

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-245843

(P2012-245843A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
B 6 0 T 8/1761 (2006.01) B 6 0 T 8/1761 3 D 2 4 6
B 6 0 T 8/66 (2006.01) B 6 0 T 8/66 Z

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2011-117855 (P2011-117855)	(71) 出願人	000000974
(22) 出願日	平成23年5月26日 (2011. 5. 26)		川崎重工業株式会社
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
		(74) 代理人	110000556
			特許業務法人 有古特許事務所
		(72) 発明者	松田 義基
			兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内
		Fターム(参考)	3D246 AA11 BA02 CA02 DA01 GA22 GB01 HA25A HA26A HA44A HA64A HA87A JA13 JA15 JB05 LA33Z

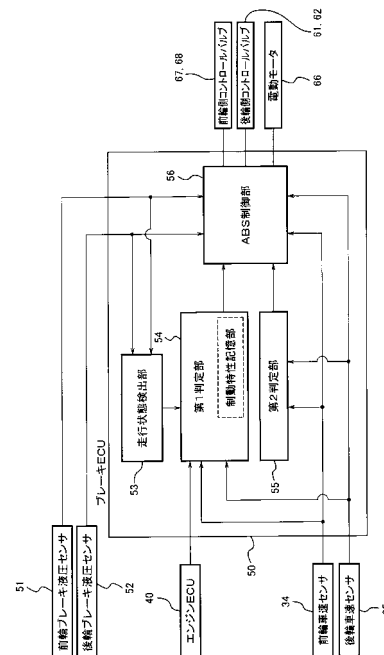
(54) 【発明の名称】 車両のブレーキ制御装置

(57) 【要約】

【課題】一例として自動二輪車1のような車両の制動時に車輪2, 3のロックを防止するように、当該車輪2, 3に付与するブレーキ力を調整するABS制御において、それらの車輪2, 3のロック傾向を直接的に検出し、より適切なABS制御の介入判定を行えるようにする。

【解決手段】車輪2, 3の回転速度である車輪速度 V_f , V_r の低下率 ΔV_f , ΔV_r が所定の閾値以上であることを含む、ABS制御の介入条件が成立したか否かを判定する(第1および第2の判定部54, 55)。介入条件が成立したと判定すればABS制御を開始する(ABS制御部56)。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の制動時に車輪のロックを防止するように、当該車輪に付与するブレーキ力を調整するアンチロックブレーキ制御を行うブレーキ制御装置であって、

前記車輪の回転速度である車輪速度の低下率が所定の閾値以上であることを含む、前記アンチロックブレーキ制御の介入条件が成立したか否かを判定する介入判定部と、

前記介入判定部によって前記介入条件の成立が判定されると、前記アンチロックブレーキ制御による前記車輪へのブレーキ力の調整を開始するブレーキ力制御部と、
を備えることを特徴とする車両のブレーキ制御装置。

【請求項 2】

車両には運転者により操作されるアクセル操作部材が設けられており、

前記介入判定部は、前記アクセル操作部材が減速方向に急操作されてから所定期間は、前記介入条件が成立したか否かの判定を行わない、請求項 1 に記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 3】

車両には駆動輪と駆動源との間にクラッチが設けられており、

前記アクセル操作部材の急操作から所定期間内であっても前記クラッチが遮断状態になれば、前記介入判定部は前記介入条件が成立したか否かの判定を行う、請求項 2 に記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 4】

制動時の車両の走行状態を検出する走行状態検出部を備え、

前記介入判定部は、前記検出される車両の走行状態に基づいて前記介入判定の閾値を変更する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 5】

前記走行状態検出部は、車両の制動時に前記車輪に付与されるブレーキ力を検出するものであり、

前記介入判定部は、前記検出されるブレーキ力が小さいほど前記介入判定の閾値を小さな値に変更する、請求項 4 に記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 6】

前記車輪がロックしない範囲において、該車輪に付与されるブレーキ力の増大に応じて車輪速度の低下率が増大する際の両者の相関関係を、当該車輪の制動特性として記憶する制動特性記憶部をさらに備え、

前記介入判定部は、前記走行状態検出部によって検出されるブレーキ力が小さいほど、前記介入判定の閾値が小さな値になるように前記制動特性に基づいて当該閾値を変更する、請求項 5 に記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 7】

前記制動特性記憶部は制動特性として、ブレーキ力によって前記車輪に生じる車輪速度の低下率の標準値が記憶されており、

前記介入判定部は、前記走行状態検出部によって検出されたブレーキ力から前記制動特性を参照して、前記車輪速度の低下率の標準値を特定し、この標準値よりも車輪速度の低下率が大きい場合には両者の差が大きいほど、前記介入判定の閾値を小さな値に変更する、請求項 6 に記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 8】

前記介入判定部は前記閾値を、前記走行状態検出部によって検出されるブレーキ力の変化率が大きいほど小さな値に変更する、請求項 4 ～ 7 のいずれか 1 つに記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 9】

前記介入条件には、前記車輪速度の低下率に基づく第 1 の条件と、車輪速度の低下率以外のパラメータに基づく第 2 の条件とが含まれており、それら第 1 および第 2 の条件の双方が成立したとき、前記介入判定部がアンチロックブレーキ制御の介入条件が成立したと

10

20

30

40

50

判定する、請求項 1～8 のいずれか 1 つに記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 10】

前記介入条件には、前記車輪速度の低下率に基づく第 1 の条件と、車輪速度の低下率以外のパラメータに基づく第 2 の条件とが含まれており、それら第 1 および第 2 の条件のいずれか一方が成立したとき、前記介入判定部がアンチロックブレーキ制御の介入条件が成立したと判定する、請求項 1～8 のいずれか 1 つに記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 11】

前記介入判定部と前記ブレーキ力制御部とが別々の ECU によって構成される、請求項 1～10 のいずれか 1 つに記載の車両のブレーキ制御装置。

【請求項 12】

車両には、アンチロックブレーキ制御の介入条件を設定するために運転者により操作される設定操作部材が設けられており、

前記介入判定部は、前記設定操作部材の操作に応じて前記介入判定の閾値を変更する、請求項 1～11 のいずれか 1 つに記載の車両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、車両の制動時に車輪のロックを防止するように、当該車輪に付与するブレーキ力を調整するブレーキ制御装置に関し、特にその制御を適切なタイミングで介入させるための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、車両の制動時には車輪に付与されるブレーキ力によってタイヤと路面とのグリップが失われ、車輪の回転がほぼ停止することがある（ブレーキロック或いは単にロックという）。車輪はロックすると方向性を失うので、ステアリング操作が効かなくなったり、車体の姿勢が崩れるなどといった不具合を生じる。

【0003】

このような車輪のロックを防止するために、当該車輪に付与するブレーキ力を調整するアンチロックブレーキ制御（以下、この明細書において ABS 制御と略称する）は知られている。すなわち、制動時に車輪のスリップ率ないしその変化が大きくなってロック傾向が強いと判定すれば、ABS 制御が介入する。例えば自動二輪車の場合は、ABS 制御の介入は前輪と後輪との車輪速度の差から求められるスリップ率に基づいて判定されるが、こうしてスリップ率を計算する精度の問題で ABS 制御の介入が適切なタイミングで行われないことがあった。

【0004】

すなわち、自動二輪車において減速時には、前輪および後輪の車輪速度のうちの高い方を基準とし、車輪速度の低い方の車輪のスリップ率を求めることになるが、急減速時に後輪が浮き上がり気味になると、これに起因してスリップ率の計算に誤りを生じることがある。

【0005】

これに対し特許文献 1 に記載の ABS 制御では、前記のような後輪の浮き上がりによって誤りの起きることを防ぐために、減速時における所定の状態では後輪の車輪速度以外のパラメータに基づいてスリップ率を計算するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2007-296908 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

20

30

40

50

しかしながら前記従来例の技術は、自動二輪車の急減速時に後輪が浮き上がり気味になった特異な状況においてのみ有効なものであり、制動時のスリップ率の計算の精度を全般的に向上し得るものではない。

【0008】

また、スリップ率の計算精度の不足を補うために、例えばブレーキ液圧等、車輪に付与されるブレーキ力の大きさを加味してABS制御の介入判定を行うことも考えられるが、ブレーキ力の大きさは車輪のロック傾向を間接的に表すのみで、スリップ率のように直接的に表すものではない。よって、ブレーキ力を加味しただけでは、ABS制御の介入に適切なタイミングを判定できるとは言い難い。

【0009】

かかる点から本発明の目的は、制動時の車輪のロック傾向を直接的に検出し、より適切なABS制御の介入判定を行えるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記の目的を達成すべく本発明に係るブレーキ制御装置は、まず、車両の制動時に車輪のロックを防止するように、当該車輪に付与するブレーキ力を調整する、いわゆるABS制御を行うものである。そして、前記車輪の回転速度である車輪速度の低下率が所定の閾値以上であることを含む、ABS制御の介入条件が成立したか否かを判定する介入判定部と、この介入判定部によって前記介入条件の成立が判定されると、ABS制御による前記車輪へのブレーキ力の調整を開始するブレーキ力制御部と、を備えている。

【0011】

前記の構成により、車両の制動時にブレーキ力によって車輪速度が低下するときに、その低下率、即ち所定時間内に低下した車輪速度の大きさ（絶対値）が閾値以上であると、車輪のロック傾向が強いと判断して、ABS制御の介入するタイミングであると判定することができる。この判定に必要なのはロック検出対象の車輪の車輪速度の低下率だけで、ロック検出対象でない車輪に関する情報は必要ないから、この非ロック検出対象の車輪情報に誤りが生じて、ロック検出対象の車輪のロック判定に影響を及ぼすことを防止できる。このことから例えば自動二輪車の場合に前後輪の両方の車輪速度が必要なスリップ率に比べて、ABS制御の介入するタイミングをより精度よく判定できる場合がある。

【0012】

また、液圧式ブレーキ装置におけるブレーキ液圧のような間接的なパラメータではなく、ロック傾向を直接的に表す車輪速度の変化それ自体によってABS制御の介入を判定するので、例えばブレーキ装置の効きの変化や駆動系（エンジンや変速機）の慣性などの影響を受け難く、この点でもABS制御の介入判定を適切に行う上で優位性がある。

【0013】

なお、「車輪速度の低下率」というのは前記したように、制動時に時間の経過とともに値が小さくなる車輪速度の、所定時間における低下量の絶対値を意味し、例えば車輪速度の低下率が異なる二つの場合について説明すると、同じ時間内に車輪速度がより低くなった方の「低下率が大きい」ことになる。

