(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3577372号
(P3577372)
(45)発行日　平成16年10月13日(2004.10.13)　(24)登録日　平成16年7月16日(2004.7.16)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B60T　8/58　B60T　8/58　F

請求項の数 4　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願平7-232784
(22)出願日　平成7年9月11日(1995.9.11)
(65)公開番号　特開平9-76894
(43)公開日　平成9年3月25日(1997.3.25)
審査請求日　平成14年8月21日(2002.8.21)

(73)特許権者　000005348
富士重工業株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目７番２号
(74)代理人　100076233
弁理士　伊藤　進
(72)発明者　樋渡　穣
東京都三鷹市大沢３丁目９番６号　株式会社スバル研究所内
(72)発明者　松野　浩二
東京都三鷹市大沢３丁目９番６号　株式会社スバル研究所内
(72)発明者　高橋　明
東京都三鷹市大沢３丁目９番６号　株式会社スバル研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】制動力制御装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
車速を検出する車速検出手段と、操舵角を検出する操舵角検出手段と、車両の実際のヨーレートを検出する実ヨーレート検出手段と、車速と操舵角を基に目標とするヨーレートを算出する目標ヨーレート算出手段と、車速と操舵角を基に低μ路面での走行において予測されるヨーレートである予測ヨーレートを算出する予測ヨーレート算出手段と、上記目標ヨーレート算出手段で算出した目標ヨーレートの微分値を算出する目標ヨーレート微分値算出手段と、上記予測ヨーレート算出手段で算出した予測ヨーレートの微分値を算出する予測ヨーレート微分値算出手段と、上記目標ヨーレート微分値と上記予測ヨーレート微分値との偏差を算出するヨーレート微分偏差算出手段と、上記ヨーレート微分偏差算出手段で算出したヨーレート微分偏差を基に前輪と後輪の目標制動力を算出する第１の目標制動力算出手段と、実ヨーレートと目標ヨーレートとの偏差を算出するヨーレート偏差算出手段と、車両諸元と車速と操舵角と実際のヨーレートと上記ヨーレート偏差算出手段で算出したヨーレート偏差とを基に前輪と後輪の目標制動力を算出する第２の目標制動力算出手段と、上記第１の目標制動力算出手段で算出した第１の前輪と後輪の目標制動力と上記第２の目標制動力算出手段で算出した第２の前輪と後輪の目標制動力とから前輪と後輪の最終目標制動力を算出する最終目標制動力算出手段と、実ヨーレートとヨーレート偏差の符号が異なる場合は内側後輪を制動輪として選択するとともに、実ヨーレートとヨーレート偏差の符号が同じ場合は外側前輪を制動輪として選択する制動輪判別手段と、上記最終目標制動力算出手段からの最終目標制動力を上記制動輪判別手段で選択した制動輪に加える

ようにブレーキ駆動部へ信号出力する制動信号出力手段とを備えたことを特徴とする制動力制御装置。

【請求項２】

上記第１の目標制動力算出手段は、上記ヨーレート微分偏差算出手段で算出したヨーレート微分偏差を基に第１の前輪の理論制動力と第１の後輪の理論制動力とを算出し、上記第１の前輪の理論制動力には予め設定した第１のゲインを乗じて第１の前輪の目標制動力を算出するとともに、上記第１の後輪の理論制動力には上記第１のゲインよりも小さいゲインを乗じて第１の後輪の目標制動力を算出することを特徴とする請求項１記載の制動力制御装置。

【請求項３】

上記第２の目標制動力算出手段は、車両諸元と車速と操舵角と実際のヨーレートと上記ヨーレート偏差算出手段で算出したヨーレート偏差とを基に第２の前輪の理論制動力と第２の後輪の理論制動力とを算出し、上記第２の前輪の理論制動力には予め設定した第２のゲインを乗じて第２の前輪の目標制動力を算出するとともに、上記第２の後輪の理論制動力には上記第２のゲインよりも小さいゲインを乗じて第２の後輪の目標制動力を算出することを特徴とする請求項１又は請求項２記載の制動力制御装置。

【請求項４】

上記ヨーレート偏差算出手段で算出したヨーレート偏差を予め設定される判定閾値と比較し、制御領域にあるか否かを判定する出力判定手段を備え、上記制動信号出力手段は、上記出力判定手段で制御領域にあると判定した際に、上記最終目標制動力算出手段からの最終目標制動力を上記制動輪判別手段で選択した制動輪に加えるように上記ブレーキ駆動部へ信号出力することを特徴とする請求項１，２，３のいずれか一に記載の制動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両のコーナリング等の際、制動力を適切な車輪に加えて車両安定性を向上させる制動力制御装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年、車両のコーナリング等の際の車両にはたらく力の関係から、コーナリング中に制動力を適切な車輪に加え、車両安定性を向上させる制動力制御装置が開発されている。

【０００３】

例えば、特開平２－７０５６１号公報には、車両重心を通る鉛直軸を中心とする回転運動、すなわちヨーイングの角速度であるヨーレートを基に制御する制動力制御装置が示されている。この技術では、目標ヨーレートと実際のヨーレート（実ヨーレート）とを比較し、車両の運動状態が目標ヨーレートに対しアンダーステアの傾向かオーバーステアの傾向かを求め、実ヨーレートと目標ヨーレートとが一致するように、アンダーステア傾向の場合には内側車輪に制動力を加え補正し、オーバーステア傾向の場合には外側車輪に制動力を加え補正して車両の走行安定性を向上させるようになっている。

【０００４】

このような制御は、実ヨーレートと目標ヨーレートとを一致させるように偏差（ヨーレート偏差）に基づき行なわれ、ヨーレート偏差が小さな値での不要な制御を避けるため、ヨーレート偏差が一定の大きさ以上で制御が行なわれるように、非制御領域が設定されている。すなわち、ヨーレート偏差が小さな値で制御が行われると、運転者が容易に対応できるような場合にも制御が行われ、運転者に対し不自然な感覚を与えるとともに、ブレーキ関係部品の摩耗も激しくなるため、このような状態では制御を行わないようにしている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、非制御領域が設定されていると、走行状態によっては、制御のＯＮ－ＯＦＦが頻

繁に行なわれることになり、この制御の不連続から運転者に対し不自然な感覚を与えることがある。この問題を解決するには、非制御領域を適切に設定することに加え、制御の追従性と応答性を向上させることが重要である。

【０００６】

上記技術では、検出した実ヨーレートに基づいて制御が行なわれるため制御遅れがあり、これを改善する技術として、特開平３－１１２７５６号公報に、操舵量の変化量と車速から目標ヨーレートの変化量を検出し、さらに実ヨーレートの変化量を検出して、これらの値が一致するように制御するものが提案されている。

【０００７】

しかしながら、前回の実ヨーレート信号と今回の実ヨーレート信号の差として検出する実ヨーレート変化量は、極めて小さい値でありノイズを含み易いため、実ヨーレート変化量による補償を十分に行なうことは精度上困難である。このため、制御遅れによる追従性の低下、応答性の低下を十分に改善できず、運転者に対し不自然な感覚を与えるといった問題がある。

【０００８】

ところで、制動力を加える際、後輪を制動輪として選択する場合は、後輪に加える制動力は、車両の運動状態とヨーレート偏差とを基に算出した値では高μ路では安定した制御動作が保障されるが、低μ路では制動力によって後輪が横すべりを起こし安定性を失う可能性が生じる。また、前輪の制動力と同じゲインで、後輪の制動力を算出し、この制動力を後輪に加えると、車両の回頭モーメントが強くなり、運転者に対して不自然な感覚を与えてしまう。

【０００９】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、制御の追従性と応答性を十分に向上し、さらに、後輪による制御を抑制することにより、運転者にとって自然な車両挙動で制御が行なわれ、車両の走行安定性を確実に向上することができる制動力制御装置を提供することを目的としている。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため請求項１記載の本発明による制動力制御装置は、車速を検出する車速検出手段と、操舵角を検出する操舵角検出手段と、車両の実際のヨーレートを検出する実ヨーレート検出手段と、車速と操舵角を基に目標とするヨーレートを算出する目標ヨーレート算出手段と、車速と操舵角を基に低μ路面での走行において予測されるヨーレートである予測ヨーレートを算出する予測ヨーレート算出手段と、上記目標ヨーレート算出手段で算出した目標ヨーレートの微分値を算出する目標ヨーレート微分値算出手段と、上記予測ヨーレート算出手段で算出した予測ヨーレートの微分値を算出する予測ヨーレート微分値算出手段と、上記目標ヨーレート微分値と上記予測ヨーレート微分値との偏差を算出するヨーレート微分偏差算出手段と、上記ヨーレート微分偏差算出手段で算出したヨーレート微分偏差を基に前輪と後輪の目標制動力を算出する第１の目標制動力算出手段と、実ヨーレートと目標ヨーレートとの偏差を算出するヨーレート偏差算出手段と、車両諸元と車速と操舵角と実際のヨーレートと上記ヨーレート偏差算出手段で算出したヨーレート偏差とを基に前輪と後輪の目標制動力を算出する第２の目標制動力算出手段と、上記第１の目標制動力算出手段で算出した第１の前輪と後輪の目標制動力と上記第２の目標制動力算出手段で算出した第２の前輪と後輪の目標制動力とから前輪と後輪の最終目標制動力を算出する最終目標制動力算出手段と、実ヨーレートとヨーレート偏差の符号が異なる場合は内側後輪を制動輪として選択するとともに、実ヨーレートとヨーレート偏差の符号が同じ場合は外側前輪を制動輪として選択する制動輪判別手段と、上記最終目標制動力算出手段からの最終目標制動力を上記制動輪判別手段で選択した制動輪に加えるようにブレーキ駆動部へ信号出力する制動信号出力手段とを備えたものである。

