

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4137086号
(P4137086)

(45) 発行日 平成20年8月20日 (2008. 8. 20)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 2 D 6/00 (2006. 01)

B 6 0 T 8/1755 (2006. 01)

B 6 2 D 5/04 (2006. 01)

B 6 2 D 7/14 (2006. 01)

B 6 2 D 101/00 (2006. 01)

B 6 2 D 6/00

B 6 0 T 8/1755 Z

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 7/14 Z Y W A

B 6 2 D 101:00

請求項の数 8 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-133945 (P2005-133945)
 (22) 出願日 平成17年5月2日 (2005. 5. 2)
 (65) 公開番号 特開2005-350054 (P2005-350054A)
 (43) 公開日 平成17年12月22日 (2005. 12. 22)
 審査請求日 平成18年1月25日 (2006. 1. 25)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-143426 (P2004-143426)
 (32) 優先日 平成16年5月13日 (2004. 5. 13)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
 (73) 特許権者 000003609
 株式会社豊田中央研究所
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1
 番地の 1
 (74) 代理人 100071216
 弁理士 明石 昌毅
 (72) 発明者 鈴木 将人
 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 服部 義和
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1
 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車輛の走行制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車輛の走行状態を判定する手段と、車輛の走行状態が不安定であると判定されるときには少なくとも第一のヨーモーメント付与手段により車輛に安定化のヨーモーメントを付与して車輛の走行安定化制御を行う制御手段とを有する車輛の走行制御装置であって、車輛の実ヨーレートを検出するヨーレート検出手段と、運転者の運転操作に基づき車輛の目標ヨーレートを演算する目標ヨーレート演算手段と、前記目標ヨーレートと前記実ヨーレートとの偏差の積分値を演算する積分値演算手段とを有し、前記積分値演算手段は所定の時間毎に前記ヨーレート偏差を演算し、今回のヨーレート偏差に対して過去のヨーレート偏差の重みを小さくして該過去のヨーレート偏差の積分値に今回のヨーレート偏差を積算することによりヨーレート偏差の積分値を演算し、前記制御手段が前記ヨーレート偏差の積分値に基づき第二のヨーモーメント付与手段により車輛に向き修正のヨーモーメントを付与して車輛の向き修正制御を行うことを特徴とする車輛の走行制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 の車輛の走行制御装置であって、前記積分値演算手段は前記走行安定化制御が行われているときに前記積分値を演算することを特徴とする装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 の車輛の走行制御装置であって、前記積分値演算手段は前回演算されたヨーレート偏差の積分値に忘却係数を乗算した値と今回のヨーレート偏差との和として今回のヨーレート偏差の積分値を演算することを特徴とする装置。

10

20

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 の車輛の走行制御装置であって、前記積分値演算手段は古いヨーレート偏差ほど重みが低減されたヨーレート偏差の重み和としてヨーレート偏差の積分値を演算することを特徴とする装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の車輛の走行制御装置であって、前記第一及び第二のヨーモーメント付与手段は各車輪の制駆動力を制御し若しくは車輪の舵角を制御することにより車輛にヨーモーメントを付与することを特徴とする装置。

【請求項 6】

請求項 5 の車輛の走行制御装置であって、前記第二のヨーモーメント付与手段は前輪の舵角を制御することにより車輛にヨーモーメントを付与するものであり、前記制御手段は車輛がアンダーステア状態にあると判定されたときには前記第二のヨーモーメント付与手段の制御量の増加を抑制することを特徴とする装置。

10

【請求項 7】

請求項 5 の車輛の走行制御装置であって、前記第二のヨーモーメント付与手段は後輪の舵角を制御することにより車輛にヨーモーメントを付与するものであり、前記制御手段は車輛がオーバーステア状態にあると判定されたときには前記第二のヨーモーメント付与手段の制御量の増加を抑制することを特徴とする装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の車輛の走行制御装置であって、前記第一及び第二のヨーモーメント付与手段は同一の手段であり、前記安定化のヨーモーメントと前記向き修正のヨーモーメントとの和を車輛に付与することを特徴とする装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等の車輛の走行制御装置に係り、より詳細には、車輛の走行状態が不安定になったときには、少なくともその走行状態を安定化するヨーモーメントを生成させる装置であって、挙動安定化制御と共に、車輛の操舵制御をも行う制御装置に係る。

【背景技術】

【0002】

30

車輛の走行挙動は、車輛の重心の周りにヨーモーメントを生成することによって安定化させることができる。よく知られた車輛の挙動制御(VSC)に於いては、カウンタヨーモーメント、即ち、オーバーステア、アンダーステア又はその他の望ましくないヨー運動とは反対の方向のヨーモーメントを生成するように車輛のタイヤ力を配分し、これにより、望ましくないヨー方向の運動を抑制するための運転者の操舵を支援する。

【0003】

更に、運転者の操舵とは独立に車輪の転舵を可能にする転舵装置を備えた車輛に於いては、挙動の悪化を抑制するための運転者の運転操作を支援するヨーモーメントは、車輪の自動操舵によって生成させることもできる。例えば、下記特許文献 1 - 2 では、車輛の左右輪の間の制動力不均衡に対してカウンタヨーモーメントを生成するために、車輪の舵角を制御し、これにより車輛直線安定性が保たれるようになっている。又、特許文献 3 には、四輪操舵車に於ける後輪に設けられた補助操舵装置を、実ヨーレートの、その目標値からの偏差の比例項、微分項及び積分項を用いて制御し、主操舵装置に於ける急操舵、横風外乱などに起因する車体の横滑りに対する補助操舵装置の応答性を改善することが提案されている。

40

【0004】

車輛の前後輪又は左右輪の間のタイヤ力不均衡やタイヤ力飽和などに起因するオーバーステア傾向、アンダーステア傾向又はその他のヨー方向挙動の傾向は、先ず、車輛のヨーレートに現われる。従って、VSC装置のような車輛の走行挙動安定化のための慣用の装置では、典型的には、車輪またはハンドルの舵角、車速などのパラメータを用いて理論的な運

