(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4765487号
(P4765487)

(45)発行日　平成23年9月7日(2011.9.7)　(24)登録日　平成23年6月24日(2011.6.24)

(51)Int.Cl.		F I		
B60T 8/17	(2006.01)	B60T	8/17	C
B60W 40/06	(2006.01)	B60R	16/02	661B
B60T 8/172	(2006.01)	B60T	8/172	B
B60T 8/1761	(2006.01)	B60T	8/1761	
B60T 8/1763	(2006.01)	B60T	8/1763	

請求項の数 6　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2005-248117(P2005-248117)
(22)出願日　平成17年8月29日(2005.8.29)
(65)公開番号　特開2007-62448(P2007-62448A)
(43)公開日　平成19年3月15日(2007.3.15)
審査請求日　平成20年7月1日(2008.7.1)

(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
(74)代理人　100074206
弁理士　鎌田　文二
(74)代理人　100087538
弁理士　鳥居　和久
(74)代理人　100112575
弁理士　田川　孝由
(74)代理人　100084858
弁理士　東尾　正博
(72)発明者　松浦　正裕
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】車両用ブレーキ装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
車輪に摩擦制動力を加える摩擦手段（３ＦＬ，３ＦＲ）と、
前記車輪に回生制動力を加えるモータ（２）と、
前記車輪がロック傾向になったときに前記摩擦制動力を制御して車輪のロックを防止するアンチロック制御手段（S_8）と、
アンチロック制御開始時に減少することで車輪のロック傾向を解消することができる程度の大きさをもつ回生制動力の設定値をあらかじめ設定する設定値設定手段（S_5）と、
そのアンチロック制御手段（S_8）による制御開始前に前記回生制動力を減少させて前記設定値設定手段（S_5）により設定された前記設定値に保持するとともにその回生制動力の減少に応じて前記摩擦制動力を増加させる制動比率調整手段（S_{64}，S_{65}，S_{68}）と、
その制動比率調整手段（S_{64}，S_{65}，S_{68}）で前記設定値に保持された前記回生制動力を前記アンチロック制御手段（S_8）による制御開始時に減少させる回生制動解除手段（S_{61}，S_{70}）と
を有する車両用ブレーキ装置。
【請求項２】
路面の摩擦係数を検知する摩擦係数検知手段（S_4）を設け、前記制動比率調整手段（S_{64}，S_{65}，S_{68}）は、その摩擦係数検知手段（S_4）で検知した摩擦係数に基づいて前記設定値を設定する請求項１に記載の車両用ブレーキ装置。

【請求項３】
前記制動比率調整手段（Ｓ６４，Ｓ６５，Ｓ６８）は、前記摩擦係数検知手段（Ｓ４）で検知した摩擦係数の路面で生じる最大摩擦力の半分を前記設定値として設定する請求項２に記載の車両用ブレーキ装置。
【請求項４】
前記制動比率調整手段が、前記車輪のスリップ率を検知するスリップ率検知手段（Ｓ２３）と、前記アンチロック制御手段（Ｓ８）による制御開始前に前記スリップ率の増加に応じて前記回生制動力を減少させて前記設定値に保持する回生制動力調整手段（Ｓ６４，Ｓ６５）と、その回生制動力調整手段（Ｓ６４，Ｓ６５）による回生制動力の減少に応じて前記摩擦制動力を増加させる摩擦制動力調整手段（Ｓ６８）とからなる請求項１から３のいずれかに記載の車両用ブレーキ装置。
【請求項５】
前記回生制動力調整手段（Ｓ６４，Ｓ６５）が、前記スリップ率の減少に応じて前記回生制動力を増加させるとともに、前記摩擦制動力調整手段（Ｓ６８）が、前記回生制動力の増加に応じて前記摩擦制動力を減少させる請求項４に記載の車両用ブレーキ装置。
【請求項６】
前記制動比率調整手段（Ｓ６４，Ｓ６５，Ｓ６８）は、前記車輪のスリップ率が制動比率調整開始しきい値を超えたときに制動比率調整を開始し、前記アンチロック制御手段（Ｓ８）は、前記車輪のスリップ率が、前記制動比率調整開始しきい値よりも大きいＡＢＳ制御開始しきい値を超えたときに、車輪がロック傾向になったときの前記摩擦制動力の制御を開始する請求項１から５のいずれかに記載の車両用ブレーキ装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、制動時に車輪のロックを防止するアンチロック制御機能を付与した車両用ブレーキ装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
車両用ブレーキ装置として、車輪に摩擦制動力を加える摩擦機構と、車輪に回生制動力を加えるモータとを備えるものが知られている。このブレーキ装置の摩擦機構は、車輪ごとに取り付けられ、一方、モータは、複数の車輪、一般には駆動輪を一括して取り付けられる。そのため、個々の車輪について車輪のロックを防止するアンチロック制御は、摩擦制動力について行なわれ、回生制動はアンチロック制御開始時に中止される。
【０００３】
ここで、アンチロック制御開始時に回生制動を中止することによる車両減速度の急激な低下を抑えるために、アンチロック制御開始前に回生制動力を減少させるとともにその減少分に応じて摩擦制動力を増加させるようにしたブレーキ装置が提案されている（特許文献１）。
【０００４】
しかし、このブレーキ装置を用いると、アンチロック制御開始前に回生制動力がゼロになるまで減少して摩擦制動力のみが車輪に加わった状態となることがある。その状態でアンチロック制御が開始すると、車輪のロック傾向を解消するために摩擦制動力を減少させる制御がなされるが、機械的に発生する摩擦制動力は電気的に発生する回生制動力よりも制御信号に対する応答性が低く、減少するのに時間がかかる。そのため、車輪のロック傾向を解消するのに時間を要し、車両が不安定になることがあった。また、アンチロック制御開始前に回生制動力がゼロになると、回生制動によるエネルギの回収が行なわれず、非効率である。
【０００５】
【特許文献１】特開２００２－３５６１５１号公報
【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
この発明は、車輪がロック傾向になったときに、そのロック傾向を迅速に解消し、車両の安定性を高めることを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記の課題を解決するために、車輪に摩擦制動力を加える摩擦手段と、前記車輪に回生制動力を加えるモータと、前記車輪がロック傾向になったときに前記摩擦制動力を制御して車輪のロックを防止するアンチロック制御手段と、アンチロック制御開始時に減少することで車輪のロック傾向を解消することができる程度の大きさをもつ回生制動力の設定値をあらかじめ設定する設定値設定手段と、そのアンチロック制御手段による制御開始前に前記回生制動力を減少させて前記設定値設定手段により設定された前記設定値に保持するとともにその回生制動力の減少に応じて前記摩擦制動力を増加させる制動比率調整手段と、その制動比率調整手段で前記設定値に保持された前記回生制動力を前記アンチロック制御手段による制御開始時に減少させる回生制動解除手段とを有する構成を車両用ブレーキ装置に採用した。
【０００８】
この構成を採用した車両用ブレーキは、制動比率調整手段がアンチロック制御開始前に回生制動力を設定値に保持し、その保持された回生制動力を回生制動解除手段がアンチロック制御開始時に減少させる。そのため、アンチロック制御開始時の制動力の減少の応答性がよく、車輪のロック傾向を迅速に解消させることができる。また、アンチロック制御が開始されるまでの間、回生制動によるエネルギの回収を確実に行なうことができる。
【０００９】
この車両用ブレーキ装置は、路面の摩擦係数を検知する摩擦係数検知手段を設け、その摩擦係数検知手段で検知した摩擦係数に基づいて前記設定値を設定すると好ましい。このようにすると、路面の摩擦係数に応じてアンチロック制御開始前に保持する回生制動力の大きさを設定するので、アンチロック制御開始時の回生制動力の減少を抑えつつ、その回生制動力の減少により車輪のロック傾向を迅速に解消することが可能となる。
【００１０】
さらに、前記摩擦係数検知手段で検知した摩擦係数の路面で生じる最大摩擦力の半分を前記設定値として設定するとより好ましい。このようにすると、アンチロック制御開始時の回生制動力の減少をより小さく抑えつつ、その回生制動力の減少により車輪のロック傾向を迅速に解消することができる。
【００１１】
前記制動比率調整手段は、前記車輪のスリップ率を検知するスリップ率検知手段と、前記アンチロック制御手段による制御開始前に前記スリップ率の増加に応じて前記回生制動力を減少させて前記設定値に保持する回生制動力調整手段と、その回生制動力調整手段による回生制動力の減少に応じて前記摩擦制動力を増加させる摩擦制動力調整手段とで構成すると好ましい。このようにすると、アンチロック制御開始前にスリップ率が急速に増加したときでも、そのスリップ率の増加に応じて回生制動力が減少するとともに摩擦制動力が増加する。そのため、アンチロック制御開始時の回生制動力の減少による車両減速度の急激な低下を確実に緩和することができる。
【００１２】
このように前記制動比率調整手段を構成する場合、前記スリップ率の減少に応じて前記回生制動力調整手段が前記回生制動力を増加させるとともに、前記回生制動力の増加に応じて前記摩擦制動力調整手段が前記摩擦制動力を減少させるようにするとより好ましい。このようにすると、スリップ率が減少したときに、そのスリップ率の減少に応じて回生制動力が増加するので、アンチロック制御開始時までの間、回生制動によるエネルギの回収を効率的に行なうことができる。
【発明の効果】