【００１１】

上記請求項１記載の制動力制御装置は、車速検出手段で車速を、操舵角検出手段で操舵角

を、実ヨーレート検出手段で車両の実際のヨーレートすなわち実ヨーレートをそれぞれ検出する。また、目標ヨーレート算出手段で、車速と操舵角を基に目標とするヨーレートを算出し、予測ヨーレート算出手段で、車速と操舵角を基に低μ路面での走行において予測されるヨーレートである予測ヨーレートを算出して、目標ヨーレート微分値算出手段で、上記目標ヨーレート算出手段で算出した目標ヨーレートの微分値を算出し、予測ヨーレート微分値算出手段で、上記予測ヨーレート算出手段で算出した予測ヨーレートの微分値を算出して、ヨーレート微分偏差算出手段で、上記目標ヨーレート微分値と上記予測ヨーレート微分値との偏差を算出し、第１の目標制動力算出手段で、上記ヨーレート微分偏差算出手段で算出したヨーレート微分偏差を基に第１の前輪と後輪の目標制動力を算出する。さらに、ヨーレート偏差算出手段で、実ヨーレートと目標ヨーレートとの偏差を算出し、第２の目標制動力算出手段で、車両諸元と車速と操舵角と実際のヨーレートと上記ヨーレート偏差算出手段で算出したヨーレート偏差とを基に第２の前輪と後輪の目標制動力を算出する。そして、最終目標制動力算出手段で、上記第１の目標制動力算出手段で算出した第１の前輪と後輪の目標制動力と上記第２の目標制動力算出手段で算出した第２の前輪と後輪の目標制動力とから前輪と後輪の最終目標制動力を算出する。また、制動輪判別手段では、実ヨーレートとヨーレート偏差の符号が異なる場合は内側後輪を制動輪として選択するとともに、実ヨーレートとヨーレート偏差の符号が同じ場合は外側前輪を制動輪として選択する。そして、制動信号出力手段は、上記最終目標制動力算出手段からの最終目標制動力を上記制動輪判別手段で選択した制動輪に加えるようにブレーキ駆動部へ信号出力する。

【００１４】

さらに、請求項２記載の本発明による制動力制御装置は、請求項１記載の制動力制御装置において、上記第１の目標制動力算出手段は、上記ヨーレート微分偏差算出手段で算出したヨーレート微分偏差を基に第１の前輪の理論制動力と第１の後輪の理論制動力とを算出し、上記第１の前輪の理論制動力には予め設定した第１のゲインを乗じて第１の前輪の目標制動力を算出するとともに、上記第１の後輪の理論制動力には上記第１のゲインよりも小さいゲインを乗じて第１の後輪の目標制動力を算出する。

【００１５】

このため、後輪を制動輪として選択して加える制動力は、抑制した値で加えられるため、例え低μ路であっても、後輪が横すべりを起こし安定性を失うことが防止され、また、車両の回頭モーメントも強くなることがなく、運転者にとって自然な車両挙動で制御が行なわれる。

【００１６】

また、請求項３記載の本発明による制動力制御装置は、請求項１又は請求項２記載の制動力制御装置において、上記第２の目標制動力算出手段は、車両諸元と車速と操舵角と実際のヨーレートと上記ヨーレート偏差算出手段で算出したヨーレート偏差とを基に第２の前輪の理論制動力と第２の後輪の理論制動力とを算出し、上記第２の前輪の理論制動力には予め設定した第２のゲインを乗じて第２の前輪の目標制動力を算出するとともに、上記第２の後輪の理論制動力には上記第２のゲインよりも小さいゲインを乗じて第２の後輪の目標制動力を算出する。このため、この請求項３記載の発明によっても、後輪を制動輪として選択して加える制動力は、抑制した値で加えられるため、例え低μ路であっても、後輪が横すべりを起こし安定性を失うことが防止され、また、車両の回頭モーメントも強くなることがなく、運転者にとって自然な車両挙動で制御が行なわれる。

【００１７】

さらに、請求項４記載の本発明による制動力制御装置は、請求項１，２，３のいずれか一に記載の制動力制御装置において、上記ヨーレート偏差算出手段で算出したヨーレート偏差を予め設定される判定閾値と比較し、制御領域にあるか否かを判定する出力判定手段を備え、上記制動信号出力手段は、上記出力判定手段で制御領域にあると判定した際に、上記最終目標制動力算出手段からの最終目標制動力を上記制動輪判別手段で選択した制動輪に加えるように上記ブレーキ駆動部へ信号出力するものである。

【００１８】
【発明の実施の形態】
以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。
図１～図７は本発明の実施の形態を示し、図１は制動力制御装置の機能ブロック図、図２は制動力制御装置の概略構成を示す説明図、図３は制動力制御による車両の動作の説明図、図４は制動力制御のフローチャート、図５は図４の続きのフローチャート、図６は制動力制御の一例のタイムチャート、図７は判定閾値の特性の説明図である。
【００１９】
図２において、符号１は車両のブレーキ駆動部を示し、このブレーキ駆動部１には、ドライバにより操作されるブレーキペダル２と接続されたマスターシリンダ３が接続されており、ドライバがブレーキペダル２を操作するとマスターシリンダ３により、上記ブレーキ駆動部１を通じて、４輪（左前輪４ｆｌ，右前輪４ｆｒ，左後輪４ｒｌ，右後輪４ｒｒ）の各ホイールシリンダ（左前輪ホイールシリンダ５ｆｌ，右前輪ホイールシリンダ５ｆｒ，左後輪ホイールシリンダ５ｒｌ，右後輪ホイールシリンダ５ｒｒ）にブレーキ圧が導入され、これにより４輪にブレーキがかかって制動される。
【００２０】
上記ブレーキ駆動部１は、加圧源、減圧弁、増圧弁等を備えたハイドロリックユニットで、入力信号に応じて、上記各ホイールシリンダ５ｆｌ，５ｆｒ，５ｒｌ，５ｒｒに対して、それぞれ独立にブレーキ圧を導入自在に形成されている。
【００２１】
上記各車輪４ｆｌ，４ｆｒ，４ｒｌ，４ｒｒは、それぞれの車輪速度が車輪速度センサ（左前輪速度センサ６ｆｌ，右前輪速度センサ６ｆｒ，左後輪速度センサ６ｒｌ，右後輪速度センサ６ｒｒ）により検出されるようになっている。また、車両のハンドル部には、ハンドルの回転角を検出するハンドル角センサ７が設けられている。
【００２２】
また、符号１０は、マイクロコンピュータとその周辺回路で形成された制御装置を示し、この制御装置１０には、上記車輪速度センサ６ｆｌ，６ｆｒ，６ｒｌ，６ｒｒおよびハンドル角センサ７と、例えば、加速度センサを組み合わせて形成した実ヨーレート検出手段としてのヨーレートセンサ８が接続され、上記ブレーキ駆動部１に駆動信号を出力する。尚、上記ヨーレートセンサ８からの信号は、例えば、７Ｈｚのローパスフィルタを介して上記制御装置１０に入力される。
【００２３】
上記制御装置１０は、図１に示すように、車速算出部１１，操舵角算出部１２，目標ヨーレート定常ゲイン算出部１３，目標ヨーレート算出部１４，予測ヨーレート定常ゲイン算出部１５，予測ヨーレート算出部１６，目標ヨーレート微分演算部１７，予測ヨーレート微分演算部１８，ヨーレート微分偏差算出部１９，第１の目標制動力算出部２０，ヨーレート偏差算出部２１，第２の目標制動力算出部２２，最終目標制動力算出部２３，制動輪判別部２４，出力判定部２５および制動信号出力部２６から主要に構成されている。
【００２４】
上記車速算出部１１は、前記各車輪速度センサ６ｆｌ，６ｆｒ，６ｒｌ，６ｒｒからの車輪速度ω１，ω２，ω３，ω４　の信号が入力され、これらの信号を予め設定しておいた数式で演算して（例えば、上記各車輪速度センサ６ｆｌ，６ｆｒ，６ｒｌ，６ｒｒからの速度信号の平均値を算出して）車速Ｖを求め、上記目標ヨーレート定常ゲイン算出部１３，予測ヨーレート定常ゲイン算出部１５および上記第２の目標制動力算出部２２に出力する車速検出手段としての回路部に形成されている。
【００２５】
また、上記操舵角算出部１２は、前記ハンドル角センサ７からの信号が入力され、ハンドル操舵角θをステアリングギア比Ｎで除して実舵角δｆ　（＝θ／Ｎ）を算出し、上記目標ヨーレート算出部１４，予測ヨーレート算出部１６および上記第２の目標制動力算出部２２に出力する操舵角検出手段としての回路部に形成されている。