50

動方程式に基づいてヨーレートの目標値(即ち、理想的なヨーレート)を決定し、カウンタヨーモーメントは、目標ヨーレートからの実ヨーレートの偏差を低減するよう生成される。実ヨーレートをその目標値へ調節することにより、更なるヨー方向挙動の悪化が抑えられ、これにより、車輛のスピン、ドリフトアウト、意図していない旋回又はヨー方向の振動が防止される。

【特許文献1】特開平5 - 105055号公報

【特許文献2】特許公報第2540742号

【特許文献3】特開平6 - 135345号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

しかしながら、上記慣用の装置に於けるヨーレートの調節による挙動制御又は走行安定化制御は、運転者によって意図した進行方向に適合するヨー角と車体の実際のヨー角との偏差を完全に修正することはできない。上記のヨーレートを調節する制御では、実ヨーレートがその目標値に一致すると、車体の方向(即ち、車輛のヨー角)が運転者によって意図した進路の方向に合致していなくても、カウンタヨーモーメントの生成が終了される。この点に関し、運転者のハンドルにより操舵される通常の車輛では、目標ヨー角は、理論上、目標ヨーレートのように制御装置によって決定することは困難である。目標ヨー角は、本質的に、運転者の意図によって決定され、又、車輛の実際の進行方向が舵角(運転者の意図の入力)と車輛の走行条件との間の関係に応じて大幅に変わるので、運転者は、車輛の実際の移動するコースを確認しつつ、操舵を通じてヨー角を調節しなければならない。

20

【0006】

しかしながら、車輛走行安定化制御の目的、即ち、運転者の操舵を支援する目的からすると、ヨー角が運転者の意図した方向からずれるという傾向を幾分かでも修正することは望ましいであろう。即ち、慣用の車輛挙動制御装置又は操舵制御装置は、ヨーレート偏差に起因するヨー角偏差を考慮して、より適切に作動するよう改良できそうである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、ヨーレートの制御による車輛のヨー挙動の安定化だけでなく、車輛のヨー角の修正をも実行し、これにより、新規な、車輛の走行状態が悪化したときに運転者の操舵を支援する車輛走行制御装置が提供される。

30

【0008】

本発明の一つの態様に於いて、本発明による制御装置は、制動制御装置又は転舵装置の如き、車体の重心のまわりのヨーモーメントを付与するべく車輛に設けられた手段(ヨーモーメント付与手段)を作動することにより車輛の走行状態を制御する。本発明による装置による制御に於いては、第一に、オーバーステア、アンダーステア又はその他の望ましくないヨー方向挙動の傾向を抑制するための安定化ヨーモーメントの生成により車輛の走行挙動制御が実行される。従って、本装置は、車輛の走行状態が悪化しているか否かを判定する手段と、通常のVSC制御の如き、車輛のヨーレートの調節による車輛の走行挙動制御(走行安定化制御)を実行する手段とを含んでいてよい。

40

【0009】

第二に、本発明による装置は、挙動制御に加えて、車体のヨー方向を修正する制御、即ち、運転者により意図されたヨー方向からの車輛のヨー角の偏差の低減する制御を実行する。かかるヨー角の修正を達成するために、本発明による装置は、ヨーレート偏差の積分値に基づいて、実ヨーレートとその目標値との偏差を低減する方向にヨーモーメント(向き修正ヨーモーメント)を生成するように上記の如きヨーモーメント付与手段を作動する。従って、本発明による装置は、車輛の実ヨーレートを検出する手段と、運転者の運転操作に基づいて車輛の目標ヨーレートを演算する手段と、実ヨーレートと目標ヨーレートとの差の積分値を演算する部分とを含む。

【0010】

50

理解されるように、車体のヨー角の変化は、ヨーレートの時間積分により与えられる。従って、たとえ、前記の如く、目標ヨー角を決定することができないとしても、上記の向き修正ヨーモーメントの生成により、ヨーレート偏差に起因するヨー角偏差が低減され、これにより、車体の方向が運転者の意図した方向に一致させられ、或いは、近づけられることとなり、かくして、ヨー角がずれるという望ましくない傾向が抑制される。この点に関し、ヨーレート偏差が、挙動制御によって更なるヨー挙動の悪化を抑制するのに十分に打ち消されるか低減された場合であっても、挙動制御下のヨーレートの調節中のヨーレート偏差に起因するヨー角偏差が残る場合がある。従って、向き修正ヨーモーメントは、ヨーレート偏差が実質的に打ち消された後、残存するヨー角偏差の修正のために生成されてよいことは理解されるべきである。

10

【 0 0 1 1 】

上記の如く、通常の路上を走行する通常の車輛については、車輛の進行方向は本質的に運転者によって決定され、制御装置がその運転者の意図を推定することは困難であるので、目標ヨー角を決定することは困難である。運転者の意図は舵角から入力されるが、ヨー角の応答は、舵角の変化に応答するヨーモーメント変化に対して二次遅れであるので、結果的に現れたヨー角応答が現在の運転者の意図ともはや一致していないことが有り得る。即ち、過去のヨーレート偏差の積分成分に基づく制御によるヨー角の変化は、過剰であったり、運転者にとって予期しないものとなっている場合がある。

【 0 0 1 2 】

そのようなヨー角の予期しない変化を回避するために、上記の本発明による装置は、第一に、ヨーレート偏差の積分を、挙動制御が実行される場合に実行するように構成されていてよい。その場合、通常の走行状態に於いては、向き修正ヨーモーメントは生成されず、修正制御が過度に頻繁に実行されることが回避される。向き修正ヨーモーメントの生成は、挙動制御が始められる場合、即ち、運転者の車輛を制御する能力が比較的低くなる場合にのみ開始される。かかる積分期間が制限される構成は、制御によるヨー角の過剰な変化を回避することにも寄与する。

