

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3946294号

(P3946294)

(45) 発行日 平成19年7月18日(2007.7.18)

(24) 登録日 平成19年4月20日(2007.4.20)

(51) Int. Cl.

B60T 8/24 (2006.01)
B60T 8/1755 (2006.01)

F I

B60T 8/24
 B60T 8/1755 Z

請求項の数 4 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願平8-319943	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成8年11月29日(1996.11.29)		富士重工業株式会社
(65) 公開番号	特開平10-157589		東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
(43) 公開日	平成10年6月16日(1998.6.16)	(74) 代理人	100076233
審査請求日	平成15年10月17日(2003.10.17)		弁理士 伊藤 進
		(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
		審査官	岩谷 一臣

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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角速度を演算する車体すべり角速度演算手段と、上記車体すべり角速度に基づき、上記車体すべり角速度の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記操舵角の検出値を基に演算される車両の旋回方向と上記車体すべり角速度の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記操舵角の検出値を小さくなる方向へ補正する操舵角補正手段と、上記実ヨーレートと上記車速と上記操舵角補正手段で補正した操舵角に基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加す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】

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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角を演算する車体すべり角演算手段と、上記車体すべり角に基づき、上記車体すべり角の絶対値が予め求めてお

10

20

いた設定値より大きいときに、上記操舵角の検出値を基に演算される車両の旋回方向と上記車体すべり角の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記操舵角の検出値を小さくなる方向へ補正する操舵角補正手段と、上記実ヨーレートと上記車速と上記操舵角補正手段で補正した操舵角に基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加す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 3】

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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角速度を演算する車体すべり角速度演算手段と、上記車体すべり角速度に基づき、上記車体すべり角速度の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記実ヨーレートの方向と上記車体すべり角速度の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記実ヨーレートの検出値を大きくなる方向へ補正する実ヨーレート補正手段と、上記車速と上記操舵角と上記実ヨーレート補正手段で補正した実ヨーレートに基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加す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 4】

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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角を演算する車体すべり角演算手段と、上記車体すべり角に基づき、上記車体すべり角の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記実ヨーレートの方向と上記車体すべり角の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記実ヨーレートの検出値を大きくなる方向へ補正する実ヨーレート補正手段と、上記車速と上記操舵角と上記実ヨーレート補正手段で補正した実ヨーレートに基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加するよう

【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、車両のコナリング等の際の車両にはたらく力の関係から、コ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、実用化されている。

【0003】

例えば、特開平5 - 24422号公報には、操舵角と車速とに基づいて目標ヨーレートを算出し、目標ヨーレートと実際のヨーレート（実ヨーレート）とを一致させるように、車両諸元及び運動方程式によって設定された車両モデルに基づく演算を行い、各輪の荷重の検出値に基づき車両モデル中のコナリングパワーを考慮して目標制動力を算出し、所定

10

20

30

40

50

の車輪を制動する技術が示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述のような技術では、実ヨーレートと計算で求めた目標ヨーレートとを一致させるように制御が行なわれるため、目標ヨーレートが誤った値に設定されると、制動力も誤って設定され、車両がスピン傾向等になる可能性がある。例えば、滑りやすい路面状況において、障害物を回避しようとしてドライバが大きく（例えば、フルロックまで）ハンドルを切ると、その路面状況では安定した走行ができないような大きな目標ヨーレートが設定されてしまうことがある。そして、この目標ヨーレートと実ヨーレートとが一致するように制動力を車輪に付加した場合、スピン傾向となる可能性がある。

10

【0005】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、例えば、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、目標制動力が必要以上に大きく設定されることがなく、安定して動作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。

【0006】

【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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角速度を演算する車体すべり角速度演算手段と、上記車体すべり角速度に基づき、上記車体すべり角速度の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記操舵角の検出値を基に演算される車両の旋回方向と上記車体すべり角速度の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記操舵角の検出値を小さくなる方向へ補正する操舵角補正手段と、上記実ヨーレートと上記車速と上記操舵角補正手段で補正した操舵角に基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加す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。

20

30

【0007】

また、請求項2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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角を演算する車体すべり角演算手段と、上記車体すべり角に基づき、上記車体すべり角の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記操舵角の検出値を基に演算される車両の旋回方向と上記車体すべり角の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記操舵角の検出値を小さくなる方向へ補正する操舵角補正手段と、上記実ヨーレートと上記車速と上記操舵角補正手段で補正した操舵角に基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加す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。

40

【0009】

また、請求項3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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角速度を演算する車体すべり角速度演算手段と、上記車体すべり角速度に基づき、上記車体すべり角速度の絶対値が予め求めておいた設定値より

50

大きいときに、上記実ヨーレートの方向と上記車体すべり角速度の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記実ヨーレートの検出値を大きくなる方向へ補正する実ヨーレート補正手段と、上記車速と上記操舵角と上記実ヨーレート補正手段で補正した実ヨーレートに基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加す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。

【0010】

さらに、請求項4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、横加速度を検出する横加速度検出手段と、上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角を演算する車体すべり角演算手段と、上記車体すべり角に基づき、上記車体すべり角の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記実ヨーレートの方向と上記車体すべり角の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記実ヨーレートの検出値を大きくなる方向へ補正する実ヨーレート補正手段と、上記車速と上記操舵角と上記実ヨーレート補正手段で補正した実ヨーレートに基づき目標とするヨーモーメントを算出する目標ヨーモーメント算出手段と、制動力を付加する車輪を選択する制動輪選択手段と、上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する目標制動力算出手段と、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪

10

20

【0013】

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、横加速度検出手段で横加速度をそれぞれ検出し、車体すべり角速度演算手段で上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角速度を演算して、操舵角補正手段で上記車体すべり角速度に基づき、上記車体すべり角速度の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記操舵角の検出値を基に演算される車両の旋回方向と上記車体すべり角速度の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記操舵角の検出値を小さくなる方向へ補正する。目標ヨーモーメント算出手段では、上記実ヨーレートと上記車速と上記操舵角補正手段で補正した操舵角に基づき目標とするヨーモーメントを算出する。制動輪選択手段では制動力を付加する車輪を選択し、目標制動力算出手段では上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する。そして、制動信号出力手段で、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加するようにブレーキ駆動部へ信号出力する。

30

【0014】

また、上記請求項2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、横加速度検出手段で横加速度をそれぞれ検出し、車体すべり角演算手段で上記車速と上記

実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角を演算して操舵角補正手段で上記車体すべり角に基づき、上記車体すべり角の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記操舵角の検出値を基に演算される車両の旋回方向と上記車体すべり角の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記操舵角の検出値を小さくなる方向へ補正する。目標ヨーモーメント算出手段では、上記実ヨーレートと上記車速と上記操舵角補正手段で補正した操舵角に基づき目標とするヨーモーメントを算出する。制動輪選択手段では制動力を付加する車輪を選択し、目標制動力算出手段では上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する。そして、制動信号出力手段で、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加するようにブレーキ駆動部へ信号出力する。

40

50

【0016】

また、上記請求項3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、横加速度検出手段で横加速度をそれぞれ検出し、車体すべり角速度演算手段で上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角速度を演算して、実ヨーレート補正手段で上記車体すべり角速度に基づき、上記車体すべり角速度の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記実ヨーレートの方向と上記車体すべり角速度の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記実ヨーレートの検出値を大きくなる方向へ補正する。目標ヨーモーメント算出手段では、上記車速と上記操舵角と上記実ヨーレート補正手段で補正した実ヨーレートに基づき目標とするヨーモーメントを算出する。制動輪選択手段では制動力を付加する車輪を選択し、目標制動力算出手段では上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する。そして、制動信号出力手段で、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加するようにブレーキ駆動部へ信号出力する。

