

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2010/032532 A1

(43) 国際公開日

2010年3月25日(25.03.2010)

PCT

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
B60R 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/062020
- (22) 国際出願日: 2009年6月24日(24.06.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-240166 2008年9月19日(19.09.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 樋口未来 (HIGUCHI, Mirai) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 太田亮(OTA,

Ryo) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所 オートモチブシステムグループ内 Ibaraki (JP). 中拓久哉 (NAKA, Takuya) [JP/JP]; 〒3120034 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所 機械研究所内 Ibaraki (JP). 坂野盛彦 (SAKANO, Morihiko) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 村松彰二 (MURAMATSU, Shoji) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 門司蕃彦 (MONJI, Tatsuhiko) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所 オートモチブシステムグループ内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: 井上学 (INOUE, Manabu); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

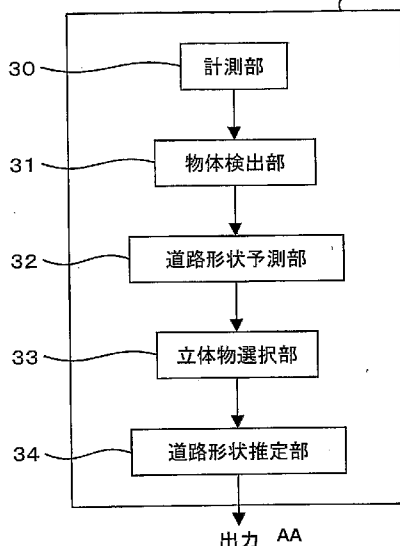
[続葉有]

(54) Title: TRAVELING ENVIRONMENT RECOGNITION DEVICE

(54) 発明の名称: 走行環境認識装置

第1図

1. 走行環境認識装置



- 1 TRAVELING ENVIRONMENT RECOGNITION DEVICE
- 30 MEASUREMENT UNIT
- 31 OBJECT DETECTION UNIT
- 32 ROAD SHAPE PREDICTION UNIT
- 33 THREE-DIMENSIONAL OBJECT SELECTION UNIT
- 34 ROAD SHAPE ESTIMATION UNIT
- AA OUTPUT

(57) Abstract: In order to perform vehicle control, alarm processing, and the like which will not bring uncomfortable feeling to a user in speed adjustment, alarm processing, and the like corresponding to road shapes including a curve, it is necessary to recognize both the near and far road shapes with high precision. A traveling environment recognition device is provided with a measurement unit for measuring a subject, a three-dimensional object detection unit for detecting a three-dimensional object on the basis of a signal acquired by the measurement unit, a road shape prediction unit for predicting the shape of a road on which a vehicle travels, a three-dimensional object selection unit for selecting only a three-dimensional object in a predetermined range from the point of the road predicted by the road shape prediction unit from among the three-dimensional objects detected by the three-dimensional object detection unit, and a road shape estimation unit for estimating the shape of the road on the basis of positional information relating to the three-dimensional object selected by the three-dimensional object selection unit.

(57) 要約: カーブなどの道路形状に応じた速度調整や警報処理などにおいて、運転者にとって違和感のない車両制御や警報処理等を行うためには、近くだけでなく遠方の道路形状を高精度に認識する必要がある。走行環境認識装置は、対象物を計測する計測部と、前記計測部が取得した信号に基づいて立体物を検出する立体物検出部と、自車が走行する道路の形状を予測する道路形状予測部と、前記立体物検出部が検出した立体物の中から、前記道路形状予測部が予測した道路の箇所から所定の範囲内の立体物のみを選択する立体物選択部と、前記立体物選択部が選択した立体物の位置情報に基づいて前記道路の形状を推定する道路形状推定部とを備える。

WO 2010/032532 A1



BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称

走行環境認識装置

技術分野

本発明は、道路形状を認識する走行環境認識装置に関する。

背景技術

レーダ等を用いて先行車の車速に合わせて自車の車速を制御するアダプティブ・クルーズ・コントロール（ACC）が製品化されている。更に近年では、ナビゲーションシステムを用いて自車前方のカーブを検知し、カーブで自動的に減速するACCも開発された。このように自車の走行状態だけでなく、道路形状等の情報に基づいて車両を制御したり、運転者に警報を発するシステムでは、道路形状の検知誤差や工事による道路形状の変更、自車とカーブ等の道路形状までの距離の算出誤差などの影響により制御・警報タイミングにずれが発生するなどの問題がある。このため、道路形状をリアルタイムかつ高精度に計測する技術が重要となってくる。