20

【 0 0 1 3 】

更に、目標ヨー角を得ることができない場合、制御によって生じたヨー角の変化が十分であるか否か又向き修正制御が終了されるべきか否かを判断することができない。又、運転者が意図したヨー角はいつでも変わり得るが、既に演算された時間積分値は勝手に減少しない。かくして、向き修正ヨーモーメントの生成を適切に終了するために、本発明による装置は、所定の時間毎にヨーレート偏差を演算し、先行する時間、即ち、過去のヨーレート偏差の重みを小さくして積分値を演算するよう構成されていてよい。この構成において、より古い時間のヨーレート偏差の重みは、より小さくされてよい。更に、具体的には、積分値は、（一定又は時間とともに低減する）忘却係数を現在の時間の前に時間に演算された積分値に乗ずることにより得られた値と、現在の時間のヨーレート偏差とを加算することにより与えられてよい。かかる忘却係数を乗算することにより、積分値に於けるより古いヨーレート偏差の重みは、低減されることとなる。

30

【 0 0 1 4 】

上記の積分の方法によれば、各ヨーレート偏差の、積分値への寄与は、時間とともに低減され、従って、運転者により意図されたヨー角が変更されたとしても、既に積分値に組み込まれたヨーレート偏差の影響は低減され、かくして、過度の又は予期しないヨー角制御の回避に寄与することとなる。ヨーレート偏差が実質的に打ち消されて積分過程が終了された後では、積分値の合計、従って、向き修正ヨーモーメントは、徐々に低減されることとなる。また、この構成は、向き修正ヨーモーメントを急に除去した場合に車輛挙動が悪化することを防ぐことができる点で望ましい。

40

【 0 0 1 5 】

上記の如く、挙動制御及び向き修正制御は、操舵装置と制動装置のいずれかを作動することにより実行されてよい。運転者の操舵動作とは独立に前輪の操舵を可能にする操舵装置が装備されてヨーレート偏差の積分値に基づいて決定された向き修正ヨーモーメントが

50

操舵装置の作動により生成されるよう構成された車輛については、好ましくは、車輛がアンダーステア状態にあるときには、向き修正ヨーモーメントの増加が抑制され、向き修正制御を実行しない。これは、アンダーステア状態に於いては、前輪のタイヤ力がほとんど飽和された状態にあり、したがって、前輪舵角を増大する更なる操舵は、車輛の走行挙動を悪化してしまうからである。一方、運転者の操舵動作とは独立に後輪の操舵を可能にする操舵装置を装備した車輛、即ち、四輪操舵車については、ヨーレート偏差の積分に基づいて決定された向き修正ヨーモーメントは、後輪操舵装置の操作により生成されるが、車輛がオーバーステア状態にあるときには、後輪のタイヤ力がほとんど飽和した状態にあるので、その場合、好適には、向き修正ヨーモーメントの増加は抑制され、向き修正制御は実行されない。

10

【0016】

挙動制御及び向き修正制御の双方とも、車輛の制動制御装置の作動により実行されてもよい。（運転者の操舵動作とは独立に車輛の操舵を可能にする操舵装置を装備した車輛であっても、向き修正制御は制動装置の作動により実行されてよい。）この場合、タイヤ力の配分制御によって生成される全目標ヨーモーメントは、現在のヨーレート偏差に基づいて決定された安定化ヨーモーメントと、ヨーレート偏差の積分値に基づいて決定された向き修正ヨーモーメントとの合計となる。本発明による制御の実行においては、好ましくは、上記の如く、目標ヨーモーメントは、主として、タイヤ力が飽和していない車輪により生成されることとなろう。

【発明の効果】

20

【0017】

従って、本発明によれば、ヨーモーメントの生成又は付与によって、車輛挙動制御と共に、車輛のヨー角を運転者が意図したヨー方向へ修正する新奇な車輛走行制御装置が提供される。

【0018】

又、本発明によれば、車輛の転舵装置又は制動装置を作動して実ヨーレートと目標ヨーレートとの差又は偏差の積分値に基づいて決定された向き修正ヨーモーメントを生成する車輛走行制御装置が提供される。

【0019】

更に、本発明によれば、ヨーレート偏差が挙動制御によって打ち消された後においても車輛のヨー角を修正するためのヨーモーメントの生成し続ける車輛走行制御装置が提供される。

30

【0020】

更に又、本発明によれば、過度の又は予期しないヨーモーメントが付与されないように車輛のヨー角を修正する車輛走行制御装置が提供される。

【0021】

又、本発明によれば、車輛のヨー角を修正するための車輛走行制御装置にして、目標ヨー角が得られない場合さえ、向き修正ヨーモーメントが滑らかに消滅するよう構成された装置が提供される。

【0022】

40

本発明のその他の目的及び利点は、以下に於いて、部分的に明らかになり、指摘される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図1は、本発明による車輛走行制御装置の第一の好ましい実施形態を有する四輪後輪駆動車を模式的に示している。この図において、車体12は、左右前輪10FL、10FRと、左右後輪10RL、10RRを有し、通常の態様にて、運転者によるアクセルペダルの踏込みに応答するスロットル弁開度に応じてエンジン（図示せず）から出力される駆動トルク或いは回転駆動力を、差動歯車装置等（図示せず）を介して後輪10RL、10RRへ伝達するよう構成される。

50

【 0 0 2 4 】

この実施形態において、車輛には、運転者のハンドリングとは独立に前輪の操舵を可能にするステアリング装置 1 6 が設けられている。図示されているように、前輪 1 0 F L、1 0 F R は、各々、運転者より作動されるステアリングホイール 1 4 の回転にตอบสนองしてラックアンドピニオン・タイプ・パワー・ステアリング装置 1 6 によりタイロッド 2 0 L、R によって操舵される。ここで採用されるステアリング装置 1 6 は、セミ・ステア・バイ・ワイヤ・タイプであり、運転者のハンドリングとは独立に前輪の舵角を変えることができる補助転舵装置として転舵角可変装置 2 4 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

転舵角可変装置 2 4 は、駆動用電動機 3 2 を含み、該電動機は、アップステアリングシャフト 2 2 を介してステアリングホイール 1 4 へ作動的に連結したハウジング 2 4 A と、ロアステアリングシャフト 2 6 とユニバーサルジョイント 2 8 とを介してピニオンシャフト 3 0 へ作動的に連結したローター 2 4 B とを有する。駆動用電動機 3 2 は、以下に記載するように、電子制御装置 3 4 の制御の下でアップステアリングシャフト 2 2 に対してロアステアリングシャフト 2 6 を回転する。転舵角可変装置 2 4 の作動を制御するために、ステアリングホイール 1 4 の舵角、即ち、アップステアリングシャフト 2 2 の回転角 θ と、アップステアリングシャフト 2 2 から測ったロアステアリングシャフト 2 6 の相対角 θ_{re} (ハウジング 2 4 A とローター 2 4 B との間の相対角) とは、それぞれ、操舵角センサ 5 0、5 2 により検出される。

