられる。

すなわち、緩ブレーキ操作領域での基本液圧分は、ほぼゼロとなる（図8参照）。また、極低車速域での回生分は、ほとんど望めない。つまり、目標減速度を低下させると、主に加圧分の液圧による減速度分担比率が下げられることになる。そして、加圧分は、差圧弁

50

(第1M/Cカットソレノイドバルブ25、第2M/Cカットソレノイドバルブ26)のコントロールと、液圧ポンプ22, 22によるポンプアップ昇圧により得られる。このため、加圧分が下げられると、ポンプアップ昇圧幅が小さくなり、液圧ポンプ22, 22を駆動させるVDCモータ21の目標回転数が低く抑えられる。

【0059】

したがって、実施例1の場合、図11の矢印Dの時間域特性に示すように、VDCモータ21の過渡的な過回転により減速度(実値)が急増する減速度オーバーシュートの発生が防止される。そして、車両の減速度実値を、ドライバーが要求する目標減速度相当(図9(b)の減速度目標値)にすることができる。この結果、停止中のVDCモータ21を再起動して制動力を発生させるとき、カックンブレーキ感が抑制され、扱いやすいブレーキフィーリングとされる。

10

【0060】

実施例1では、目標減速度の下げ幅を、ドライバーが要求する目標減速度の値から、少なくともVDCモータ21の過回転による実減速度のオーバーシュート分を差し引いた値に設定している。

すなわち、モータ回転オーバーシュートによる実減速度の発生を考慮した目標減速度の下げ幅設定により、モータ再起動時における減速度の実値が、本来あるべき減速度の目標値にほぼ一致することになる。

したがって、ドライバーが期待する車両減速度を発生しながら、カックンブレーキ感を抑制するというように、ブレーキフィーリングの扱いやすさが高められる。

20

【0061】

実施例1では、目標減速度の値を、ブレーキペダルストロークをパラメータとする第1目標減速度算出マップで決め、第1目標減速度算出マップのうち、ブレーキペダルストロークが所定値以下の領域特性を、車速Vが第1所定値(第1所定値)以上のときに用いる第2目標減速度算出マップの特性よりも嵩下げした特性に設定している。

すなわち、緩ブレーキ操作のときには、嵩下げした特性にて目標減速度が設定され、急ブレーキ操作のときには、ドライバーの要求減速度をあらゆる特性にて目標減速度が設定されることになる。

したがって、モータ再起動時、緩ブレーキ操作に対するカックンブレーキ感の抑制と、急ブレーキ操作に対する要求減速度の応答性確保と、の両立が図られる。

30

【0062】

次に、効果を説明する。

実施例1のハイブリッド車のブレーキ制御装置にあっては、下記に列挙する効果を得ることができる。

【0063】

(1) ブレーキ操作に応じたマスターシリンダ圧を発生するマスターシリンダ13と、前後輪の各輪に設けられ、ホイールシリンダ圧に応じて各輪に液圧制動力を与えるホイールシリンダ4FL, 4FR, 4RL, 4RRと、

前記マスターシリンダ13と前記ホイールシリンダ4FL, 4FR, 4RL, 4RRとの間に介装され、ポンプ用モータ(VDCモータ21)により駆動する液圧ポンプ22, 22と、前記ポンプ用モータ(VDCモータ21)の作動時、ホイールシリンダ圧とマスターシリンダ圧の差圧を制御する差圧弁(第1M/Cカットソレノイドバルブ25、第2M/Cカットソレノイドバルブ26)と、を有するブレーキ液圧アクチュエータ(VDCブレーキ液圧ユニット2)と、

40

駆動輪に連結された走行用電動モータ5に接続され、前記走行用電動モータ5により発生する回生制動力を制御する回生制動力制御手段(モータコントローラ8)と、

ブレーキ操作時、目標減速度を、前記マスターシリンダ圧による基本液圧分と前記回生制動力による回生分の総和で達成し、不足する回生分を前記ブレーキ液圧アクチュエータ(VDCブレーキ液圧ユニット2)による加圧分で補償する制御を行う回生協調ブレーキ制御手段(統合コントローラ9、図4)と、

50

駆動状態の前記ポンプ用モータ（VDCモータ21）を、車速Vが第1所定車速（第1所定値）未満になると停止するモータ停止制御手段（図4のステップS1～ステップS2）と

、前記ポンプ用モータ（VDCモータ21）が停止状態で（ステップS3でOFF）、車速Vが第2所定車速（第2所定値）を超え（ステップS4でYES）、かつ、ブレーキ操作が行われたとき（ステップS6でYES）、前記目標減速度の値を、ドライバーが要求する目標減速度の値よりも低い値に設定し（ステップS7）、前記ポンプ用モータ（VDCモータ21）を再起動するモータ再起動時制御手段（図4のステップS4～ステップS10）と、を備える。

