

(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2011-183996

(P2011-183996A)

(43) 公開日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60W 30/12 (2006.01)	B60K 41/00 332	5H181
B60W 40/10 (2006.01)	B60K 41/00 466	
B60W 30/00 (2006.01)	B60K 41/00 612K	
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 C	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-53739 (P2010-53739)
 (22) 出願日 平成22年3月10日 (2010.3.10)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100083998
 弁理士 渡邊 丈夫
 (72) 発明者 奥村 和也
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5H181 LL09 LL15

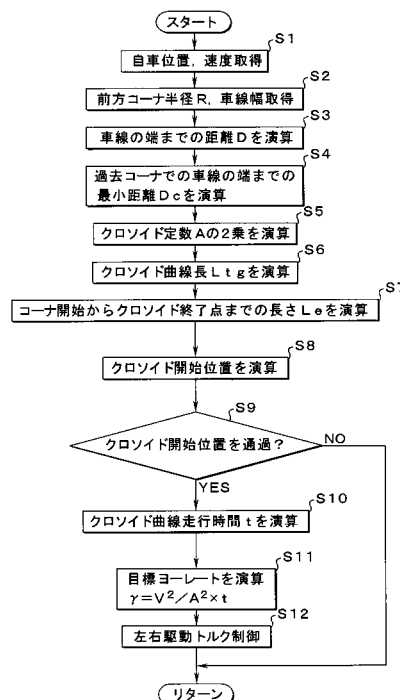
(54) 【発明の名称】 車両の走行制御装置

(57) 【要約】

【課題】 コーナ部を快適に走行できる車両の走行制御装置を提供する。

【解決手段】 車両を走行予定ラインに沿って走行するように制御する車両の走行制御装置において、自車両と道端との最小距離を設定する車幅間隔設定手段(ステップS4)と、自車両の前方のコーナ部におけるクロソイド曲線を、そのコーナ部における道端と自車両との距離が前記車幅間隔設定手段で設定された最小距離以上となるよう求めるクロソイド曲線設定手段(ステップS6, S7)と、そのクロソイド曲線設定手段によって求められたクロソイド曲線に沿って走行するように制御する制御手段(ステップS10~S12)とを備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両を走行予定ラインに沿って走行するように制御する車両の走行制御装置において、
自車両と道端との最小距離を設定する車幅間隔設定手段と、
自車両の前方のコーナ部におけるクロソイド曲線を、そのコーナ部における道端と自車
両との距離が前記車幅間隔設定手段で設定された最小距離以上となるよう求めるクロソイ
ド曲線設定手段と、

そのクロソイド曲線設定手段によって求められたクロソイド曲線に沿って走行するよう
に制御する制御手段と

を備えていることを特徴とする車両の走行制御装置。

10

【請求項 2】

前記車幅間隔設定手段は、過去に走行したコーナ部での自車両とそのコーナ部の道端と
の間隔に基づいて、前方のコーナ部における道端と自車両との最小距離を学習する手段を
含むことを特徴とする請求項 1 に記載の車両の走行制御装置。

【請求項 3】

前記車両は左右の車輪の駆動トルクを個別に制御できる車両を含み、
前記制御手段は、前記クロソイド曲線設定手段によって求められたクロソイド曲線に沿
って走行するように左右の車輪の駆動トルクを制御する手段を含む
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の車両の走行制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の駆動力や走行ラインなどを求めて車両の走行を制御する装置に関し
、特にコーナ部を走行する際の制御を行う装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

高速道路などの車道における円形のカーブの前後に、直線と円とを繋ぐ中間に緩和曲線
が挿入される場合があり、これはクロソイド曲線と称され、滑らかにステアリングホイ
ールを回して曲線区間（コーナ部）を走行できるようにするためのものである。したがって
、コーナ部におけるクロソイド曲線に沿って走行できれば、ドライバーの負担を軽減して
安定した走行を行うことができる。

30

【0003】

そこで例えば特許文献 1 に記載された発明では、コーナ部にクロソイド曲線の区間が含
まれ、かつその区間の道路長などが道路地図情報として格納されている場合、その道路地
図情報におけるクロソイド曲線の区間の道路長と一定曲率の部分の道路長とに基づいて推
奨車速を求めるように構成された発明が記載されている。