【００１３】
この発明の車両用ブレーキ装置は、アンチロック制御開始前に設定値に保持された回生制動力をアンチロック制御開始時に減少させるので、アンチロック制御開始時の制動力の減少の応答性がよい。そのため、車輪のロック傾向が迅速に解消し、車両の安定性に優れる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１４】
図１に、この発明のブレーキ装置を備えた車両の概略構成を示す。この車両は、駆動装置としてエンジン１とモータ２を用いるいわゆるハイブリッドシステムを採用する。また、この車両の前輪ＦＬ，ＦＲ、後輪ＲＬ，ＲＲには、摩擦制動力を発生させる摩擦制動装置３ＦＬ，３ＦＲ，３ＲＬ，３ＲＲがそれぞれ取り付けられている。
【００１５】
エンジン１は、動力分割機構４と減速機５を介して前輪ＦＲ，ＦＬに接続されている。動力分割機構４は、図２に示す太陽ギア４ａと、太陽ギア４ａに噛み合いながら公転する遊星ギア４ｂと、遊星ギア４ｂを内接させるリングギア４ｃと、遊星ギア４ｂを支持する遊星キャリア４ｄとからなり、遊星キャリア４ｄがエンジン１に、リングギア４ｃが減速機５に、太陽ギア４ａが発電機６にそれぞれ接続されている。そのため、エンジン１の動力の一部が減速機５を介して前輪ＦＲ，ＦＬに伝わり、残りの動力が発電機６に伝わる。発電機６は、減速機５を介してエンジン１から伝わった動力を電力に変換する。
【００１６】
モータ２は、図１に示すように減速機５を介して前輪ＦＲ，ＦＬに接続されており、前輪ＦＲ，ＦＬを駆動する。また制動時は、発電機として作用することにより、前輪ＦＲ，ＦＬに回生制動力を発生させる。このとき発生する電力は、バッテリ７に蓄えられる。バッテリ７には、バッテリ電子制御装置（以下、「バッテリＥＣＵ」という）８が組み込まれており、このバッテリＥＣＵ８でバッテリ７の充電状態を検知可能となっている。
【００１７】
モータ２と発電機６とバッテリ７は、インバータ９を介して電気的に接続され、互いに電力のやり取りが可能となっている。インバータ９の制御は、図３に示すハイブリッド電子制御装置（以下、「ハイブリッドＥＣＵ」という）１０で行なわれる。
【００１８】
摩擦制動装置３ＦＬ～３ＲＲには、図４に示す液圧系が接続されている。この液圧系は、ブレーキペダルからの入力を電気信号に変換し、その電気信号を用いてブレーキペダルの操作量に応じた摩擦制動力を車輪に加えるいわゆるブレーキバイワイヤ方式を採用する。
【００１９】
この液圧系は、ブレーキペダル１１の踏み込み力を液圧に変換するマスターシリンダ１２を有する。マスターシリンダ１２の圧力室１２Ａで発生した液圧は、その圧力室１２Ａに接続された入力管路１３Ａの液圧センサ１４Ａで検知され、他方の圧力室１２Ｂで発生した液圧は、その圧力室１２Ｂに接続された入力管路１３Ｂの液圧センサ１４Ｂで検知される。
【００２０】
入力管路１３Ａには、ストロークシミュレータ１５が取り付けられ、このストロークシミュレータ１５により、ブレーキペダル１１からの入力に応じたストロークがブレーキペダル１１に付与される。ストロークシミュレータ１５と入力管路１３Ａの間にはシミュレータカット弁１６が設けられている。
【００２１】
摩擦制動装置３ＦＬには、摩擦部材（図示せず）を駆動するホイールシリンダ１７ＦＬが組み込まれている。このホイールシリンダ１７ＦＬには、出力管路１８ＦＬが接続されており、その出力管路１８ＦＬから供給される液圧でホイールシリンダ１７ＦＬが作動する。ホイールシリンダ１７ＦＬ内の液圧は、出力管路１８ＦＬの液圧センサ１９ＦＬで検

知される。

【００２２】

出力管路１８ＦＬには、増圧制御弁２２ＦＬを介して増圧管路２０が接続され、また、減圧制御弁２３ＦＬを介して減圧管路２１が接続されている。増圧制御弁２２ＦＬおよび減圧制御弁２３ＦＬは、弁の開度が入力信号に応じて変化する比例制御弁である。その開度調節は、図３に示すブレーキ電子制御装置（以下、「ブレーキＥＣＵ」という）２４からの制御信号によって行なわれる。