このため、停止中のポンプ用モータ（VDCモータ21）を再起動して制動力を発生させるとき、カックンブレーキ感を抑制し、扱いやすいブレーキフィーリングにすることができる。

【0064】

(2) 前記モータ再起動時制御手段（図4のステップS4～ステップS10）は、前記目標減速度の値を、車速Vが第1所定車速（第1所定値）以上のときのドライバーが要求する目標減速度の値から、少なくとも前記ポンプ用モータ（VDCモータ21）の過回転による実減速度のオーバーシュート分を差し引いた値に設定する（ステップS7）。

このため、上記(1)の効果に加え、ドライバーが期待する車両減速度を発生しながら、カックンブレーキ感を抑制するというように、ブレーキフィーリングの扱いやすさを高めることができる。

【0065】

(3) 前記モータ再起動時制御手段（図4のステップS4～ステップS10）は、前記目標減速度の値を、ブレーキペダル操作量（ブレーキペダルストローク）をパラメータとする目標減速度マップ（第1目標減速度算出マップ）で決め、該目標減速度マップ（第1目標減速度算出マップ）のうち、ブレーキペダル操作量（ブレーキペダルストローク）が所定値以下の領域特性を、車速Vが第1所定車速（第1所定値）以上のときに用いる目標減速度マップ（第2目標減速度算出マップ）の特性よりも嵩下げした特性に設定した（ステップS7）。

このため、上記(1)または(2)の効果に加え、ポンプ用モータ（VDCモータ21）の再起動時、緩ブレーキ操作に対するカックンブレーキ感の抑制と、急ブレーキ操作に対する要求減速度の応答性確保と、の両立を図ることができる。

【0066】

以上、本発明の電動車両のブレーキ制御装置を実施例1に基づき説明してきたが、具体的な構成については、この実施例1に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

【0067】

実施例1では、ステップS4での第2所定値（第2所定車速）を、ステップS1で用いた第1所定値（第1所定車速）より大きな値とし、VDCモータ21のON/OFFハンチングを防止する例を示した。しかし、第1所定値（第1所定車速）と第2所定値（第2所定車速）は、同じ値を用いても良い。さらに、第1所定値（第1所定車速）>第2所定値（第2所定車速）の関係としてもモータ再起動時制御は成立する。

【0068】

実施例1では、停止中のVDCモータ21を再起動して制動力を発生させるとき目標減速度を、目標減速度算出マップを用いて設定する例を示した。しかし、ポンプ用モータの停止後、車速条件やブレーキ操作条件が成立したら、通常目標減速度マップから得られる目標減速度から所定の補正量を差し引く演算処理により、停止中のポンプ用モータを再起動して制動力を発生させるときの目標減速度を算出するような例としても良い。

【0069】

実施例1では、ブレーキ操作と同時にVDCモータ21をONとし、停車域になるとVDCモータ21をOFFとする例を示した。しかし、ブレーキ操作による全減速領域のうち、例

10

20

30

40

50

えば、加圧分を必要としない領域でVDCモータをOFFとするモータON/OFF制御を行う例であっても良い。

【0070】

実施例1では、ブレーキ液圧アクチュエータとして、図2に示すVDCブレーキ液圧ユニット2を利用する例を示した。しかし、ブレーキ液圧アクチュエータとしては、VDCモータにより駆動する液圧ポンプと、ポンプ用モータの作動時、ホイールシリンダ圧とマスターシリンダ圧の差圧を制御する差圧弁と、を有するものであれば良い。

【0071】

実施例1では、本発明のブレーキ制御装置を、前輪駆動のハイブリッド車へ適用した例を示した。しかし、後輪駆動のハイブリッド車、電気自動車、燃料電池車、等の電動車両であり、液圧制動力と回生制動力による回生協調ブレーキ制御を行うものであれば、本発明のブレーキ制御装置を適用することができる。