【0004】

また、特許文献 2 には、道路状況に適した駆動力制御を行うために、地図データのデー
タベースに格納されているノード点に関する情報に基づいてコーナ部におけるクロソイド
曲線を求めるように構成された発明が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 331000 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 214839 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載されている発明では、コーナ部に設定されているクロソイド曲線の情
報を車速の制御に取り入れることができるので、コーナ部の走行の安定性が向上する可能

50

性があるが、その制御のためには、コーナ部にクロソイド曲線の区間が設けられ、かつその道路地図情報を入手できることが前提条件となる。したがって、クロソイド曲線の区間が設けられていないコーナ部やその道路地図情報を入手できないなどの場合には、コーナ部を走行するための推奨車速が得られず、またそのようなコーナ部が多数存在しているので、結局は多様な道路を安定して走行するためには未だ改善の余地がある。

【0007】

これに対して特許文献2に記載された発明では、ノード点の情報に基づいてクロソイド曲線を設定するので、地図情報にクロソイド曲線の区間やその情報が格納させていなくてもクロソイド曲線に沿った走行もしくはそれに近似した走行が可能になる。しかしながら、コーナ部自体がクロソイド曲線に沿った曲線になっていない場合には、クロソイド曲線は実際の道路を斜めに横切るように設定され、そのためこのようにして設定されたクロソイド曲線に沿って走行するとすれば、車両が道端に接近する事態が生じ、搭乗者に違和感を与える可能性がある。

10

【0008】

この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであり、コーナ部の走行を容易にする走行制御装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、車両を走行予定ラインに沿って走行するように制御する車両の走行制御装置において、自車両と道端との最小距離を設定する車幅間隔設定手段と、自車両の前方のコーナ部におけるクロソイド曲線を、そのコーナ部における道端と自車両との距離が前記車幅間隔設定手段で設定された最小距離以上となるよう求めるクロソイド曲線設定手段と、そのクロソイド曲線設定手段によって求められたクロソイド曲線に沿って走行するように制御する制御手段とを備えていることを特徴とするものである。

20

【0010】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記車幅間隔設定手段は、過去に走行したコーナ部での自車両とそのコーナ部の道端との間隔に基づいて、前方のコーナ部における道端と自車両との最小距離を学習する手段を含むことを特徴とする車両の走行制御装置である。

30

【0011】

請求項3の発明は、請求項1または2の発明において、前記車両は左右の車輪の駆動トルクを個別に制御できる車両を含み、前記制御手段は、前記クロソイド曲線設定手段によって求められたクロソイド曲線に沿って走行するように左右の車輪の駆動トルクを制御する手段を含むことを特徴とする車両の走行制御装置である。

【発明の効果】

【0012】

請求項1の発明によれば、走行が予想される前方のコーナ部におけるクロソイド曲線を求めるにあたり、道端（特にイン側の道端）と自車両との車幅方向での間隔が予め設定された最小距離以上となるようにクロソイド曲線が求められる。そして、そのクロソイド曲線に沿って走行するように制御される。したがって、クロソイド曲線が設定されていないコーナ部あるいはクロソイド曲線に関するデータが得られないコーナ部を走行するにあたって、その入口や出口で加速度が変化する過渡領域での横加速度の変動を低減して乗り心地を向上させることができ、またその場合に自車両が道端や路肩に過度に接近することがないので、搭乗者に違和感を与えることを回避もしくは抑制することができる。

40

【0013】

また、請求項2の発明によれば、コーナ部で設定されたクロソイド曲線に沿って走行する場合の自車両と道端との最接近距離は、過去の走行で学習されるから、自車両が道端に過度に接近することがないのみならず、その接近距離は運転者の経験した距離以上に短くなることを回避できる。

50

【 0 0 1 4 】

さらに、請求項3の発明によれば、左右の車輪の駆動力が制御されてクロソイド曲線に沿って走行することになるので、コーナ部の走行がより容易になり、あるいは快適な走行を行うことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】この発明に係る走行制御装置によって実行される制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【 図 2 】コーナ部とその手前に位置する自車両との位置関係を模式的に示す図である。

【 図 3 】クロソイド曲線の算出方法を説明するための線図である。

10

【 図 4 】この発明で対象とすることのできる車両の一例を示す模式図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