【0014】

前記のようなABS制御の介入判定をさらに好適なものとするために、車両の減速時にアクセル操作部材が運転者により減速方向に急操作された場合は所定期間、前記介入条件が成立したか否かの判定を行わないようにしてもよい。すなわち、アクセル操作部材が急操作されてから暫くの間、車輪速度の低下率には、例えばエンジンブレーキなどのような駆動源（エンジン以外の例えば電動モータも含む）の減速による影響が強く現れるので、その間は介入判定を行わないことによってABS制御の誤った介入を防止することができる。

【0015】

但し、車両において駆動輪と駆動源との間に例えばクラッチのような動力断接要素（動力を伝達する接続状態と遮断する遮断状態とに切換え可能なもの）が設けられている場合

10

20

30

40

50

は、前記アクセル操作部材の急操作から所定期間内であっても前記クラッチが遮断状態になれば A B S 制御の介入判定を行うようにしてもよい。クラッチが遮断状態になれば、前記のエンジンブレーキのような駆動源の減速の影響を受けなくなって、遅滞なく A B S 制御の介入判定を行うことができる。

【0016】

また、制動時の車両の走行状態を検出する走行状態検出部を備え、これにより検出される車両の走行状態に基づいて A B S 制御の介入判定の閾値を変更するようにしてもよく、こうすれば、車両の走行状態の変化に対応して、より適切な判定が行える。走行状態としてはブレーキ力やその変化率、車輪のスリップ率、車速等が考えられるが、一例として車両の制動時に前記車輪に付与されるブレーキ力を検出し、このブレーキ力が小さいほど A B S 制御の介入判定の閾値を小さな値に変更するようにしてもよい。

10

【0017】

すなわち、例えば舗装路のような良路と砂利道、ぬかるみのような悪路とを比較すると、悪路では比較的小さなブレーキ力であっても車輪がロックする懸念があるから、一例として舗装路に合わせて最適に設定した A B S 制御の介入判定の閾値（車輪速度の低下率）を、ブレーキ力が小さいときには小さな値に変更することによって、悪路での A B S 制御の介入を早めることが可能になる。

【0018】

より具体的には、例えば、タイヤのグリップ力に余裕のある範囲で、車輪に付与されるブレーキ力の増大に応じて車輪速度の低下率が增大する際の両者の相関関係を、当該車輪の制動特性として記憶する制動特性記憶部をさらに備える。そして、前記介入判定部においては、前記走行状態検出部によって検出されるブレーキ力が小さいほど、前記介入判定の閾値が小さな値になるように、前記制動特性に基づいて当該閾値を変更してもよい。

20

【0019】

前記制動特性は、予め実車を用いた実験等により車輪毎に調べることができ、こうして調べた制動特性に基づいて A B S 制御の介入判定の閾値を変更することで、より適切なタイミングで A B S 制御を介入させることができる。すなわち、一例として舗装路のような良路においてブレーキ力により車輪に生じる車輪速度の低下率を調べて、これを車輪速度の標準低下率としてブレーキ力に対応づけて記憶させてもよい。

【0020】

そうした場合に前記介入判定部は、走行状態検出部によって検出されたブレーキ力から前記制動特性を参照して、そのブレーキ力に対応する標準低下率を特定した上で、この標準低下率よりも車輪速度の低下率が大きい場合には、両者の差が大きいほど前記介入判定の閾値を小さな値に変更するようにしてもよい。

30

【0021】

こうすれば、制動時にブレーキ力による車輪速度の低下率が標準低下率を超えたときに、その低下率の値が標準低下率から離れているほど、即ち、低下率の標準低下率からのずれが大きく、車輪のロックする可能性が高いときほど、介入判定の閾値が小さな値に変更されて、より早めの即ちより適切なタイミングの介入判定が行える。

【0022】

さらに、前記介入判定部は、前記走行状態検出部によって検出されるブレーキ力の変化率が大きいほど、A B S 制御の介入判定の閾値を小さな値に変更するものとしてもよい。こうすると、車輪がロックしやすい例えば急ブレーキの際に A B S 制御の介入が早くなるので、より適切なタイミングの介入判定が行える。

40

【0023】

ここで、A B S 制御の介入条件には、前記した車輪速度の低下率に基づくもの（第1の条件）の他に少なくとも一つ、車輪速度の低下率以外のパラメータに基づく第2の条件を含むことが好ましい。この第2の条件は例えば従来一般的なスリップ率に基づくものとしてもよい。こうして第1および第2の条件を互いに独立に設定することで、両者が相互に影響し合うことを防ぐことができ、A B S 制御を安定して行う上で有利になる。

50

【0024】

そして、それら第1および第2の条件の双方が成立したときに、ABS制御の介入条件が成立したと判定するようにしてもよく、こうすれば、ABS制御の過剰な介入を抑制できる。また、第1および第2の条件のいずれか一方が成立したときに、ABS制御の介入条件が成立したと判定するようにしてもよく、こうすれば、より早めに且つより確実にABS制御を導入させることができる。

【0025】

また、第1及び第2の二つの条件は別々に設計されてもよく、この場合、二つの条件の判定結果を受けてABS制御の介入を判定する統合的な制御部を設ける方が好ましい。

【0026】

また、前記の介入判定部とブレーキ力制御部とは単一のECU（コントロールユニット）によって構成することもできるが、別々のECUによって構成してもよい。こうすると、ABS制御の介入に関する制御を車種毎に最適化しながら、介入後のABS制御については共通化することで、開発コストを抑えながら車種毎に適切なABS制御を実現できる。ABS制御についてはECUを、より汎用性の高いシステムを利用して実現することが可能になる。

【0027】

さらにまた、車両には、アンチロックブレーキ制御の介入条件を設定するために運転者が操作する設定操作部材を設け、この設定操作部材の操作に応じて前記介入判定部により、ABS制御の介入判定の閾値を変更するようにしてもよい。こうすれば例えば燃費重視かまたは出力重視か、市街地走行かまたはサーキット走行か、或いは、運転者単独かまたは別の乗員が居るか、というように運転者から与えられる種々の情報に基づいて、ABS制御の介入するタイミングを適切に変えることができる。

【発明の効果】

【0028】

以上、説明したように本発明によれば、車両の減速時にABS制御の介入するタイミングを車輪速度の低下率に基づいて判定することができ、高い精度で計算することの難しいスリップ率に頼ることなく、適切なタイミングでABS制御を導入させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施の形態に係る自動二輪車の右側面図である。

【図2】自動二輪車における制御系全体のシステム構成を示すブロック図である。

【図3】自動二輪車に搭載されたブレーキ制御装置の液圧系統図である。

【図4】第1の実施形態に係るブレーキ制御装置の要部を説明するブロック図である。

【図5】自動二輪車の制動特性ラインおよびABS制御の閾値ラインを設定したテーブルの一例を示す説明図である。

【図6】自動二輪車の制動特性を調べたデータのグラフ図である。

【図7】制動時における車輪速度の低下率の変化と、これによるABS制御の介入判定とを模式的に説明した図5相当図であり、（a）は良路の場合を、また（b）は悪路の場合をそれぞれ表す。

【図8】ABS制御の具体的な手順を表したフローチャート図である。

【図9】制動時における前後輪の車輪速度、ギヤポジション、スロットルバルブやクラッチの状態に対応づけて、後輪3の車輪速度の低下率の変化とAS制御の介入とを表したタイムチャート図である。

【図10】第3の実施形態に係る図7相当図である。

【図11】第1、第2の介入判定部とABS制御部とを別々のECUによって構成した他の実施形態に係る図4相当図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下では全ての図

10

20

30

40

50

を通じて同一または相当する要素には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。
また、以下の説明で用いる方向の概念は車両に乗車した運転者を基準とする。

【0031】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の実施の形態に係る自動二輪車1の右側面図である。図1に表れているように自動二輪車1は、従動輪である前輪2と、駆動輪である後輪3とを備えている。前輪2は略上下方向に延びるフロントフォーク4の下端部にて回転自在に支持されており、フロントフォーク4は上下一対のブラケット(図示せず)を介してステアリングシャフト(図示せず)に支持されている。このステアリングシャフトは車体側のヘッドパイプ5によって回転自在に支持されている。

10

【0032】

前記フロントフォーク4の上端を繋ぐアッパーブラケットには、左右へ延びるバー型のハンドル6が取り付けられており、このハンドル6によって運転者はフロントフォーク4および前輪2を操舵(ステア)することができる。一方、フロントフォーク4の下端部には、前輪2と一体に回転する前輪ブレーキディスク36Aを挟むようにして前輪ブレーキキャリパ36Bが支持されており、これらが前輪ブレーキ36(図2参照)を構成する。前輪ブレーキキャリパ36Bは、液圧力によって前輪ブレーキディスク36Aに押し付けられるピストン(図示せず)を備えている。

【0033】

ハンドル6の右端には、運転者の右手により把持されるスロットルグリップ7(アクセル操作部材)が設けられており、手首のひねりによってスロットルグリップ7を回転させることで、後述するスロットル装置17(図2参照)を操作することができる。スロットルグリップ7の前方には主に前輪ブレーキ36を操作するためのブレーキレバー8が設けられている。一方、ハンドル6の左端には運転者の左手により把持されるグリップの前方に、後述するクラッチ27(図2参照)を操作するためのクラッチレバー9(図2参照)が設けられている。

20

【0034】

前記のヘッドパイプ5からは左右一対のメインフレーム10が若干下方に傾斜しながら後方へ延びており、その各メインフレーム10の後部にそれぞれピボットフレーム11が接続されている。このピボットフレーム11には、略前後方向に延びるスイングアーム12の前端部が揺動可能に支持されており、このスイングアーム12の後端部に後輪3が回転自在に支持されている。また、スイングアーム12の後端部には、後輪ブレーキディスク38Aを挟むように後輪ブレーキキャリパ38Bが支持されて、後輪ブレーキ38(図2参照)を構成している。

30

【0035】

前記メインフレーム10の上部には、ハンドル6の付近から後方に向かって燃料タンク13が設けられており、その後方に運転者が騎乗するためのシート14が設けられている。このシート14の下方には左右両側に運転者が足を載せるためのステップ15が設けられており、右側のステップ15の下方から前方へ延びるようにブレーキペダル16が設けられている。ブレーキペダル16の後端部はステップスTEEなどに軸支されており、このブレーキペダル16を運転者が足で踏み込むことで、主に後輪ブレーキ38を作動させることができる。

40

【0036】

また、前記メインフレーム10の下部には、このメインフレーム10およびピボットフレーム11に支持された状態でエンジンEが搭載されている。一例としてエンジンEは並列4気筒エンジンであり、その後側にスロットル装置17(図2参照)が接続されている。エンジンEの出力は、クランクケースに一体的に設けられた変速装置18(図2参照)からチェーンなどの伝動部材を介して後輪3に伝達される。