【００２３】

同様に、摩擦制動装置３ＦＲ，３ＲＬ，３ＲＲにも、それぞれホイールシリンダ１７ＦＲ，１７ＲＬ，１７ＲＲが組み込まれている。また、ホイールシリンダ１７ＦＲ，１７ＲＬ，１７ＲＲ内の液圧は、そのホイールシリンダに接続された出力管路１８ＦＲ，１８ＲＬ，１８ＲＲの液圧センサ１９ＦＲ，１９ＲＬ，１９ＲＲでそれぞれ検知される。出力管路１８ＦＲ，１８ＲＬ，１８ＲＲは、増圧制御弁２２ＦＲ，２２ＲＬ，２２ＲＲと減圧制御弁２３ＦＲ，２３ＲＬ，２３ＲＲを介して増圧管路２０と減圧管路２１にそれぞれ接続されている。

【００２４】

増圧管路２０と減圧管路２１はポンプ２５を介して互いに接続されており、このポンプ２５が減圧管路２１のブレーキ液を増圧管路２０に送り出す。増圧管路２０はリリーフ弁２６を介して減圧管路２１に接続されており、増圧管路２０の液圧が基準を超えると、増圧管路２０内のブレーキ液がリリーフ弁２６を通じて減圧管路２１に戻るようになっている。減圧管路２１は、ブレーキ液を蓄えたリザーバタンク２７に接続されている。

【００２５】

増圧管路２０には、増圧管路２０の圧力を検知する液圧センサ２８と、昇圧したブレーキ液を蓄えて増圧管路２０内の圧力を保持するアキュムレータ２９が取り付けられている。液圧センサ２８の検知信号はブレーキＥＣＵ２４に送られ、増圧管路２０内の圧力が所定値よりも小さくなるとブレーキＥＣＵ２４からの制御信号によりポンプ２５が駆動される。

【００２６】

入力管路１３Ａと出力管路１８ＦＬは、マスターカット弁３０Ａを介して接続されている。同様に、入力管路１３Ｂと出力管路１８ＦＲも、マスターカット弁３０Ｂを介して接続されている。

【００２７】

前輪ＦＬ，ＦＲ、後輪ＲＬ，ＲＲには、その車輪速度を検知する車輪速センサ３１ＦＬ，３１ＦＲ，３１ＲＬ，３１ＲＲがそれぞれ取り付けられている。

【００２８】

ブレーキＥＣＵ２４には、図３に示すように、液圧センサ１４Ａ，１４Ｂからマスターシリンダ１２の液圧を示す信号、液圧センサ１９ＦＬ～１９ＲＲからホイールシリンダ１７ＦＬ～１７ＲＲの液圧を示す信号、液圧センサ２８から増圧管路２０の液圧を示す信号、車輪速センサ３１ＦＬ～３１ＲＲから各車輪の回転速度を示す信号が入力される。また、ブレーキＥＣＵ２４からは、シミュレータカット弁１６、マスターカット弁３０Ａ，３０Ｂ、増圧制御弁２２ＦＬ～２２ＲＲ、減圧制御弁２３ＦＬ～２３ＲＲ、ポンプ２５への制御信号が出力される。

【００２９】

一方、ハイブリッドＥＣＵ１０には、インバータ９からモータ２と発電機６の回転速度を示す信号、バッテリＥＣＵ８からバッテリ７の充電状態を示す信号が入力される。また、ハイブリッドＥＣＵ１０からはインバータ９、エンジン電子制御装置（以下、「エンジンＥＣＵ」という）３２への制御信号が出力される。ハイブリッドＥＣＵ１０とブレーキＥＣＵ２４の間においても信号の出入力がなされる。

【００３０】

この車両のエンジン１、モータ２、発電機６、摩擦制動装置３ＦＬ～３ＲＲの動作例を

説明する。

【００３１】

低速走行時は、エンジン１を停止させた状態で、バッテリ７からの電力によってモータ２を作動させ、そのモータ２の動力で前輪ＦＬ，ＦＲを駆動する。

【００３２】

通常走行時は、エンジン１を作動させるとともに、そのエンジン１の作動により発電する発電機６からの電力でモータ２を作動させる。これにより前輪ＦＬ，ＦＲは、エンジン１から動力分割機構４を介して伝わる動力と、モータ２から伝わる動力とで駆動される。急加速時は、バッテリ７からもモータ２に電力を供給してモータ２の動力を増大させる。

【００３３】

制動時は、モータ２を発電機として機能させて前輪ＦＬ，ＦＲに回生制動力を発生させる。その回生制動力の大きさはインバータ９で制御する。モータ２の発電により生じた電力は、バッテリ７に蓄えられる。また、必要に応じて摩擦制動装置３ＦＬ～３ＲＲも作動させて前輪ＦＬ，ＦＲ、後輪ＲＬ，ＲＲに摩擦制動力を発生させる。

【００３４】

以下、回生制動力と摩擦制動力の制御を、図５～図１２に基づいて説明する。図５は、この制御のメインルーチンを示し、図６、図８、図１０～図１２はサブルーチンを示す。

【００３５】

図５に示すように、まず各種変数の初期化をおこない（ステップＳ$_1$）、各センサからの入力信号を取り込む（ステップＳ$_2$）。

【００３６】

つぎに、制動操作により運転者が要求する制動力（以下、「制動操作量」という）を演算する（ステップＳ$_3$）。この制動操作量の演算は、図６に示すサブルーチンで次のようにして行なう。すなわち、マスターシリンダ１２が正常なときは（ステップＳ$_{10}$）、図７に示すマスターシリンダ１２の液圧と制動操作量の対応関係にしたがって、現在のマスターシリンダ１２の液圧に対応する制動操作量を得る（ステップＳ$_{11}$）。

【００３７】

一方、マスターシリンダ１２に異常があるときは（ステップＳ$_{10}$）、制動操作量にゼロを設定する（ステップＳ$_{12}$）。さらに、図４に示すようにマスターカット弁３０Ａ，３０Ｂを開くとともに、シミュレータカット弁１６、増圧制御弁２２ＦＬ～２２ＲＲ、減圧制御弁２３ＦＬ～２３ＲＲを閉じ、これによりマスターシリンダ１２の液圧を直接、ホイールシリンダ１７ＦＬ，１７ＦＲに供給する（ステップＳ$_{13}$）。

【００３８】

つぎに、路面の摩擦係数μを演算する（ステップＳ$_4$）。この摩擦係数μの演算は、図８に示すサブルーチンで次のようにして行なう。すなわち、前輪ＦＬに制動力が加わっていないときに（ステップＳ$_{20}$）、前輪ＦＬに対する駆動力と前輪ＦＬのスリップ率を演算し（ステップＳ$_{22}$，Ｓ$_{23}$）、演算した駆動力とスリップ率のデータを記憶装置（図示せず）に記憶する（ステップＳ$_{24}$）。前輪ＦＬのスリップ率は、前輪ＦＬの速度と車体速度の差の車体速度に対する比率であり、この車体速度は、路面に従動して回転する後輪ＲＬの速度から得ることができる。駆動力とスリップ率を演算して記憶する処理は、タイマが満了するまで繰り返し行なう（ステップＳ$_{21}$）。