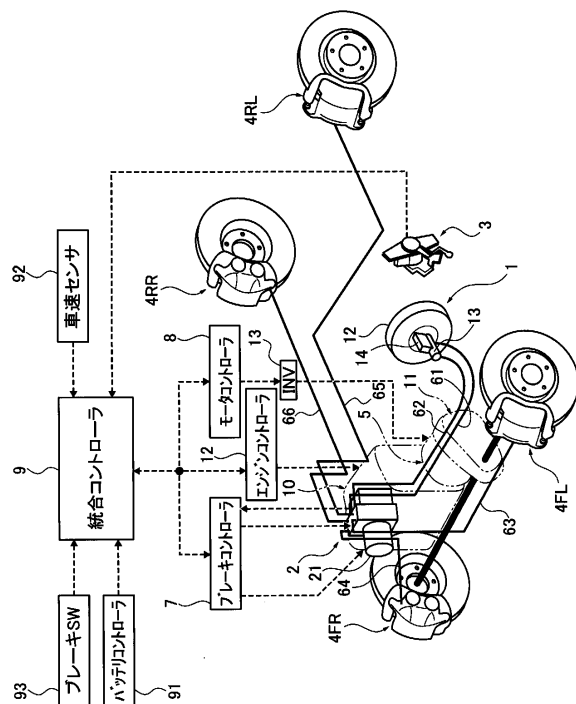
10

【関連出願の相互参照】

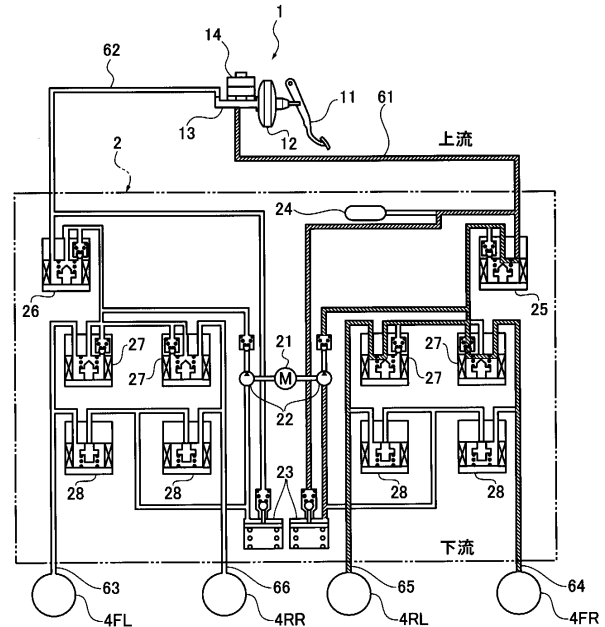
【0072】

本出願は、2010年11月8日に日本国特許庁に出願された特願2010-249877に基づいて優先権を主張し、その全ての開示は完全に本明細書で参照により組み込まれる。