ここで、ミリ波レーダを用いて静止物を検出し、検出した静止物の中から前回の処理結果や、ヨーレートセンサや操舵角センサを用いて道路形状の推定に有効な静止物のみを選択して、カーブを推定する技術がある（特許文献1参照）。ここでは、前回の処理結果を用いる代わりに、複数道路形状を仮定して有効な静止物を道路形状毎に選択して、選択された静止物が最も多かったものを道路形状の推定に有効な静止物として選択するという手法もある。

先行技術文献

特許文献

特許文献 1 : 特開 2 0 0 7 - 6 6 0 4 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

しかし、特許文献 1 の手法では、前回の処理結果の道路形状に基づいて立体物を選択するのみであるため、道路形状が不連続である場合や、前回の処理で道路形状を誤って推定してしまった場合などに精度良く道路形状を推定することが難しい、という課題がある。また、前回の道路形状に基づいて静止物を選択する代わりに、複数の道路形状に対して静止物を選択する処理を行い、最も選択された静止物が多かった場合の静止物を有効とするため、複数の道路形状分だけ立体物選択処理を行う必要がある。また、道路形状に沿った立体物以外に多数の立体物を含む走行環境では誤った静止物を選択してしまうという課題がある。

そこで、本発明の目的は、車線や縁石等の道路を構成する物体が見えない遠方においても、高精度に道路形状を推定することができる走行環境認識装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

上記課題を解決するため、本発明の望ましい態様の一つは次の通りである。

走行環境認識装置は、対象物を計測する計測部と、前記計測部が取得した信号に基づいて物体を検出する物体検出部と、自車が走行する道路の形状を予測する道路形状予測部と、前記物体検出部が検出した物体の

中から、前記道路形状予測部が予測した道路の箇所から所定の範囲内の立体物のみを選択する立体物選択部と、前記立体物選択部が選択した立体物の位置情報に基づいて前記道路の形状を推定する道路形状推定部とを備える。

発明の効果

本発明によれば、車線や縁石等の道路を構成する物体が見えない遠方においても、高精度に道路形状を推定することができる走行環境認識装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

第1図は走行環境認識装置1の機能ブロック図。

第2図は走行環境認識装置を含む車載システムを示す構成図。

第3図はステレオカメラの原理を示す図。

第4図は走行環境認識機能のフローチャート。

第5図は物体の3次元位置の座標系を示す図。

第6図は走行環境認識機能の一連の処理でカーブ形状を推定する処理を示す図。

第7図は走行環境認識機能の一連の処理で道路の勾配を推定する処理を示す図。

第8図はカーブの形状を2本の直線の組み合わせで表す例を示す図。

第9図はカーブの形状を曲線で表す例を示す図。

第10図は自車が走行中であっても道路勾配を算出する手法を示す図。

第11図はコントロールユニットの車両制御機能、警報機能のフローチャート。

第 1 2 図はコントロールユニットの適性速度の算出方法を示す図。

第 1 3 図はコントロールユニットの適性速度の算出方法を示す図。

第 1 4 図はコントロールユニットの適性速度の算出方法を示す図。

第 1 5 図はコントロールユニットの適性速度の算出方法を示す図。

第 1 6 図はコントロールユニットの適性速度の算出方法を示す図。

発明を実施するための形態

以下、図面を参照して実施例について説明する。

走行環境認識装置 1 は、第 1 図に示す計測装置が 2 台のカメラにより構成され、第 2 図に示すような走行環境認識装置 1 に適用される。

走行環境認識装置 1 は、カメラ（撮像部）4 a とカメラ 4 b とにより車両周囲の環境を認識する機能を実現する。この時、カメラは 3 つ以上備えていても良い。また、カメラとは別体のコントロールユニット 2 や図示しない画像処理ユニットなどがカメラ 4 a 及びカメラ 4 b から画像を取込んで処理する構成でも良い。