【0037】

ー制御系全体のシステム構成ー

50

図 2 は、図 1 の自動二輪車 1 に搭載された制御系全体のシステム構成を示すブロック図である。図 2 に示すようにスロットル装置 17 は、エンジン E の吸気通路 20 においてエアクリーナ 19 の吸気下流側に設けられている。このスロットル装置 17 は、メインスロットルバルブ 21 と、その吸気上流側に配置されたサブスロットルバルブ 22 とを有している。メインスロットルバルブ 21 は、スロットルワイヤー 23 を介してスロットルグリップ 7 に接続されており、運転者によるスロットルグリップ 7 の操作に連動して開閉する。

【0038】

また、スロットル装置 17 には、メインスロットルバルブ 21 の開度を検出するスロットルポジションセンサ 25 が設けられており、こうしてメインスロットルバルブ 21 の開度を検出することは、それと機械的に連動するスロットルグリップ 7 の操作量（運転者により操作されるアクセル操作部材の操作量）を検出することにもなる。

【0039】

サブスロットルバルブ 22 は、一例として電動モータからなるバルブアクチュエータ 24 に接続されており、このバルブアクチュエータ 24 が ECU 40 からの信号を受けて動作することで、吸気通路 20 の断面積（スロットル開度）を連続的に変更する。また、スロットル装置 17 には、エンジン E の複数の気筒毎に対応して設けられた複数の分岐通路にそれぞれ燃料を噴射するように複数のインジェクタ 31 が設けられている。これらのインジェクタ 31 から噴射された燃料はエンジン E の各気筒内において空気と混合される。こうして形成される混合気に点火するために、各気筒毎に点火プラグおよび点火回路からなる点火装置 26 が設けられている。

【0040】

また、前記の如くエンジン E と一体的に設けられた変速装置 18 には、クランク軸からの駆動力を伝達するか、または遮断するかのいずれかの状態に切換えられるクラッチ 27 が設けられている。このクラッチ 27 にワイヤー等によって接続されているクラッチレバー 9 が運転者により把持されると、クラッチ 27 は動力を遮断する状態になり、クラッチレバー 9 が離されると動力を伝達する状態になる。クラッチレバー 9 には、その操作（把持されたか否か）を検出可能なクラッチスイッチ 28 が設けられている。

【0041】

詳細は図示しないが変速装置 18 は、互いに平行な入力軸および出力軸を備え、それぞれのギヤ列を噛み合わせるようにした二軸式のものであって、前記クラッチ 27 の動力遮断状態において入力軸および出力軸のギヤの組み合わせを変更することにより、変速段（ギヤポジション）を変更可能に構成されている。このギヤポジションを検出するためのギヤポジションセンサ 29 が変速装置 18 に設けられている一方、エンジン E には、クランク軸の回転速度（エンジン回転数）を検出するためのエンジン回転数センサ 30 が設けられている。

【0042】

前記したスロットルポジションセンサ 25、クラッチスイッチ 28、ギヤポジションセンサ 29、およびエンジン回転数センサ 30 等は、それぞれエンジン ECU 40 に接続されている。エンジン ECU 40 は、マイコン等の演算装置や各種のメモリ等より構成されていて、前記各センサ 25、29、30 およびスイッチ 28 から入力される信号に基づいて、エンジン E の運転制御のための吸気量、燃料噴射量、点火時期等の演算を行うエンジン制御演算部 41 を備えている。また、エンジン ECU 40 は、エンジン制御演算部 41 における演算結果に基づいて点火装置 26、インジェクタ 31、およびサブスロットルバルブ 22 のバルブアクチュエータ 24 をそれぞれ制御する点火制御部 42、燃料制御部 43、およびスロットル制御部 44 を備えている。

【0043】

—ブレーキ制御装置—

本実施形態の自動二輪車 1 は、公知のアンチロックブレーキシステム（ABS）として機能するブレーキ制御装置を備えている。マイコン等の演算装置やメモリ等より構成され

10

20

30

40

50

たブレーキ ECU 50 には、ブレーキレバー 8 の操作によって発生する前輪ブレーキ液圧を検出する前輪ブレーキ液圧センサ 51 と、同じくブレーキペダル 16 の操作による後輪ブレーキ液圧を検出する後輪ブレーキ液圧センサ 52 と、前輪 2 の回転速度からその車輪速度（前輪車速）を検出する前輪車速センサ 34 と、後輪 3 の回転速度からその車輪速度（後輪車速）を検出するための後輪車速センサ 35 と、がそれぞれ接続されている。なお、車輪速度は、回転角速度に車輪の周長を掛け合わせて求められる。

【0044】

また、ブレーキ ECU 50 には、前記エンジン ECU 40 が信号の授受可能に接続されているとともに、以下に詳しく説明するようにブレーキ液圧系統 60 のコントロールバルブ 61, 62, 67, 68 や液圧ポンプ 63, 69 の電動モータ 66 がそれぞれ接続されており、前記各センサ 34, 35、51, 52 およびエンジン ECU 40 から入力される信号などに基づいて、車輪のロック傾向が強くなり ABS 制御の介入条件が成立したと判定すれば、ブレーキ液圧系統 60 を制御して、前輪 2 および後輪 3 のそれぞれのブレーキ 36, 38 の液圧を増減させて、当該前輪 2 および後輪 3 に付与するブレーキ力を調整する（ABS 制御）。

【0045】

図 3 は、本実施形態におけるブレーキ液圧系統 60 を表しており、左側には、ブレーキレバー 8 の操作に応じて前輪ブレーキ 36 のキャリパ 36B にブレーキ液圧を供給し、これにより前輪 2 にブレーキ力を付与する前輪側のブレーキ液圧系統を表している。同様に右側には、ブレーキペダル 16 の操作に応じて後輪ブレーキ 38 のキャリパ 38B にブレーキ液圧を供給し、これにより前輪 3 にブレーキ力を付与する後輪側のブレーキ液圧系統を表している。前輪側および後輪側のブレーキ液圧系統の基本的な構成は同じなので、以下、後輪側について説明する。

【0046】

後輪側のブレーキ液圧系統においてブレーキペダル 16 は、後輪ブレーキマスタシリンダ 39 に連結されており、そのブレーキペダル 16 の踏力圧に応じたブレーキ液圧（マスタ圧）を発生する。このブレーキ液圧が後輪側の主液路 81 によって後輪ブレーキキャリパ 38B のピストンに供給される。後輪側主液路 81 の途中には後輪側第 1 コントロールバルブ 61 が介設されており、ブレーキ ECU 50 からの信号を受けて開閉されて、後輪側主液路 81 を連通状態又は遮断状態に切換える。

【0047】

また、その後輪側第 1 コントロールバルブ 61 と後輪ブレーキキャリパ 38B との間で後輪側主液路 81 から後輪側減圧液路 82 が分岐している。後輪側減圧液路 82 の下流端は後輪側液圧ポンプ 63 の吸込み側に接続されており、その途中には後輪側第 2 コントロールバルブ 62 と後輪側リザーバ 65 とが介設されている。後輪側第 2 コントロールバルブ 62 はブレーキ ECU 50 からの信号を受けて開閉され、後輪側減圧液路 82 を連通状態又は遮断状態に切換える。

【0048】

一例として前記後輪側第 1 コントロールバルブ 61 は、2 ポート 2 位置の常開型の電磁弁であり、また、後輪側第 2 コントロールバルブ 62 は 2 ポート 2 位置の常閉型の電磁弁である。よって、通常は運転者によるブレーキペダル 16 の踏み操作に応じて、後輪ブレーキマスタシリンダ 39 で発生したブレーキ液圧（マスタ圧）が開状態の後輪側第 1 コントロールバルブ 61 を介して後輪ブレーキキャリパ 38B に供給される。これにより、ブレーキペダル 16 の踏み操作に対応する制動力が後輪 3 に加えられる。

【0049】

一方、ブレーキ ECU 50 からの信号を受けて後輪側第 1 コントロールバルブ 61 および後輪側第 2 コントロールバルブ 62 がそれぞれデューティ制御されることで、後輪ブレーキキャリパ 38B のブレーキ圧（キャリパ圧）が保持或いは減圧され、後輪 3 のブレーキ力が調整される。例えば後輪側第 2 コントロールバルブ 62 を閉じたまま、後輪側第 1 コントロールバルブ 61 も閉じれば、後輪ブレーキ 38 のキャリパ圧を保持することがで

き、後輪側第2コントロールバルブ62を開いて後輪ブレーキキャリパ38Bを後輪側リザーバ65に連通させれば、キャリパ圧を減少させることができる。

【0050】

さらに、前記後輪側液圧ポンプ63の吐出口には後輪側加圧液路83が接続されており、この後輪側加圧液路83の下流端は、後輪ブレーキマスタシリンダ39と後輪側第1コントロールバルブ61との間で後輪側主液路81に接続されている。また、後輪側加圧液路83の途中には後輪側ワンウェイバルブ64が介設されている。ブレーキECU50からの信号を受けて電動モータ66が動作すると、後輪側液圧ポンプ63が駆動されて後輪側加圧液路83のブレーキ液圧が増圧され、これにより後輪ブレーキ38のキャリパ圧も増圧させることができる。

10

【0051】

前記した後輪側ブレーキ液圧系統と同様に、図2の左側に表れている前輪側ブレーキ液圧系統にも、ブレーキレバー8の操作に応じてブレーキ液圧（マスタ圧）を発生する前輪ブレーキマスタシリンダ37と、このブレーキ液圧を前輪ブレーキキャリパ36Bに供給する前輪側の主液路84と、その途中から分岐して前輪側液圧ポンプ69の吸込み側に至る前輪側減圧液路85と、前輪側液圧ポンプ69の吐出口から前輪側主液路83までを繋ぐ前輪側加圧液路86と、が設けられている。

【0052】

そして、前記前輪側主液路84、前輪側減圧液路85および前輪側加圧液路86には、それぞれ前輪側第1コントロールバルブ67、前輪側第2コントロールバルブ68および前輪側ワンウェイバルブ70が介設されており、ECU50からの信号を受けて前記前輪側液圧ポンプ69が駆動され、前輪側第1コントロールバルブ67および前輪側第2コントロールバルブ68がそれぞれデューティ制御されることで、前輪ブレーキキャリパ36Bのブレーキ圧（キャリパ圧）が保持、減圧或いは増圧され、前輪2のブレーキ力が調整されるようになっている。なお、前輪側第2コントロールバルブ68と前輪側液圧ポンプ69との間の前輪側減圧液路85には前輪側リザーバ71が接続されている。

20

【0053】

－ABS制御－

図4は、本実施形態のブレーキ制御装置の要部を説明するブロック図である。一例としてブレーキECU50は、前輪2および後輪3のブレーキ液圧センサ51、52からの信号を入力し、制動時における自動二輪車1の走行状態を表す状態量としてブレーキ液圧を検出する走行状態検出部53と、前輪2および後輪3の車輪速度センサ34、35からの信号を入力し、前輪2および後輪3のそれぞれについて車輪速度の低下率が所定の閾値以上に大きくなったとき、ABS制御の第1の介入条件が成立したと判定する第1判定部54と、を備えている。