【００３９】

タイマが満了したときは（ステップＳ$_{21}$）、記憶装置に記憶した駆動力とスリップ率のデータに基づいて路面の摩擦係数μを演算する（ステップＳ$_{25}$）。摩擦係数μの演算は、図９に示すように駆動力とスリップ率の対応関係を複数の摩擦係数（たとえば高μ，中μ，低μ）について予め設定しておき、その対応関係の中から、記憶装置に記憶した駆動力とスリップ率のデータに近い対応関係を選択することにより行なう。記憶装置に記憶した駆動力とスリップ率のデータは、摩擦係数μを算出した後にクリアする（ステップＳ$_{26}$）。

【００４０】

つぎに、アンチロック制御（以下、「ＡＢＳ制御」という）開始直前に保持する回生制動力（以下、「設定制動力」という）を演算する（ステップＳ$_{5}$）。この設定制動力の演算は、図１０に示すサブルーチンで次のようにして行なう。すなわち、算出した摩擦係数μが小さく、路面が凍結していると考えられるときは（ステップＳ$_{30}$）、設定制動力として低μ用制動力を設定する（ステップＳ$_{31}$）。算出した摩擦係数μが中程度であり、路面が圧雪で覆われていると考えられるときは（ステップＳ$_{32}$）、低μ用制動力よりも大きい中μ用制動力を設定制動力として設定する（ステップＳ$_{33}$）。路面の摩擦係数μが低くなく、中程度でもないときは（ステップＳ$_{32}$）、路面がアスファルトであると想定し、中μ用制動力よりも大きい高μ用制動力を設定制動力として設定する（ステップＳ$_{34}$）。

【００４１】

つぎに、摩擦制動力と回生制動力の比率の調整を開始／終了するか否かの判定を行なう（ステップＳ$_{6}$）。この判定は、図１１に示すサブルーチンで次のようにして行なう。すなわち、前輪ＦＬ，ＦＲに制動力が加わっているときは（ステップＳ$_{40}$）、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率をそれぞれ演算する（ステップＳ$_{41}$）。前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率の演算は、たとえば前輪ＦＬ，ＦＲの速度および後輪ＲＬ，ＲＲの速度の中から最大のものを選択して車体速度として用い、その車体速度と前輪ＦＬ，ＦＲの速度に基づいて行なう。

【００４２】

その後、制動比率調整がまだ開始していないときは（ステップＳ$_{42}$）、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率が制動比率調整開始しきい値を超えるか否かを判定する（ステップＳ$_{43}$）。いずれかの前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率が制動比率調整開始しきい値を超えれば、制動比率調整開始しきい値を超えたスリップ率を調整開始時スリップ率として設定するとともに（ステップＳ$_{44}$）、直後にＡＢＳ制御が実行される可能性が高いので制動比率調整を開始する（ステップＳ$_{45}$）。

【００４３】

一方、制動比率調整が既に開始しているときは（ステップＳ$_{42}$）、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率が制動比率調整終了しきい値を下回るか否かを判定する（ステップＳ$_{46}$）。前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率のいずれもが制動比率調整終了しきい値を下回ったときは、ＡＢＳ制御が実行される可能性が低くなったと考えられるので、制動比率調整を終了する（ステップＳ$_{47}$）。また、ＡＢＳ制御を開始したときも（ステップＳ$_{48}$）、制動比率調整を終了し（ステップＳ$_{49}$）、運転者がブレーキペダル１１から足を離したときなど制動を中止したときも（ステップＳ$_{40}$）、ＡＢＳ制御が実行される可能性が低くなったと考えられるので、制動比率調整を終了する（ステップＳ$_{50}$）。

【００４４】

つぎに、前輪ＦＬ，ＦＲに加える回生制動力と摩擦制動力を演算する（ステップＳ$_{7}$）。この演算は、図１２に示すサブルーチンで次のようにして行なう。すなわち、バッテリ７が満充電状態のときなど、モータ２による回生制動が禁止されているときは（ステップＳ$_{60}$）、回生制動力をゼロにし、摩擦制動力として制動操作量を設定する（ステップＳ$_{70}$）。

【００４５】

一方、モータ２による回生制動が許可されているときは（ステップＳ$_{60}$）、モータ２で発生可能な回生制動力の大きさ（以下、「発生可能回生制動力」という）を演算する（ステップＳ$_{62}$）。発生可能回生制動力の演算は、たとえば、バッテリ７の充電状態に応じた回生制動力の値をあらかじめ設定しておき、その中から、バッテリＥＣＵ８で検知したバッテリ７の充電状態に対応する回生制動力の値を読み出して行なう。

【００４６】

つづいて、発生を許可する回生制動力の大きさ（以下、「発生許可回生制動力」）を演算する。すなわち、制動比率調整がまだ開始していないときは（ステップＳ$_{63}$）、発生可能回生制動力を発生許可回生制動力として設定する（ステップＳ$_{66}$）。