10

【0017】

さらに、上記請求項4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、横加速度検出手段で横加速度をそれぞれ検出し、車体すべり角演算手段で上記車速と上記実ヨーレートと上記横加速度とに基づき車体すべり角を演算して実ヨーレート補正手段で上記車体すべり角に基づき、上記車体すべり角の絶対値が予め求めておいた設定値より大きいときに、上記実ヨーレートの方向と上記車体すべり角の方向とが異なる車両がスピン傾向になると上記実ヨーレートの検出値を大きくなる方向へ補正する。目標ヨーモーメント算出手段では、上記車速と上記操舵角と上記実ヨーレート補正手段で補正した実ヨーレートに基づき目標とするヨーモーメントを算出する。制動輪選択手段では制動力を付加する車輪を選択し、目標制動力算出手段では上記目標ヨーモーメントを基に車輪に付加する目標制動力を算出する。そして、制動信号出力手段で、上記目標制動力算出手段で算出した目標制動力を上記制動輪選択手段で選択した車輪に付加するようにブレーキ駆動部へ信号出力する。

20

【0020】

【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5は本発明の実施の形態1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は制動輪選択ルーチンのフローチャートである。

30

【0021】

図2において、符号1は車両前部に配置されたエンジンを示し、このエンジン1による駆動力は、クラッチ機構部2、変速機構部3からセンターディファレンシャル装置4に伝達され、このセンターディファレンシャル装置4から、リヤドライブ軸5、プロペラシャフト6、ドライブピニオン軸部7を介して後輪終減速装置8に入力される一方、トランスファドライブギヤ9、トランスファドリブンギヤ10、ドライブピニオン軸部となっているフロントドライブ軸11を介して前輪終減速装置12に入力されるように構成されている。ここで、上記クラッチ機構部2、変速機構部3、センターディファレンシャル装置4および前輪終減速装置12等は、一体にケース13内に設けられている。

40

【0022】

上記後輪終減速装置8に入力された駆動力は、後輪左ドライブ軸14rlを経て左後輪15rlに、後輪右ドライブ軸14rrを経て右後輪15rrに伝達される一方、上記前輪終減速装置12に入力された駆動力は、前輪左ドライブ軸14flを経て左前輪15flに、前輪右ドライブ軸14frを経て右前輪15frに伝達されるようになっている。

【0023】

50

また、符号 16 は車両のブレーキ駆動部を示し、このブレーキ駆動部 16 には、ドライバにより操作されるブレーキペダル 17 と接続されたマスターシリンダ 18 が接続されており、ドライバがブレーキペダル 17 を操作するとマスターシリンダ 18 により、上記ブレーキ駆動部 16 を通じて、上記 4 輪（左前輪 15 fl, 右前輪 15 fr, 左後輪 15 rl, 右後輪 15 rr）の各ホイールシリンダ（左前輪ホイールシリンダ 19 fl, 右前輪ホイールシリンダ 19 fr, 左後輪ホイールシリンダ 19 rl, 右後輪ホイールシリンダ 19 rr）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。

【0024】

上記ブレーキ駆動部 16 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 19 fl, 19 fr, 19 rl, 19 rr 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。

10

【0025】

また、ステアリングホイール 20 のステアリングコラムにはハンドル角を検出するハンドル角センサ 21 が設けられ、上記ケース 13 には後輪出力軸回転数を車速 V として検出する車速検出手段としての車速センサ 22 が設けられ、さらに、車両の左右方向の加速度（横加速度 a_y ）を検出する横加速度検出手段としての横加速度センサ 23、車両の実際のヨーレート (t) を検出する実ヨーレート検出手段としてのヨーレートセンサ 24 が設けられている。

【0026】

また、符号 30 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 30 には、上記ハンドル角センサ 21, 車速センサ 22, 横加速度センサ 23, ヨーレートセンサ 24 が接続され、上記ブレーキ駆動部 16 に駆動信号を出力する。

20

【0027】

上記制御装置 30 は、図 1 に示すように、前輪舵角演算部 31, 車体すべり角速度演算部 32, 前輪舵角補正部 33, 目標ヨーモーメント算出部 34, 目標制動力算出部 35, 制動輪選択部 36 および制動信号出力部 37 から主に構成されている。

【0028】

上記前輪舵角演算部 31 は、前記ハンドル角センサ 21 からの信号が入力され、ハンドル操舵角から実際の前輪舵角（実舵角 $F(t)$ ）をステアリングギア比 N 等を考慮して演算し、上記前輪舵角補正部 33 に出力するもので、上記ハンドル角センサ 21 とともに操舵角検出手段を構成している。

30

【0029】

上記車体すべり角速度演算部 32 は、上記車速センサ 22, 横加速度センサ 23, ヨーレートセンサ 24 からの信号が入力され、以下の (1) 式に従って車体すべり角速度 d / dt を演算する車体すべり角速度演算手段として形成されている。

$$d / dt = a_y / V - (t) \quad \dots (1)$$

上記前輪舵角補正部 33 は、上記車体すべり角速度演算部 32 で演算した車体すべり角速度 d / dt を基に、上記前輪舵角演算部 31 からの実舵角 $F(t)$ を次の (2) 式により補正して、補正した実舵角 $F(t)$ を上記目標ヨーモーメント算出部 34 に出力する操舵角補正手段としてのものである。

40

$$F(t) = (F(t) \cdot G + d / dt) / G \quad \dots (2)$$

上記 G は後述する目標ヨーレートの定常ゲインである。

【0030】

また、上記 (2) 式による補正は、車体すべり角速度 d / dt の絶対値 $| d / dt |$ が実験、計算等によって予め求めておいた設定値 VBC （正の数）より大きいときに行うようになっており、上記設定値 VBC 以下のときは、上記前輪舵角演算部 31 からの実舵角 $F(t)$ をそのまま上記目標ヨーモーメント算出部 34 に出力するように形成されている。このため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには、不必要な制御が行われない。

【0031】

50

上記(2)式に基づき補正が行われることにより、例えば、車両が低 μ 路等で、ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ が正の方向の旋回(左旋回)をしているとき、スピン傾向になると、上記車体すべり角速度 $d\psi/dt$ は負の値となり、実舵角 $F(t)$ が小さくなる方向に補正されることになる。このため、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、大きすぎる実舵角 $F(t)$ が、最適な実舵角 $F(t)$ に補正され、この補正された実舵角 $F(t)$ を用いて安定した制御が行われる。

【0032】

上記目標ヨーモーメント算出部34は、上記車速センサ22からの車速 V 、上記ヨーレートセンサ24からの実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ 、上記前輪舵角補正部33からの補正した実舵角 $F(t)$ に基づき、目標とするヨーモーメント $M_z(t)$ を算出する目標ヨーモーメント算出手段として形成されている。

10

【0033】

上記目標ヨーモーメント $M_z(t)$ の算出の手法について詳述する。車両を2輪モデルに置き換え線形化すると、運動方程式は以下のようになる。

$$I_z \cdot d^2\psi(t)/dt^2 = 2 \cdot L_F \cdot C_F(t) - 2 \cdot L_R \cdot C_R(t) + M_z(t) \dots (3)$$

$$M \cdot V \cdot (d\psi(t)/dt + \dot{\psi}(t)) = 2 \cdot C_F(t) + 2 \cdot C_R(t) \dots (4)$$