30

【0054】

なお、車輪速度の低下率というのは、減速時に関して所定時間内における車輪速度の低下分（絶対値）であり、本実施形態では車輪速度の差分、即ち前輪車速 V_f の差分 ΔV_f 、および後輪車速 V_r の差分 ΔV_r を用いている。これは、車輪速度センサ34、35により所定のサンプリング周期で取得された各値のうち時間的に隣接した2つの値の差（時間的に前の値から後の値を引いたもの）を用いてもよいし、例えば時間的に隣接していない2つの値の差を用いてもよい。また、移動平均処理をしてもよい。

40

【0055】

また、ブレーキECU50は、減速時に関して前輪車速 V_f と後輪車速 V_r との差 $|V_f - V_r|$ が所定の閾値以上に大きくなったとき、車速の小さな方の車輪についてABS制御の第2の介入条件が成立したと判定する第2判定部55と、この第2判定部55または前記第1判定部54のいずれかによってABS制御の介入条件が成立したと判定されると、前記のようにブレーキ液圧系統60のコントロールバルブ61、62、67、68や液圧ポンプ63、69を動作させて、ABS制御を行うABS制御部56と、を備えている。このように第2判定部による判定条件は、第1判定部のように1つの車輪速度による判

50

定状態と異なるものであればよく、既存の判定条件を用いることができる。

【0056】

なお、前輪車速 V_f と後輪車速 V_r との差 $|V_f - V_r|$ というのは絶対値であり、仮に前輪 2 または後輪 3 のいずれか一方の車輪が全く滑っていない（スリップ率が零）とすれば、他方の車輪のスリップ率に対応する値になる。一例として制動時に前輪車速 V_f よりも後輪車速 V_r の方が低ければ、高い方の前輪車速 V_f を基準として、これに対する後輪車速 V_r の偏差の絶対値 $|V_f - V_r|$ を後輪車速 V_r で除算したもの（ $|V_f - V_r| / V_r$ ）を後輪 3 のスリップ率とみなすことができる。

【0057】

さらに、本実施形態では前記第 1 判定部 54 は、以下に詳しく述べるようにエンジン ECU 40 を経由してスロットルポジションセンサ 25 やクラッチスイッチ 28 からの信号を入力し、スロットルグリップ 7 やクラッチレバー 9 の操作状態に応じて介入判定を行うとともに、前記走行状態検出部 53 により検出されるブレーキ液圧の大きさによって介入判定の閾値を変更するようになっている。

【0058】

－介入判定の手法－

以下にまず、図 5～7 を参照して第 1 判定部 54 による ABS 制御の介入判定の手法を具体的に説明する。図 6 は、自動二輪車の制動特性を調べたデータの一例を表しており、これに基づいて制動特性ラインや閾値ラインを設定したテーブルの一例が図 5 に表されている。また、図 7 は、制動時における車輪速度の低下率の変化と、これに基づいて行われる ABS 制御の介入判定とを模式的に表した説明図である。

【0059】

ブレーキ ECU 50 のメモリ領域の一部（制動特性記憶部 54a）には、自動二輪車 1 の前輪 2 および後輪 3 のそれぞれについて、図 5 に表すような制動特性の設定されたテーブルが電子的に記憶されている。このテーブルの横軸は、前輪ブレーキ 36 または後輪ブレーキ 38 のキャリパ圧であり、ABS 制御が始まるまではマスタ圧と同じなので、単にブレーキ液圧 P と表している。一方、縦軸は前輪 2 または後輪 3 の車輪速度 V の低下率 ΔV であり、説明の便宜上、下向きに低下率が大きくなるように表している。

【0060】

図 5 に二点鎖線で表した曲線 B が制動特性ラインであり、タイヤのグリップ力に余裕のある範囲で、車輪に付与されるブレーキ力の増大に応じて車輪速度 V が低下する際に、その車輪に付与されるブレーキ液圧 P の大きさと、車輪速度 V の低下率 ΔV との相関関係を表している。この制動特性ライン B は、自動二輪車 1 および車輪 2, 3 に固有の制動特性を表すもので、一例として標準的な舗装路における自動二輪車 1 の制動時に、ブレーキ液圧 P によって車輪 2, 3 に生じる車輪速度の低下率 ΔV の標準値（標準低下率）を設定したものといえる。

【0061】

より具体的には、予め実車を用いた試験によって自動二輪車 1 の前輪 2 のブレーキ液圧 P と前輪車速の低下率 ΔV_f との関係を調べている。すなわち、標準的な舗装路において自動二輪車 1 の運転者が前後輪 2, 3 のブレーキを作動させたときに、前輪 2 側のブレーキ液圧 P と前輪 2 における車輪速度 V_f の低下率 ΔV_f とをそれぞれ調べてプロットした結果、一例を図 6 に表すようなグラフが得られる。このグラフには、ブレーキ液圧 P が大きいほど車輪速度 V_f の低下率 ΔV_f も大きくなる、という右下がりの特性が表れている。なお、ブレーキ液圧 P が同じであっても低下率 ΔV_f がばらついているのは、運転者による前後ブレーキ操作の緩急の相違や路面状況、前後輪 2, 3 の接地荷重等の相違による。

【0062】

図 6 のデータにおいてブレーキ液圧 P が所定値よりも小さいときは、ブレーキディスク 38A とブレーキキャリパ 38B とのクリアランスまたは滑りが大きくて、後輪 3 に付与するブレーキ力との相関が悪くなるので、このようなデータを除いた上で適切な多項式近似をすることで、二点鎖線で表されるようにブレーキ液圧 P が大きいほど車輪速度 V_f の

低下率 ΔV_f も大きくなる制動特性ライン B が得られる。この制動特性ライン B の近傍からその上側の領域（相対的に車輪速度の低下率 ΔV_f が小さな領域）にかけては、前輪 2 のタイヤのグリップ力に余裕があり、ロックする心配はないといえる。一方、制動特性ライン B から下側に離れるほど、車輪速度の低下率 ΔV_f は大きくなっており、前輪 2 のロック傾向が強くなる。

【0063】

一般的なゴムタイヤの特性として、路面との間に若干の滑りがあるときにグリップ力が最大になるものの、この状態を超えると滑りが加速度的に大きくなってロックしてしまうことは知られている。そこで、図 5 に実線 T で表すように前記制動特性ライン B の下方に適当な間隔を空けて、ABS 制御の介入判定のための閾値ラインを設定している。この閾値ライン T は、制動特性ライン B と同様に右下がりの曲線とされており、この閾値ラインよりも下側の領域では車輪がロックしていると考えられる。

10

【0064】

ここで、制動特性ライン B と閾値ライン T との間隔が狭すぎると、摩擦係数の高い路面において運転者が非常に急なブレーキ操作を行った場合には、車輪速度の低下率 ΔV_f が大きくなって閾値を超えてしまうおそれがあり、こうなると誤った ABS 制御の介入が行われる。そこで、そのような急ブレーキとは区別できる範囲において、できるだけ閾値を小さく（図において上側の制動特性ライン B に近づくように）設定している。

【0065】

また、閾値ライン T が制動特性ライン B と同じく右下がりとなっているので、ブレーキ液圧 P が小さいほど、介入判定の閾値である車輪速度の低下率 ΔV_f も小さな値（図 5 ににおいて上側の値）になる。このため、例えば砂利道やぬかるみのようなタイヤと路面との摩擦係数の低い悪路、低 μ 路において、比較的小さなブレーキ液圧 P にもかかわらず車輪がロックしそうになると、車輪速度の低下率 ΔV_f が比較的小さなうちに、つまり早めに ABS 制御が介入するようになる。

20

【0066】

模式的に図 7（a）に表すように、タイヤと路面との摩擦係数の高い良路では、ブレーキ液圧 P がかなり高くなるまで車輪はグリップ限界内に留まっており（制動特性ライン B に沿う矢印 G で表す）、それでもグリップ限界を超えるような高いブレーキ液圧 P1 を受けると、図 7 に下向きの矢印 L1 で表すように、ブレーキ液圧 P は実質、変わらないまま車輪速度の低下率 ΔV_f が急増する。このままでは車輪速度がほぼ零になってロックしてしまうが、図 7 に表す点 A1 において ABS 制御が介入し、ブレーキ液圧 P を低下させることによって車輪のロックを防止することができる。

30

【0067】

一方、低 μ 路においては図 7（b）に模式的に表すように、良路に比べて低いブレーキ液圧 P2 で車輪のロック傾向が強くなり、矢印 L2 で示すように車輪速度の低下率 ΔV_f が急増する。このときには低下率 ΔV_f が良路の場合よりも小さな閾値 A2 に達したときに、即ち早めに ABS 制御が介入することになる。よって、低 μ 路において早めに ABS 制御を導入させることができる。

【0068】

つまり、第 1 判定部 54 によれば、車輪速度の低下率 ΔV によって ABS 制御の介入するタイミングを判定するとともに、実験等により調べた自動二輪車 1 および車輪の制動特性に基づき、制動時のブレーキ液圧 P によって介入判定の閾値を変更することにより、路面状況の変化や車体姿勢の変化に対応しつつ、自動二輪車 1 の制動特性に合致した適切なタイミングで ABS 制御を導入させることができる。

40

【0069】

さらに、本実施形態では、前記のような車輪速度の低下率 ΔV による介入判定に加えて第 2 判定部 55 により、前輪車速 V_f および後輪車速 V_r の速度差 $|V_f - V_r|$ が大きくなったときにも ABS 制御の介入タイミングと判定する。制動時には前輪 2 および後輪 3 のうち車輪速度の低い方のロック傾向が強いと考えられるので、高い方の車輪速度を車速と

50

みなせばこれとの車輪速度の差は、車輪速度の低い方の車輪のスリップ率に対応するといえる。

【0070】

つまり、第2判定部55は、従来までと同様に車輪のスリップ率に基づいてABS制御の介入判定をするものであり、その判定の閾値は一例として、一般的なゴムタイヤのグリップ力が最大になるスリップ率（ABS制御における車輪スリップ率の目標スリップ率）との偏差が所定値になるように、自動二輪車1の走行状態などに対応づけて設定されている。