【００４７】
一方、制動比率調整が既に開始しているときは（ステップＳ$_{63}$）、発生可能回生制動力の大きさに、現在のスリップ率に対する調整開始時スリップ率の比率を乗じたものを発生許可回生制動力として設定する（ステップＳ$_{64}$）。その発生許可回生制動力が設定制動力よりも小さいときは、発生許可回生制動力として設定制動力を設定する（ステップＳ$_{65}$）。
【００４８】
このようにして得る発生許可回生制動力と制動操作量に基づいて、回生制動力と摩擦制動力の大きさを演算する。すなわち、制動操作量が発生許可回生制動力を上回るときは（ステップＳ$_{67}$）、回生制動力として発生許可回生制動力を設定し、摩擦制動力として、制動操作量から回生制動力を差し引いたものを設定する（ステップＳ$_{68}$）。一方、発生許可回生制動力を制動操作量が上回らないときは（ステップＳ$_{67}$）、回生制動力として制動操作量を設定し、摩擦制動力をゼロにする（ステップＳ$_{69}$）。
【００４９】
ＡＢＳ制御が開始するまでは、このように回生制動力と摩擦制動力の比率調整を行なうが、ＡＢＳ制御が開始したときは（ステップＳ$_{61}$）、回生制動力をゼロにするとともに、摩擦制動力として制動操作量を設定する（ステップＳ$_{70}$）。
【００５０】
つぎに、ＡＢＳ制御を開始／終了するか否かの判定を行なう（ステップＳ$_{8}$）。ＡＢＳ制御は、前輪ＦＬ，ＦＲのいずれかがロック傾向になったときに、その前輪の摩擦制動力を制御してロックを防止するものである。このＡＢＳ制御を開始／終了するか否かの判定は、図１３に示すサブルーチンで次のようにして行なう。すなわち、前輪ＦＬ，ＦＲに制動力が加わっているときに（ステップＳ$_{80}$）、ＡＢＳ制御がまだ開始していなければ（ステップＳ$_{81}$）、ＡＢＳ制御開始条件が成立しているか否かを判定する（ステップＳ$_{82}$）。ＡＢＳ制御開始条件としては、たとえば、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率が、制動比率調整開始しきい値よりも大きいＡＢＳ制御開始しきい値を超えたか、前輪ＦＬ，ＦＲの減速度がしきい値を超えたか等が挙げられる。ＡＢＳ制御開始条件が成立したときは、ＡＢＳ制御を開始する（ステップＳ$_{83}$）。
【００５１】
一方、ＡＢＳ制御が既に開始しているときは（ステップＳ$_{81}$）、ＡＢＳ制御終了条件が成立しているか否かを判定する（ステップＳ$_{84}$）。ＡＢＳ制御終了条件が成立しているときは、ＡＢＳ制御を終了する（ステップＳ$_{85}$）。また、運転者がブレーキペダル１１から足を離したときなど制動を中止したときも（ステップＳ$_{80}$）、ＡＢＳ制御を終了する（ステップＳ$_{86}$）。
【００５２】
つぎに、ハイブリッドＥＣＵ１０からインバータ９に制御信号を出力するとともに、ブレーキＥＣＵ２４から増圧制御弁２２ＦＬ，２２ＦＲと減圧制御弁２３ＦＬ，２３ＦＲに制御信号を出力して（ステップＳ$_{9}$）、前輪ＦＬ，ＦＲへの回生制動力と摩擦制動力が目標値となるように制御する。
【００５３】
すなわち、インバータ９を制御することにより、モータ２を発電機として機能させて、目標の回生制動力を発生させる。また、増圧制御弁２２ＦＬ，２２ＦＲと減圧制御弁２３ＦＬ，２３ＦＲを制御することにより、ホイールシリンダ１７ＦＬ，１７ＦＲの液圧を調節して目標の摩擦制動力を発生させる。
【００５４】
このブレーキ装置は、ＡＢＳ制御が実行されるまでブレーキペダル１１を踏み込むと、図１４に示すように回生制動力と摩擦制動力が変化する。
【００５５】
すなわち、制動操作量が小さいうちは、制動操作量に等しい回生制動力が発生し、摩擦制動力は発生しない。制動操作量が増大して発生可能回生制動力を上回ると（時間Ｔ$_{0}$）

、発生する回生制動力の大きさが発生可能回生制動力に等しくなるとともに、制動操作量から回生制動力を差し引いた大きさの摩擦制動力が発生する。

【００５６】

さらに制動操作量が増大すると、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率が制動比率調整開始しきい値を超えて、制動比率調整が開始する（時間$Ｔ_1$）。制動比率調整が開始すると、回生制動力が減少して設定制動力に保持されるとともに、その回生制動力の減少に応じて摩擦制動力が増加する。その後、ＡＢＳ制御開始条件が成立してＡＢＳ制御が開始すると（時間$Ｔ_2$）、設定制動力に保持された回生制動力が減少してゼロになる。

【００５７】

一方、ＡＢＳ制御が実行される可能性が高まるまでブレーキペダル１１を踏み込んだ後に、ブレーキペダル１１を緩めると、図１５に示すように回生制動力と摩擦制動力が変化する。

【００５８】

すなわち、制動操作量が増大すると、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率が制動比率調整開始しきい値を超えて制動比率調整が開始し（時間$Ｔ_1$）、さらに制動操作量が増大すると、回生制動力が減少して設定制動力に保持されるとともに、その回生制動力の減少分に応じて摩擦制動力が増加する。その後、制動操作量が減少すると（時間$Ｔ_3$）、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ率が減少するので、回生制動力が増加するとともに摩擦制動力が減少する。さらに制動操作量が減少すると、前輪ＦＬ，ＦＲのスリップ量が制動比率調整終了しきい値を下回って、制動比率調整制御が終了する（時間$Ｔ_4$）。

【００５９】

この車両用ブレーキ装置を用いると、図１４に示すように、ＡＢＳ制御開始前に回生制動力が設定制動力に保持され、その保持された回生制動力がＡＢＳ制御開始時に減少する。このとき、回生制動力は、機械的に発生する摩擦制動力よりも制御信号に対する応答性に優れるので、減少の遅れを生じにくい。そのため、前輪ＦＬ，ＦＲのロック傾向が迅速に解消し、車両が安定する。

【００６０】

また、このブレーキ装置は、ＡＢＳ制御開始前に回生制動力を設定制動力に保持するので、ＡＢＳ制御が実行される可能性が高くなったときにも、回生制動によるエネルギの回収を確実に行なうことができる。

【００６１】

また、このブレーキ装置は、ＡＢＳ制御開始前にスリップ率の増加に応じて回生制動力を減少させるので、ＡＢＳ制御開始前にスリップ率が急速に増加したときでも、そのスリップ率の増加に応じて回生制動力が減少するとともに摩擦制動力が増大する。そのため、ＡＢＳ制御開始前のスリップ率の増加の緩急によらず、ＡＢＳ制御開始時の回生制動力の減少による車両減速度の急激な低下を確実に緩和することができる。

【００６２】

また、このブレーキ装置は、スリップ率が増加してＡＢＳ制御が実行される可能性が高くなった後に、スリップ率が減少すると、そのスリップ率の減少に応じて回生制動力が増加する。そのため、このブレーキ装置は、ＡＢＳ制御が実行される可能性が高くなったときに、回生制動によるエネルギの回収を効率的に行なうことができる。

【００６３】

上記実施形態における低μ用設定制動力は、凍結路面で生じる最大摩擦力の半分の大きさとすると好ましい。このようにすると、ＡＢＳ制御開始時の回生制動力の減少を抑えつつ、その回生制動力の減少により前輪ＦＬ，ＦＲのロック傾向を迅速に解消することができる。同様に、中μ用設定制動力は、圧雪で覆われた路面で生じる最大摩擦力の半分の大きさとすると好ましく、高μ用設定制動力は、アスファルトの路面で生じる最大摩擦力の半分の大きさとすると好ましい。最大摩擦力の大きさは、路面の摩擦係数μや車輪の摩擦係数、車両の重量などにより決定される。

【００６４】

上記実施形態では、前輪ＦＬに対する駆動力と前輪ＦＬのスリップ率を用いて摩擦係数μを演算しているが、他方の前輪ＦＲに対する駆動力とその前輪ＦＲのスリップ率を用いて摩擦係数μを演算してもよい。また、制動時に、前輪ＦＬに対する制動力と前輪ＦＬのスリップ率を用いて摩擦係数μを演算してもよい。