ここで、 $C_F(t)$ は前輪コーナリングフォース、 $C_R(t)$ は後輪コーナリングフォースで、

$$C_F(t) = k_F \cdot (F(t) - L_F \cdot \dot{\psi}(t)/V) \dots (5)$$

$$C_R(t) = k_R \cdot (-F(t) + L_R \cdot \dot{\psi}(t)/V) \dots (6)$$

である。上記各式中、 M は車両質量、 I_z は車両ヨー慣性、 $\dot{\psi}(t)$ はヨーレート、 $M_z(t)$ は制動力によるヨーモーメント(目標ヨーモーメント)、 $\psi(t)$ は車体すべり角、 L_F は前軸-重心間距離、 L_R は後軸-重心間距離、 k_F は前輪等価コーナリングパワー、 k_R は後輪等価コーナリングパワーである。

20

【0034】

車両運動の出力を $\dot{\psi}(t)$ として上記(3)、(4)式を次のような入出力系に表す。

$$A(p) \cdot \gamma(t) = BM(p) \cdot Mz(t) + BF(p) \cdot \delta F(t) \quad \dots (7)$$

ここで、

$$A(p) = p^2 - (a_{11} + a_{22}) \cdot (2/V) \cdot p + (a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}) \cdot (2/V)^2 + 2 \cdot a_{12}$$

$$= p^2 - a_{y1} \cdot (2/V) \cdot p + a_{y2} \cdot (2/V)^2 + 2 \cdot a_{y3}$$

$$BM(p) = p / I_z + 2 \cdot (k_F + k_R) / (M \cdot I_z \cdot V)$$

$$= (p - a_{22} \cdot (2/V)) / I_z$$

10

$$BF(p) = b_{11} \cdot (2/N) \cdot p + (a_{12} \cdot b_{21} - a_{22} \cdot b_{11}) \cdot (4/N \cdot V)$$

$$= b_{y1} \cdot (2/N) \cdot p + b_{y2} \cdot (4/N \cdot V)$$

$$a_{11} = - (L_F^2 \cdot k_F + L_R^2 \cdot k_R) / I_z$$

$$a_{12} = - (L_F \cdot k_F - L_R \cdot k_R) / I_z$$

$$a_{21} = - (L_F \cdot k_F - L_R \cdot k_R) / M$$

$$a_{22} = - (k_F + k_R) / M$$

$$a_{y1} = a_{11} + a_{22}$$

20

$$a_{y2} = a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}$$

$$a_{y3} = a_{12}$$

$$b_{11} = L_F \cdot k_F / I_z$$

$$b_{21} = k_F / M$$

$$b_{y1} = b_{11}$$

$$b_{y2} = a_{12} \cdot b_{21} - a_{22} \cdot b_{11}$$

で、 p は微分オペレータ ($p = d / dt$) である。

30

【0035】

車両運動の規範モデルとして次式を設定する。

$$d x_m(t) / dt = -a_m \cdot x_m(t) + b_m \cdot \delta F(t) \quad \dots (8)$$

$$y_m(t) = x_m(t) \quad \dots (9)$$

ここで、 a_m 、 b_m は定数で、この(8)、(9)式で目標ヨーレート $y_m(t)$ が設定されるとき、実舵角 $F(t)$ に対する目標ヨーレートの定常ゲイン G は次式となる。

$$G = b_m / a_m \quad \dots (10)$$

次に、検出可能な信号 (t) 、 $F(t)$ 、 $Mz(t)$ を用いて出力 (t) が規範モデルの出力 $y_m(t)$ に漸近的に追従させるようなヨーモーメント $Mz(t)$ を考える。

40

【0036】

ここで、安定多項式 $Q(p)$ と $D(p)$ を導入する。

$$Q(p) = Q_1(p) \cdot D(p) \quad \dots (11)$$

$$Q_1(p) = p + q_1$$

$$D(p) = p + d_1$$

但し、 $q_1 > 0$ 、 $d_1 > 0$ とする。

【0037】

よって、上記(7)式の $A(p)$ と $BM(p)$ を $Q(p)$ 、 $D(p)$ を使って表現すると以下のようになる。

$$A(p) = Q(p) - A1(p) \quad \dots (12)$$

$$BM(p) = b1 \cdot D(p) + b0 \quad \dots (13)$$

$$A1(p) = (q1 + d1 + ay1 \cdot (2/V)) \cdot p + q1 \cdot d1 \\ - ay2 \cdot (2/V)^2 - 2 \cdot ay3$$

$$b1 = I / Iz$$

$$b0 = (-a22 \cdot (2/V) - d1) / Iz$$

ここで、上記(12)、(13)式を上記(7)式に代入すると、

$$(Q(p) - A1(p)) \cdot \gamma(t) = (b1 \cdot D(p) + b0) \cdot Mz(t) \\ + BF(p) \cdot \delta F(t) \quad 10$$

従って、

$$Q(p) \cdot \gamma(t) = A1(p) \cdot \gamma(t) + (b1 \cdot D(p) + b0) \cdot Mz(t) \\ + BF(p) \cdot \delta F(t) \quad \dots (14)$$

また、上記(8)、(9)式より、

$$(p + q1) \cdot ym(t) - q1 \cdot ym(t) = -am \cdot ym(t) + bm \cdot \delta F(t) \quad 20$$

となり、

$$Q1(p) \cdot ym(t) = (q1 - am) \cdot ym(t) + bm \cdot \delta F(t) \quad \dots (15)$$

上記(11)式、すなわち、 $Q(p) = Q1(p) \cdot D(p)$ であるから、上記(14)式は、

$$Q1(p) \cdot D(p) \cdot \gamma(t) = A1(p) \cdot \gamma(t) + (b1 \cdot D(p) + b0) \cdot Mz(t) \\ + BF(p) \cdot \delta F(t)$$

となり、

$$Q1(p) \cdot \gamma(t) = A1(p) \cdot D^{-1}(p) \cdot \gamma(t) + (b1 \\ + b0 \cdot D^{-1}(p)) \cdot Mz(t) + BF(p) \cdot D^{-1}(p) \cdot \delta F(t) \quad \dots (16) \quad 30$$

と表すことができる。ここで出力誤差 $e(t)$ を

$$e(t) = ym(t) - \gamma(t) \quad \dots (17)$$

と定義すると、上記(15)、(16)式から次の誤差方程式が得られる。

$$Q1(p) \cdot e(t) = (q1 - am) \cdot ym(t) + bm \cdot \delta F(t) \\ - A1(p) \cdot D^{-1}(p) \cdot \gamma(t) - (b1 + b0 \cdot D^{-1}(p)) \cdot Mz(t) \\ - BF(p) \cdot D^{-1}(p) \cdot \delta F(t) \quad \dots (18) \quad 40$$

このとき、上記(18)式の右辺が0になるように $Mz(t)$ を選ぶと、

$$Mz(t) = 1/b1 \cdot (-A1(p) \cdot D^{-1}(p) \cdot \gamma(t) - b0 \cdot D^{-1}(p) \cdot Mz(t) \\ - BF(p) \cdot D^{-1}(p) \cdot \delta F(t) + (q1 - am) \cdot ym(t) \\ + bm \cdot \delta F(t)) \quad \dots (19)$$

となり、上記(11)式の $Q1$ を代入すれば、

$$Q1(p) \cdot e(t) = (p + q1) \cdot e(t) = 0$$

従って、

$$d e(t) / d t = -q_1 \cdot e(t) \quad \dots (20)$$

となるので、 $q_1 > 0$ のとき、 $e(t) \rightarrow 0$ となり、規範モデルと一致した出力 $e(t)$ が得られる。

【0038】

上記目標ヨーモーメント算出部34で算出された目標ヨーモーメント $M_z(t)$ は、上記目標制動力算出部35と上記制動輪選択部36に入力されるようになっている。