この発明で対象とする車両は、運転者が操舵操作や加減速操作を行って道路を走行する車両であり、最も定型的な例は動力源を搭載した四輪の自動車である。この種の車両では、各車輪における駆動トルクに応じて回頭性（旋回性）が異なり、例えば後輪の駆動力が前輪の駆動力より大きい場合には旋回しやすくなり、また旋回時の外輪の駆動力が内輪より大きい場合には同様に旋回しやすくなる。したがって、前後左右の四輪の全て駆動トルクを個別に制御できる車両では、旋回時や直線走行時の走行制御をより多様に、また容易に制御できる。

20

【 0 0 1 7 】

前後左右の四輪の駆動トルクを個別に制御できる車両の一例を図4に模式的に示してある。ここに示す例は、インホイールモータなどの駆動力源を車輪毎に設け、それぞれの駆動力源を個別に制御するように構成された車両である。すなわち、図4において、左右の前輪WFL、WFRと左右の後輪WRL、WRRとのそれぞれに対応してモータMFL、MFR、MRL、MRRが設けられ、それらのモータMFL、MFR、MRL、MRRの出力トルクをそれぞれに対応する車輪WFL、WFR、WRL、WRRに伝達するように構成されている。また、各車輪WFL、WFR、WRL、WRRに負の駆動トルクすなわち制動トルクを生じさせるために各車輪WFL、WFR、WRL、WRR毎にブレーキBFL、BFR、BRL、BRRが設けられており、それらのブレーキBFL、BFR、BRL、BRRを個別に制御することにより、各車輪WFL、WFR、WRL、WRRの制動トルクを個別に制御できるように構成されている。

30

【 0 0 1 8 】

上記の各モータMFL、MFR、MRL、MRRはモータコントローラMCRに接続されている。このモータコントローラMCRは、蓄電器やインバータおよびマイクロコンピュータなどから構成され、運転者の操作に基づく要求や車両の状態あるいは道路の状況などに基づく要求によって各モータMFL、MFR、MRL、MRRの出力を個別に制御するように構成されている。さらに、そのモータコントローラMCRにはナビゲーションシステムNVSが接続されている。このナビゲーションシステムNVSは、地図情報や道路情報を記憶し、自立航法システムやGPS（グローバルポジショニングシステム）を利用して地図データ上での車両の位置を求め、道路情報あるいは地図情報と併せて自車両の位置をディスプレイなどに表示し、さらには制御データをモータコントローラMCRなどの他のコンピュータに出力するように構成されている。

40

【 0 0 1 9 】

このような車両を対象とするこの発明に係る制御装置は、ナビゲーションシステムNVSで得られる自車両の位置情報および自車両の周囲の道路情報ならびに前方のコーナ部の道路情報に基づいてそのコーナ部の走行予定ラインを求め、またそのコーナ部を走行するための制御を行うように構成されている。その制御は、例えば上記のモータコントローラMCRによって行うよう構成することができる。

【 0 0 2 0 】

図1はその制御の一例を説明するためのフローチャートであって、ここに示す例は、走

50

行予定ラインとしてクロソイド曲線を求め、そのクロソイド曲線に沿って走行するように左右の駆動トルクを制御するように構成した例である。図1に示す例では、先ず、自車両の位置および車速が取得される（ステップS1）。自車両の位置は、上記のナビゲーションシステムNVSによって得られ、また車速は車両に搭載している車速センサによって得られる。また、前方のコーナ部の半径Rおよび車線幅が取得される（ステップS2）。これらはいずれもナビゲーションシステムNVSに記憶させてあるデータから読み出したものであってよい。なお、車線幅は、現時点の自車両の位置での車線幅およびコーナ部の車線幅の両方である。

【0021】

コーナ部Cとその手前に位置する自車両VHとの位置関係を図2に模式的に示してある。なお、図2において、細い破線Lwは、道路形状どおりの走行ラインを示し、太い破線Ltは、目標とする走行ラインを示している。また、符号Wは車線幅を示している。前方にコーナ部Cが検出された時点などの所定の時点に、取得された自車両の位置およびその時点の車幅とに基づいて、自車両と車線の端（コーナ部のイン側の道端）までの距離Dが演算される（ステップS3）。なおその場合、自車両の幅のデータを必要とするが、これは、自車両に関するデータとして予め記憶させておけばよい。また、自車両と道端（イン側の道端）との間に設定すべき最小距離Dcが求められる（ステップS4）。これは、過去に走行したコーナ部での自車両と道端との距離の平均値など過去のデータに基づく学習によって得ることが好ましい。なお、これに限らず、この発明では、手動で予め入力した値やコーナ部の曲率半径毎にマップなどの形で予め記憶させた値などであってもよい。