【００２６】
さらに、上記目標ヨーレート定常ゲイン算出部１３は、予め設定しておいた式に基づき、車両の定常円旋回時の実舵角δｆ　に対するヨーレートの値（目標ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０））を求める回路部であり、算出した目標ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）は、上記目標ヨーレート算出部１４と上記第２の目標制動力算出部２２に出力される。ここで、ホイールベースをＬ，車両の諸元で決まるスタビリティファクタをＡ０　とすると、目標ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）は以下の式で算出される。
Ｇγδｆ（０）＝１／（１＋Ａ０　・Ｖ^2　）・Ｖ／Ｌ　　…（１）
また、上記スタビリティファクタＡ０　は、車両質量をｍ，前軸と重心間の距離をＬｆ，後軸と重心間の距離をＬｒ　，フロント等価コーナリングパワーをＣＰｆ　，リア等価コーナリングパワーをＣＰｒ　とすると次式で求められる。

$$A0 = \{-m \cdot (Lf \cdot CPf - Lr \cdot CPr)\} / (2 \cdot L^2 \cdot CPf \cdot CPr) \quad \cdots (2)$$

また、上記目標ヨーレート算出部１４は、上記操舵角算出部１２からの実舵角δｆ　と、上記目標ヨーレート定常ゲイン算出部１３からの目標ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）を基に、車両の応答遅れを考慮して目標ヨーレートγ’　を算出し、この目標ヨーレートγ’　を上記目標ヨーレート微分演算部１７と上記ヨーレート偏差算出部２１に出力する回路に形成されている。すなわち、目標ヨーレート算出手段は、上記目標ヨーレート定常ゲイン算出部１３と、この目標ヨーレート算出部１４とから形成されている。目標ヨーレートγ’　の算出は、時定数をＴ，ラプラス演算子をｓとして、
γ’　＝１／（１＋Ｔ・ｓ）・Ｇγδｆ（０）・δｆ　　…（３）　で得られる。尚、上記（３）式は、２次系で表現される車両の応答遅れを１次系に近似した式であり、またＴは時定数で、例えば下式で得られる。
Ｔ＝ｍ・Ｌｆ　・Ｖ／２・Ｌ・ＣＰｒ　　…（４）
さらに、上記予測ヨーレート定常ゲイン算出部１５は、予め設定しておいた式に基づき、低μ路走行での予測される車両の定常円旋回時の実舵角δｆ　に対するヨーレートの値（予測ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）ＬＯＷ　）を求める回路部であり、算出した予測ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）ＬＯＷ　は、上記予測ヨーレート算出部１６に出力される。ここで、車両の諸元で決まる低μ路走行でのスタビリティファクタをＡ０ＬＯＷとすると、予測ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）ＬＯＷ　は以下の式で算出される。
Ｇγδｆ（０）ＬＯＷ　＝１／（１＋Ａ０ＬＯＷ・Ｖ^2　）・Ｖ／Ｌ　　…（５）
また、上記低μ路スタビリティファクタＡ０ＬＯＷは、低μ路でのフロント等価コーナリングパワーをＣＰｆＬＯＷ，低μ路でのリア等価コーナリングパワーをＣＰｒＬＯＷとすると次式で求められる。

$$A0LOW = \{-m \cdot (Lf \cdot CPfLOW - Lr \cdot CPrLOW)\} / (2 \cdot L^2 \cdot CPfLOW \cdot CPrLOW) \quad \cdots (6)$$

また、上記予測ヨーレート算出部１６は、上記操舵角算出部１２からの実舵角δｆ　と、上記予測ヨーレート定常ゲイン算出部１５からの予測ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）ＬＯＷ　を基に、車両の応答遅れを考慮して低μ路での予測ヨーレートγ’ＬＯＷを算出し、この予測ヨーレートγ’ＬＯＷを上記予測ヨーレート微分演算部１８に出力する回路に形成されている。すなわち、予測ヨーレート算出手段は、上記予測ヨーレート定常ゲイン算出部１５と、この予測ヨーレート算出部１６とから形成されている。低μ路における予測ヨーレートγ’ＬＯＷの算出は、時定数をＴＬＯＷ　として、
γ’ＬＯＷ＝１／（１＋ＴＬＯＷ　・ｓ）・Ｇγδｆ（０）ＬＯＷ　・δｆ　　…（７）
で得られる。尚、上記（７）式は、２次系で表現される車両の応答遅れを１次系に近似した式であり、時定数ＴＬＯＷ　は、例えば下式で得られる。
ＴＬＯＷ　＝ｍ・Ｌｆ　・Ｖ／２・Ｌ・ＣＰｒＬＯＷ　　…（８）

さらに、上記目標ヨーレート微分演算部１７は、上記目標ヨーレート算出部１４で算出した目標ヨーレートγ’　の微分値（目標ヨーレート微分値）Ｓγ’　を算出する目標ヨーレート微分値算出手段としての回路に形成され、また、上記予測ヨーレート微分演算部１８は、上記予測ヨーレート算出部１６で算出した予測ヨーレートγ’ＬＯＷの微分値（予測ヨーレート微分値）Ｓγ’ＬＯＷを算出する予測ヨーレート微分値算出手段としての回路に形成されている。

【００２７】

上記目標ヨーレート微分演算部１７で算出される目標ヨーレート微分値Ｓγ’　と、上記予測ヨーレート微分演算部１８で算出される予測ヨーレート微分値Ｓγ’ＬＯＷは、ヨーレート微分偏差算出手段としての回路である上記ヨーレート微分偏差算出部１９に入力され、このヨーレート微分偏差算出部１９で、上記目標ヨーレート微分値Ｓγ’　と上記予測ヨーレート微分値Ｓγ’ＬＯＷとの偏差ｄΔγが算出される。

ｄΔγ＝Ｓγ’ＬＯＷ－Ｓγ’　　…（９）

また、上記第１の目標制動力算出部２０は、上記ヨーレート微分偏差算出部１９から、ヨーレート微分偏差ｄΔγが入力され、このヨーレート微分偏差ｄΔγを基に車両諸元を考慮して、前輪と後輪の目標制動力（第１の前輪目標液圧ＢＦ１ｆ，第１の後輪目標液圧ＢＦ１ｒ）を算出する第１の目標制動力算出手段としての回路で、算出した第１の目標液圧ＢＦ１ｆ，ＢＦ１ｒは、上記最終目標制動力算出部２３に出力される。上記第１の目標液圧ＢＦ１ｆ，ＢＦ１ｒは、次式により算出する。

ＢＦ１ｆ＝Ｇ１・ｄΔγ・Ｉｚ　／（ｄｆ／２）　　…（１０）

ＢＦ１ｒ＝Ｇ１　・Ｇ２　・ｄΔγ・Ｉｚ　／（ｄｒ／２）　　…（１１）

ここで、Ｇ１　（例えば、０．０５）およびＧ２　（例えば、０．１５）はゲイン、Ｉｚ　は車両のヨー慣性モーメント、ｄｆはフロントトレッド、ｄｒはリアトレッドを示す。上記（１０）式において、Ｇ１は、第１の大きいゲインであり、ｄΔγ・Ｉｚ　／（ｄｆ／２）は、第１の前輪の理論制動力としての部分を示している。また、上記（１１）式において、Ｇ１　・Ｇ２　は、第１の小さいゲインであり、ｄΔγ・Ｉｚ　／（ｄｒ／２）は、第１の後輪の理論制動力としての部分を示している。これは、特に低μ路等において後輪の制動力によって後輪が横すべりを起こし安定性を失うことを防止するため、あるいは、後輪に制動力が加えられる場合、運転者の意思に反して回頭モーメントが強く不安定に感じることを防止するため、上記第１の後輪目標液圧ＢＦ１ｒは、第１の後輪の理論制動力に第１の小さいゲインを乗算して、より小さな値としているのである。

【００２８】

上述のように、ヨーレート微分偏差ｄΔγを基に算出される第１の目標液圧ＢＦ１ｆ，ＢＦ１ｒは、低μ路を走行していると仮想して得られる値となっている。ここで、低μ路走行条件を仮想したのは、低μ路走行になるほど制動力制御が必要とされるためである。尚、上記各式で用いる低μ路における各定数は、車両モデルによる実験データ、あるいは周知の理論計算等により、予め求めたものである。

【００２９】

また、上記ヨーレート偏差算出部２１では、前記ヨーレートセンサ８で検出した実ヨーレートγから、上記目標ヨーレート算出部１４で算出した目標ヨーレートγ’　を減算し、ヨーレート偏差Δγ（＝γ－γ’　）を求め、このヨーレート偏差Δγを上記第２の目標制動力算出部２２，制動輪判別部２４および上記出力判定部２５に出力するヨーレート偏差算出手段としての回路である。

【００３０】

上記第２の目標制動力算出部２２は、車両諸元を考慮して、車両の運動状態とヨーレート偏差とを基に前輪と後輪の目標制動力（第２の前輪目標液圧ＢＦ２ｆ，第２の後輪目標液圧ＢＦ２ｒ）を算出する第２の目標制動力算出手段としての回路で、算出した第２の目標液圧ＢＦ２ｆ，ＢＦ２ｒは、上記最終目標制動力算出部２３に出力される。上記第２の目標液圧ＢＦ２ｆ，ＢＦ２ｒは、次式により算出する。

$$BF2f=G3\cdot(\Delta A\cdot 4\cdot L^2\cdot CPf\cdot CPr\cdot V)/\{(CPf+CPr)/df\}\cdot\gamma \quad \cdots(12)$$

$$BF2r=G3\cdot G4\cdot(\Delta A\cdot 4\cdot L^2\cdot CPf\cdot CPr\cdot V)/\{(CPf+CPr)/dr\}\cdot\gamma \quad \cdots(13)$$