【 0 0 2 6 】

パワーステアリング装置 1 6 は油圧式パワーステアリング装置又は電動式パワーステアリング装置の何れであってもよい。しかしながら、自動操舵制御の間に装置 2 4 からステアリングホイール 1 4 に伝達される反作用トルクを低減するために、電動機と該電動機の回転トルクをラックバー 1 8 の往復動方向の力に変換するボールねじ式の如き変換機構とを有するラック同軸型の電動式パワーステアリング装置が好適に用いられる。

【 0 0 2 7 】

各輪に制動力を発生する制動装置 3 6 は、オイルリザーバ、オイルポンプ、種々の弁等 (図示せず)、各輪に装備をされたホイールシリンダ 4 0 F L、4 0 F R、4 0 R L、4 0 R R、及び、運転者によりブレーキペダル 4 2 の踏込みにตอบสนองして作動されるマスタシリンダ 4 4 を含む油圧回路 3 8 を有する。かかる制動装置に於いて、各ホイールシリンダ内のブレーキ圧、即ち、各輪に於ける制動力は、マスタシリンダ圧力にตอบสนองして油圧回路 3 8 によって調節される。以下に述べる如く、各ホイールシリンダ内ブレーキ圧も、電子制御装置 3 4 により制御されるようになっている。また、ブレーキ圧を制御するために、圧力センサ 6 2、6 4 i ($i = F L、F R、R L、R R$ 、は、それぞれ左前輪、右前輪、左後輪及び右後輪である。) が、それぞれ、マスタシリンダ圧力 P_m 、ホイールシリンダ 4 0 F L - 4 0 R R の圧力 P_{bi} ($i = F L、F R、R L、R R$) を検出するために設けられてよい。

【 0 0 2 8 】

転舵角可変装置 2 4 及び各輪のブレーキ圧 (制動力) を制御する電子制御装置 3 4 は、通常の形式の、双方向コモン・バスにより相互に連結された CPU、ROM、RAM 及び入出力ポート装置を有するマイクロコンピュータ及び駆動回路を含んでいてよい。図 1 に見られるように、制御装置 3 4 へは、ステアリングホイール 1 4 の舵角 θ 、ロアステアリングシャフトの相対角 θ_{re} 、前後加速度センサ 5 4 により検出される前後加速度 G_x 、ヨーレートセンサ 5 6 により検出されるヨーレート γ 、横加速度センサ 5 8 により検出された横加速度 G_y 、ホイールシリンダ 4 0 F L - 4 0 R R 内の圧力 P_{bi} ($i = F L、F R、R L、R R$) 及び車輪速度センサ 6 0 i ($i = F L、F R、R L、R R$) により検出された車輪速度 V_{wi} ($i = F L、F R、R L、R R$) の各信号が入力される。

【 0 0 2 9 】

制御装置 3 4 は、以下に説明されるように、自動操舵制御又は各輪の制動力若しくは圧力の調節制御により、ステアリング・ギア比制御、挙動制御及び向き修正制御を実行する

10

20

30

40

50

。なお、以下の表式に於けるパラメータは、前方向及び左方向を（図 1 に於いて左回りに）正として定義される。

【 0 0 3 0 】

ステアリング・ギア比制御に於いては、制御装置 3 4 は、電動機 3 2 を回転することにより転舵角可変装置 2 4 を制御し、ステアリング・ギア比、即ち、ステアリングホイール 1 4 の回転角に対する前輪の舵角の比率を変更して、これにより、所定の操舵特性を提供する。作動においては、まず、所定の操舵特性を達成するためのステアリング・ギア比 R_g が、図 2 A において示されるマップを用いて、車輪速度 V_{wi} から演算される車速 V に基づいて決定される。目標舵角 δ_{st} は、次の式：

$$\delta_{st} = \theta / R_g \quad \dots (1)$$

10

により演算され、転舵角可変装置 2 4 は、前輪を転舵して、該前輪の舵角を δ_{st} に調節するよう作動される。なお、 δ_{st} は、車輛運動の過渡応答を改善すべく、更に、操舵速度の関数として決定されてもよい。ステアリング・ギア比は、当技術分野に於いて公知のその他の方法によって決定されてもよいことは理解されるべきである。

【 0 0 3 1 】

アンダーステア又はオーバーステア傾向を抑制する挙動制御は、慣用の態様にて、各輪の制動力或いはブレーキ圧を、以下のように調節することによって実行されてよい。

【 0 0 3 2 】

まず、車輛挙動を推定するために、スピン量 S_V 及びドリフト量 D_V が以下のように決定される。

20

$$S_V = K_1 \cdot \beta + K_2 \cdot dV_y \quad \text{又は}$$

$$= K_1 \cdot \beta + K_2 \cdot d\beta \quad \dots (2)$$

$$D_S = y_t - y \quad \text{又は}$$

$$= H \cdot (y_t - y) / V \quad \dots (3)$$

ここに於いて、 β は、車輛のスリップ角であり、 dV_y は、車輛の横滑り加速度であり、 $d\beta$ は、 β の時間微分であり、 K_1 、 K_2 は、適当な重み係数であり、 y_t は、車速 V および舵角 δ から推定された目標ヨーレートであり、 y は、実ヨーレートであり、 H は、ホイールベースである。 dV_y は、横加速度 G_y とヨーレート y 及び車速 V の積との差： $G_y - y \cdot V$ により与えられる。 β は、前後速度に対する横滑り速度の比により得られる： V_y / V_x 。ここに於いて、 $V_x = V$ であり、 V_y は dV_y を積分することにより与えられる。 y_t は、 $y_t = V \cdot \delta / \{ (1 + K_h \cdot V^2) \cdot H \} \times (1 / (1 + T \cdot s))$ により得られる。ここに於いて、 δ は、舵角 θ に基づく実舵角であり、 K_h は、スタビリティファクタであり、 T 及び s は、ラプラスの変換に於ける時定数と周波数パラメータである。