10

20

【0022】

ついで、前方のコーナ部Cに進入する部分におけるクロソイド定数Aの自乗が演算される（ステップS5）、またクロソイド曲線の長さLtgが演算される（ステップS6）。これらは以下に説明するクロソイド曲線の算出方法によって得られる。図3は、コーナ部Cの入口に設定するクロソイド曲線を、X-Y座標に示した図であり、走行ラインの中心線から車幅方向へのズレ量dと、コーナ部Cでの道路形状から決まる曲率半径Rfとに基づいてクロソイド定数Aと、その曲線長さLtgを決定する。これらの関係は、(1)式で表される。

【数1】

$$Rf \times Ltg = A^2 \quad \dots(1)$$

30

【0023】

クロソイド曲線の始点を原点とし、道路形状から決まる走行ラインの半径がRfとなる点の座標を(X, Y)とすると、上記のズレ量dは(2)式で表される。

【数2】

$$d = Y + Rf \times \cos \tau - Rf \quad \dots(2)$$

なお、 τ は点(X, Y)における接線の傾きである。

40

【0024】

クロソイドの関係式により、Yおよび τ は、下記の(3)式および(4)式によって表される。

【数3】

$$Y = \frac{A}{\sqrt{2}} \int_0^{\tau} \frac{\sin \tau}{\sqrt{\tau}} d\tau \quad \dots(3)$$

【数 4】

$$\tau = \frac{Ltg^2}{2A^2} = \frac{Ltg}{2Rf} \quad \dots(4)$$

【0025】

上記の \sin および \cos をマクローリン展開すると、(5)式および(6)式のようになる。

【数 5】

$$\sin \tau = \tau - \frac{\tau^3}{3!} + \frac{\tau^5}{5!} - \frac{\tau^7}{7!} + \dots \quad \dots(5)$$

10

【数 6】

$$\cos \tau = 1 - \frac{\tau^2}{2!} + \frac{\tau^4}{4!} - \frac{\tau^6}{6!} + \dots \quad \dots(6)$$

【0026】

したがって、上記の(3)式の Y 、および(4)式のズレ量 d は、(7)式および(8)式のようになる。

20

【数 7】

$$Y = \frac{A}{\sqrt{2}} \int_0^\tau \left(\tau^{\frac{1}{2}} - \frac{\tau^{\frac{5}{2}}}{3!} + \dots \right) d\tau = \frac{A}{\sqrt{2}} \left(\frac{2}{3} \tau^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{3! \times 7} \tau^{\frac{7}{2}} + \dots \right) \quad \dots(7)$$

【数 8】

$$d = \frac{A}{\sqrt{2}} \left(\frac{2}{3} \tau^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{3! \times 7} \tau^{\frac{7}{2}} + \dots \right) + Rf \times \left(1 - \frac{\tau^2}{2!} + \dots \right) - Rf \quad \dots(8)$$

30

【0027】

したがって、マクローリン展開の第二項までを用いてクロソイド定数 A 、および曲線長さ Ltg は下記の(9)式および(10)式で近似できる。

【数 9】

$$A^2 = \sqrt{24 \times d \times Rf^3} \quad \dots(9)$$

【数 10】

$$Ltg = \sqrt{24 \times d \times Rf} \quad \dots(10)$$

40

【0028】

これら(9)式および(10)式におけるズレ量 d に、前述した直線走行中における自車両から道端までの間隔 D と、図2に示す最小距離 Dc との差 ($D - Dc$) を代入することにより、前方のコナ部 C におけるクロソイド定数 A の自乗およびクロソイド曲線長さ Ltg が求められる。

【0029】

さらに、コナ開始点からクロソイド曲線の終了点までの長さ Le が演算される(ステップ S7)。具体的には、下記の(11)式で近似できる。

50

【数 1 1】

$$Le \doteq \tau \times |R| = \frac{1}{2} \times Ltg \quad \dots(11)$$

【0030】

ついで、クロソイド曲線の開始位置が求められる（ステップ S 8）。上記のようにコーナ開始点からクロソイド曲線の終了点までの長さ Le が演算され、またクロソイド曲線の終点の座標が、曲率半径が R_f になる点として判っているので、コーナ開始点からクロソイド曲線の終了点までの長さ Le を、クロソイド曲線長さ Ltg から減算することによりクロソイド曲線の開始点を求めることができる。すなわち、クロソイド曲線の開始点は、コーナ開始点から（ $Ltg - Le = Ltg / 2$ ）の距離だけ手前の位置となる。