【0039】

上記目標制動力算出部35は、上記目標ヨーモーメント $M_z(t)$ を基に車輪に付加する目標制動力 F_B を算出する目標制動力算出手段として形成され、目標制動力 F_B は以下の(21)式により算出される。

$$F_B = M_z(t) / (d/2) \quad \dots (21)$$

ここで、 d は車両のトレッドである。

【0040】

また、上記制動輪選択部36は、上記ヨーレートセンサ24からの実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ により車両の旋回方向を判定し、上記目標ヨーモーメント算出部34で算出された目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が旋回方向と同じとき、旋回内側後輪を制動力を付加する車輪として選択する一方、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が旋回方向と反対のとき、旋回外側前輪を制動力を付加する車輪として選択する制動輪選択手段としてのもので、以下の組み合わせが設定されている。尚、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ と目標ヨーモーメント $M_z(t)$ 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。

【0041】

さらに、車両の直進状態を判定するため、 $\dot{\psi}(t)$ 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、旋回に際して目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が略0であることを判定するために、 $M_z(t)$ 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する。

【0042】

(ケース1) . $\dot{\psi}(t) > 0$, $M_z(t) > 0$...左旋回状態でアンダーステア傾向のとき...
左後輪制動

(ケース2) . $\dot{\psi}(t) > 0$, $M_z(t) < 0$...左旋回状態でオーバーステア傾向のとき...
...右前輪制動

(ケース3) . $\dot{\psi}(t) < 0$, $M_z(t) > 0$...右旋回状態でオーバーステア傾向のとき...
左前輪制動

(ケース4) . $\dot{\psi}(t) < 0$, $M_z(t) < 0$...右旋回状態でアンダーステア傾向のとき...
...右後輪制動

(ケース5) . $|\dot{\psi}(t)| < \dot{\psi}_{th}$ の略直進状態、あるいは、 $|M_z(t)| < M_{zth}$ の旋回状態のとき、制動輪の選択はせず非制動とする(図3)。

【0043】

上記制動輪選択部36での結果は上記目標制動力算出部35に出力され、この目標制動力算出部35で算出した目標制動力 F_B とともに、上記制動信号出力部37に出力される。

【0044】

上記制動信号出力部37は、上記目標制動力算出部35で算出した目標制動力 F_B を上記制動輪選択部36で選択した車輪に付加するように前記ブレーキ駆動部16へ信号出力する制動信号出力手段として形成されている。

【0045】

次に、本発明の実施の形態1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、車速センサ22から車速 V 、ハンドル角センサ21からハンドル角 δ 、ヨーレートセンサ24から実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ 、横加速度センサ23から横加速度 a_y が読み込まれ、S102に進み、前輪舵角演算部31でハンドル角 δ から実舵角 $\delta_f(t)$ がステアリングギア比 N 等を考

10

20

30

40

50

慮して演算される。

【0046】

次に、S103に進むと、車体すべり角速度演算部32において、車速 V 、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ 、横加速度 a_y から上記(1)式を基に車体すべり角速度 $d\delta/dt$ が演算されS104に進む。

【0047】

上記S104以下S106までは、前輪舵角補正部33において行われる処理で、まず、S104では、車体すべり角速度 $d\delta/dt$ の絶対値 $|d\delta/dt|$ が、実験、計算等によって予め求めておいた設定値 VBC (正の数)以下か否かが判定され、車体すべり角速度 $d\delta/dt$ の絶対値 $|d\delta/dt|$ が、上記設定値 VBC 以下($|d\delta/dt| < VBC$)の場合はS105に進み、 $F(t) = F(t)$ とされ、この前輪舵角補正部33から出力される実舵角 $F(t)$ は、上記前輪舵角演算部31からの値がそのまま補正されずに設定される。すなわち、車体すべり角速度 $d\delta/dt$ の絶対値 $|d\delta/dt|$ が小さく、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには不必要な制御が行われない。

10

【0048】

また、上記S104で、車体すべり角速度 $d\delta/dt$ の絶対値 $|d\delta/dt|$ が、上記設定値 VBC よりも大きい($|d\delta/dt| > VBC$)の場合はS106に進み、上記(2)式に従って実舵角 $F(t)$ を補正し、例えば、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、大きすぎる実舵角 $F(t)$ が、最適な実舵角 $F(t)$ に補正される。

20

【0049】

上記S105あるいは上記S106で実舵角 $F(t)$ の設定(補正)が行われると、S107に進み、目標ヨーモーメント算出部34において、車速 V 、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ 、補正された実舵角 $F(t)$ から上記(19)式を基に目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が演算される。

【0050】

その後、S108に進み、制動輪選択部36において後述する図5の制動輪選択ルーチンに従って制動力を付加する車輪を選択し、S109に進み、目標制動力算出部35において、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ から上記(21)式に従って車輪に付加する目標制動力 F_B を演算して、S110に進み、制動信号出力部37において、上記目標制動力算出部35で算出した目標制動力 F_B を上記制動輪選択部36で選択した車輪に付加するようにブレーキ駆動部16へ信号出力してプログラムを終了する。

30

【0051】

次に、図5の制動輪選択部36において実行される制動輪選択ルーチンについて説明する。まず、S201では、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ が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 $\dot{\psi}(t)$ が以下の場合には、S202に進み、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ が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。

【0052】

このS202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 $\dot{\psi}(t)$ の範囲($\dot{\psi}(t) < \dot{\psi}_0$)では、運動状態が略直進運動状態であるのでS211に進み、制動輪の選択は行なわれず非制動となる。

40

【0053】

尚、上記S201で、 $\dot{\psi}(t) > \dot{\psi}_0$ で、ある程度大きな左旋回状態と判定されるとS203に進み、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が $|M_z(t)| < M_z$ で略0に近い値か否かの判定が行なわれる。

【0054】

そして、上記S203で、 $|M_z(t)| > M_z$ であり、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が略0に近い値と判定されるとS211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S204に進む。

【0055】

50

このS204は、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ の正負（方向）から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、 $M_z(t) > M_z$ か $M_z(t) < -M_z$ かの判定が行なわれ、 $M_z(t) > M_z$ であり目標ヨーモーメント $M_z(t)$ の符号が実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ の符号と同じ正の場合（左方向の場合）は、アンダーステア傾向と判定してS205に進み、左後輪15rlを前記S109で求める目標制動力FBで制動する制動輪として選択してルーチンを抜ける。一方、 $M_z(t) < -M_z$ であり目標ヨーモーメント $M_z(t)$ の符号が実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ の符号と異なる負の場合（右方向の場合）は、オーバーステア傾向と判定してS206に進み、右前輪15frを前記S109で求める目標制動力FBで制動する制動輪として選択してルーチンを抜ける。

【0056】

一方、上記S202で、 $\dot{\psi}(t) < -\dot{\psi}_0$ で、ある程度大きな右旋回状態と判定されるとS207に進み、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が $|M_z(t)| > M_z$ で略0に近い値か否かの判定が行なわれる。

【0057】

そして、上記S207で、 $|M_z(t)| > M_z$ であり、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ が略0に近い値と判定されるとS211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S208に進む。

【0058】

このS208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、 $M_z(t) < -M_z$ か $M_z(t) > M_z$ かの判定が行なわれ、 $M_z(t) < -M_z$ であり目標ヨーモーメント $M_z(t)$ の符号が、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ の符号と同じ負の場合（右方向の場合）は、アンダーステア傾向と判定してS209に進み、右後輪15rrを前記S109で求める目標制動力FBで制動する制動輪として選択してルーチンを抜ける。一方、 $M_z(t) > M_z$ であり、目標ヨーモーメント $M_z(t)$ の符号が実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ の符号と異なる正の場合（左方向の場合）は、オーバーステア傾向と判定してS210に進み、左前輪15flを前記S109で求める目標制動力FBで制動する制動輪として選択してルーチンを抜ける。