ここで、Ｇ３　（例えば、８．０）およびＧ４　（例えば、０．１５）はゲインを示し、ΔＡは、

$$\Delta A=\{\delta f/(G\gamma\delta f(0)\cdot\delta f+\Delta\gamma)-1/G\gamma\delta f(0)\}/L\cdot V \quad \cdots(14)$$

である。尚、上記（１４）式のΔγは、さらに車両の進行方向と前後方向のなす角である横すべり角βを考慮して補正したものを用いても良い。

【００３１】

上記ゲインＧ３　，Ｇ４　は、前記ゲインＧ１　，Ｇ２　と同じ理由で設定されているもので、上記（１２）式において、Ｇ３　は、第２の大きいゲインであり、他の部分は、第２の前輪の理論制動力としての部分を示している。また、上記（１３）式において、Ｇ３　・Ｇ４　は、第２の小さいゲインであり、他の部分は、第２の後輪の理論制動力としての部分を示している。すなわち、上記（１２），（１３）式によっても、後輪に与える制動力の大きさが抑制されている。このため、後輪の制動力の抑制は、Ｇ１　～Ｇ４　の各ゲインの設定により細かに行なわれ、車両の自然な挙動の実現と走行安定性の向上が図られる。

【００３２】

上記最終目標制動力算出部２３は、入力された第１の目標液圧ＢＦ１ｆ，ＢＦ１ｒと、第２の目標液圧ＢＦ２ｆ，ＢＦ２ｒとを加算して最終目標制動力（最終目標液圧）ＢＦｆ，ＢＦｒを算出する最終目標制動力算出手段としての回路で、算出した最終目標液圧ＢＦｆ，ＢＦｒは、上記制動信号出力部２６に出力される。

ＢＦｆ＝ＢＦ１ｆ＋ＢＦ２ｆ　　…（１５）

ＢＦｒ＝ＢＦ１ｒ＋ＢＦ２ｒ　　…（１６）

すなわち、本発明の実施の形態では、制御を行なう際の走行条件を低μ路での走行の場合と予想し、補償することにより制御遅れを無くし、追従性と応答性の向上を図るものである。ここで、補償の際に用いる微分計算は、実際のヨーレート信号を利用することなく、予め設定しておいた車両モデルの値を用いて行なうため、十分な大きさで精度良く補償することが可能になっている。

【００３３】

また、上記制動輪判別部２４は、実ヨーレートγとヨーレート偏差Δγの符号の組み合わせから車両の制動輪を選択する制動輪判別手段としての回路で、以下の組み合わせが設定されている。尚、実ヨーレートγと目標ヨーレートγ’　の符号は共に、車両の左旋回方向を＋、右旋回方向を－で与えられる。また、車両の直進状態を判定するため、εを予め実験あるいは計算等から求めた略０に近い正の数として設定し、車両が目標ヨーレートγ’　に対し略ニュートラルステアの状態を判定するため、εΔγを予め実験あるいは計算等から求めた略０に近い正の数として設定し、

（ケース１）．γ＞ε，Δγ＜－εΔγ…左旋回状態で目標ヨーレートγ’　に対しアンダーステア傾向のとき…左後輪制動

（ケース２）．γ＞ε，Δγ＞εΔγ…左旋回状態で目標ヨーレートγ’　に対しオーバーステア傾向のとき…右前輪制動

（ケース３）．γ＜ε，Δγ＜－εΔγ…右旋回状態で目標ヨーレートγ’　に対しオーバーステア傾向のとき…左前輪制動

（ケース４）．γ＜ε，Δγ＞εΔγ…右旋回状態で目標ヨーレートγ’　に対しアンダーステア傾向のとき…右後輪制動

（ケース５）．｜γ｜＜｜ε｜…略直進状態、あるいは、｜Δγ｜＝｜εΔγ｜…目標ヨーレートγ’　に対し略ニュートラルステアの状態のとき、制動輪の選択はせず非制動とする（図３）。

【００３４】

すなわち、（ケース５）の｜γ｜＜｜ε｜で判定される略直進状態のときと、｜Δγ｜＝｜εΔγ｜で判定される目標ヨーレートγ’　に対し略ニュートラルステアの状態のとき以外の実ヨーレートγとヨーレート偏差Δγの範囲において、実ヨーレートγとヨーレート偏差Δγの符号が異なる場合は内側後輪を制動輪として選択するとともに、実ヨーレートγとヨーレート偏差Δγの符号が同じ場合は外側前輪を制動輪として選択するようになっている。そして、この制動輪判別部２４での結果は、上記制動信号出力部２６に出力される。

【００３５】

また、上記出力判定部２５は、ヨーレート偏差Δγが制御領域にあるか否かを判定する判定閾値εΔを後述の如く設定し、上記判定閾値εΔとヨーレート偏差Δγとを比較し制御領域にあるか否か判定し上記制動信号出力部２６に出力する出力判定手段としての回路部に形成されている。

【００３６】

上記判定閾値εΔには、通常は第一の閾値εΔＭ　が設定されており、車両の挙動がアンダーステア傾向からオーバーステア傾向に移行してからは設定時間（予めタイマにセットしておいた時間）、或いは、この時間以内であってもオーバーステア傾向になってから、ヨーレート偏差または実ヨーレートのどちらかの値が略ゼロになるまで、第二の閾値εΔＳ　を上記判定閾値εΔとして設定するものである。ここで、上記第一の閾値εΔＭ　、上記第二の閾値εΔＳ　は、共に、予め実験あるいは計算等から求めた正の数であり、ヨーレート偏差Δγを判定する各閾値の大きさは、｜εΔＭ　｜＞｜εΔＳ　｜≧｜εΔγ｜である。

【００３７】

尚、上記第一の閾値εΔＭ　、上記第二の閾値εΔＳ　は、図７に示すように、少なくともどちらかの値を車速に応じてメモリテーブル等に可変に設定しておけば、車速に応じてより適切な値を上記判定閾値εΔとして設定することが可能となる。すなわち、車速が小さい場合は、大きい場合に比較して、車両の挙動が不安定となっても運転者が簡単に修正することができ制御の必要がないため、非制御領域を大きな範囲に設定できる。このため、図７（ａ）に示すように、上記第一の閾値εΔＭ　と上記第二の閾値εΔＳ　を、共に速度が高くなるに従い小さく設定しておいても良いし、図７（ｂ）に示すように、上記第二の閾値εΔＳ　を一定とし、上記第一の閾値εΔＭ　を速度が高くなるに従い小さく設定しておいても良く、また、図７（ｃ）に示すように、上記第一の閾値εΔＭ　を一定とし、上記第二の閾値εΔＳ　を速度が高くなるに従い小さく設定しておいても良い。

【００３８】

上記制動信号出力部２６は、上記出力判定部２５で制御領域であるとの判定信号で、前記ブレーキ駆動部１に対して、上記制動輪判別部２４で選択した制動輪へ、上記最終目標制動力算出部２３で算出された前輪最終目標液圧ＢＦｆあるいは後輪最終目標液圧ＢＦｒを加えるように信号出力する制動信号出力手段としての回路である。

【００３９】

次に、本発明の実施の形態の制動力制御を、図４、図５のフローチャートで説明する。この制動力制御プログラムは、例えば、車両が走行中、所定時間（例えば１０ｍｓ）毎に実行され、プログラムがスタートすると、ステップ（以下Ｓと略称）１０１で、ハンドル角センサ７からハンドル操舵角θ，各車輪速度センサ６ｆｌ，６ｆｒ，６ｒｌ，６ｒｒから車輪速度ω１，ω２，ω３，ω４　，ヨーレートセンサ８から実ヨーレートγが読み込まれ、Ｓ１０２に進む。

【００４０】

Ｓ１０２では、操舵角算出部１２で上記ハンドル操舵角θから実舵角δｆ　（＝θ／Ｎ）

が算出され、車速検出部１１で上記各車輪速度ω１，ω２，ω３，ω４　から車速Ｖが算出される。

【００４１】

次に、Ｓ１０３に進むと、目標ヨーレート定常ゲイン算出部１３で、前記（１）式により、目標ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）が演算され、また、予測ヨーレート定常ゲイン算出部１５で、前記（５）式により、予測ヨーレート定常ゲインＧγδｆ（０）ＬＯＷ　が演算される。

【００４２】

さらに、Ｓ１０４に進み、目標ヨーレート算出部１４で、前記（３）式により、目標ヨーレートγ’　が演算され、予測ヨーレート算出部１６で、前記（７）式により、低μ路における予測ヨーレートγ’ＬＯＷが演算される。

【００４３】

次いで、Ｓ１０５に進み、目標ヨーレート微分演算部１７で、上記目標ヨーレート算出部１４で算出した目標ヨーレートγ’　の微分値（目標ヨーレート微分値）Ｓγ’　が演算され、予測ヨーレート微分演算部１８で、上記予測ヨーレート算出部１６で算出した予測ヨーレートγ’ＬＯＷの微分値（予測ヨーレート微分値）Ｓγ’ＬＯＷが演算される。