ここで、本走行環境認識装置 1 は、第 3 図に示すように複数のカメラで同一計測点を撮像した際に、生じる見え方の違い（以降、視差）を用いて、三角測量の原理で距離を求めることができる構成となっている。例えば、対象までの距離を Z，カメラ間の距離を B，カメラの焦点距離を f，視差を δ とすると、距離 Z は式 1 で求めることができる。

$$Z = \frac{B \times f}{\delta} \quad \dots(\text{式1})$$

走行環境認識装置 1 は車両に搭載されて第 2 図に示す車載システム 3 に適用される。この車載システム 3 は、走行環境認識装置 1 がこの車両

(以下、自転車という。)の前方に存在する車線及び立体物を検出し、コントロールユニット2に送信し、検出結果に基づいて車両を制御、あるいは乗員に危険を報知するための装置である。

この走行環境認識装置1の例では、カメラ4a及びカメラ4bに加え、CPU6、RAM9、プログラムROM10と、データROM7から構成されている。また、コントロールユニット2はCPU12、RAM11、プログラムROM14、データROM13とから構成されている。そして、車載システム3では、この走行環境認識装置1とコントロールユニット2が接続されており、更に車室内に設置されて各種画像及び各種情報を表示するためのディスプレイ15と、自転車が障害物に衝突する危険性がある際に警告音声を発生するスピーカ19と、エンジンを始動する際にONとなるイグニッションスイッチ20とシステムを起動する起動スイッチが接続されており、ディスプレイ15の表示制御をはじめとして当該車載システム全体の動作をコントロールユニット2が制御する構成である。

走行環境認識装置1は、例えば自転車室内のルームミラー部に取付けられて、自転車前方の様子を所定の俯角、取付け位置で撮像するようになっている。カメラ4a及びカメラ4bにより撮像された自転車前方の画像(以下、撮像画像という)は走行環境認識装置1内部のRAM9に取込まれ、自転車前方の車線及び立体物を検出するとともに、道路形状を推定し、表示画像に検出結果を描画するか、コントロールユニット2が自転車が推定した道路形状に対して自転車の速度が超過しており、道路の逸脱の危険性があると判断した場合などには、コントロールユニット2の制御の基でディスプレイ15とスピーカ19、またはディスプレイ15あるいはスピーカ19のいずれかにより運転者に報知する。あるいは危険を

回避、軽減するように車両をコントロールユニット2により制御しても良い。

ディスプレイ15は、例えばLCD (Liquid Crystal Display) 等の表示機器からなり、コントロールユニット2による表示制御のもとで、例えば図示しないナビゲーションシステムによる走行経路案内の画像や、走行環境認識装置1の画像等の各種画像を表示する。また、このディスプレイ15は、走行環境認識装置1により急カーブ等を認識した時、このコントロールユニット2による制御のもとで、急カーブなどが存在する旨を報知するメッセージを表示する。

コントロールユニット2は、CPU12、RAM11、データROM13やプログラムROM14がバスを介して接続された構成であり、CPU12がプログラムROM14に格納された各種制御プログラムを実行することで、システム全体の動作を制御する。

走行環境認識装置1では、プログラムROM10に車線や立体物などを検知するとともに、道路形状を推定する走行環境認識プログラムが格納されており、エンジンを始動するとCPU6がこれらのプログラムを実行することで、走行環境認識機能が実現され第1図の機能ブロック図のように物体検出部31、道路形状予測部32、立体物選択部33、道路形状推定部34として機能する。

物体検出部31は、計測部30であるカメラ4a及びカメラ4bの撮像画像を処理して、車線などの路面標示と、縁石や樹木や建物といった立体物を検出する機能を有する。

道路形状予測部32は、物体検出部31で検出した車線を基に遠方の道路形状を予測する機能を有するものである。この予測は、車線だけでなく、ガードレールや縁石など道路を構成する立体物で予測しても良く、

車線でなければならないといった制約はない。

立体物選択部 3 3 は、道路形状予測部 3 2 により予測した道路形状付近の立体物を選択する機能を有する。

道路形状推定部 3 4 は、立体物選択部 3 3 により選択した立体物の 3 次元位置情報と道路形状予測部 3 2 で道路形状を予測する際に用いた車線情報とを用いて道路形状を再度求める機能を有する。