30

【 0 0 3 3 】

かくして、スピン状態量 S_S と、ドリフトアウト状態量 D_S が、以下のように定義される。：

$$S_S = \pm S_V \quad \dots (4)$$

$$D_S = \pm D_V \quad \dots (5)$$

(+ : 左旋回中 ; - : 右旋回中。 S_S 、 D_S は、負の値をとる時、0 に定義される。)
 S_S 及び D_S は、各々、スピンとドリフトアウトの度合を示す。(挙動が悪化すればするほど、何れかの値が大きくなる。)

40

【 0 0 3 4 】

次いで、上記の状態量を用いて、車輪用の目標制動力が、以下の如く、演算される。：

$$F_{sfo} = F_{ssfo}$$

$$F_{sfi} = 0$$

$$F_{sro} = (F_{sall} - F_{ssfo}) \cdot (1 - K_{sri})$$

$$F_{sri} = (F_{sall} - F_{ssfo}) \cdot K_{sri} \quad \dots (6)$$

ここに於いて、 F_{sj} ($j = fo, fi, ro, ri$: 旋回外前輪、旋回内前輪、旋回外後輪、旋回内後輪) は、各輪の目標制動力値である。 F_{ssfo} は、図 2 B のマップを

50

使用して、 $S S$ の関数として決定される。 $F s a l l$ は、図2Cのマップを使用して、 $D S$ の関数として決定される。 $K s r i$ は、後輪の適当な分配係数(典型的には0.5を超える正定数)である。 $F s j$ の演算値が負となると、その値は、0にされることとなる。上記に於いて決定された力の配分によって、当技術分野に知られているように、アンチスピン又はアンチドリフトアウトヨーモーメントが生ずる。

【0035】

最後に、目標制動力値は、各々、以下のように、変換係数 $K b$ を用いて各輪のブレーキ圧の目標値 $P t i$ に変換される：

[左旋回中]

$$P t f l = F s f i \cdot K b$$

$$P t f r = F s f o \cdot K b$$

$$P t r l = F s r i \cdot K b$$

$$P t r r = F s r o \cdot K b \quad \dots (7)$$

[右旋回中]

$$P t f l = F s f o \cdot K b$$

$$P t f r = F s f i \cdot K b$$

$$P t r l = F s r o \cdot K b$$

$$P t r r = F s r i \cdot K b \quad \dots (8)$$

旋回方向は、実ヨーレートの符号により決定することができる。なお、 $P t i$ の全ての値が0である場合、挙動制御は実行されない。

【0036】

上記に例示された如き挙動制御によれば、目標ヨーレート y_t からの実ヨーレート y の偏差は、打ち消されることとなるが、この制御は、ヨーレート偏差に起因する、運転者が意図したヨー方向からの車体12のヨー角の偏差を完全に修正するものではない。従って、挙動制御の終了時に於いて、車体のヨー角は、運転者により意図した進行方向と一致しないことが有り得る。

【0037】

しかしながら、本発明による制御装置の向き修正制御によれば、ヨー角の向きがずれる傾向が低減され、これにより、車輛の方向を運転者によって意図された方向に近付けることが可能となる。図1に例示された実施形態に於いては、目標舵角 δ_{st} を挙動制御の実行の間のヨーレート偏差の積分値に基づいて修正して、修正した目標舵角に基づいてステアリング装置16を作動することにより、車体の進行方向(ヨー角)を修正するためのヨーモーメントが生成される。この点に関し、好ましくは、挙動制御が終了された後、残存するヨー角偏差を打ち消すか低減するために、向き修正ヨーモーメントは、0まで徐々に低減されつつ、生成され続ける。更に、運転者が意図する進行方向が、向き修正制御の実行の間に変更され得ることを考えれば、向き修正ヨーモーメントに対する過去の走行状態或いは古いヨーレート偏差の影響は小さくされるべきである。(目標舵角 δ_{st} が変更されると、過去のヨーレート偏差は、制御に於いて無用となってしまう。)

【0038】

上記の如き向き修正ヨーモーメントの付与を達成するために、ヨーレート偏差の積分値 Δy_{int} は、周期的に、所定の時間(又は瞬間)の実ヨーレートと目標ヨーレートとの偏差を積分し、その際、0と1の間の値に設定される忘却係数を前回のサイクルに於ける積分値に乗ずることによって、与えられるようになっていてよい。即ち、

$$\Delta y_{int} = \Delta y_{int f} \cdot K + \Delta y \cdot K g \quad \dots (9)$$

なお、ここに於いて、 $K g$ は、後述の如く決定される0又は1の値をとる Δy のためのゲインである。向き修正ヨーモーメントは、目標ヨーレートからの実ヨーレートの偏差を低減する方向に与えられるので、 Δy は、 $y_t - y$ により与えられる。目標ヨーレート y_t は、挙動制御の場合と同様に、次の表式により与えられる。

$$y_t = V \cdot \delta / (1 + K h \cdot V^2) \cdot H \cdot (1 + T \cdot s) \dots (10)$$

なお、目標ヨーレート y_t 及びヨーレート偏差 Δy は、挙動制御のルーチンから与えられ

10

20

30

40

50

てよい。(Δy は、ドリフト量 DV に等しい。)

【 0 0 3 9 】

次いで、前輪の目標舵角の修正量 $\Delta \delta f t$ が、以下の如く、上記の積分値 $\Delta y i n t$ を用いて決定される。

$$\Delta \delta f t = \Delta y i n t \cdot K s f \quad \dots (1 1 A)$$

ここに於いて、 $K s f$ は、変換係数である。

【 0 0 4 0 】

式 (9) において、 Δy は、通常の状態及び挙動制御の終了後に於いて 0 にセットにされる。従って、式 (9) 中の第 2 項の加算は、挙動制御が実行される場合にのみ実行されることとなる。更に、式 (9) の演算を繰り返す間に、以前に演算された積分値 $\Delta y i n t f$ に忘却係数 K を周期的に乗算させることにより、目標舵角、即ち、向き修正ヨーメントに対する古いヨーレート偏差の寄与は小さくなる。従って、挙動制御が終了された後では、 $\Delta y i n t$ の値は、徐々に低減されることとなる。なお、忘却係数 K は一定であってもよいが、時間とともに又はサイクルの繰り返す間に低減されてよい。