【００４４】

次に、Ｓ１０６に進み、ヨーレート微分偏差算出部１９で、上記目標ヨーレート微分値Ｓγ’　と上記予測ヨーレート微分値Ｓγ’ＬＯＷとの偏差ｄΔγが演算され（前記（９）式）、ヨーレート偏差算出部２１で、ヨーレート偏差Δγ（＝γ－γ’　）が演算される。

【００４５】

その後、Ｓ１０７に進み、第１の目標制動力算出部２０で、前記（１０），（１１）式により、第１の目標液圧ＢＦ１ｆ，ＢＦ１ｒが演算され、第２の目標制動力算出部２２で、前記（１２），（１３）式により、第２の目標液圧ＢＦ２ｆ，ＢＦ２ｒが演算される。

【００４６】

そして、Ｓ１０８に進んで、最終目標制動力算出部２３で、前記（１５），（１６）式により、最終目標液圧ＢＦｆ，ＢＦｒが演算され、Ｓ１０９へ進む。

【００４７】

以下、Ｓ１０９～Ｓ１１９は、制動輪判別部２４で行なわれる手順で、まず、Ｓ１０９では、実ヨーレートγがεよりも大きいか否か、すなわち、ある程度大きな左旋回状態か否かの判定が行なわれ、実ヨーレートγがε以下の場合には、Ｓ１１０に進み、実ヨーレートγが－εよりも小さいか否か、すなわち、ある程度大きな右旋回状態か否かの判定が行なわれる。このＳ１１０で、ある程度大きな右旋回状態ではないと判定される実ヨーレートγの範囲（ε≧γ≧－ε）では、運動状態が略直進運動状態であるのでＳ１１９に進み、制動輪の選択は行なわれず非制動となる。尚、上記Ｓ１０９で、γ＞εで、ある程度大きな左旋回状態と判定されるとＳ１１１に進み、ヨーレート偏差Δγが｜Δγ｜≦｜εΔγ｜で０に近く、略ニュートラルステアであるか否かの判定が行なわれる。

【００４８】

そして、上記Ｓ１１１で、｜Δγ｜≦｜εΔγ｜であり、略ニュートラルステアと判定されるとＳ１１９に進み、これ以外の場合（アンダーステア傾向あるいはオーバーステア傾向の場合）はＳ１１２に進む。

【００４９】

このＳ１１２は、アンダーステア傾向かオーバーステア傾向であるかを判定するステップで、Δγ＜－εΔγかΔγ＞εΔγかの判定が行なわれ、Δγ＜－εΔγでありヨーレート偏差Δγの符号が、実ヨーレートγの符号と異なる負の場合は、目標ヨーレートγ’　に対してアンダーステア傾向と判定してＳ１１３に進み、Δγ＞εΔγでありヨーレート偏差Δγの符号が、実ヨーレートγの符号と同じ正の場合は、目標ヨーレートγ’　に対してオーバーステア傾向と判定してＳ１１４に進む。

【００５０】

上記Ｓ１１３に進むと、左後輪４ｒｌを上記Ｓ１０８で求めた後輪最終目標液圧ＢＦｒで制動する制動輪として選択する（左後輪液圧ＢＲＬ＝ＢＦｒ）。

【００５１】

また、上記Ｓ１１４に進むと、右前輪４ｆｒを上記Ｓ１０８で求めた前輪最終目標液圧ＢＦｆで制動する制動輪として選択する（右前輪液圧ＢＦＲ＝ＢＦｆ）。

【００５２】

一方、上記Ｓ１１０で、γ＜－εで、ある程度大きな右旋回状態と判定されるとＳ１１５に進み、ヨーレート偏差Δγが｜Δγ｜≦｜εΔγ｜で０に近く、略ニュートラルステアであるか否かの判定が行なわれる。

【００５３】

そして、上記Ｓ１１５で、｜Δγ｜≦｜εΔγ｜であり、略ニュートラルステアと判定されるとＳ１１９に進み、これ以外の場合（アンダーステア傾向あるいはオーバーステア傾向の場合）はＳ１１６に進む。

【００５４】

このＳ１１６は、アンダーステア傾向かオーバーステア傾向であるかを判定するステップで、Δγ＞εΔγかΔγ＜－εΔγかの判定が行なわれ、Δγ＞εΔγでありヨーレート偏差Δγの符号が、実ヨーレートγの符号と異なる正の場合は、目標ヨーレートγ’ に対してアンダーステア傾向と判定してＳ１１７に進み、Δγ＜－εΔγでありヨーレート偏差Δγの符号が、実ヨーレートγの符号と同じ負の場合は、目標ヨーレートγ’ に対してオーバーステア傾向と判定してＳ１１８に進む。

【００５５】

上記Ｓ１１７に進むと、右後輪４ｒｒを上記Ｓ１０８で求めた後輪最終目標液圧ＢＦｒで制動する制動輪として選択する（右後輪液圧ＢＲＲ＝ＢＦｒ）。

【００５６】

また、上記Ｓ１１８に進むと、左前輪４ｆｌを上記Ｓ１０８で求めた前輪最終目標液圧ＢＦｆで制動する制動輪として選択する（左前輪液圧ＢＦＬ＝ＢＦｆ）。

【００５７】

さらに、上記Ｓ１１０，Ｓ１１１あるいは上記Ｓ１１５からＳ１１９に進むと、制動輪の選択は行なわれず非制動となる。

【００５８】

そして、上記Ｓ１１３あるいはＳ１１７で、アンダーステア傾向での処理（制動輪の選択と液圧の設定）を行なった場合は、Ｓ１２０に進み、上記Ｓ１１４あるいはＳ１１８で、オーバーステア傾向での処理（制動輪の選択と液圧の設定）を行なった場合は、Ｓ１２１に進み、上記Ｓ１１９からはＳ１２２に進む。

【００５９】

上記Ｓ１１３あるいはＳ１１７で、アンダーステア傾向での処理（制動輪の選択と液圧の設定）を行なって、Ｓ１２０に進むと、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳをセット（ＦＵＳ←１）して、Ｓ１２６に進む。このアンダーステア状態通過フラグＦＵＳは、アンダーステア傾向の運転を行なったことを示すフラグで、閾値設定タイマ、或いは、オーバーステア傾向からニュートラルステア傾向になったときにクリア（ＦＵＳ←０）されるフラグである。

【００６０】

また、上記Ｓ１１４あるいはＳ１１８で、オーバーステア傾向での処理（制動輪の選択と液圧の設定）を行なって、Ｓ１２１に進むと、上記アンダーステア状態通過フラグＦＵＳがセット（ＦＵＳ＝１）されているか否かを判定し、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳがセットされ、前にアンダーステア傾向の運転を行なったと判定した場合はＳ１２３に進み、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳがクリアされた状態の場合はＳ１２６へジャンプする。一般に、車両がオーバーステア傾向となる前には、アンダーステア傾向の状態を経るため、アンダーステア傾向からオーバーステア傾向に移行した場合は、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳがセットされた状態となっており、上記Ｓ１２１により、Ｓ１

２３に進められる。しかし、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳが上記閾値設定タイマによりクリアされている場合や、何等かの原因によってアンダーステア傾向を経ずオーバーステア傾向となった場合は、Ｓ１２３～Ｓ１２５の手順を行なわずＳ１２６へジャンプする。

【００６１】

上記Ｓ１２１で、ＦＵＳ＝１と判定されＳ１２３に進むと、タイマスタートフラグＦＴＲがクリア（ＦＴＲ＝０）されているか否かの判定が行なわれる。上記タイマスタートフラグＦＴＲは、上記閾値設定タイマがスタートされた際にセット（ＦＴＲ←１）され、上記閾値設定タイマがストップするとクリア（ＦＴＲ←０）されるフラグである。

【００６２】

上記Ｓ１２３で、タイマスタートフラグＦＴＲがクリア（ＦＴＲ＝０）されており、上記閾値設定タイマがストップしていると判定すると、この閾値設定タイマをスタートさせるべくＳ１２４に進み、閾値設定タイマをスタートさせるとともに、タイマスタートフラグＦＴＲをセットして、Ｓ１２５に進み、判定閾値εΔとして第二の閾値εΔＳ　を設定し、Ｓ１２６へ進む。

【００６３】

また、上記Ｓ１２３で、タイマスタートフラグＦＴＲがセット（ＦＴＲ＝１）されており、上記閾値設定タイマが作動していると判定すると、Ｓ１２６へジャンプする。

【００６４】

上記Ｓ１２０、上記Ｓ１２１の判定でＦＵＳ＝０、上記Ｓ１２３の判定でＦＴＲ＝１、上記Ｓ１２５のいずれかからＳ１２６へ進むと、ヨーレート偏差Δγと判定閾値εΔとの比較（絶対値の比較）が行なわれ、ヨーレート偏差Δγが制御領域にある場合（｜Δγ｜＞｜εΔ｜）は、Ｓ１２７に進み、制動信号出力部２６からブレーキ駆動部１に対して信号の出力が行なわれる。すなわち、上記Ｓ１２６で制御領域と判定した場合、前記Ｓ１１３から上記Ｓ１２０を経た場合は、上記ブレーキ駆動部１はホイールシリンダ５ｒｌに対し、液圧ＢＲＬ＝ＢＦｒに対応する制動力を発生させ、前記Ｓ１１７から上記Ｓ１２０を経た場合は、上記ブレーキ駆動部１はホイールシリンダ５ｒｒに対し、液圧ＢＲＲ＝ＢＦｒに対応する制動力を発生させ、前記Ｓ１１４から上記Ｓ１２１を経た場合は、上記ブレーキ駆動部１はホイールシリンダ５ｆｒに対し、液圧ＢＦＲ＝ＢＦｆに対応する制動力を発生させ、前記Ｓ１１８から上記Ｓ１２１を経た場合は、上記ブレーキ駆動部１はホイールシリンダ５ｆｌに対し、液圧ＢＦＬ＝ＢＦｆに対応する制動力を発生させる。