【0071】

－具体的な制御手順－

10

以下にABS制御の具体的な手順を、後輪3について図8のフローチャート図を参照しながら説明すると、まず、スタート後のステップS1において、ABS制御の実行中であることを表すABSフラグFの値を読み込み、 $F=1$ でABS制御中であれば（NO）後述のステップS11に進む一方、 $F=0$ でABS制御中でなければ（YES）ステップS2に進む。そして、後輪ブレーキ液圧センサ52からの信号に基づいて、ブレーキペダル16が踏み操作されているか否か判定し（ブレーキ動作中？）、この判定がNOであればステップS3にてABSフラグFをリセットして（ $F \leftarrow 0$ ）、リターンする。

【0072】

一方、前記ステップS2の判定がYES（ブレーキ動作中）と判定すればステップS4に進み、今度は変速装置18のクラッチが遮断状態か否か判定する（クラッチ遮断？）。そして、クラッチ遮断でYESであれば、後述のステップS6～S9に進む一方、クラッチ27がエンジンEからの駆動力を伝達する状態であれば（NO）、ステップS5に進んで、エンジンブレーキの影響が強い所定時間内かどうか判定する（エンブレ影響大？）。

20

【0073】

すなわち、一例として自動二輪車1の運転者によってスロットルグリップ7が減速方向に急操作（時間あたりの操作量が設定値以上の場合）されたときに、それから予め設定した時間が経過したかどうか判定し、この時間内であれば（判定がYES）リターンする一方、その時間が経過していれば（判定はNO）ステップS6～S9に進んでABS制御の介入を判定する。なお、スロットルグリップ7の操作量やクラッチ27の動作状態に関する情報は、エンジンECU40を経由して受け取ることができる。

30

【0074】

言い換えると、後輪3にエンジンEから動力の伝達される状態においては、スロットルグリップ7が急に閉じられて暫くの間、ABS制御の介入条件は行わない。スロットルグリップ7が急に閉じられたときには暫くの間、エンジンブレーキの影響が車輪速度の変化においても強く現れるので、その間は介入判定を行わないことでABS制御の誤介入を防止するのである。但し、クラッチ27が切られていればエンジンブレーキの影響はないので、この場合は直ちに介入判定を行うことにより、遅滞なくABS制御を導入させることが可能になる。

【0075】

そして、クラッチ遮断状態である（前記ステップS4でYES）若しくはエンジンブレーキの影響の強い期間ではない（ステップS5でNO）と判定して進んだステップS6では、後輪3の車輪速度センサ35からの信号に基づいて車輪速度 V_r を計算し、これを用いて後輪3の車輪速度の低下率 ΔV_r を計算するとともに、前輪2の車輪速度 V_f を基準として後輪3の車輪速偏差 ΔV_{rf} （ $=V_f - V_r$ ）を計算する。

40

【0076】

続いてステップS7において、第1および第2判定部54、55のそれぞれによるABS制御の介入判定の閾値 ΔV_{r*} 、 ΔV_{rf*} を読み込む。第1判定部54による介入判定の閾値 ΔV_{r*} は、図5の制動特性のテーブルにおける閾値ラインTを参照して、後輪ブレーキ液圧Pに対応する車輪速度の低下率 ΔV_r を読み込む。一方、第2判定部55による介入判定の閾値 ΔV_{rf*} も一例としてブレーキ液圧に対応づけて設定したテーブル（図

50

示せず) から読み込む。

【0077】

そして、ステップS8では、後輪3の車輪速度の低下率 ΔV_r が閾値 ΔV_r^* 以上か否か判定する。この判定がYESであればステップS10に進む一方、判定がNOであればステップS9に進んで、後輪3の前輪2に対する車輪速偏差 ΔV_{rf} が、閾値 ΔV_{rf}^* 以上か否か判定する。なお、閾値 ΔV_{rf}^* は正值なので、仮に後輪車速 V_r が前輪車速 V_f よりも高く、車輪速偏差 ΔV_{rf} が負値になる場合には、その大きさ(絶対値)に依らず判定はNOとなる。

【0078】

そして、前記ステップS9における判定もNOであればABS制御の必要はないのでリターンする一方、判定がYESであればステップS10に進む。このステップS10ではABSフラグFの値を1として($F \leftarrow 1$)、続くステップS11でABS制御を開始する。ABS制御の具体的な手順については種々知られているので、詳しい説明は省略するが、概略を前記したように後輪側第1コントロールバルブ61および後輪側第2コントロールバルブ62の開度をデューティ制御することによって、後輪3がロックしそうになれば後輪ブレーキ38のキャリパ圧を減圧または保持する一方、これによりブレーキ力が弱くなりすぎればキャリパ圧を増圧または保持することによって、後輪3のスリップ率を目標スリップ率付近に維持し、最大限の制動力を発生させるものである。

【0079】

なお、詳しい説明は省略するが、前記のようにして開始されたABS制御は、例えば自動二輪車1の運転者がブレーキペダル16の踏み操作を止める等、予め設定されているABS制御の終了条件が成立したときに終了する。このとき、ABSフラグFはリセットされる($F \leftarrow 0$)。また、説明は省略するが、ABS制御は前記した後輪3と同様に前輪2についても行われる。この際、前輪2の車輪速度 V_f からその低下率 ΔV_f を計算し、後輪3の車輪速度 V_r を基準として前輪2の車輪速偏差 $\Delta V_{fr} (= V_r - V_f)$ を計算する。

【0080】

上述した第1の実施形態によれば、自動二輪車1の走行中に運転者がブレーキレバー8およびブレーキペダル16を操作して、前輪2および後輪3のブレーキ36, 38を動作させ、これにより前輪2および後輪3の車輪速度 V_f , V_r が低下するときに、この車輪速度の低下率 ΔV_f , ΔV_r に基づいてブレーキECU50の第1判定部54により、ABS制御の介入するタイミングを適切に判定することができる。この判定において自動二輪車1の車速は推定しないので、その推定精度の問題は生じない。

【0081】

また、車輪のロック傾向が直接的に表れる車輪速度 V_f , V_r の変化それ自体によって、ABS制御の介入を判定するので、例えばブレーキ液圧のような間接的なパラメータによる場合に比べて適切なABS制御の介入判定を行い得る。ブレーキ液圧によって車輪のロック傾向を判定しようとすれば、例えばブレーキディスク36A, 38Aに汚れによる影響やエンジンブレーキの影響を比較的強く受けるからである。

【0082】

図9は、本実施形態に係る自動二輪車1によって制動試験を行い、制動時における前輪車速 V_f および後輪車速 V_r のそれぞれの変化をギヤポジション、スロットル開度、クラッチ動作等に対応づけて表すとともに、後輪車速 V_r の低下率 ΔV_r に基づいてABS制御の介入判定が行われる様子を表したタイムチャート図である。また、比較のために車輪のスリップ率が所定値以上になるか、またはブレーキ液圧が所定値以上になったときに介入判定する、従来型のABS制御の介入についても表している。

【0083】

まず、図9(c)に表れているように時刻 t_1 でスロットルグリップ7が急に閉じられて、自動二輪車1が制動状態になると、図示しない後輪ブレーキ38の動作およびエンジンブレーキによって後輪車速 V_r が低下するので(図9(a))、図9(f)に表れているように後輪車速の低下率 ΔV_r が急増する。このとき、図9(d)に表れているように

10

20

30

40

50

、スロットル急閉後の所定時間はエンブレ影響大の期間なので、第1判定部54によるABS制御の介入判定は行われず、時刻 t_2 では後輪車速の低下率 ΔV_r が瞬間的に閾値 ΔV_r^* を超える（図で閾値のラインTよりも下になる）が、ABS制御は介入しない。

【0084】

この後輪車速の低下はエンジンブレーキの影響による瞬間的なもので、ABS制御が行われなくても後輪3はロックしないが、その後、時刻 t_3 において運転者がシフトダウンを行うと（図9（b））、図9（a）に表れているように後輪3の車輪速度 V_r が前輪2に比べてかなり低くなる。そして、図9（f）に表れているように、時刻 t_4 において後輪車速の低下率 ΔV_r は再び閾値 ΔV_r^* を超える。このときには、スロットル急閉から所定時間が経過しているため、第1判定部54による介入判定が行われ、ABS制御が介入する（図9（g））。

10

【0085】

こうして時刻 t_4 においてABS制御が介入し、後輪3のブレーキ液圧を減圧させることにより、図9（f）に表れているように後輪車速 V_r の低下率 ΔV_r が急減し、時刻 t_5 では、図9（a）に表れているように後輪車速 V_r の低下がほぼ止まって、ロック傾向が解消される。このため、引き続いて低下する前輪車速 V_f は後輪車速 V_r 近づいてゆき、後輪3のスリップ率も小さくなってABS制御が終了する（時刻 t_6 ）。

【0086】

比較のために図9（h）には、同じ制動時に従来型のABS制御が介入する様子を表している。この従来型のABS制御も本実施形態と同じようなタイミングで介入しているが、図9（a）（g）（h）を併せて見ると、従来型のABS制御は前輪車速 V_f と後輪車速 V_r との差が殆どない時点で介入しており、介入判定においてはブレーキ液圧が一定の閾値を超えるかどうかの判断の重み付けが大きいものと考えられる。また、シフトダウンを契機に介入判定しているとも考えられる。

20

【0087】

そして、前記従来型のABS制御によると、時刻 t_7 において不要なABS制御の介入が見られる。図9（a）に表れているように、時刻 t_7 では後輪3の車輪速度 V_r は前輪2とあまり変わらず、スリップ率は高くない。また、その後も前輪車速 V_f と後輪車速 V_r との差は大きくはならず、ABS制御は不要と考えられるが、このときに後輪3のブレーキ液圧は或る程度以上、高くなっており、従来型のABS制御によればシフトダウンをきっかけに誤った介入判定がなされてしまう。

30

【0088】

この点、図9（f）に表れているように時刻 t_7 では後輪3の車輪速度の低下率 ΔV_r は閾値 ΔV_r^* に達しておらず（図で閾値のラインTよりも上にある）、本実施形態のブレーキ制御装置において第1判定部54がABS制御の介入判定をすることはない。つまり、車輪のスリップ率やブレーキ液圧に基づく判定では誤まりを生じ、過剰なABS制御が行われてしまうような状況においても、本実施形態によれば、車輪速度の低下率 ΔV に基づいてABS制御の介入判定を適切に行えることが判る。

【0089】

なお、前記のように本実施形態では、スロットルグリップ7が急に閉じられてから暫くの間、ABS制御の介入判定を行わないようにしているが、この時間は実験等に基づいて適切に設定すればよく、例えば短めの時間に設定すればABS制御の介入を早めることができるし、反対に長めに設定することで介入を遅らせることもできる。

40

【0090】

それに加えて本実施形態では、前記した第1判定部54によるABS制御の介入判定と併せて、従来同様に車輪のスリップ率に基づいて第2判定部55によりABS制御の介入判定を行うようにしている。こうして2つの判定部54、55によってABS制御の介入判定を行うことで、より早めに且つより確実にABS制御を導入させることができる。また、第1および第2判定部54、55がそれぞれ誤判定を起こしやすい状況を考慮して、相互補完的に閾値を設定すれば、過剰なABS制御の介入を防止しながら、必要に応じて