【0059】

さらに、上記S202、S203あるいは上記S207からS211に進むと、非制動として制動輪の選択は行なわれずルーチンを抜ける。

【0060】

このように本発明の実施の形態1によれば、車体すべり角速度を基に実舵角を補正して、この補正した実舵角、車速、実ヨーレートに基づき目標ヨーモーメントを算出して制御されているので、たとえ、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、このことによる実舵角が適切に補正されて制御が行われることになり、目標制動力が必要以上に大きく設定されることがなく、安定して動作することができる。

【0061】

また、実舵角の補正は、車体すべり角速度が設定値以内の際には行われなくなっているため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなど、補正が不必要なときには制御が行われることはない。

【0062】

さらに、制動輪の選択は、実ヨーレートと目標ヨーモーメントの方向により、直ちに行われるため、効率的でレスポンスの優れた正確な制御が行われる。

【0063】

次に、図6および図7は本発明の実施の形態2を示し、図6は制動力制御装置の機能ブロック図、図7は制動力制御のフローチャートである。尚、本発明の実施の形態2は、車体すべり角を演算し、この車体すべり角に基づき実舵角を補正して、この補正した実舵角を目標ヨーモーメントの算出に用いるようにしたものである。上記発明の実施の形態1と同様の部分には同じ符号を記し、説明は省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

本発明の実施の形態 2 の制御装置 4 0 は、図 6 に示すように、前輪舵角演算部 3 1 , 車体すべり角速度演算部 3 2 , 車体すべり角演算部 4 1 , 前輪舵角補正部 4 2 , 目標ヨーモーメント算出部 3 4 , 目標制動力算出部 3 5 , 制動輪選択部 3 6 および制動信号出力部 3 7 から主要に構成されている。

【 0 0 6 5 】

上記車体すべり角演算部 4 1 は、上記車体すべり角速度演算部 3 2 で演算された車体すべり角速度 $d / d t$ が入力され、この車体すべり角速度 $d / d t$ を積分処理して車体すべり角 θ を求め、上記前輪舵角補正部 4 2 に出力するように形成されている。

$$\theta_k = \theta_{k-1} + d / d t \cdot t \quad \dots (22)$$

ここで、 θ_k は新たに設定する車体すべり角、 θ_{k-1} は前回の演算による車体すべり角、 t は演算装置 (マイコン) の演算サイクルである。

【 0 0 6 6 】

すなわち、前記発明の実施の形態 1 では、上記車体すべり角速度演算部 3 2 を車体すべり角速度演算手段として形成していたが、本発明の実施の形態 2 では、上記車体すべり角速度演算部 3 2 と上記車体すべり角演算部 4 1 で車体すべり角演算手段が形成されている。

【 0 0 6 7 】

上記前輪舵角補正部 4 2 は、上記車体すべり角演算部 4 1 から入力された車体すべり角 θ を基に、上記前輪舵角演算部 3 1 から入力された実舵角 $F(t)$ を次の (23) 式により補正して、補正した実舵角 $F(t)$ を上記目標ヨーモーメント算出部 3 4 に出力する操舵角補正手段としてのものである。

$$F(t) = (F(t) \cdot G + \theta \cdot G_1) / G \quad \dots (23)$$

上記 G_1 は車体すべり角による補正度合いを決める定数。

【 0 0 6 8 】

また、上記 (23) 式による補正は、車体すべり角 θ の絶対値 $|\theta|$ が実験、計算等によって予め求めておいた設定値 $B C$ (正の数) より大きいときに行うようになっており、上記設定値 $B C$ 以下のときは、上記前輪舵角演算部 3 1 からの実舵角 $F(t)$ をそのまま上記目標ヨーモーメント算出部 3 4 に出力するように形成されている。このため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには、不必要な制御が行われない。

【 0 0 6 9 】

上記 (23) 式に基づき補正が行われることにより、例えば、車両が低 μ 路等で、ヨーレート $\dot{\theta}$ が正の方向の旋回 (左旋回) をしているとき、スピン傾向になると、上記車体すべり角 θ は負の値となり、実舵角 $F(t)$ が小さくなる方向に補正されることになる。このため、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、大きすぎる実舵角 $F(t)$ が、最適な実舵角 $F(t)$ に補正され、この補正された実舵角 $F(t)$ を用いて安定した制御が行われるのである。

【 0 0 7 0 】

次に、本発明の実施の形態 2 の制動力制御を、図 7 のフローチャートで説明する。尚、図 7 のフローチャートは、図 4 のフローチャートに対応するもので、S 1 0 3 で、車体すべり角速度演算部 3 2 において、車体すべり角速度 $d / d t$ が演算された後、S 3 0 1 に進み、車体すべり角演算部 4 1 において、車体すべり角速度 $d / d t$ から上記 (22) 式を基に車体すべり角 θ が演算され、S 3 0 2 に進む。

【 0 0 7 1 】

上記 S 3 0 2 以下 S 3 0 4 までは、前輪舵角補正部 4 2 において行われる処理で、まず、S 3 0 2 では、車体すべり角 θ の絶対値 $|\theta|$ が、実験、計算等によって予め求めておいた設定値 $B C$ (正の数) 以下か否か判定され、車体すべり角 θ の絶対値 $|\theta|$ が、上記設定値 $B C$ 以下 ($|\theta| < B C$) の場合は S 3 0 3 に進み、 $F(t) = F(t)$ とされ、この前輪舵角補正部 4 2 から出力される実舵角 $F(t)$ は、上記前輪舵角演算部 3 1 からの値がそのまま補正されずに設定される。すなわち、車体すべり角 θ の絶対値 $|\theta|$ が小さく、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには不必要な制御が行われない。

10

20

30

40

50

【0072】

また、上記S302で、車体すべり角の絶対値 $| \quad |$ が、上記設定値BCよりも大きい($| \quad | > BC$)の場合はS304に進み、上記(23)式に従って実舵角 $F(t)$ を補正し、たとえ、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、大きすぎる実舵角 $F(t)$ が、最適な実舵角 $F(t)$ に補正される。

【0073】

上記S303あるいは上記S304で実舵角 $F(t)$ の設定(補正)が行われると、S107に進み、目標ヨーモーメント算出部34において、車速 V 、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ 、補正された実舵角 $F(t)$ から前記(19)式を基に目標ヨーモーメント $Mz(t)$ が演算される。以下、前記発明の実施の形態1と同様である。

10

【0074】

このように、本発明の実施の形態2によっても、車体すべり角を基に実舵角を補正して、この補正した実舵角、車速、実ヨーレートに基づき目標ヨーモーメントを算出して制御するようになっているので、たとえ、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、このことによる実舵角が適切に補正されて制御が行われることになり、目標制動力が必要以上に大きく設定されることがなく、安定して動作することができる。

【0075】

また、実舵角の補正は、車体すべり角が設定値以内の際には行われなくなっているため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなど、補正が不必要なときには制御が行われることはない。

20

【0076】

尚、前記発明の実施の形態1においても、車体すべり角速度からさらに車体すべり角を求めるようにして、この車体すべり角が設定値以内の際には実舵角の補正を行わないようにしても良く、これとは逆に、本発明の実施の形態2において、車体すべり角速度が設定値以内の際には実舵角の補正を行わないようにしても良い。

【0077】

次に、図8および図9は本発明の実施の形態3を示し、図8は制動力制御装置の機能ブロック図、図9は制動力制御のフローチャートである。尚、本発明の実施の形態3は、車体すべり角速度を演算し、この車体すべり角速度に基づき実ヨーレートを補正して、この補正した実ヨーレートを目標ヨーモーメントの算出に用いるようにしたものである。上記発明の実施の形態1と同様の部分には同じ符号を記し、説明は省略する。