10

【0031】

上記のようにして設定されたクロソイド曲線に沿って走行する際の駆動力を制御するために、先ず、ステップ S 8 で求められたクロソイド曲線の開始点を通過したか否かが判断される（ステップ S 9）。このステップ S 9 で否定的に判断された場合には、クロソイド曲線に沿った走行を行わないので、駆動力の制御を特には行う必要がなく、したがって特に制御を行うことなくリターンする。これとは反対に、自車両がクロソイド曲線の開始点に到ってステップ S 9 で肯定的に判断された場合には、クロソイド曲線の区間の走行時間 t が演算される（ステップ S 10）。一定の車速 V で走行するとした場合、その時間 t は、クロソイド曲線の長さ Ltg を車速 V で除算して求められる。

20

【0032】

このようにして求められた走行時間 t を使用して目標ヨーレート が演算される（ステップ S 11）。クロソイド曲線上を一定の車速で走行すると、横加速度（横 G ）は、

$$V^3 / A^2 \quad (m / s^3)$$

の一定の変化量で増加する。したがって、クロソイド曲線の区間の走行時間が「 t 」であるから、横加速度が

$$V^3 / A^2 \times t \quad (m / s^2)$$

となるように走行すれば、クロソイド曲線上を走行することになる。したがって、横加速度を車速で除算することによりヨーレートが求められるから、ステップ S 11 での目標ヨーレート は、

$$= V^2 / A^2 \times t \quad (rad / s)$$

として演算することができる。

30

【0033】

これに続くステップ S 12 では、車両に生じるヨーレートが上記の目標ヨーレート となるように、左右の車輪の駆動トルクが制御される。この制御は、検出された実ヨーレートと目標ヨーレート との偏差に基づくフィードバック制御によって行うことができ、あるいはフィードフォワード制御によって行うこともできる。そして、図 4 に示すように各車輪 WFL, WFR, WRL, WRR にそれぞれに対応してモータ MFL, MFR, MRL, MRR を設けた車両では、モータコントローラ MCR によってそれらのモータ MFL, MFR, MRL, MRR を個別に制御することによりクロソイド曲線に沿った走行を行うことができる。その場合、クロソイド曲線は、前述した道端との間に最小距離 D_c を考慮して設定されているので、自車両が過度に道端に接近することなく、運転者に違和感を与えることを回避できる。そして、クロソイド曲線の区画が無いコーナ部を走行する場合であっても、車両の走行ラインはクロソイド曲線に設定されるので、横加速度が急変することなく、快適に走行することができる。

40

【0034】

ここで、上述した具体例とこの発明との関係を簡単に説明すると、図 1 に示すステップ S 4 の制御を実行する機能的手段がこの発明における車幅間隔設定手段に相当し、またステップ S 6 およびステップ S 7 の制御を実行する機能的手段がこの発明におけるクロソイド曲線設定手段に相当し、さらにステップ S 10 ないしステップ S 12 の制御を実行する

50

機能的手段がこの発明における制御手段に相当する。

【 0 0 3 5 】

なお、この発明は、自車両の前方のコーナ部に、自車両に適した新たなクロソイド曲線を走行予定ラインとして設定するように構成されていればよく、したがって前方のコーナ部がクロソイド曲線区間を有していないように設計されている場合に限らず、クロソイド曲線区間を有するように設計されている場合であっても、自車両に適したクロソイド曲線を走行予定ラインとして設定し、運転者の違和感を解消もしくは抑制することができる。これを簡単に説明すると、前方のコーナ部に設計上設けられているクロソイド曲線の長さ、コーナ部の半径とに基づいて、コーナ部の手前の直線部におけるズレ量を求める。これは、前述した図3を参照して説明したクロソイド曲線の算出方法での演算とは逆の演算になる。こうして逆算されたズレ量に、直線部における自車両と道端との間隔Dと、学習などによって予め定められた自車両と道端との最小距離Dcとの差(D - Dc)を加算して新しいクロソイド曲線のズレ量とする。この新しいズレ量と前述した(9)式および(10)式によって新たにクロソイド定数、およびクロソイド曲線長を求め、これに基づいて自車両の新たな制御目標を設定する。こうすることにより、前方のコーナ部に設計上設定されているクロソイド曲線とは異なる、自車両の走行に適したクロソイド曲線を設定し、自車両に適したコーナ走行を行うことができる。