50

遅れなく、ABS制御を介入させることができる。

【0091】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。この第2の実施形態では、第1判定部54における介入判定の閾値 ΔVf^* 、 ΔVr^* を自動二輪車1の走行状態に応じて変更するようにしており、それ以外は第1実施形態と共通なので、共通する構成については同一符号を付してその説明は省略する。

【0092】

本実施形態においてブレーキECU50の走行状態検出部53では、ブレーキ液圧Pの大きさやその変化に応じて、第1判定部54における介入判定の閾値 ΔVf^* 、 ΔVr^* を
10 変更する。例えばブレーキ液圧Pの変化から運転者によって急なブレーキ操作が行われたことを検出し、これに応じて、ABS制御が介入しやすくなるように第1判定部54における介入判定の閾値 ΔVf^* 、 ΔVr^* を変更する。

【0093】

そのために、前記図8のフローチャートにおけるステップS7およびステップS8の間に新しいステップを設け、ブレーキ液圧Pの変化率に応じて、その増加率が大きいほど閾値 ΔVr^* を小さな値に変更するようにしている。こうすることで、車輪2、3がロック
20 しやすい例えば急ブレーキの際に、ABS制御の介入を早めることができる。なお、この閾値 ΔVr^* の変更は予め設定したテーブルを参照して行えばよいが、それ以外に例えば計算によって閾値 ΔVr^* を変更するようにしてもよい。

【0094】

すなわち、一例として、閾値 ΔVr^* は、ブレーキ力に相当する値が大きくなるに連れて大きくなるように変化させてもよい。ブレーキ力に相当する値として後輪3のブレーキ液圧Prを用い、 $\Delta Vr^* \propto Pr$ 、 $\Delta Vr^* = f_1(Pr)$ 、または、 $\Delta Vr^* = k_1 \times Pr$
として表される数式によって閾値 ΔVr^* を計算することができる。なお、 $f_1(Pr)$ というのは変数としてPrを含む関数を意味する。 k_1 は係数である。

【0095】

また、一例として閾値 ΔVr^* は、 $\Delta Vr^* = k_2 \cdot (f_2(Pr) - \Delta Vr) + k_4$
という数式によって計算してもよいし、 $\Delta Vr^* = k_2 \cdot (k_3 \cdot Pr - \Delta Vr) + k_4$
としてもよい。 $f_2(Pr)$ は変数としてPrを含む関数を意味し、 $k_2 \sim k_4$ は係数で
30 ある。

【0096】

また、一例として閾値 ΔVr^* を、ブレーキ力に相当する値の変化が大きくなるに連れて、大きくなるように変化させてもよく、後輪3のブレーキ液圧Prの変化率を ΔPr として、 $\Delta Vr^* = f_3(\Delta Pr)$ としてもよいし、また、 $\Delta Vr^* = k_5 \times \Delta Pr$ としてもよい。 $f_3(\Delta Pr)$ は変数として ΔPr を含む関数を意味し、 k_5 は係数である。

【0097】

さらに、前記の数式を組み合わせてもよく、この場合には一例として閾値 ΔVr^* を、 $\Delta Vr^* = f_3(\Delta Pr) + k_2 \cdot (f_2(Pr) - \Delta Vr) + k_4$ としてもよい。

【0098】

なお、前記の数式は一例にすぎず、他の項が追加されてもよいし、いずれか一つが含まれていてもよい。また、後輪3のABS制御について説明したが、前輪2についても同様にABS制御の閾値 ΔVf^* を計算するようにしてもよい。

【0099】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。この第3の実施形態は、制動時に第1判定部54において計算する車輪速度の低下率 ΔVf 、 ΔVr そのものによって、ABS制御の介入判定の閾値 ΔVf^* 、 ΔVr^* を変更する。この点を除いて第3の実施形態も前記第1実施形態と共通なので、共通する構成については同一符号を付してその説明は省略する。

10

20

30

40

50

【0100】

本実施形態では、後輪3について模式的に図10(a)に下向きの矢印L3で表すように、ブレーキ操作によって後輪車速の低下率 ΔV_r が増大し、制動特性ラインB上の標準低下率を超えたとき、即ち制動特性ラインBよりも下側になったときに、そのときのブレーキ液圧Pに対応する標準低下率と実際の低下率 ΔV_r との差(ずれ) α に応じて、この α の値が大きいときほど、閾値 ΔV_r^* を小さな値に変更する。この閾値 ΔV_r^* の変更も予め設定したテーブルや数式によって行えばよい。

【0101】

こうすると、図10(b)に表すように閾値ラインTが上側に移動するので、その分、早めにABS制御の介入判定を行える(点A3として表す)。すなわち、前記のように第1判定部54において後輪車速の低下率 ΔV_r を計算した時点で、その低下率 ΔV_r の値が標準低下率から離れているほど、言い換えると、その後、後輪3がロックする可能性が高いときほど、介入判定の閾値 ΔV_r^* が小さな値になって、より早めにABS制御の介入を判定することができる。

10

【0102】

(第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。この第4の実施形態はブレーキECU50の走行状態検出部53において、以下に列挙するような種々の走行状態量に基づいて第1判定部54における介入判定の閾値 ΔV_f^* 、 ΔV_r^* を変更する。この点を除いて第4の実施形態も前記第1実施形態と共通なので、共通する構成については同一符号を付してその説明は省略する。

20

【0103】

具体的には、前記第2の実施形態でフローに追加した新しいステップ(図8のフローチャートにおけるステップS7およびステップS8の間に追加するステップ)において、一例として前輪2および後輪3のブレーキ液圧Pやその変化率 ΔP 以外に、以下の1)、2)のような変更を行う。

【0104】

1) 前輪2および後輪3の一方におけるABS制御の介入判定の閾値 ΔV_f^* 、 ΔV_r^* を、他方の車輪速度との速度差が大きいほど、小さな値に変更する。上述したように車輪速度の差 $|V_f - V_r|$ は、車輪速度の低い方の車輪のスリップ率に対応するといえるから、これが大きいほど即ちスリップ率が大きくなってロックしやすいときほど、早めにABS制御の介入を判定することができる。

30

【0105】

2) また、前記車輪速度の速度差 $|V_f - V_r|$ の変化が大きいほど、ABS制御の介入判定の閾値 ΔV_f^* 、 ΔV_r^* を小さな値に変更するようにしてもよく、こうすれば、自動二輪車1の車輪2、3のスリップ状態の変化も考慮して、ABSの介入判定の精度をさらに向上することができる。

【0106】

さらに、以下の3)、4)のような前後輪2、3の特徴を加味して、ABS制御の介入判定の閾値 ΔV_f^* 、 ΔV_r^* を変更するようにしてもよい。

40

【0107】

3) 自動二輪車1においては制動時に後輪3が浮き上がり気味になって、その車輪速度 V_r が車速から乖離するおそれがあるので、後輪3の車輪速度 V_r の低下率 ΔV_r が大きいほど、前輪2の介入判定の閾値 ΔV_f^* は小さな値に変更するようにしてもよい。

【0108】

4) また、駆動輪である後輪3についてはエンジンEや変速装置18と繋がっていればロックには至らないことが多いので、クラッチ27の動作状態に応じて閾値 ΔV_r^* を変更するようにしてもよい。すなわち、クラッチ27が遮断状態のときには後輪3についての介入判定の閾値 ΔV_r^* を小さな値に変更することによって、ABS制御の介入を早めることができる。

50

【0109】

より具体的に、例えば前輪2におけるABS制御の介入の閾値 ΔVf^* は、以下のよう
な数式によって計算するようにしてもよい。すなわち、一例として、

$$\Delta Vf^* = f1(\Delta Pf) + k2 \cdot (f2(Pf) - \Delta Vf) + k4$$

+ $k5 \times Slip + k6 \times Rr_DEC + k7 \times \Delta Slip$ としてもよい。この数式
において、Slipは前輪2のスリップ率を表し、例えば $|Vr - Vf| / Vf$ としてもよい。
また、Rr_DECは後輪車速Vrの低下率 ΔVr であり、ここでは後輪3の浮き上がりを反映
させるための項である。また、 $k6$ 、 $k7$ は係数である。

【0110】

同様に後輪3におけるABS制御の介入の閾値 ΔVr^* は、以下のよう数式によって
計算するようにしてもよい。すなわち、一例として、

$$\Delta Vr^* = f1(\Delta Pr) + k2 \cdot (f2(Pr) - \Delta Vr) + k4$$

$$+ k5 \times Slip + k6 \times \Delta(Vr/Ne) + k7 \times \Delta Slip \text{ としてもよい。}$$

この数式における $\Delta(Vr/Ne)$ は、後輪車速Vrとエンジン回転数Neとの比率の変化を
表し、クラッチ27の動作状態を反映させるための項である。

【0111】

なお、前記の数式も一例にすぎないことは勿論であり、他の項が追加されてもよいし、
いずれか一つが含まれていてもよい。これらの数式を用いれば、自動二輪車1の走行状態
に応じて閾値 ΔVf^* 、 ΔVr^* が変化するようになり、ABS制御の介入判定の精度が向
上する。

【0112】

つまり、第4の実施形態によれば、自動二輪車1の走行状態をより緻密に反映させて、
ABS制御の介入するタイミングをきめ細かく変更することによって、最適なタイミン
グでABS制御を導入させることが可能になる。よって、自動二輪車1の制動性能を高め
つつその走行安定性を向上させ、しかも運転者に違和感を与えない自然なフィーリングと
することができる。

【0113】

(その他の実施形態)

以上、本発明の実施の形態について種々、説明したが、本発明は上記各実施形態に限定
されず、その趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変更、修正が可能である。例えば、
前記の各実施形態では、ブレーキECU50の第1または第2判定部54、55のいずれ
かが介入判定したときにABS制御を開始するようにしているが、これに限らず、第1お
よび第2判定部54、55の双方が介入判定したときに、ABS制御を開始するようにし
てよい。こうすればABS制御の過剰な介入を抑制しやすい。

【0114】

また、ブレーキECU50には少なくとも第1判定部54を有していればよく、第2判
定部55は設けなくてもよい。また、第2の判定部55として、前記各実施形態のよう
に前後輪2、3の車輪速度差 $|Vf - Vr|$ に関連した値によって介入判定するのではなく、
それ以外に例えばブレーキ液圧などによって判定するものを設けてもよい。つまり、A
BS制御の介入条件には、第1判定部による車輪速度の低下率 ΔV に基づく第1の条件が
含まれていればよい。