【００６５】

上記実施形態では、ＡＢＳ制御開始前に設定制動力に保持した回生制動力をＡＢＳ制御開始時にゼロまで減少させているが、ＡＢＳ制御開始時にゼロよりも大きい値まで減少させるようにしてもよい。要は、ＡＢＳ制御開始前に保持した回生制動力をＡＢＳ制御開始時に減少させればよい。ＡＢＳ制御開始時にゼロよりも大きい値まで減少させる場合、その回生制動力の減少量は、最大摩擦力の半分の大きさとなるようにすると好ましい。このようにすると、ＡＢＳ制御開始時の回生制動力の減少を抑えつつ、その回生制動力の減少により車輪のロック傾向を迅速に解消することができる。

【００６６】

ＡＢＳ制御開始前に回生制動力を減少させて保持する制御は、他の方法で行なってもよい。たとえば、制動比率調整制御が開始した後、回生制動力を一定速度で減少させて設定制動力に保持するようにしてもよい。

【００６７】

上記実施形態では、前輪駆動車を例に挙げてこの発明のブレーキ装置を説明したが、この発明のブレーキ装置は、後輪駆動車や四輪駆動車にも同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００６８】

【図１】この発明の実施形態の車両用ブレーキ装置を備えた車両の概略構成図

【図２】図１の動力分割機構の一例を示す図

【図３】図１の車両用ブレーキ装置のブロック図

【図４】図１の車両用ブレーキ装置の摩擦制動装置に接続される液圧系の配管系統図

【図５】図１の車両用ブレーキ装置の制御を示すフロー図

【図６】図５のステップS_3の処理を示すフロー図

【図７】マスターシリンダの液圧と制動操作量の対応関係の一例を示す図

【図８】図５のステップS_4の処理を示すフロー図

【図９】駆動力とスリップ率の対応関係の一例を示す図

【図１０】図５のステップS_5の処理を示すフロー図

【図１１】図５のステップS_6の処理を示すフロー図

【図１２】図５のステップS_7の処理を示すフロー図

【図１３】図５のステップS_8の処理を示すフロー図

【図１４】（ａ）は同上の車両用ブレーキ装置についてＡＢＳ制御が実行されるまでブレーキペダルを踏み込んだときの車体速度と前輪速度の時間変化を示す図、（ｂ）は同上の車両用ブレーキ装置についてＡＢＳ制御が実行されるまでブレーキペダルを踏み込んだときの回生制動力と摩擦制動力の時間変化を示す図

【図１５】（ａ）は同上の車両用ブレーキ装置についてＡＢＳ制御が実行される可能性が高まるまでブレーキペダルを踏み込んだ後、ブレーキペダルを緩めたときの車体速度と前輪速度の時間変化を示す図、（ｂ）は同上の車両用ブレーキ装置についてＡＢＳ制御が実行される可能性が高まるまでブレーキペダルを踏み込んだ後、ブレーキペダルを緩めたときの回生制動力と摩擦制動力の時間変化を示す図