30

【0078】

本発明の実施の形態3の制御装置45は、図8に示すように、前輪舵角演算部31、車体すべり角速度演算部32、ヨーレート補正部46、目標ヨーモーメント算出部34、目標制動力算出部35、制動輪選択部36および制動信号出力部37から主に構成されている。

【0079】

上記ヨーレート補正部46は、前記ヨーレートセンサ24からの信号と、上記車体すべり角速度演算部32からの信号が入力され、車体すべり角速度 $d\psi/dt$ を基に、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ を次の(24)式により補正して、補正した実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ を上記目標ヨーモーメント算出部34に出力する実ヨーレート補正手段としてのものである。

40

$$\dot{\psi}(t) = \dot{\psi}(t) - d\psi/dt \quad \dots (24)$$

また、上記(24)式による補正は、車体すべり角速度 $d\psi/dt$ の絶対値 $|d\psi/dt|$ が実験、計算等によって予め求めておいた設定値 VBC (正の数)より大きいときに行うようになっており、上記設定値 VBC 以下のときは、上記ヨーレートセンサ24からの実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ をそのまま上記目標ヨーモーメント算出部34に出力するように形成されている。このため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには、不必要な制御が行われない。

【0080】

50

上記(24)式に基づき補正が行われることにより、例えば、車両が低 μ 路等で、ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ が正の方向の旋回(左旋回)をしているとき、スピン傾向になると、上記車体すべり角速度 $d\dot{\psi}/dt$ は負の値となり、実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ が大きくなる方向に補正されることになる。このため、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、最適な実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ に補正され、この補正された実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ を用いて安定した制御が行われることになる。

【0081】

また、上記目標ヨーモーメント算出部34には、上記車速センサ22からの車速 V 、前輪舵角演算部31からの実舵角 $F(t)$ 、ヨーレート補正部46からの実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ が入力され、目標ヨーモーメント $Mz(t)$ が算出される。すなわち、本発明の実施の形態3では、前輪舵角演算部31からの実舵角 $F(t)$ が補正されないで入力されるようになっている。

10

【0082】

次に、本発明の実施の形態3の制動力制御を、図9のフローチャートで説明する。尚、図9のフローチャートは、図4のフローチャートに対応するもので、S103で、車体すべり角速度演算部32において、車体すべり角速度 $d\dot{\psi}/dt$ が演算された後、S401に進む。

【0083】

上記S401以下S403までは、ヨーレート補正部46において行われる処理で、まず、S401では、車体すべり角速度 $d\dot{\psi}/dt$ の絶対値 $|d\dot{\psi}/dt|$ が、実験、計算等によって予め求めておいた設定値 VBC (正の数)以下か否かが判定され、車体すべり角速度 $d\dot{\psi}/dt$ の絶対値 $|d\dot{\psi}/dt|$ が、上記設定値 VBC 以下($|d\dot{\psi}/dt| < VBC$)の場合はS402に進み、 $\dot{\psi}(t) = \dot{\psi}(t)$ とされ、このヨーレート補正部46から出力される実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ は、上記ヨーレートセンサ24からの値がそのまま補正されずに設定される。すなわち、車体すべり角速度 $d\dot{\psi}/dt$ の絶対値 $|d\dot{\psi}/dt|$ が小さく、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには unnecessaryな制御が行われない。

20

【0084】

また、上記S401で、車体すべり角速度 $d\dot{\psi}/dt$ の絶対値 $|d\dot{\psi}/dt|$ が、上記設定値 VBC よりも大きい($|d\dot{\psi}/dt| > VBC$)の場合はS403に進み、上記(24)式に従って実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ を補正し、例え、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、最適な実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ に補正される。

30

【0085】

上記S402あるいは上記S403で実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ の設定(補正)が行われると、S107に進み、目標ヨーモーメント算出部34において、車速 V 、実舵角 $F(t)$ 、補正された実ヨーレート $\dot{\psi}(t)$ から前記(19)式を基に目標ヨーモーメント $Mz(t)$ が演算される。以下、前記発明の実施の形態1と同様である。

【0086】

このように、本発明の実施の形態3によっても、車体すべり角速度を基に実ヨーレートを補正して、この補正した実ヨーレート、車速、実舵角に基づき目標ヨーモーメントを算出して制御するようになっているので、たとえ、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、実ヨーレートが適切に補正されて制御が行われることになり、目標制動力が必要以上に大きく設定されることがなく安定して動作することができる。

40

【0087】

また、実ヨーレートの補正は、車体すべり角速度が設定値以内の際には行われないようになっているため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなど、補正が不必要なときには制御が行われることはない。

【0088】

次に、図10および図11は本発明の実施の形態4を示し、図10は制動力制御装置の機能ブロック図、図11は制動力制御のフローチャートである。尚、本発明の実施の形態4

50

は、車体すべり角を演算し、この車体すべり角に基づき実ヨーレートを補正して、この補正した実ヨーレートを目標ヨーモーメントの算出に用いるようにしたものである。上記発明の実施の形態 1, 2 と同様の部分には同じ符号を記し、説明は省略する。

【0089】

本発明の実施の形態 4 の制御装置 50 は、図 10 に示すように、前輪舵角演算部 31, 車体すべり角速度演算部 32, 車体すべり角演算部 41, ヨーレート補正部 51, 目標ヨーモーメント算出部 34, 目標制動力算出部 35, 制動輪選択部 36 および制動信号出力部 37 から主要に構成されている。

【0090】

上記ヨーレート補正部 51 は、上記車体すべり角演算部 41 から入力された車体すべり角を基に、上記ヨーレートセンサ 24 からの実ヨーレート (t) を次の (25) 式により補正して、補正した実ヨーレート (t) を上記目標ヨーモーメント算出部 34 に出力する実ヨーレート補正手段としてのものである。

$$(t) = (t) - \cdot G \quad 2 \quad \dots (25)$$

上記 $G \quad 2$ は車体すべり角による補正度合いを決める定数。

【0091】

また、上記 (25) 式による補正は、車体すべり角の絶対値 $| \quad |$ が実験、計算等によって予め求めておいた設定値 BC (正の数) より大きいときに行うようになっており、上記設定値 BC 以下のときは、上記ヨーレートセンサ 24 からの実ヨーレート (t) をそのまま上記目標ヨーモーメント算出部 34 に出力するように形成されている。このため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには、不必要な制御が行われない。

【0092】

上記 (25) 式に基づき補正が行われることにより、例えば、車両が低 μ 路等で、ヨーレート (t) が正の方向の旋回 (左旋回) をしているとき、スピン傾向になると、上記車体すべり角は負の値となり、実ヨーレート (t) が大きくなる方向に補正されることになる。このため、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、最適な実ヨーレート (t) に補正され、この補正された実ヨーレート (t) を用いて安定した制御が行われることになる。

【0093】

また、上記目標ヨーモーメント算出部 34 には、上記車速センサ 22 からの車速 V 、前輪舵角演算部 31 からの実舵角 $F(t)$ 、ヨーレート補正部 51 からの実ヨーレート (t) が入力され、目標ヨーモーメント $Mz(t)$ が算出される。すなわち、本発明の実施の形態 4 では、前記発明の実施の形態 3 と同様、前輪舵角演算部 31 からの実舵角 $F(t)$ が補正されずに入力されるようになっている。

【0094】

次に、本発明の実施の形態 4 の制動力制御を、図 11 のフローチャートで説明する。尚、図 11 のフローチャートは、図 7 のフローチャートに対応するもので、S301 で、車体すべり角演算部 41 において、車体すべり角 (t) が演算された後、S501 に進む。