【0115】

なお、前記の「ブレーキ液圧など」というのは、具体的に、例えば前輪2については前
輪2のブレーキ液圧センサ51からの信号を、また、後輪3については後輪3のブレーキ
液圧センサ52からの信号を用いればよい。ブレーキ液圧は、キャリパ圧、マスタ圧のい
ずれであってもよい。ブレーキ液圧以外にブレーキレバー8やブレーキペダル16の操作
量を用いてもよく、ブレーキパッドの移動量を用いてもよい。即ち、運転者によるブレー
キ量指令情報を含むものであればよい。

【0116】

また、車輪に付与するブレーキ力は、例えばエンジンブレーキであってもよく、現在速

10

20

30

40

50

度、エンジン状態に基づいて、発生するであろうエンジンブレーキ力をブレーキ力として設定してもよい。すなわち、前記各実施形態では前後輪 2、3 のロックを防止するためにブレーキ液圧を調整するようにしているが、他の手段で前後輪 2、3 のロックを防止するようにしてもよい。例えば駆動輪である後輪 3 のロックを防止する場合、可能であれば、エンジンブレーキの大きさを調整してもよい。また、電気自動車であれば走行用モータの回生制動量を調整してもよい。

【0117】

また、前記の各実施形態では、ブレーキ ECU 50 の第 1 判定部 54 において制動特性テーブルを参照し、ブレーキ液圧 P に対応して閾値 ΔV_f^* 、 ΔV_r^* を変更するようにしているが、これに限らず閾値 ΔV_f^* 、 ΔV_r^* はブレーキ液圧 P に依らず一定としてもよい。こうすれば、ブレーキ液圧を検出するためのセンサ 51、52 が故障しても問題が生じないし、液圧式ブレーキ以外にも本発明を適用可能になる。なお、前記の各実施形態においてブレーキ液圧センサ 51、52 が故障したときに、閾値 ΔV_f^* 、 ΔV_r^* を一定値にするようにしてもよい。

10

【0118】

また、前記の各実施形態では、変速装置 18 のクラッチ 27 の動作状態を検出するためのクラッチスイッチ 28 を備えているが、これにも限定されず、一例を挙げればクラッチ 27 の作動状態は、油圧式クラッチであれば油圧センサの信号から検出することも可能である。また、クラッチ 27 の作動状態は、エンジン回転数の変化によって検出することも可能である。すなわち、駆動輪速度と動力回転速度との比が、想定されるギヤ比に比べて大きく変化することによってクラッチの作動を検出することができる。

20

【0119】

また、前記の各実施形態では、スロットルグリップ 7 が減速方向に急操作されたとき、予め設定した時間が経過するまでは ABS 制御の介入判定を行わないようにしているが、この時間は自動二輪車 1 の運転状態に応じて変更するようにしてもよいし、時間の経過だけでなく例えばエンジン回転数、走行速度などの所定の情報に基づいて介入判定を行わない期間を終了させるようにしてもよい。さらに、所定時間を零としてもよい。

【0120】

また、前記の各実施形態では、自動二輪車 1 の前後輪 2、3 の双方で ABS 制御を行うようにしているが、前後輪 2、3 のいずれか一方でのみ ABS 制御を行うようにした場合でも、本発明を適用することは可能である。

30

【0121】

また、図示は省略するが、前記各実施形態において自動二輪車 1 には、ABS 制御の介入条件を設定するために運転者が操作するスイッチなど（設定操作部材）を設け、このスイッチなどの操作に応じて ABS 制御の介入判定の閾値を変更するようにしてもよい。

【0122】

また、前記の各実施形態では、単一のブレーキ ECU 50 によって走行状態検出部 53、第 1 および第 2 の判定部 54、55、並びに ABS 制御部 56 の全てを構成しているが、これは別々の ECU によって構成してもよい。すなわち、図 11 に一例を表すように走行状態検出部 53 と第 1 および第 2 の判定部 54、55 とを有する第 1 ECU 57 と、ABS 制御部 56 を有する第 2 ECU 58 とを備えて、両者を協働させるようにしてもよい。

40

【0123】

こうすると、ABS 制御の介入判定の制御は車種毎に最適化しながら、介入後の ABS 制御については共通化することで、開発コストを抑えることが可能になる。ABS 制御部 56 を構成する第 2 ECU 58 については、より汎用性の高いシステムを利用して実現することができる。

【0124】

なお、図示は省略するが、第 2 判定部 55 は、第 1 ECU 57 が有していてもよい。この場合、第 1 ECU 57 は、エンジン E の点火制御や燃料噴射制御を実行するエンジン制

50

御 ECU であってもよい。一例として第 2 ECU 58 は、ABS 制御の実施状況・ABS 制御の実施条件満足（スリップ率）を第 1 ECU 57 に伝えたとともに、第 1 ECU 57 から ABS 制御の実施・解除指令が与えられると、ABS 制御を実施・解除するようにしてもよい。また、第 1 ECU 57 でも独自に ABS 制御の実施条件を判断し、第 2 ECU 58 に伝えるようにしてもよい。ABS 制御の実行中の動作（制動・制動解除）は第 2 ECU 58 が実施するようにしてもよい。

【0125】

また、図示は省略するが、自動二輪車 1 に、前後サスペンションのばね力および減衰力の少なくとも一方を制御可能なサスペンション制御装置を備えるか、若しくはエンジン ECU 40 に、後輪 3 の空転（ホイールスピン）を防止するようにエンジン出力を制御するトラクション制御部を備えている場合には、それらのサスペンション制御装置およびエンジン ECU 40 のトラクション制御部の少なくとも一方に、ブレーキ ECU 50 から ABS 制御の介入判定に関する情報を提供するようにしてもよい。例えば ABS 制御の介入するときに、サスペンション制御によって車両の姿勢を変化させ、ロック傾向の強い車輪の接地荷重を大きくするといった協調制御が実現可能になる。

【0126】

また、一例として前記第 1 ECU 57 を、インターフェースから、トラコンモード、乗員情報、走行情報、ABS 動作状態などの運転者から与えられる情報を入手し、入手した情報に応じて ABS 実施条件を調整してもよい。トラコンモードは、前記トラクション制御の実行モードであり、例えばトラコンモード大の場合、ABS 制御の閾値は小さくしてもよい。乗員情報（重さ）小の場合に ABS 制御の閾値を小さくしてもよい。燃費重視ではなく出力重視の場合、ABS 制御の閾値を小さくしてもよい。市街地モードではなくサーキット走行モード（高 μ 路モード）の場合、ABS 制御の閾値は大きくしてもよい。同様にエンジン回転数、ギヤ比、スロットル開度などの走行状態を示す情報を入手し、入手した情報に応じて ABS 制御の介入条件を調整してもよい。

【0127】

また、一例として前記第 1 ECU 57 は、自動二輪車 1 の走行中に路面とタイヤとの間の摩擦係数の高低を推定し、この推定結果に応じて ABS 制御の介入条件を調整してもよい。路面とタイヤとの間の摩擦係数は、自動二輪車 1 の走行中に駆動輪である後輪 3 のスリップ率に変化する様子から、スリップ率の変化が大きいときほど摩擦係数が低く、スリップ率の変化が小さいときほど摩擦係数が高いというように推定できる。なお、後輪 3 のスリップ率は例えば $|V_f - V_r| / V_r$ とすればよい。

【0128】

さらに、図示は省略するが、前記第 1 ECU 57 の機能を有する ECU を、エンジン ECU 40 とは別に設けてもよく、それぞれ個別に設けたエンジン ECU 40、ABS ECU、サスペンション制御装置の ECU に動作指令を与えて、それらを統合的に制御するように構成してもよい。

【0129】

さらにまた、注目する第 1 時点の車速を第 1 車速 v_1 とし、第 1 時点から予め定める時間経過した第 2 時点の車速を v_2 とし、減速走行状態（ $v_1 > v_2$ ）において以下の式を満足する場合に ABS 制御が介入するようにしてもよい。 $(v_1 - v_2) \geq \Delta v *$ ここで、 $\Delta v *$ は予め定められる閾値であって、ブレーキ力に拘わらずに一定値であってもよい。上述した実施形態と同じように ABS 制御の介入判定には、スロットル急閉時のように例外の期間を設けてもよく、この例外の例外としてエンジンブレーキが発生しないときには ABS 制御の介入判定を行うようにしてもよい。

【0130】

また、前記の各実施形態では本発明を自動二輪車 1 に適用した場合について説明したが、本発明は例えば四輪の自動車や、運転者がシートに跨がった状態で運転する鞍乗型車両のいずれにも適用可能である。特に、重心が高くピッチングモーションを起こして前後輪のいずれかが浮きやすい車両、重量に比べて出力が過剰な場合があり前輪が浮き上がりや

10

20

30

40

50

すい車両、また、軽量で車輪が路面から浮き上がりやすい車両（具体的には軽量車両、鞍乗型車両）は、前後輪の车速差を用いることなくABS介入判断できる本発明がより好適に適用できる。鞍乗型車両には自動二輪車は勿論、ATV（All Terrain Vehicle）などが含まれる。また、車両の駆動源はエンジンEに限らず、例えば電動モータであってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0131】

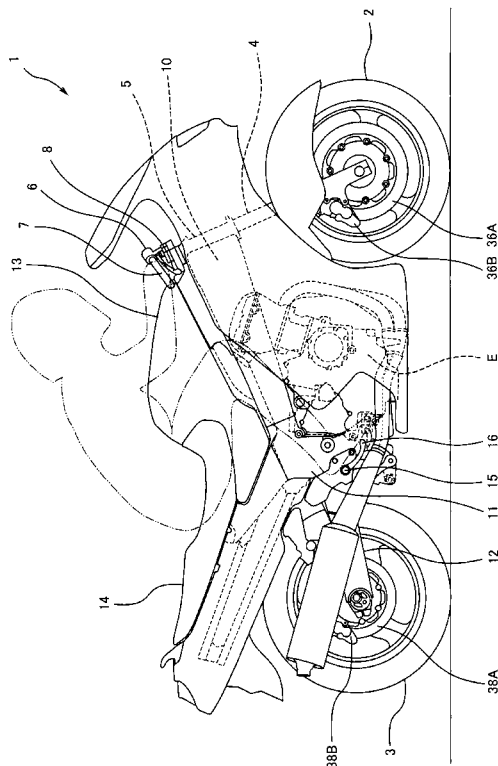
本発明のブレーキ制御装置は、車両の減速時にABS制御の介入する適切なタイミングを車輪速度の低下率に基づいて判定することができ、车速の推定が難しい自動二輪車において特に有用である。