【符号の説明】

【００６９】

２　　モータ

３ＦＬ，３ＦＲ，３ＲＬ，３ＲＲ　　摩擦制動装置

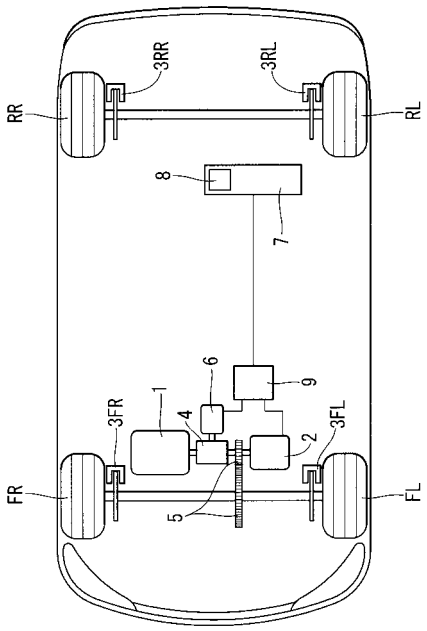
１０　　ハイブリッドＥＣＵ

１４Ａ，１４Ｂ　　液圧センサ

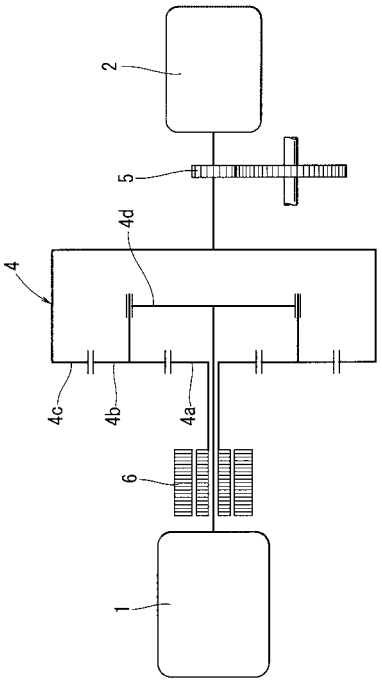
２２ＦＬ，２２ＦＲ，２２ＲＬ，２２ＲＲ　　増圧制御弁

２３ＦＬ，２３ＦＲ，２３ＲＬ，２３ＲＲ　減圧制御弁
２４　ブレーキＥＣＵ
３１ＦＬ，３１ＦＲ，３１ＲＬ，３１ＲＲ　車輪速センサ

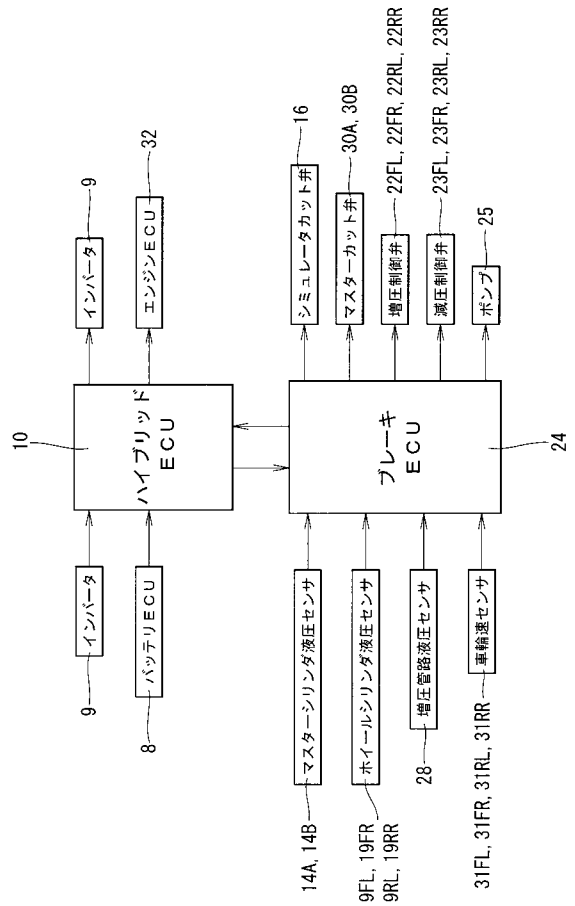
【図１】



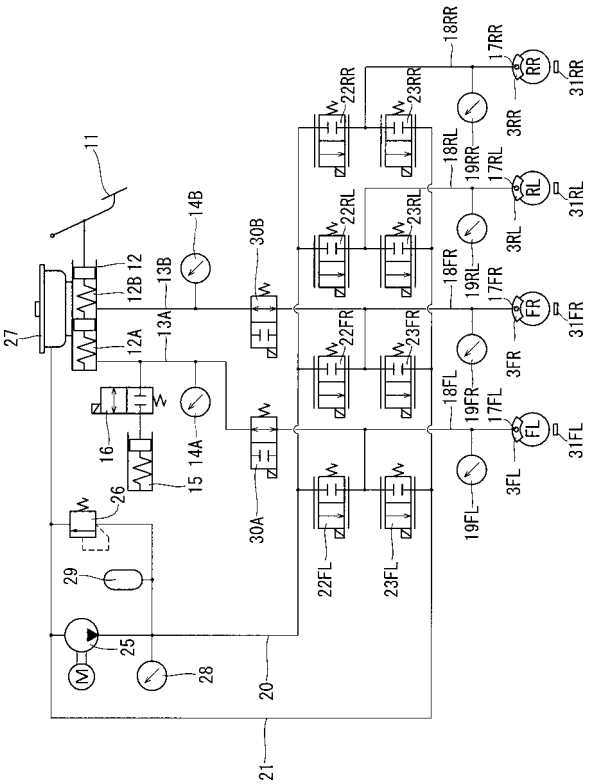
【図２】



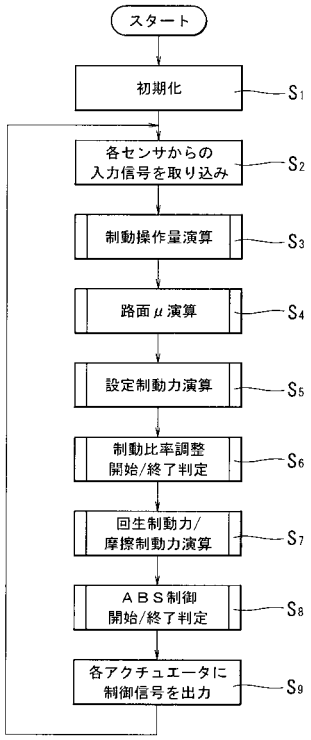
【図３】


ハイブリッド ECU
ブレーキ ECU
インバータ
エンジンECU
シミュレータカット弁
マスターカット弁
増圧制御弁
減圧制御弁
ポンプ
インバータ
バッテリECU
マスターシリンダ液圧センサ
ホイールシリンダ液圧センサ
増圧管路液圧センサ
車輪速センサ
14A, 14B
19FL, 19FR
19RL, 19RR
31FL, 31FR, 31RL, 31RR

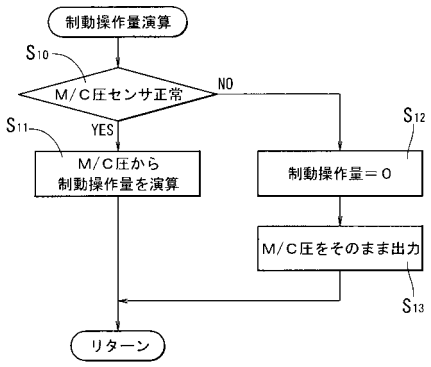
【図４】


M
FR
FL
RR
RL

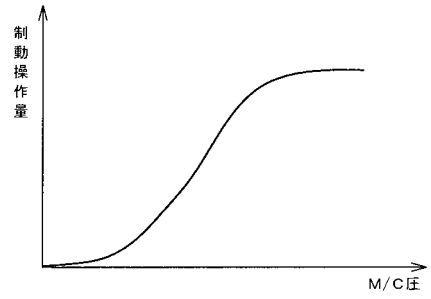
【図５】


スタート
初期化
各センサからの 入力信号を取り込み
制動操作量演算
路面μ演算
設定制動力演算
制動比率調整 開始/終了判定
回生制動力/ 摩擦制動力演算
ＡＢＳ制御 開始/終了判定
各アクチュエータに 制御信号を出力