以上のように構成される走行環境認識装置 1 は、CPU 6 が走行環境認識プログラムを実行することで、車線や縁石等の道路形状を構成している物体が見えない遠方においても、道路に沿って存在する樹木や建物といった立体物を正しく選択して、選択した立体物の位置情報を利用することで近距離から遠方まで精度良く道路形状を推定することができる。そして、認識結果を入力画像に重畳した画像等をディスプレイ 1 5 に出力するとともに、認識結果をコントロールユニット 2 に送信し、コントロールユニット 2 の制御のもとで危険があると判断した場合は、減速する制御を行うか、あるいは警報音を発生させて、車両の乗員に報知するようにしている。この減速する制御を行う際に、エンジンプレーキや改正ブレーキを用いる、走行路が上り坂または走行路の先が上り坂の場合は減速制御を行わないことで燃費を向上することができる。

ここで、以上のような走行環境認識装置 1 において、画像を撮像し道路形状を推定して結果を出力するまでの一連の処理の流れを、フローチャートを参照しながら説明する。

第 4 図に示す一連の処理は、イグニッションスイッチ 2 0 がオンとなった時にスタートし、イグニッションスイッチ 2 0 がオフとなるまで繰り返し行われる。自車が走行中であるか停止中であるか、また、ディスプレイ 1 5 に表示されている画像がナビゲーションシステムの走行経路

案内画像かその他の映像であるかに拘わらず実施される。但し、自車が走行中であるか停止中であるか、また、ディスプレイ15に表示されている画像がナビゲーションシステムの走行経路案内画像かその他の映像であるかに応じて、処理の実施を決定する構成としても良い。

まず、イグニッションスイッチ20がオンとなると、走行環境認識装置1により走行環境認識プログラムが実行され、初期化処理を実行する（ステップ101）。この初期化処理の中で初期化フラグを、ONに設定する。次に、システムの起動スイッチ21がONか否かを判定する（ステップ102）。システムの起動スイッチ21がONとなった時、処理領域初期化フラグがONか否かを判定し（ステップ103）、初期化フラグがONの場合は初期化処理を実行する（ステップ104）。そして、初期化フラグをOFFに設定する（ステップ105）。

その後、物体検出部で車線、縁石やガードレール、建物や樹木などの物体を検出するとともに、カメラaとカメラbの見え方の違いから距離を算出して物体の3次元位置を得る（ステップ106）。但し、この時の3次元座標系は、例えば第5図に示すようにカメラaとカメラbの中間点を原点とし、自車進行方向をZ、水平方向をX、垂直方向をYとする直行座標系で表すものとする。物体検出部は例えば、車線や立体物は、カメラa及びカメラbの撮像画像を処理することで得られる3次元データを解析し、垂直構造物を立体物、水平かつ連続に存在する白線を車線として検出することができる。2台以上のカメラ（以下、ステレオカメラ）を用いることにより、分解能の高い3次元データが得られるため、遠方の分解能が低くなる領域を除けば、車線や縁石等の小さい対象を高精度に検出することができる。また、ステレオカメラでは、立体物の検出性能がレーダなどのように対象物の反射特性に依存しないため、草木

や建物など多種多様な物体を検出でき、道路形状に沿った物体についてもより多くの対象を検出することができる。

そして、ステップ106では、例えば検出した車線からN点の位置情報のリスト $LL = \{(X_1, Z_1), (X_2, Z_2), \dots, (X_N, Z_N)\}$ を生成し、式2の2次関数

$$X = a \times Z^2 + b \times Z + c \quad (\text{式2})$$

を最小二乗法などにより当てはめることにより予測する（ステップ107）。この時、2次関数以外に直線や多項式、複数の直線の組み合わせ、多項式の組み合わせ等により道路形状を予測しても良い。また、この時、第6図に示すように道路を真上から見たX-Z座標系で道路形状を予測するとカーブが、第7図に示すように道路を真横からみたY-Z座標系で道路形状を予測すると勾配が予測できる。カーブの道路形状を2本の直線で道路形状を予測した例を第8図に、曲線を現す多項式で道路形状を予測した例を第9図に示す。また、道路形状予測部は、車線の位置情報の代わりに縁石、ガードレール、中央分離帯、アスファルトと道路端の境界など道路の形状を構成する物体から道路形状を予測しても良い。更に、道路形状の予測は、ステップ106の検出結果以外に、図示しないナビゲーションシステムの地図データベースとGPSとを用いて自車が走行中の道路形状を地図データベースから取得して予測しても良い。この時、ステレオカメラを用いて道路形状を予測すると、単眼のカメラ等と異なり車線や縁石などの3次元位置が求まるためより精度の良い道路形状の予測ができる。