【0095】

上記 S501 以下 S503 までは、ヨーレート補正部 51 において行われる処理で、まず、S501 では、車体すべり角の絶対値 $| \quad |$ が、実験、計算等によって予め求めておいた設定値 BC (正の数) 以下か否か判定され、車体すべり角の絶対値 $| \quad |$ が、上記設定値 BC 以下 ($| \quad | < BC$) の場合は S502 に進み、 $(t) = (t)$ とされ、このヨーレート補正部 51 から出力される実ヨーレート (t) は、上記ヨーレートセンサ 24 からの値がそのまま補正されずに設定される。すなわち、車体すべり角の絶対値 $| \quad |$ が小さく、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなどには不必要な制御が行われない。

【0096】

また、上記 S501 で、車体すべり角の絶対値 $| \quad |$ が、上記設定値 BC よりも大きい ($| \quad | > BC$) の場合は S503 に進み、上記 (25) 式に従って実ヨーレート (t)

10

20

30

40

50

を補正し、たとえ、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、最適な実ヨーレート (t) に補正される。

【0097】

上記S502あるいは上記S503で実ヨーレート (t) の設定(補正)が行われると、S107に進み、目標ヨーモーメント算出部34において、車速 V 、実舵角 $F(t)$ 、補正された実ヨーレート (t) から前記(19)式を基に目標ヨーモーメント $Mz(t)$ が演算される。以下、前記発明の実施の形態1と同様である。

【0098】

このように、本発明の実施の形態4によっても、車体すべり角を基に実ヨーレートを補正して、この補正した実ヨーレート、車速、実舵角に基づき目標ヨーモーメントを算出して制御するようになっているので、たとえ、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、実ヨーレートが適切に補正されて制御が行われることになり、目標制動力が必要以上に大きく設定されることがなく安定して動作することができる。

10

【0099】

また、実ヨーレートの補正は、車体すべり角が設定値以内の際には行われなくなっているため、滑りやすい路面以外で正常に走行しているときなど、補正が不必要なときには制御が行われることはない。

【0100】

尚、前記発明の実施の形態3においても、車体すべり角速度からさらに車体すべり角を求めようにして、この車体すべり角が設定値以内の際には実ヨーレートの補正を行わないようにしても良く、これとは逆に、本発明の実施の形態4において、車体すべり角速度が設定値以内の際には実ヨーレートの補正を行わないようにしても良い。

20

【0101】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明によれば、目標ヨーモーメントを算出するためのパラメータを予め適切に補正し、この補正したパラメータを用いて算出した目標ヨーモーメントを基に制動力制御するので、例えば、滑りやすい路面においてドライバがやむを得ずハンドルを大きく切った場合でも、目標制動力が必要以上に大きく設定されることがなく安定して動作することが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による制動力制御装置の機能ブロック図

【図2】本発明の実施の形態1による制動力制御装置の概略構成を示す説明図

【図3】本発明の実施の形態1による制動力制御による車両の動作の説明図

【図4】本発明の実施の形態1による制動力制御のフローチャート

【図5】本発明の実施の形態1による制動輪選択ルーチンのフローチャート

【図6】本発明の実施の形態2による制動力制御装置の機能ブロック図

【図7】本発明の実施の形態2による制動力制御のフローチャート

【図8】本発明の実施の形態3による制動力制御装置の機能ブロック図

【図9】本発明の実施の形態3による制動力制御のフローチャート

40

【図10】本発明の実施の形態4による制動力制御装置の機能ブロック図

【図11】本発明の実施の形態4による制動力制御のフローチャート

【符号の説明】

15 fl, 15 fr, 15 rl, 15 rr 車輪

16 ブレーキ駆動部

19 fl, 19 fr, 19 rl, 19 rr ホイールシリンダ

21 ハンドル角センサ(操舵角検出手段)

22 車速センサ(車速検出手段)

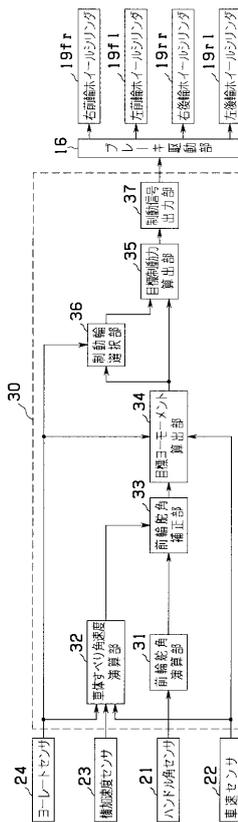
23 横加速度センサ(横加速度検出手段)

24 ヨーレートセンサ(実ヨーレート検出手段)

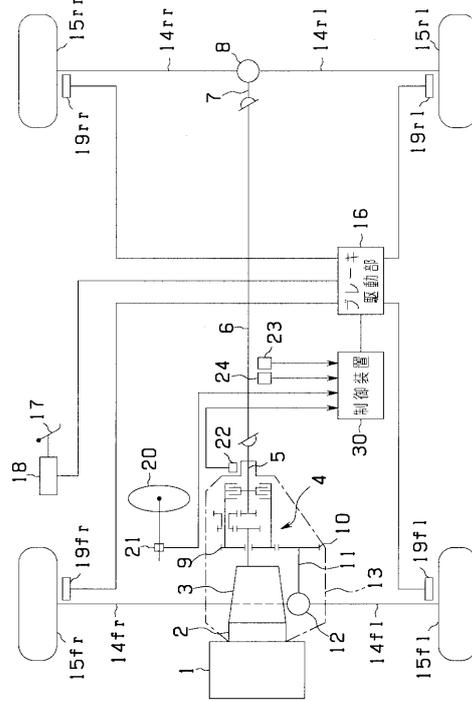
50

- 3 0 制御装置
- 3 1 前輪舵角演算部 (操舵角検出手段)
- 3 2 車体すべり角速度演算部 (車体すべり角速度演算手段)
- 3 3 前輪舵角補正部 (操舵角補正手段)
- 3 4 目標ヨーモーメント算出部 (目標ヨーモーメント算出手段)
- 3 5 目標制動力算出部 (目標制動力算出手段)
- 3 6 制動輪選択部 (制動輪選択手段)
- 3 7 制動信号出力部 (制動信号出力手段)