【 0 0 4 1 】

ゲイン $K g$ は、車輛のアンダーステア状態がやや高い程度に達する場合に、0 に設定される。アンダーステア状態の下で、前輪のタイヤ力がほとんど飽和した状態であるときに、前輪のコーナリングフォースを増加すると、前輪のタイヤの滑りが引き起こされてしまう。従って、アンダーステア状態がやや高度に進んでいる場合には、前輪のスリップを防止するために、向き修正ヨーメントは生成されない。一方、オーバーステア状態に於いては、 $K g$ は 1 に設定される。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、上記の如き、向き修正ヨーメントの生成のための、向き修正制御の作動の典型的なフローチャートを示す。この制御ルーチンは、イグニションスイッチ (図 1 において図示せず) の閉成により開始され、車輛の運転中にミリ秒のオーダーの周期で繰り返されてよい。

【 0 0 4 3 】

このルーチンに於いて、通常の状態の如く、まず、上記の信号の読み込みが実行され (ステップ 1 0) 、挙動制御が実行されているか否かが判断される (ステップ 2 0) 。挙動制御が実行されない場合、 Δy と $\Delta y i n t f$ とは、式 (9) に於いて 0 なので、積分値 $\Delta y i n t$ は、0 と演算される (ステップ 8 0) 。

【 0 0 4 4 】

一方、挙動制御が開始されると、実ヨーレート y と目標ヨーレート $y t$ との差が取得され (ステップ 3 0 、 4 0) 、車輛がやや高度なアンダーステア状態に在るか否かが判断される (ステップ 5 0) 。この判断は、 $s i g n y \cdot \Delta y$ が正の基準値 $\Delta y p$ を越えているか否かを判断することにより行われてよい。なお、 $s i g n y$ は、 y の符号である。この答えがイエスである場合、 $K g$ が 0 にセットされ (ステップ 7 0) 、従って、ヨーレート偏差の積分が実行されず、向き修正ヨーメントが生成されないこととなる。他方、ステップ 5 0 の答えがノーであれば、 $K g$ は 1 にセットされる (ステップ 6 0) 。なお、車輛がアンダーステアにあるときは常に、向き修正ヨーメントの生成を禁止するようになっていてもよい。($\Delta y p$ は小さな値にセットされることとなる。)

【 0 0 4 5 】

次いで、積分値 $\Delta y i n t$ 及び舵角の修正量 $\Delta \delta f t$ が、ステップ 8 0 、 9 0 に於いて、式 (9) 及び (1 1 A) によりそれぞれ演算され、舵角が、 $\delta s t + \Delta \delta f t$ となるよう制御される ($\delta s t$ は、式 (1) により与えられる。) 。理解されるべきことは、オーバーステア状態の下での挙動制御の実行中に於いては、安定化ヨーメント及び向き修正ヨーメントの両方が生成されるということである。

【 0 0 4 6 】

挙動制御の終了後、ステップ 3 0 - 7 0 による積分過程はバイパスされるが、積分値 $\Delta y i n t$ は、 $\Delta y i n t f \cdot K$ として演算されるので、挙動制御の終了の後に残存し得

10

20

30

40

50

るヨー角偏差を低減すべく、向き修正ヨーモーメントが生成されることとなる。 Δy_{int} 、即ち、向き修正ヨーモーメントは、サイクルを繰り返す間に忘却係数 K を繰り返し乗算することにより、0 まで徐々に低減されることとなる。

【0047】

図4は、本発明による車輛走行制御装置の第二の好ましい実施形態を有する後輪駆動車を模式的に示している。この車輛においては、後輪10RL、RRのためのステアリング装置70が設けられ、そこに於いて、後輪は、タイロッド74L、Rを介して、油圧式又は電気式のパワーステアリング装置72により操舵される。後輪の舵角は、制御装置34により制御される。前輪に関しては、舵角は運転者のハンドリングにより制御されてよい。(図1において示されるような運転者のハンドリングとは独立に前輪の操舵を可能にするステアリング装置16が装備されていてもよい。)

10

【0048】

作動において、挙動制御(又はステアリング・ギア比制御)は、上記の第一の実施形態と同様に、実行されてよい。しかしながら、向き修正制御は、後輪の舵角の制御により行なわれる。即ち、向き修正ヨーモーメントは後輪により生成される。向き修正制御において、ヨーレート偏差の積分過程は、車輛が高度にオーバーステア状態にある場合に式(9)中のゲイン K_g が0に設定される以外は、第一の実施形態の場合と同一であってよい。車輛がやや高度にオーバーステア状態にある場合に積分を行わないのは、後輪のタイヤ力がほとんど飽和された状態にあるためである。他方、車輛がアンダーステア状態にある場合には、 K_g は式(9)において1に設定される。かくして、図3のフローチャートのステップ50に於いて、車輛がオーバーステア状態に在るか否かは、例えば、 $sign y \cdot \Delta y$ が所定の負の基準値 Δy_n よりも小さいか否かを判断することにより判断される。なお、車輛がオーバーステアにあるときは常に、向き修正ヨーモーメントの生成を禁止するようになっていてもよい。(Δy_n は小さな値にセットされることとなる。)

20

【0049】

後輪の目標舵角 $\Delta \delta_{rt}$ は、

$$\Delta \delta_{rt} = \Delta y_{int} \cdot K_{sr} \quad \dots (11B)$$

により設定される。ここで、 K_{sr} は、変換係数である。理解されるべきことは、後輪の目標舵角は、 $\Delta \delta_{rt}$ のみにより制御されることである。