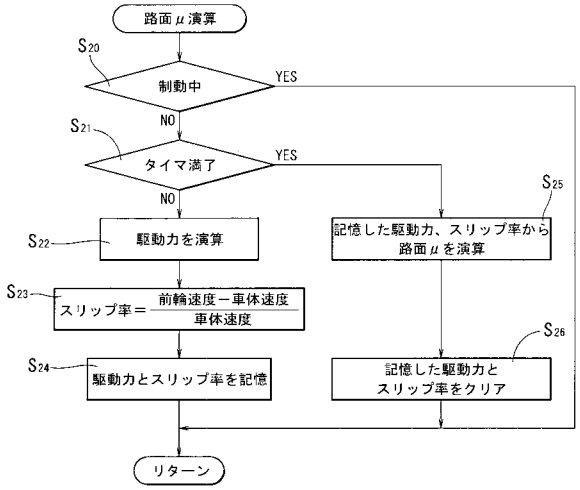
【図６】


制動操作量演算
M/C圧センサ正常
NO
YES
M/C圧から 制動操作量を演算
制動操作量＝０
M/C圧をそのまま出力
リターン

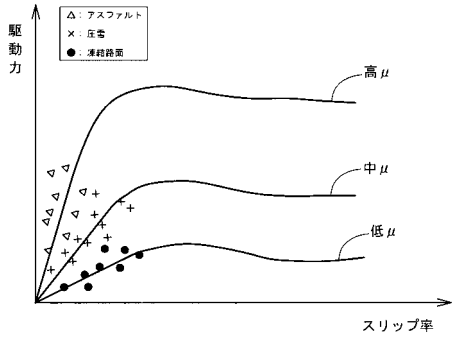
【図７】


制動操作量
M/C圧

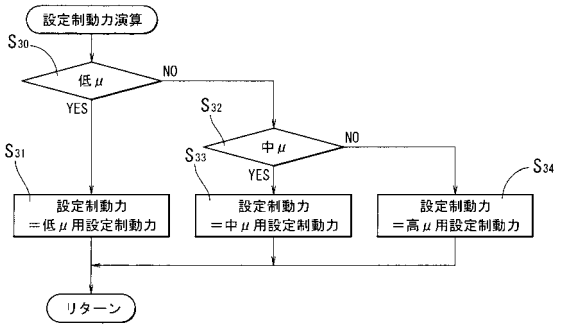
【図８】



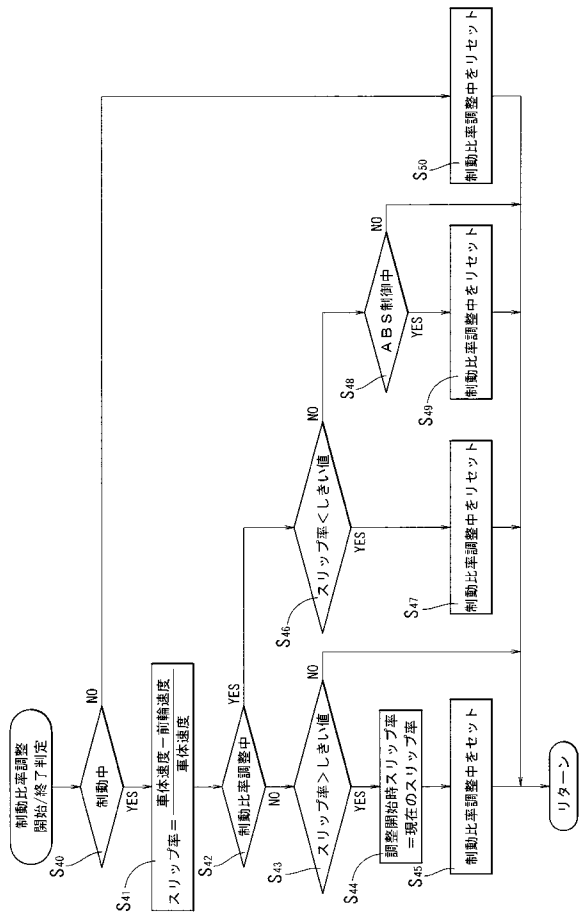
【図９】



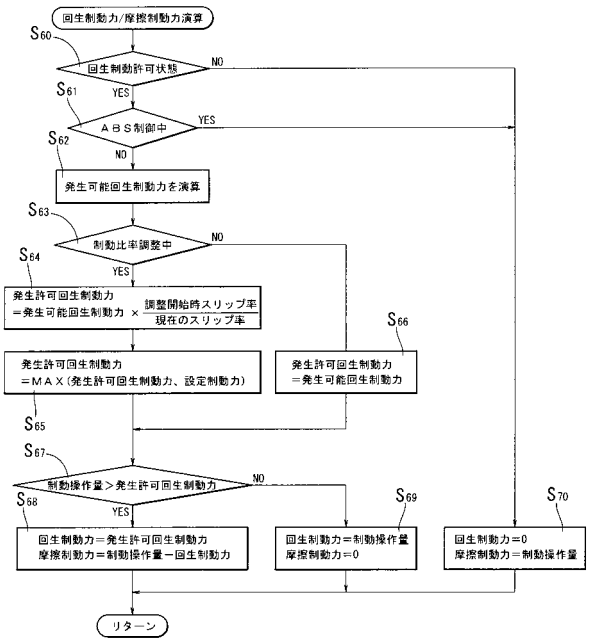
【図１０】



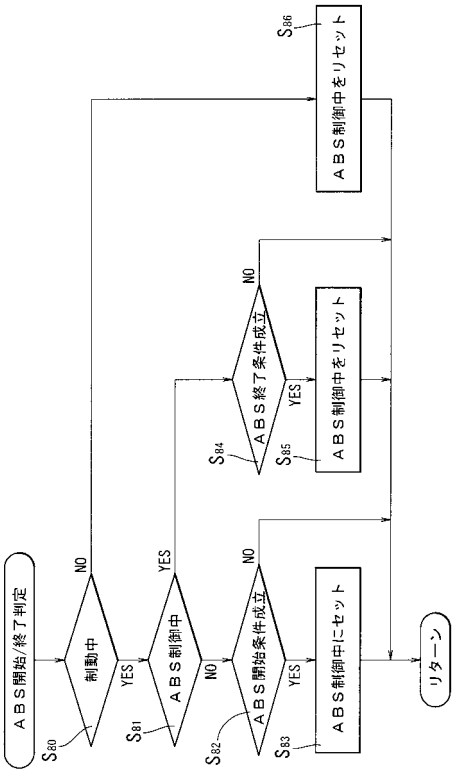
【図１１】



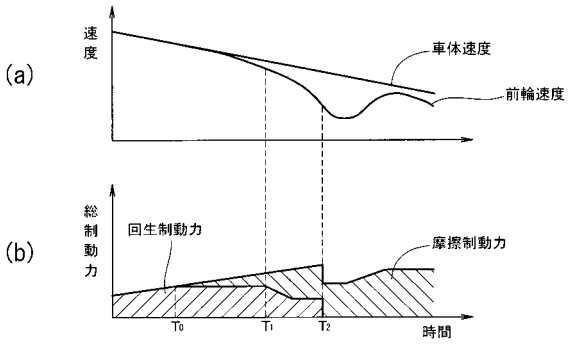
【図１２】



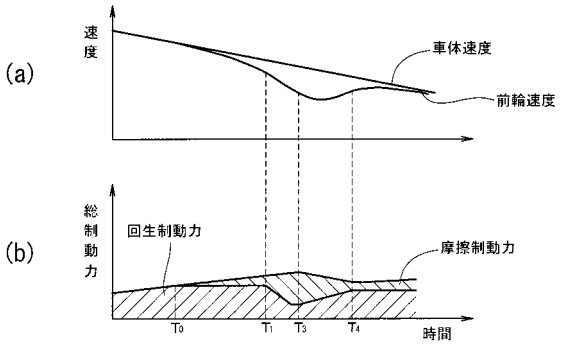
【図１３】


ＡＢＳ開始/終了判定
制動中
NO
YES
S80
ＡＢＳ制御中
YES
NO
S81
ＡＢＳ開始条件成立
NO
YES
S82
ＡＢＳ制御中にセット
S83
リターン
ＡＢＳ終了条件成立
NO
YES
S84
ＡＢＳ制御中をリセット
S85
ＡＢＳ制御中をリセット
S86

【図１４】


(a)
速度
車体速度
前輪速度
(b)
総制動力
回生制動力
摩擦制動力
T0
T1
T2
時間

【図１５】


(a)
速度
車体速度
前輪速度
(b)
総制動力
回生制動力
摩擦制動力
T0
T1
T3
T4
時間

フロントページの続き

(72)発明者　小久保　浩一
愛知県刈谷市昭和町２丁目１番地　株式会社アドヴィックス内
(72)発明者　斉藤　滋
愛知県刈谷市昭和町２丁目１番地　株式会社アドヴィックス内
(72)発明者　仙石　裕二
愛知県刈谷市昭和町２丁目１番地　株式会社アドヴィックス内

審査官　竹村　秀康

(56)参考文献　特開２００２－３５６１５１（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－３２７１０４（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０３９２８１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６０Ｔ　　８／１７
Ｂ６０Ｔ　　８／１７２
Ｂ６０Ｔ　　８／１７６１
Ｂ６０Ｔ　　８／１７６３
Ｂ６０Ｗ　４０／０６