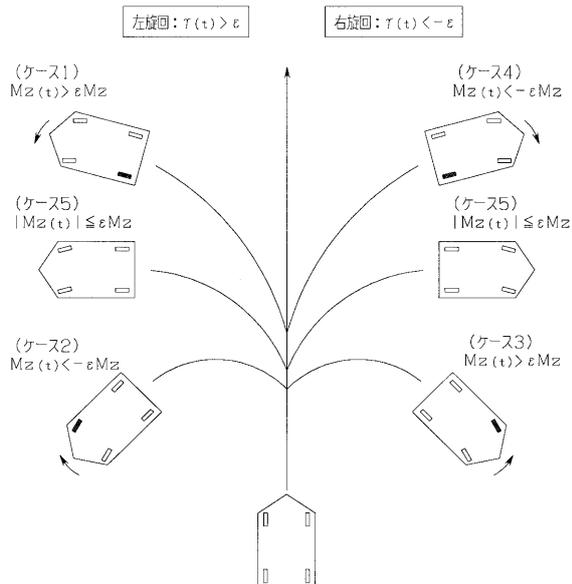
【 図 1 】



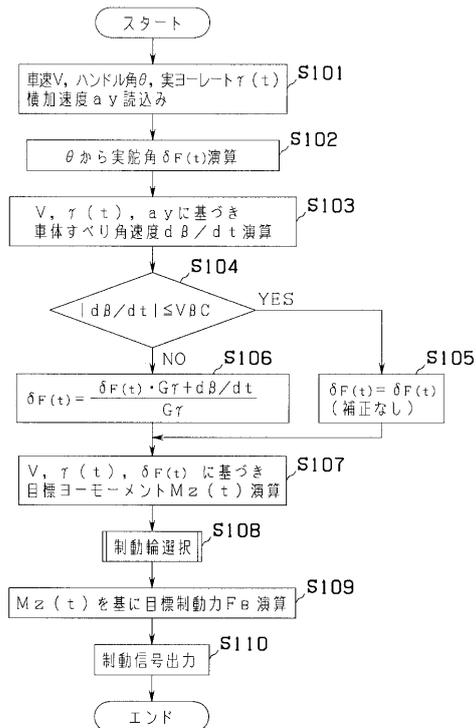
【 図 2 】



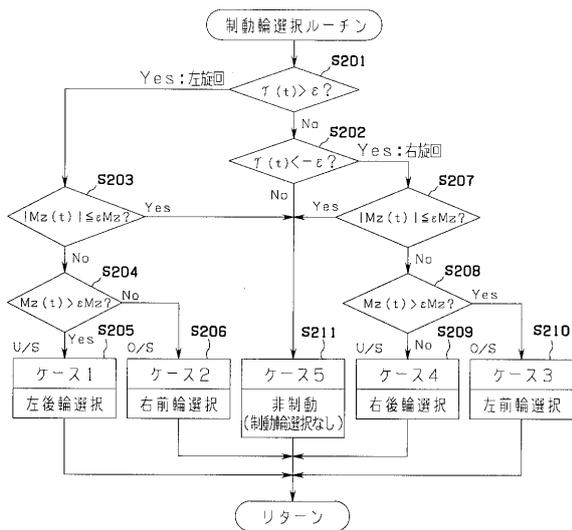
【 図 3 】



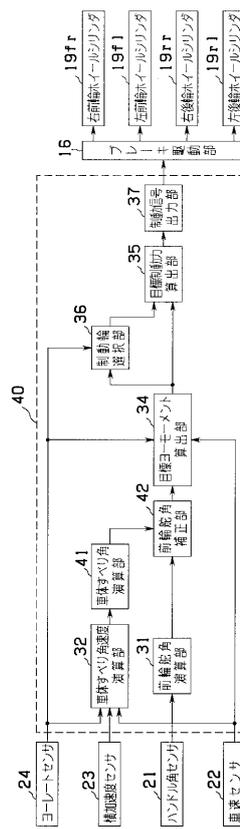
【 図 4 】



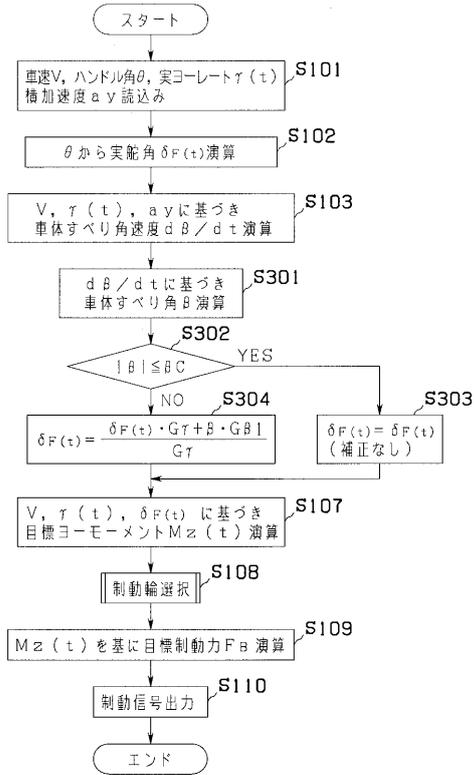
【 図 5 】



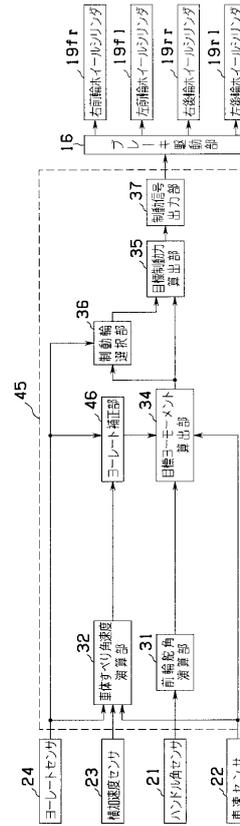
【 図 6 】



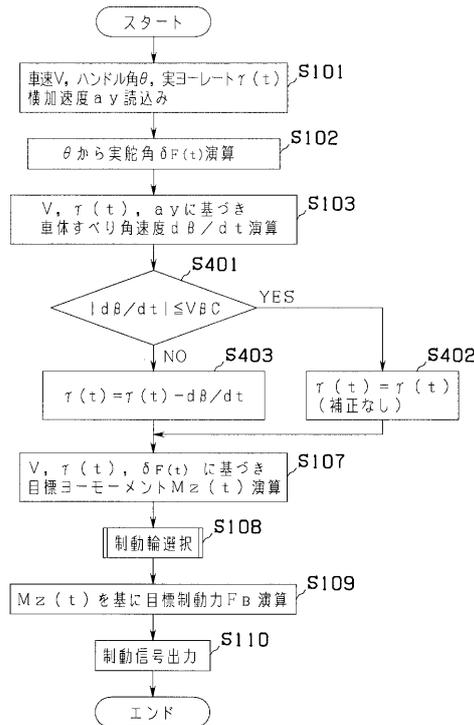
【 図 7 】



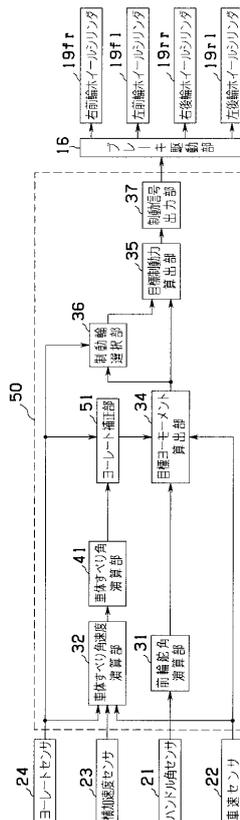
【 図 8 】



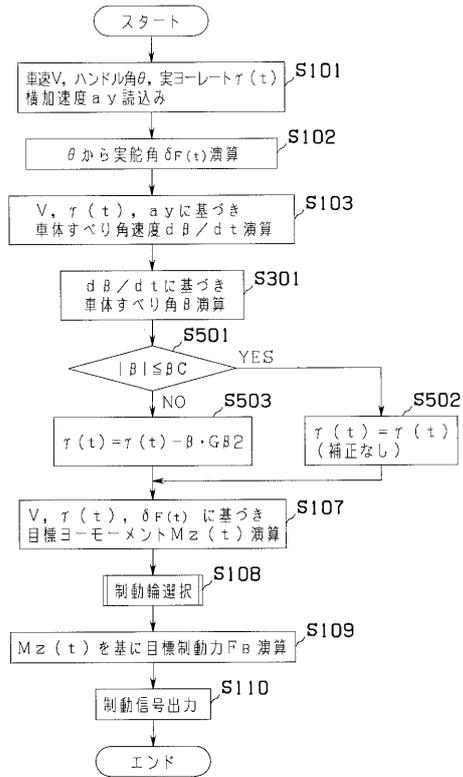
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平03 - 281467 (JP, A)

特開平08 - 133039 (JP, A)

特開平07 - 033039 (JP, A)

安部正人, 車両の運動と制御, 共立出版株式会社, 1979年10月20日, 初版, 36 - 37
頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T8