【0050】

30

ところで、向き修正制御は、挙動制御と共に、各輪のブレーキ圧を制御することにより制動力配分制御を通じて行なうこともできる。従って、この場合、運転者のハンドリングとは独立した車輪の操舵を可能にするためのステアリング装置は必要ではなくなり、車輛を製造するためのコストを節約することができることとなる。制動力配分制御による場合、向き修正ヨーモーメントを生成するための車輪のブレーキ圧は、ヨーレート偏差の積分値に基づいて決定される量により修正される。しかしながら、車輛がやや高度にアンダーステア状態に在るかオーバーステア状態にあるときに、向き修正ヨーモーメントを生成するための車輪のタイヤ力が飽和される場合には、そのタイヤによる向き修正ヨーモーメントは生成されない。

【0051】

40

図5は、制動力制御による向き修正制御の作動の典型的なフローチャートを示しており、図3のフローチャートとほとんど同一である。このフローチャートにおいては、ヨーレート偏差の積分は、ステップ150において

$$\Delta y_{int} = \Delta y_{intf} \cdot K + \Delta y \quad \dots (12)$$

により実行される。従って、この式において、図3のゲイン K_g は使用されない。そのかわりに、車輛挙動が悪化した場合、積分値の単位から前輪及び後輪用ブレーキ圧単位への変換係数 K_{gf} 、 K_{gr} が、タイヤ力が飽和される車輪について、0に設定される。

【0052】

作動に於いて、図3のフローチャートの如く、上記の信号の読み込みが実行され(ステップ10)、また、挙動制御が実行されているか否かが判断される(ステップ20)。挙

50

動制御が実行されない場合、 Δy_{intf} と Δy は0であるので、積分値 Δy_{int} は0として演算される(ステップ150)。

【0053】

他方、挙動制御が実行される場合には、積分過程が実行される。まず、ヨーレート偏差の取得後、車輛がアンダーステア状態にあるか否かが判断される(ステップ50)。車輛がアンダーステアである場合には、前輪及び後輪用の変換係数 K_{gf} 、 K_{gr} は、それぞれ、0および K_{grs} (所定の値)に設定される(ステップ120)。もしそうでなければ、車輛は、オーバーステア状態にあると考えられるので(挙動制御下に於いては車輛の挙動は、何れかの方向に悪化しているので)、前輪及び後輪用の変換係数 K_{gf} 、 K_{gr} は、それぞれ、 K_{gfs} (所定の値)および0に設定される(ステップ130)。その後、積分 Δy_{int} がステップ150の式(12)の如く演算される。

10

【0054】

向き修正ヨーモーメントを生成するための目標ブレーキ圧の成分 P_{cti} ($i = fl, fr, rl, rr$)は、以下のように決定される。

[左旋回中]

$$P_{ctfl} = 0$$

$$P_{ctfr} = |\Delta y_{int}| \cdot K_{gf}$$

$$P_{ctr l} = \Delta y_{int} \cdot K_{gr}$$

$$P_{ctr r} = 0 \quad \dots (13)$$

[右旋回中]

20

$$P_{tfl} = \Delta y_{int} \cdot K_{gf}$$

$$P_{tfr} = 0$$

$$P_{trl} = 0$$

$$P_{trr} = |\Delta y_{int}| \cdot K_{gr} \quad \dots (14)$$

【0055】

従って、挙動制御の実行中の全目標ブレーキ圧は、以下の通りである：

[左旋回中]

$$P_{tfl} = F_{sfi} \cdot K_b$$

$$P_{tfr} = F_{sfo} \cdot K_b + |\Delta y_{int}| \cdot K_{gf}$$

$$P_{trl} = F_{sri} \cdot K_b + \Delta y_{int} \cdot K_{gr}$$

$$P_{trr} = F_{sro} \cdot K_b \quad \dots (15)$$

30

[右旋回中]

$$P_{tfl} = F_{sfo} \cdot K_b + \Delta y_{int} \cdot K_{gf}$$

$$P_{tfr} = F_{sfi} \cdot K_b$$

$$P_{trl} = F_{sro} \cdot K_b$$

$$P_{trr} = F_{sri} \cdot K_b + |\Delta y_{int}| \cdot K_{gr}$$

$$\dots (16)$$

挙動制御が終了された後、全目標ブレーキ圧は、式(13)或いは(14)にて表される値となる。

【0056】

40

以上に於いては本発明を特定の実施例について詳細に説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施例が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

【0057】

例えば、上記の図3及び5に示された実施形態において、向き修正制御は、挙動制御と共に終了されてもよい。向き修正制御は、運転者のハンドリングとは独立に実行されて車輛を操舵する効果がある。従って、挙動制御が終了された後、向き修正制御を継続するか否かは、運転者の好みに応じて選択されてよい。

【0058】

更に、当業者にとって容易に理解されるように、図1及び4の実施形態に於いて、挙動

50

制御及び向き修正制御が、それぞれ転舵装置及び制動装置によって実行されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】図1は、前輪のための自動操舵装置として機能するセミ・ステア・バイ・ワイヤ・タイプの転舵装置と本発明による車輛走行制御装置の第一の実施形態を装備した四輪後輪駆動車の模式図である。

【図2】図2Aは、ステアリング・ギア比制御において用いる車速 V とステアリング・ギア比 R_g の関係のマップを示す。図2B及び2Cは、挙動制御においてスピン状態量 SS とドリフトアウト状態量 DS に基づいて制動力成分 F_{ssf} 及び F_{sall} を演算するために用いられるマップを示す。