【符号の説明】

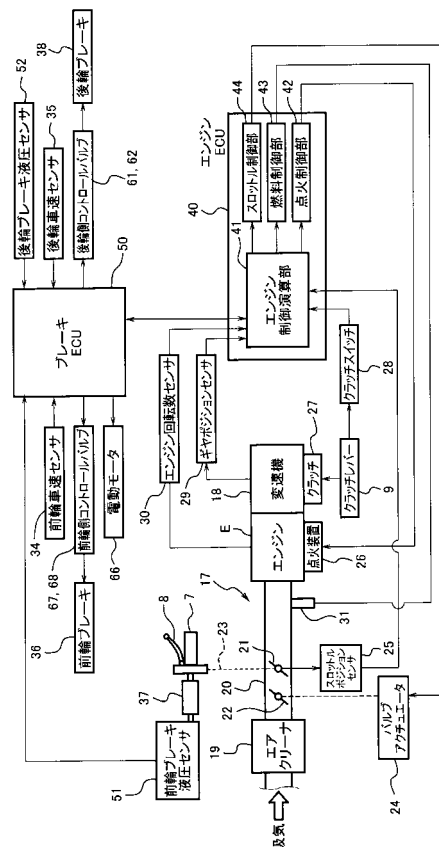
【0132】

- 1 自動二輪車（車両）
- 2 前輪（車輪）
- 3 後輪（車輪：駆動輪）
- 7 スロットルグリップ（アクセル操作部材）
- 50 ブレーキECU
- 53 走行状態検出部
- 54 第1判定部（介入判定部）
- 54a 制動特性記憶部
- 55 第2判定部（介入判定部）
- 56 ABS制御部（ブレーキ力制御部）
- E エンジン（駆動源）
- B 制動特性ライン（ブレーキ力によって車輪に生じる車輪速度の標準低下率）
- T 閾値ライン（ABS制御の介入判定の閾値）

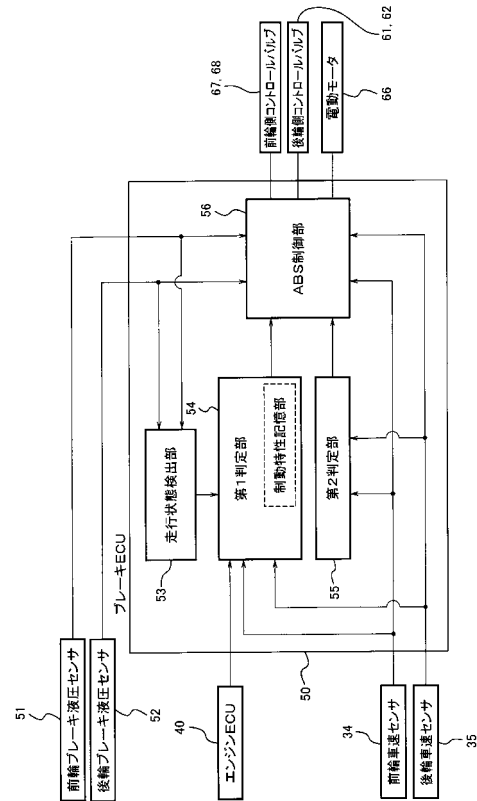
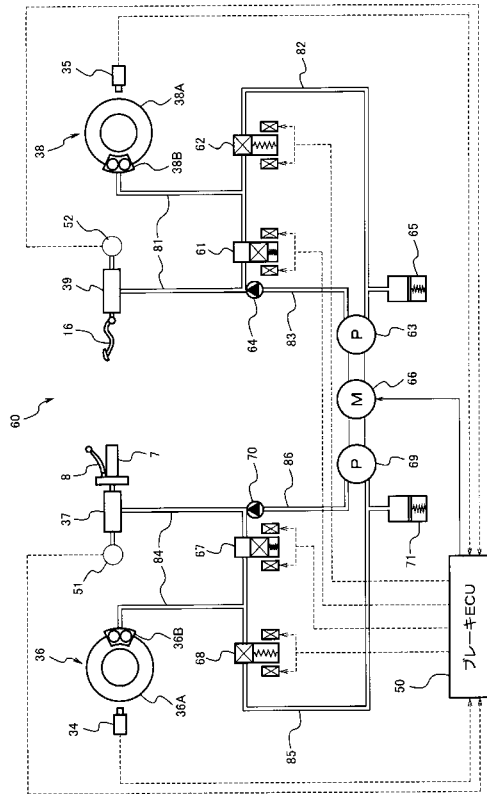
【図1】



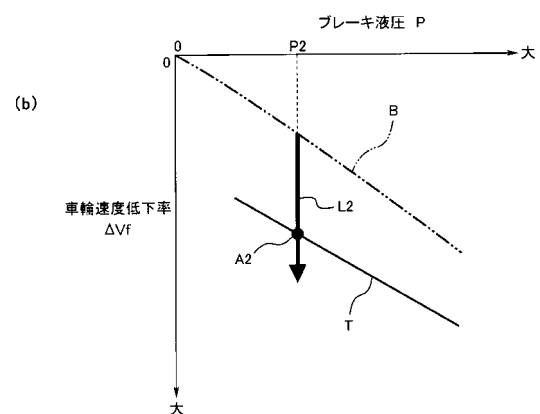
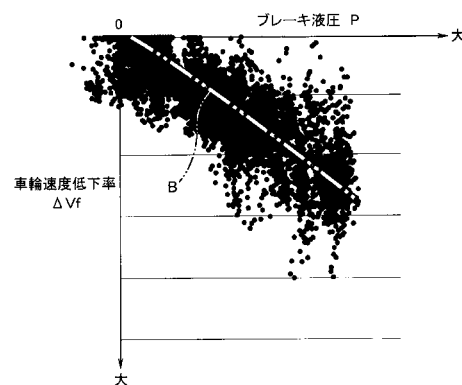
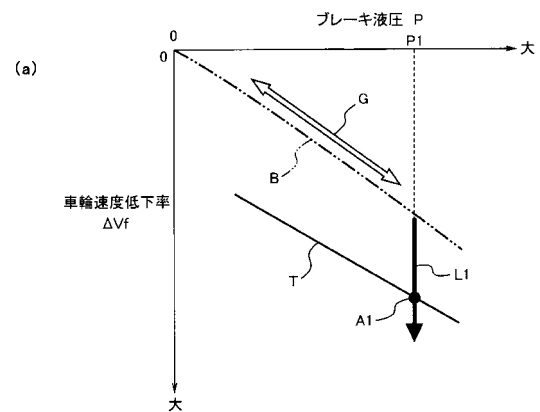
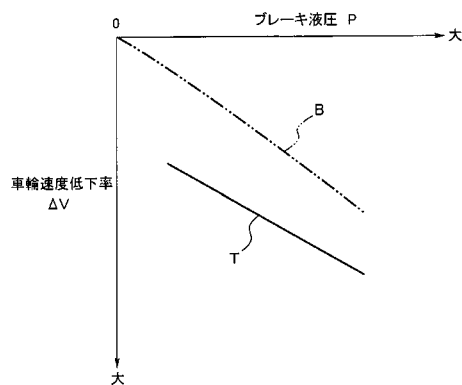
【図2】



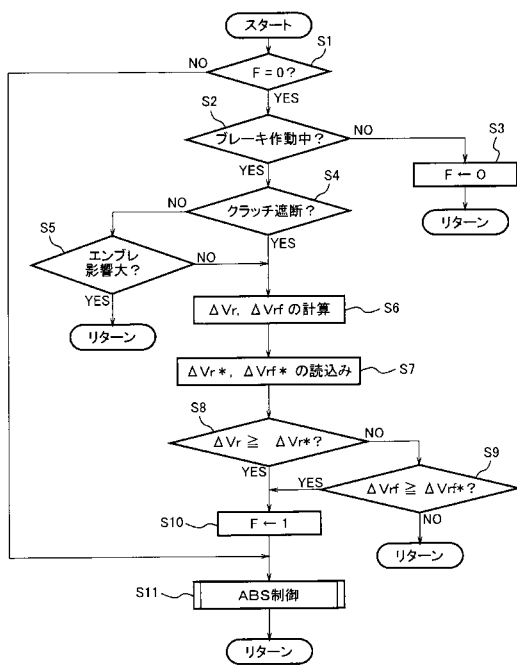
【図 4】



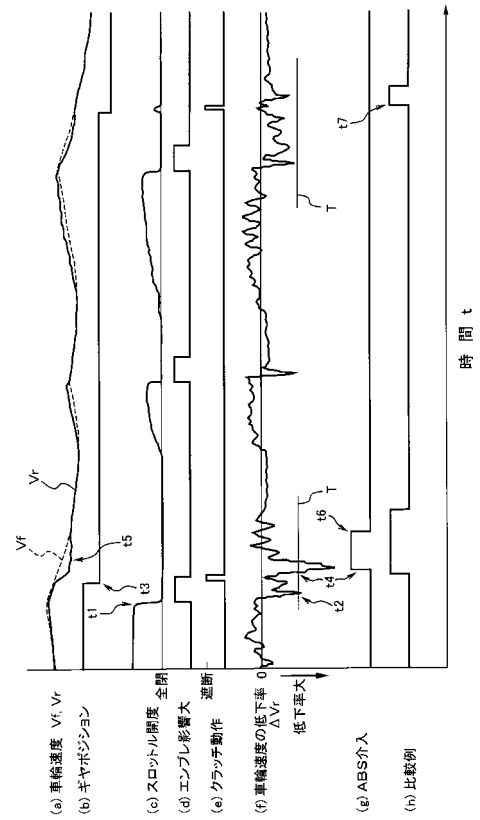
【图 7】



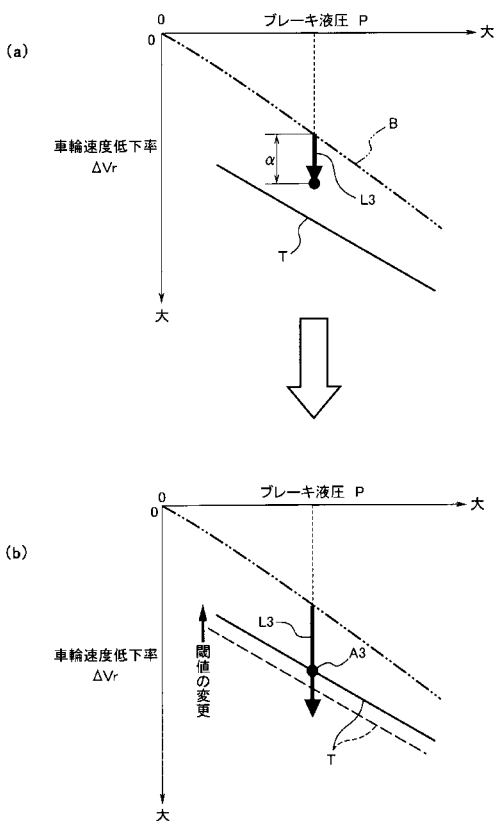
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