【００６５】

一方、上記Ｓ１２６でヨーレート偏差Δγが非制御領域にある場合（｜Δγ｜≦｜εΔ｜）は、Ｓ１２８に進む。

【００６６】

また、上記Ｓ１１９からＳ１２２に進むと、車両が略直進状態あるいは略ニュートラルステア状態であることを示す直進・定常走行状態フラグＦＮＳがセット（ＦＮＳ←１）され、Ｓ１２８に進む。

【００６７】

そして、上記Ｓ１２２あるいは上記Ｓ１２６から上記Ｓ１２８に進むと、制動信号の出力は行なわれず、設定液圧もクリアされる。すなわち、上記Ｓ１２７あるいは上記Ｓ１２８は、制動信号出力部２６で行なわれる処理となっている。

【００６８】

その後、Ｓ１２９に進むと、上記タイマスタートフラグＦＴＲがセットされているか否か（閾値設定タイマが作動しているか否か）の判定が行なわれる。

【００６９】

上記Ｓ１２９で、上記タイマスタートフラグＦＴＲがクリアされ、上記閾値設定タイマが作動していない場合にはＳ１３５へ進み、直進・定常走行状態フラグＦＮＳをクリアしてプログラムを抜け、上記タイマスタートフラグＦＴＲがセットされ、上記閾値設定タイマが作動している場合にはＳ１３０に進んで、一定時間経過したか否か判定する。

【００７０】
上記Ｓ１３０で、一定時間経過したと判定した場合、Ｓ１３２に進み、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳをクリアし、Ｓ１３３で判定閾値εΔとして第一の閾値εΔＭ　を設定し、Ｓ１３４で上記閾値設定タイマをストップし、タイマスタートフラグＦＴＲをクリアし、Ｓ１３５で直進・定常走行状態フラグＦＮＳをクリアしてプログラムを抜ける。
【００７１】
また、上記Ｓ１３０で、一定時間経過していないと判定した場合、Ｓ１３１に進み、直進・定常走行状態フラグＦＮＳがセットされている（ＦＮＳ＝１）か否かの判定を行なう。
【００７２】
そして、上記直進・定常走行状態フラグＦＮＳがクリアされている（ＦＮＳ＝０）場合はプログラムを抜け、セットされている場合は、Ｓ１３２に進み、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳをクリアし、Ｓ１３３で判定閾値εΔとして第一の閾値εΔＭ　を設定し、Ｓ１３４で上記閾値設定タイマをストップし、タイマスタートフラグＦＴＲをクリアし、Ｓ１３５で直進・定常走行状態フラグＦＮＳをクリアしてプログラムを抜ける。
【００７３】
すなわち、閾値設定タイマがタイムアップする前であっても、直進・定常走行状態となった場合は、判定閾値εΔとして第一の閾値εΔＭ　を設定するようになっている。
【００７４】
上述の制御の一例を図６に示す。この図は、ｔ０　から直進していた車両が、ｔ１　で左旋回する場合を例に示すもので、図６（ａ）は目標ヨーレートγ’　と実ヨーレートγの変化を、図６（ｂ）はヨーレート偏差Δγの変化を、図６（ｃ）は制御での直進・定常走行状態フラグＦＮＳの設定を、図６（ｄ）は制御でのタイマスタートフラグＦＴＲの設定を、図６（ｅ）は制御でのアンダーステア状態通過フラグＦＵＳの設定を、図６（ｆ）は制動信号出力部２６からの制動信号出力のＯＮ－ＯＦＦをそれぞれ示す。
【００７５】
ｔ１　以降、次第に大きくなる目標ヨーレートγ’　に追従して実ヨーレートγも大きくなるが、実ヨーレートγと目標ヨーレートγ’　との差は次第に大きくなり、実ヨーレートγからの目標ヨーレートγ’　の差、すなわち、ヨーレート偏差Δγは－の方向へ絶対値｜Δγ｜が大きくなっていく。
【００７６】
ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜は、ｔ２　からは、略ニュートラルステアの状態のときを判別する閾値εΔγの絶対値｜εΔγ｜より大きくなり、目標ヨーレートγ’　に対しアンダーステア傾向となり、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳがセットされる。また、ｔ２　まではセットされていた直進・定常走行状態フラグＦＮＳが、ｔ２　からはクリアされる。さらに、非制御領域の判定閾値εΔ（図６（ｂ）の斜線の範囲）として第一の閾値εΔＭ　が設定されており、ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜が、この判定閾値εΔの絶対値｜εΔ｜より大きくなるｔ３　になるまでは、制動信号の出力は行なわれない。
【００７７】
そして、ｔ３　以降、再びヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜が、この判定閾値εΔの絶対値｜εΔ｜より小さくなるｔ４　になるまでは、制動信号の出力が行なわれる。この制動信号の出力は、γ＞ε（正の符号、左旋回）、Δγ＜－εΔγ（負の符号、アンダーステア傾向）で、図３の（ケース１）の場合であり、このケース１において、左後輪４ｒｌに制動力を加え矢印のモーメントを加えて補正し、ドリフトアウトを排除するのである。尚、この状態では、例え、上記左後輪４ｒｌに制動をかけすぎて、この左後輪４ｒｌがロック傾向を示し、横力を失ってしまうときでも車両はオーバーステア方向になり、本来の制御則と同じ方向（矢印方向）のヨーレートを発生できる。
【００７８】
実ヨーレートγが、目標ヨーレートγ’　に近付き、ｔ４　～ｔ５　の間では、アンダーステア傾向ではあるが、ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜が、判定閾値εΔの絶対値

｜εΔ｜より小さく非制御領域となるため、制動信号の出力は行なわれない。また、ｔ５　～ｔ６　の間では、ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜は、閾値εΔγの絶対値｜εΔγ｜より小さくなり、略ニュートラルステアの状態となり、直進・定常走行状態フラグＦＮＳがセットされる。

【００７９】

そして、ヨーレート偏差Δγは＋の方向へ絶対値｜Δγ｜が大きくなり、ｔ６　を経過し、目標ヨーレートγ’　に対しオーバーステア傾向となると、直進・定常走行状態フラグＦＮＳはクリアされ、タイマスタートフラグＦＴＲがセットされて閾値設定タイマが動作され、また、判定閾値εΔとして上記第一の閾値εΔＭ　より絶対値の小さい第二の閾値εΔＳ　が設定される。

【００８０】

その後、ｔ７　までは、ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜が、この判定閾値εΔの絶対値｜εΔ｜以下の値であるため、制動信号の出力は行なわれず、ｔ７　の後、制動信号の出力が行なわれる。この制動信号の出力は、γ＞ε（正の符号、左旋回）、Δγ＞εΔγ（正の符号、オーバーステア傾向）で、図３の（ケース２）の場合であり、このケース２において、右前輪４ｆｒに制動力を加え矢印のモーメントを加えて補正し、スピンを排除するのである。この状態では、例え上記右前輪４ｆｒに制動をかけすぎて、この右前輪４ｆｒがロック傾向を示し、横力を失ってしまうときでも車両はアンダーステア方向になり、本来の制御則と同じ方向（矢印方向）のヨーレートを発生できる。

【００８１】

そして、ｔ８　から、ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜は、判定閾値εΔの絶対値｜εΔ｜より小さく非制御領域となり、閾値設定タイマがタイムアップする前に、ｔ９　から略ニュートラルステア状態となる。

【００８２】

このため、ｔ９　になると、直進・定常走行状態フラグＦＮＳがセットされ、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳがクリアされ、閾値設定タイマがストップされてタイマスタートフラグＦＴＲがクリアされる。また、判定閾値εΔとして第一の閾値εΔＭ　が設定される。

【００８３】

その後、ｔ１０～ｔ１１の間では、再びヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜は、ｔ１０からは、閾値εΔγの絶対値｜εΔγ｜より大きくなり、直進・定常走行状態フラグＦＮＳがクリアされ、目標ヨーレートγ’　に対しアンダーステア傾向となり、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳがセットされる。

【００８４】

そして、ｔ１１からは、ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜は、閾値εΔγの絶対値｜εΔγ｜より小さくなり、略ニュートラルステアの状態となり（直進・定常走行状態フラグＦＮＳもセットされ）、実ヨーレートγは、目標ヨーレートγ’　と略同じ値となる。ここで、アンダーステア状態通過フラグＦＵＳはセットされたままの状態となるが、一般に、車両がオーバーステア傾向となる前には、アンダーステア傾向の状態を経るため、問題とはならない。

【００８５】

尚、ｔ８　以降は、ヨーレート偏差Δγの絶対値｜Δγ｜は、判定閾値εΔの絶対値｜εΔ｜より小さく非制御領域となるため、制動信号の出力は行なわれない。

【００８６】

すなわち、上記出力判定部２５では、アンダーステア傾向の後にオーバーステア傾向になったときから、設定時間、或いは、設定時間経過していなくてもオーバーステア傾向での制御が終了されるときは、このオーバーステア傾向での制御が終了するときまで、判定閾値εΔとして、第一の閾値εΔＭ　よりその絶対値の小さい第二の閾値εΔＳ　を設定するようにしているため、アンダーステア傾向の後にオーバーステア傾向となった際の制御の開始が速くなる（図６中の２点鎖線で示すように、従来制御では、アンダーステア傾向