10

【図3】図3は、本発明による図1及び4の第一及び第二の好ましい実施形態により、車輛に於いて実行される向き修正制御ルーチンのフローチャートである。

【図4】図4は、後輪のための転舵装置と本発明による車輛走行制御装置の別の実施形態とを装備した四輪後輪駆動車の模式図である。

【図5】図5は、制動力制御により実行される本発明による向き修正制御ルーチン（第三の実施形態）のフローチャートである。

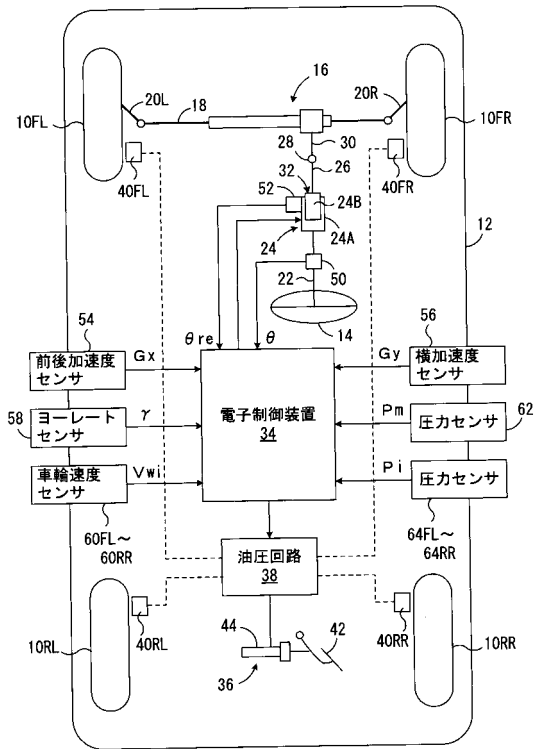
【符号の説明】

【0060】

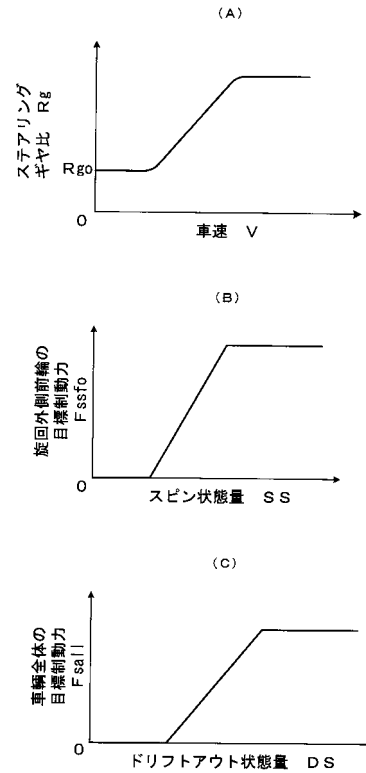
- 10FR～10RL 車輪
- 24 転舵角可変装置
- 34 電子制御装置
- 36 制動装置
- 44 マスタシリンダ
- 50 操舵角センサ
- 54 前後加速度センサ
- 56 横加速度センサ
- 58 ヨーレートセンサ
- 60FL～60RR 車輪速度センサ
- 62、64FL～64RR 圧力センサ

20

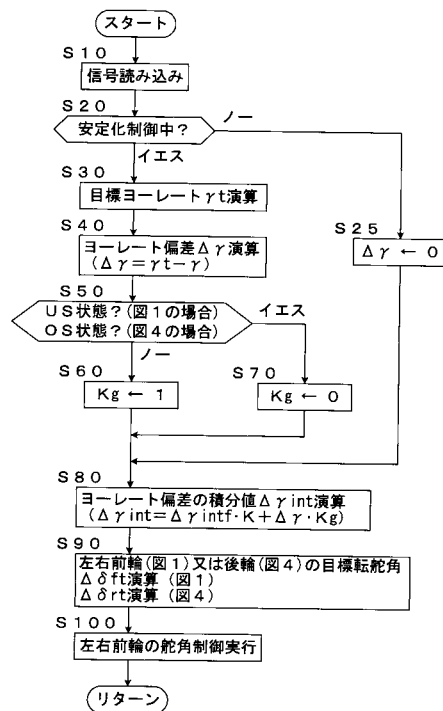
【図 1】



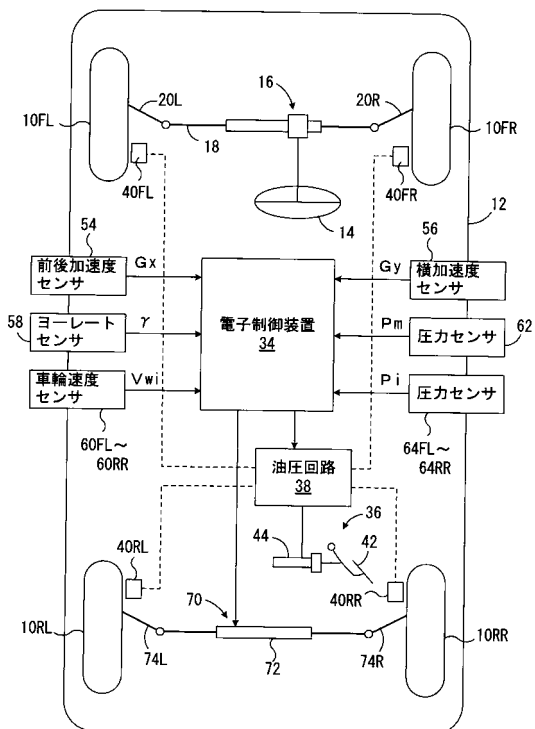
【図 2】



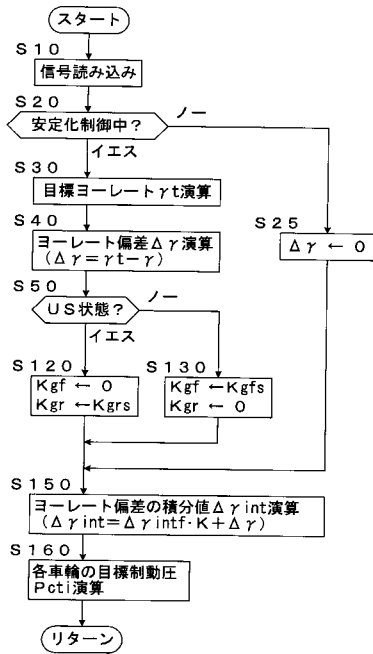
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
B 6 2 D 103/00	(2006.01)	B 6 2 D 103:00
B 6 2 D 111/00	(2006.01)	B 6 2 D 111:00
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 137/00	(2006.01)	B 6 2 D 137:00

審査官 佐々木 智洋

(56)参考文献 特開平 1 0 - 3 2 9 7 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 4 3 7 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 1 3 3 4 2 (J P , A)
特表 2 0 0 5 - 5 0 0 9 4 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 2 D	6 / 0 0
B 6 0 T	8 / 1 7 5 5
B 6 2 D	5 / 0 4
B 6 2 D	7 / 1 4