10

【 0 0 3 6 】

上述したように、この発明に係る制御装置では、過去のコーナ部の走行に際に得られた自車両と道端との間隔(距離)を利用して制御を行うことが可能であり、そのような間隔(距離)は、ナビゲーションシステムNVSによる自車両の位置とナビゲーションシステムNVSに記憶させてある道路情報とに基づいて求めることができ、またこれ以外にミリ波やマイクロ波、レーダ、レーザ、超音波などを使用して実測することとしてもよい。

20

【 0 0 3 7 】

さらに、上記の具体例では、算出したクロソイド曲線に沿うように走行する制御として、目標ヨーレートに基づいて左右の車輪の駆動トルクを制御する例を挙げたが、この発明における走行制御は、車輪の駆動トルクを制御する以外に、算出されたクロソイド曲線に基づく走行予定ラインをナビゲーションシステムNVSにおけるディスプレイやフロントガラスなどに表示し、これにより運転者に対してクロソイド曲線に沿った走行を促す制御であってもよい。また、この発明で対象とする車両は、前後いずれかの二輪を駆動輪とした車両であってもよく、その場合、クロソイド曲線に沿った走行を行うためのヨーを発生させるためには、その駆動輪の駆動力を大小に制御すればよく、あるいはそのような駆動トルクの制御を、操舵角の制御と併せて実行することとすればよい。

30

【 0 0 3 8 】

そして、この発明には、コーナ部での自車両と道端との間隔が前述した最小距離に一致する必要は特にはなく、最小距離以上であればよい。

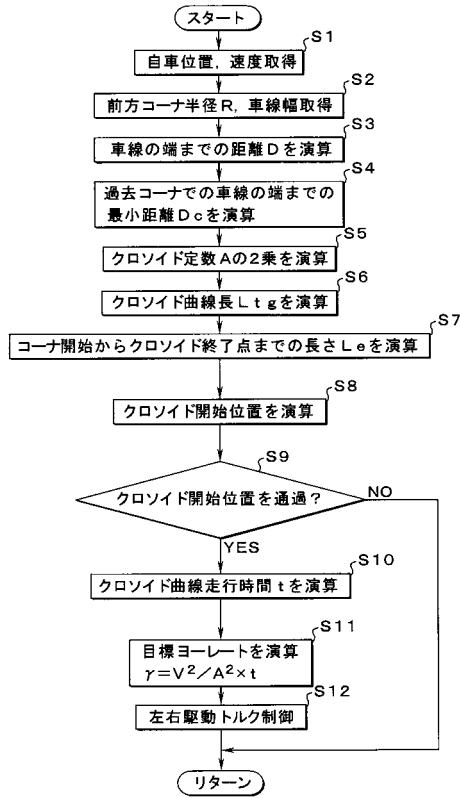
【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

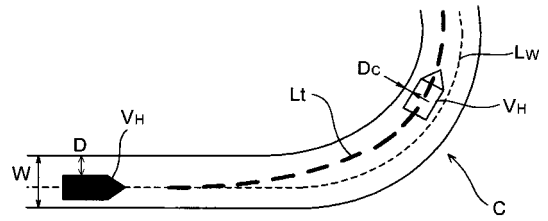
WFL, WFR...前輪、 WRL, WRR...後輪、 MFL, MFR, MRL, MRR...モータ、 BFL, BFR, BRL, BRR...ブレーキ、 MCR...モータコントローラ、 NVS...ナビゲーションシステム、 C...コーナ部、 VH...自車両。

40

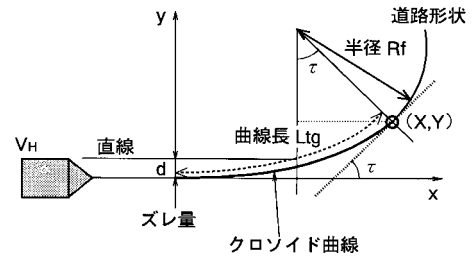
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