の後にオーバステア傾向となった際の制御の開始はｔ７’である）。このため、実ヨーレートγと目標ヨーレートγ’　との差が、オーバーステア傾向になってから大きくならず、また、実ヨーレートを目標ヨーレートγ’　に速く収束させることができ、運転者に違和感を与えることも少なく、滑らかに制御を行なうことが可能になっている。また、アンダーステア傾向からオーバーステア傾向に移行する際、後輪による制動力制御を行なうアンダーステア傾向では非制御領域を大きく設定し、前輪による制動力制御を行なうオーバーステア傾向では非制御領域を小さく設定することになるため、後輪による制動力制御が抑えられる。さらに、判定閾値εΔとして、第二の閾値εΔＳ　から第一の閾値εΔＭへの復帰も、タイマとオーバーステア傾向での制御終了の検出により確実に行なわれる。また、後輪に付加される制動力の値も抑制された値であるため、特に低μ路等において後輪の制動力によって後輪が横すべりを起こし安定性を失うことが防止されるとともに、運転者の意思に反して回頭モーメントが強く不安定に感じることも防止される。また、実ヨーレートγにより車両の旋回方向を判定し、実ヨーレートγとヨーレート偏差Δγにより走行状態が、目標ヨーレートγ’　に対してアンダーステア傾向かオーバーステア傾向かを確実に判定して、４輪の中で制動させる最も適切な車輪を選定することにより、確実にドリフトアウトやスピンが防止できる。すなわち、スピン傾向であるにもかかわらず、後輪に制動力を加えてスピンを増長したり、ドリフトアウト傾向であるにもかかわらず、前輪に制動力を加えてドリフトアウトを増長したりすることが防止できる。また、カウンタステア時においても、スピンを増長する方向の車輪に制動力を与えてしまうことも防止できる。

【００８７】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明によれば、予め設定しておいた走行条件を基に予測される制御値を算出し、この予測される制御値を用いて補償するようにしたので、制御遅れを無くし、追従性と応答性の向上を図ることができ、運転者にとって自然な車両挙動での制御が可能となる。また、補償で用いる計算は、実際のヨーレート信号を利用することなく行なわれるため、十分な大きさで精度良く補償することが可能になる。さらに、上記走行条件は低μ路走行での条件とすることにより、ほとんどの場合に対し適切な予測される制御値を算出することができる。また、後輪による制御を抑制することで、後輪の制動力によって後輪が横すべりを起こし安定性を失うことが防止されるとともに、運転者の意思に反して回頭モーメントが強く不安定に感じることも防止される。

【図面の簡単な説明】

【図１】制動力制御装置の機能ブロック図

【図２】制動力制御装置の概略構成を示す説明図

【図３】制動力制御による車両の動作の説明図

【図４】制動力制御のフローチャート

【図５】図４の続きのフローチャート

【図６】制動力制御の一例のタイムチャート

【図７】判定閾値の特性の説明図

【符号の説明】

１　　ブレーキ駆動部

４ｆｌ，４ｆｒ，４ｒｌ，４ｒｒ　　車輪

５ｆｌ，５ｆｒ，５ｒｌ，５ｒｒ　　ホイールシリンダ

６ｆｌ，６ｆｒ，６ｒｌ，６ｒｒ　　車輪速度センサ

７　　ハンドル角センサ

８　　ヨーレートセンサ

１０　　制御装置

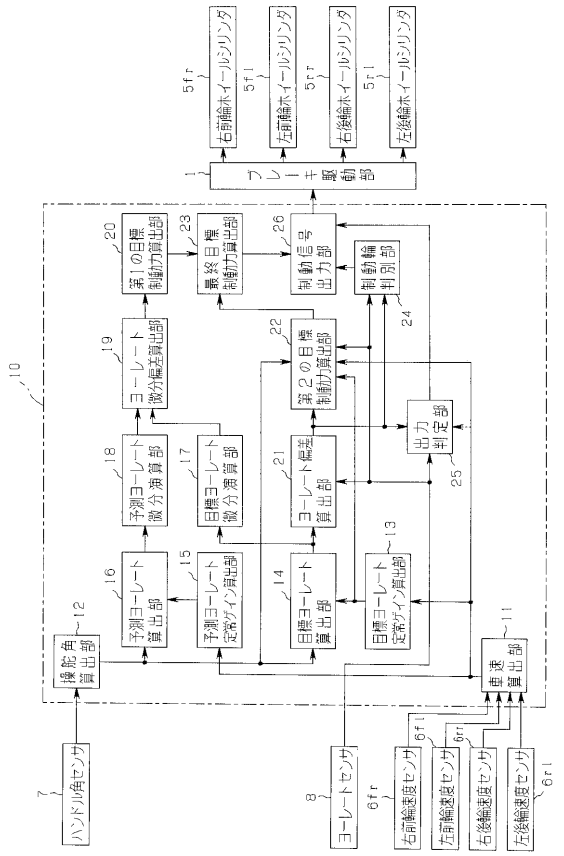
１１　　車速算出部

１２　　操舵角算出部

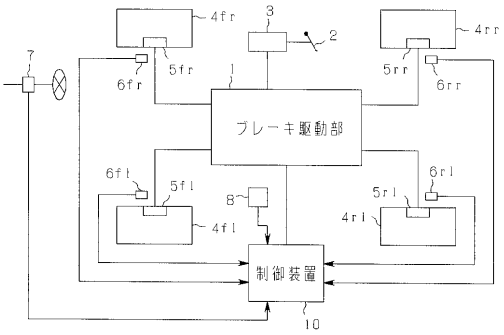
１３　　目標ヨーレート定常ゲイン算出部

１４　目標ヨーレート算出部
１５　予測ヨーレート定常ゲイン算出部
１６　予測ヨーレート算出部
１７　目標ヨーレート微分演算部
１８　予測ヨーレート微分演算部
１９　ヨーレート微分偏差算出部
２０　第１の目標制動力算出部
２１　ヨーレート偏差算出部
２２　第２の目標制動力算出部
２３　最終目標制動力算出部
２４　制動輪判別部
２５　出力判定部
２６　制動信号出力部
δｆ　実舵角
Ｖ　車速
Ｇγδｆ（０）　目標ヨーレート定常ゲイン
Ｇγδｆ（０）ＬＯＷ　予測ヨーレート定常ゲイン
εΔ　判定閾値
γ　実ヨーレート
γ’　目標ヨーレート
γ’ＬＯＷ　予測ヨーレート
Ｓγ’　目標ヨーレート微分値
Ｓγ’ＬＯＷ　予測ヨーレート微分値
Δγ　ヨーレート偏差
ｄΔγ　ヨーレート微分偏差
ＢＦ１ｆ　第１の前輪目標液圧
ＢＦ１ｒ　第１の後輪目標液圧
ＢＦ２ｆ　第２の前輪目標液圧
ＢＦ２ｒ　第２の後輪目標液圧
ＢＦｆ，ＢＦｒ　最終目標液圧

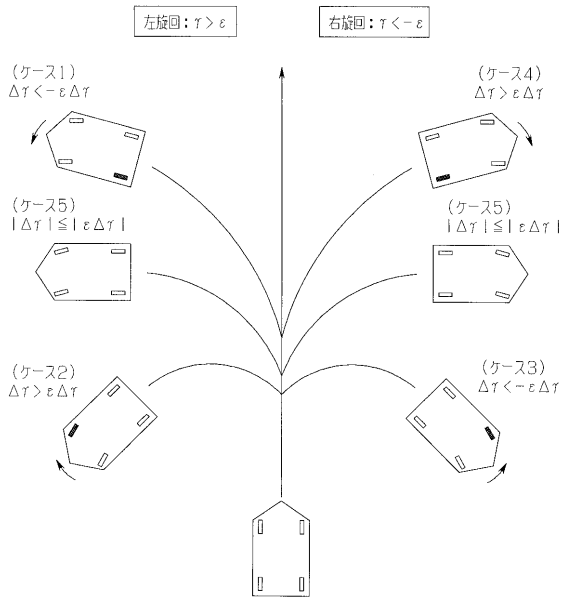
【図１】


ブレーキ駆動部
右前輪ホイールシリンダ
左前輪ホイールシリンダ
右後輪ホイールシリンダ
左後輪ホイールシリンダ
5fr
5fl
5rr
5rl
第1の目標制動力算出部
最終目標制動力算出部
制動信号出力部
制動輪判別部
ヨーレート微分偏差算出部
第2の目標制動力算出部
出力判定部
予測ヨーレート微分演算部
目標ヨーレート微分演算部
ヨーレート偏差算出部
予測ヨーレート算出部
予測ヨーレート定常ゲイン算出部
目標ヨーレート算出部
目標ヨーレート定常ゲイン算出部
操舵角算出部
車速算出部
ハンドル角センサ
ヨーレートセンサ
右前輪速度センサ
左前輪速度センサ
右後輪速度センサ
左後輪速度センサ
6fr
6fl
6rr
6rl