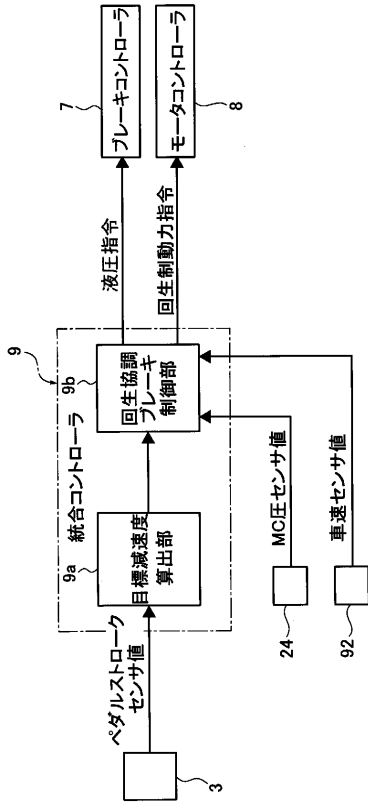
【図1】



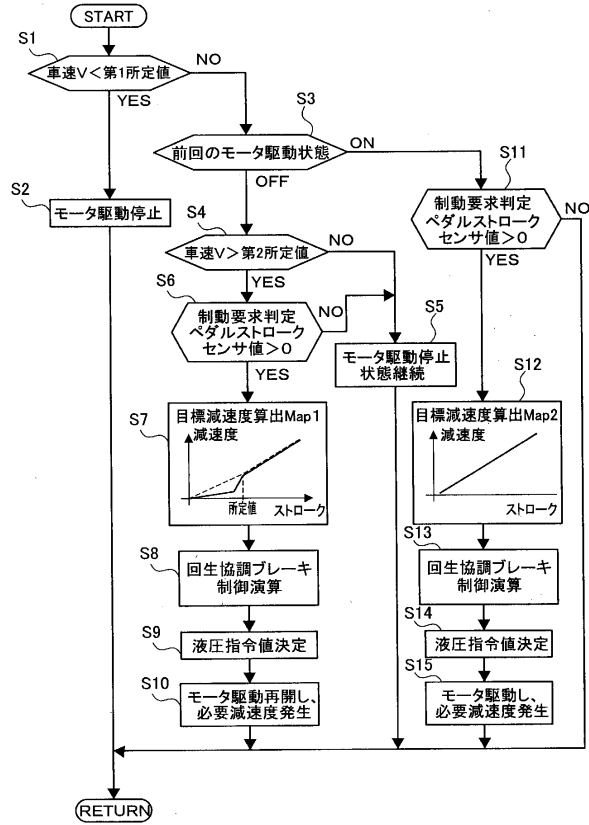
【図2】



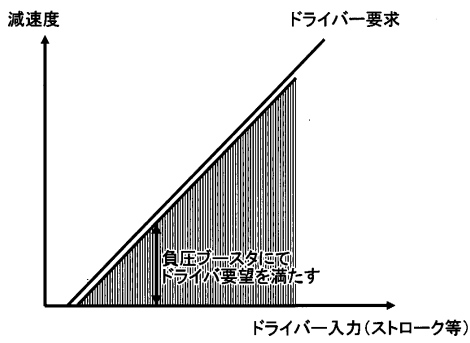
【 図 3 】



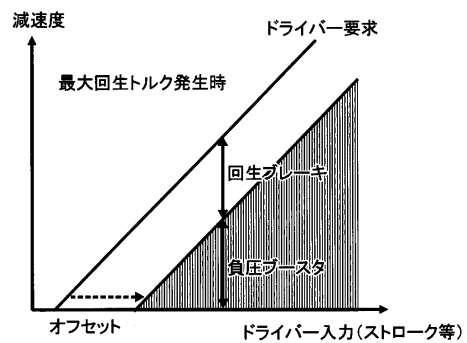
【 図 4 】



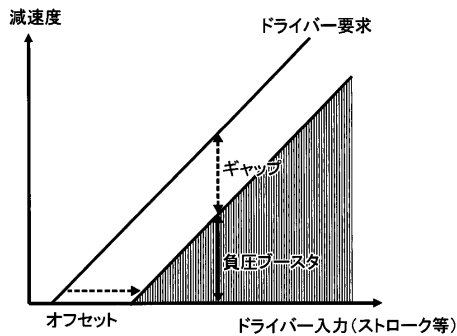
【 図 5 】



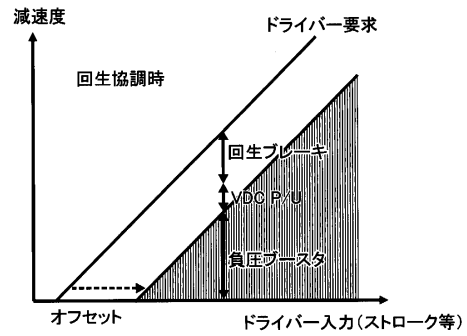
【 図 7 】



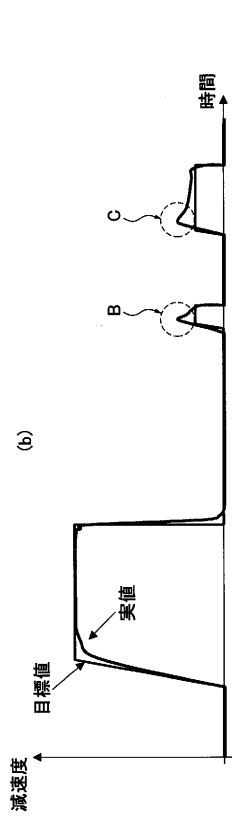
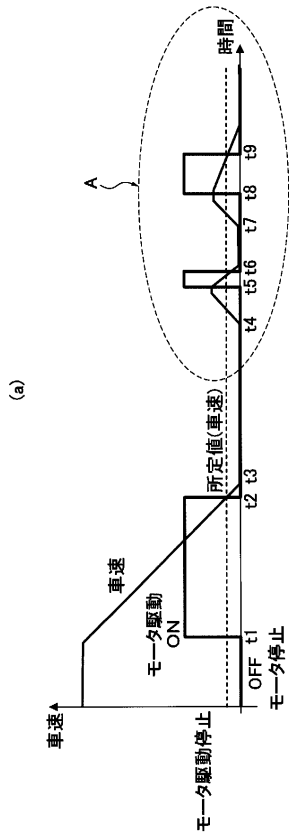
【 図 6 】



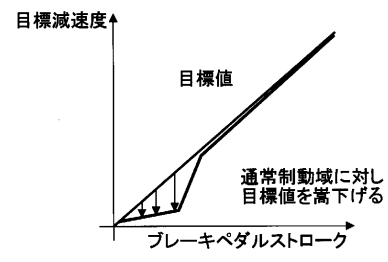
【 図 8 】



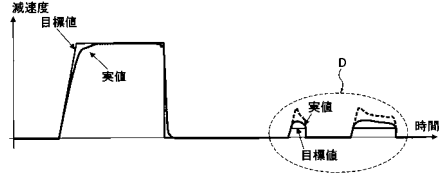
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-331925(JP,A)
特開2000-280890(JP,A)
特開平09-011875(JP,A)
特開2006-096218(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60T 7/12-8/96