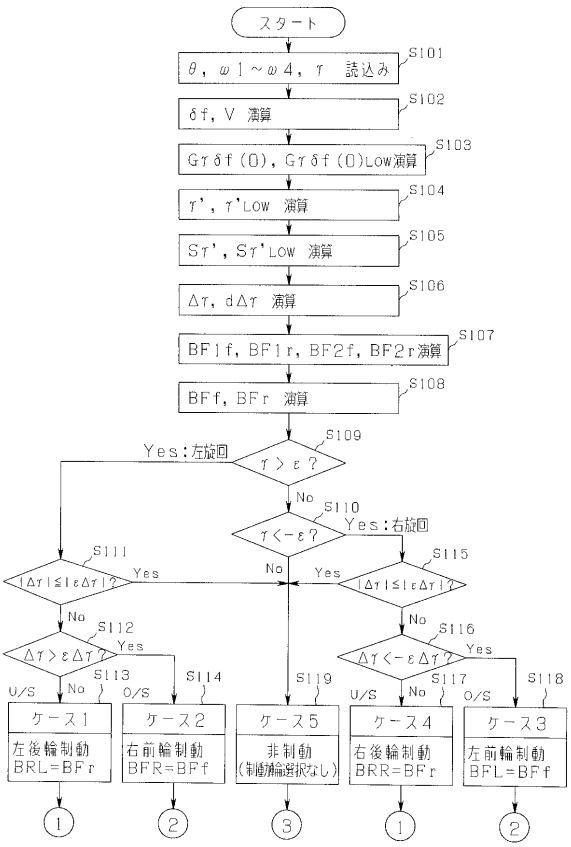
【図２】


ブレーキ駆動部
制御装置
4fr
4rr
4fl
4rl
5fr
5rr
5fl
5rl
6fr
6rr
6fl
6rl

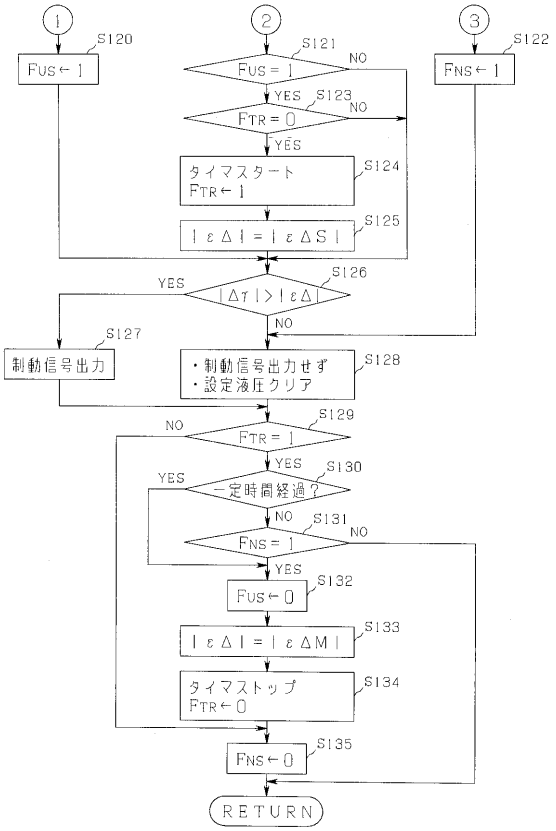
【図３】


左旋回：γ＞ε
右旋回：γ＜−ε
(ケース1)
Δγ＜−εΔγ
(ケース4)
Δγ＞εΔγ
(ケース5)
|Δγ|≦|εΔγ|
(ケース5)
|Δγ|≦|εΔγ|
(ケース2)
Δγ＞εΔγ
(ケース3)
Δγ＜−εΔγ

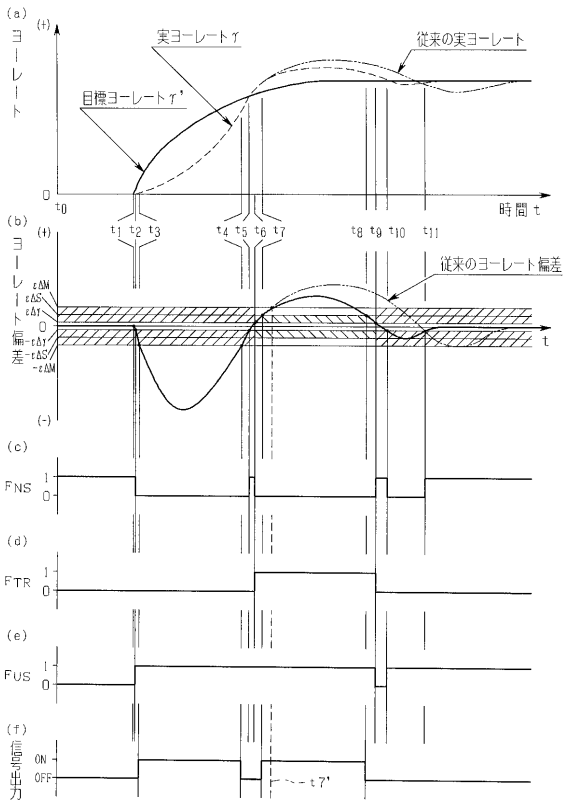
【図４】


スタート
θ，ω1～ω4，γ 読込み
S101
δf，V 演算
S102
Gγδf(0)，Gγδf(0)LOW演算
S103
γ'，γ'LOW 演算
S104
Sγ'，Sγ'LOW 演算
S105
Δγ，dΔγ 演算
S106
BF1f，BF1r，BF2f，BF2r演算
S107
BFf，BFr 演算
S108
γ＞ε？
S109
Yes：左旋回
No
γ＜−ε？
S110
Yes：右旋回
|Δγ|≦|εΔγ|？
S111
Yes
No
|Δγ|≦|εΔγ|？
S115
Yes
No
Δγ＞εΔγ？
S112
Yes
No
Δγ＜−εΔγ？
S116
Yes
No
U/S
O/S
S113
S114
S119
S117
S118
ケース1
左後輪制動
BRL=BFr
ケース2
右前輪制動
BFR=BFf
ケース5
非制動
(制動輪選択なし)
ケース4
右後輪制動
BRR=BFr
ケース3
左前輪制動
BFL=BFf
1
2
3
1
2

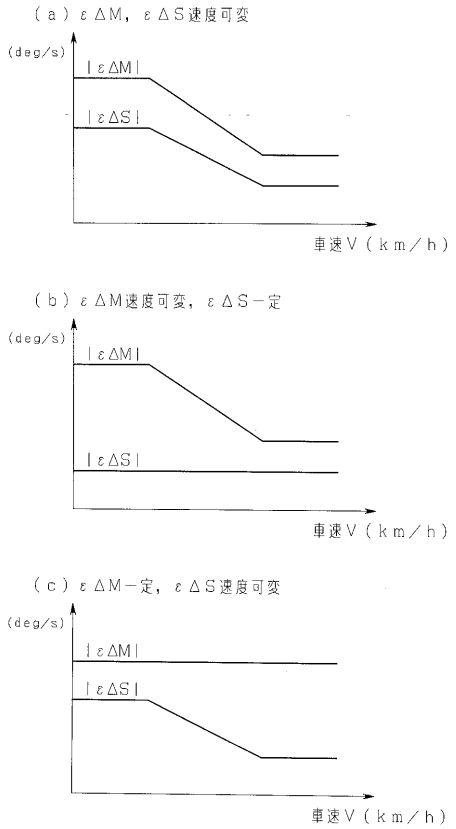
【図５】


1
2
3
S120
FUS←1
S121
FUS=1
NO
YES
S122
FNS←1
S123
FTR=0
NO
YES
S124
タイマスタート
FTR←1
S125
|εΔ|=|εΔS|
S126
YES
|ΔT|>|εΔ|
NO
S127
制動信号出力
S128
・制動信号出力せず
・設定液圧クリア
S129
NO
FTR=1
YES
S130
YES
一定時間経過?
NO
S131
FNS=1
NO
YES
S132
FUS←0
S133
|εΔ|=|εΔM|
S134
タイマストップ
FTR←0
S135
FNS←0
RETURN

【図６】


(a)
ヨーレート
(+)
実ヨーレートγ
従来の実ヨーレート
目標ヨーレートγ'
0
t0
時間 t
(b)
t1 t2 t3
t4 t5 t6 t7
t8 t9 t10 t11
従来のヨーレート偏差
偏差
t
(-)
(c)
FNS
1
0
(d)
FTR
(e)
FUS
(f)
出力信号
ON
OFF
t7'

【図７】


(a) εΔM, εΔS速度可変
(deg/s)
|εΔM|
|εΔS|
車速V (km/h)
(b) εΔM速度可変, εΔS一定
(deg/s)
|εΔM|
|εΔS|
車速V (km/h)
(c) εΔM一定, εΔS速度可変
(deg/s)
|εΔM|
|εΔS|
車速V (km/h)

フロントページの続き

(72)発明者　松浦　宗徳
東京都三鷹市大沢３丁目９番６号　株式会社スバル研究所内

審査官　戸田　耕太郎

(56)参考文献　特開平０２－０７０５６１（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１１２７５６（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２７６８５２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０９９８００（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２２３５２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２２３５２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１１７５１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０８９４２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２７０３８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０４０３１７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
B60T　8/58
B60T　8/24