そして、ステップ107により予測した道路形状に対して所定の範囲を設けた立体物選択領域（第6図、第7図）を設定し、その領域内のもので選択して立体物のM点の位置情報のリスト $RL = \{(X_1', Z_1'),$

$(X_2', Z_2'), \dots, (X_M', Z_M')$ を得る(ステップ108)。この時、遠方予測精度が低く立体物の検出精度が低くなるため、立体物を選択する領域を遠方広く取っても良い。またステレオカメラは、近距離では車線や縁石等の道路形状を構成する物体に加え、建物等の道路に沿った立体物の両方を検出できるため、近距離で車線や縁石等の位置情報と道路に沿った立体物の位置情報の差を求めておき、この車線と道路に沿った立体物の位置情報の差を考慮して立体物選択領域を設定することができる。これにより車線数が多い広い道路でも正しく立体物を選択することができる。そして、車線や縁石といった実際に道路形状を構成する物体から予測した道路形状に基づいて立体物を選択することで、道路形状に沿った立体物を高精度に選択することができる。

更に、ステップ109では、ステップ107の道路形状の予測で用いた車線の位置情報のリストLLと、ステップ108で選択した立体物の位置情報のリストRLとを用いて2次関数等の当てはめを行い、道路形状を推定する。または、ステップ108で選択した立体物の位置情報のリストRLのみを用いて2次関数等の当てはめを行っても良い。また、リストRLを用いた2次関数等の当てはめの結果を用いて再度立体物を選択して、再度2次関数などを当てはめるといったように、複数回ステップ108と109を繰り返す構成でも良い。ステップ107の道路形状の予測では、近距離の車線等から遠方までの道路形状を予測していたが、遠方の立体物の位置情報を加えて道路形状を推定することで遠方においても誤差の少ない推定結果を得ることができる。ステレオカメラでは、3次元データの分解能が高く、多種多様な立体物を検出できることからより多くの立体物を利用することができる。また、自車が第10図のように坂道を走行中の場合であっても、道路面と、垂直立体物の成す

角度 θ を算出することで、現在走行している坂道の勾配を求めることができる。特にステレオカメラは分解能が高く、道路面と、垂直立体物の成す角度 θ を精度良く算出できる。

次に、ステップ110では、推定した道路形状からカーブまでの距離、カーブ半径、坂までの距離、勾配の角度、道路端の立体物の高さ等を算出した結果や立体物の種別、先行車や対向車や静止車両の位置や相対速度、車線の種別などのうち少なくとも1つを出力する。

以上により求めた道路形状推定結果に基づいて、コントロールユニット2は制御・警報内容を決定し、車両を制御するか乗員に警報を発する、あるいは車両を制御し、かつ乗員に警報を発する処理を行う。その処理について第11図のフローチャートに沿って説明する。ここでは、道路形状に応じて適正車速を求め、減速、警報処理を実施する例について説明するが、道路形状に応じて自動的に旋回する等の処理を行っても良い。

この第11図に示す一連の処理は、イグニッションスイッチ20がオンとなった時にスタートし、イグニッションスイッチ20がオフとなるまで繰り返し行われる。自車が走行中であるか停止中であるか、また、ディスプレイ15に表示されている画像がナビゲーションシステムの走行経路案内画像かその他の映像であるかに拘わらず実施される。但し、自車が走行中であるか停止中であるか、また、ディスプレイ15に表示されている画像がナビゲーションシステムの走行経路案内画像かその他の映像であるかに応じて、処理の実施を決定する構成としても良い。

まず、イグニッションスイッチ20がオンとなると、コントロールユニット1により運転支援プログラムが実行され、初期化処理を実行する(ステップ201)。この時、ナビゲーションプログラム等の各種プロ

グラムが同時に実行されていても良い。次に、システムの起動スイッチ21がONか否かを判定する(ステップ202)。そして、システムの起動スイッチ21がONとなった時、道路形状認識結果受信処理を実行し道路形状の情報をRAM11に格納する(ステップ203)。

次に、ステップ204により道路形状に応じた適性速度を算出する。例えば、カーブの場合であれば第12図から第16図に示すように道路形状に応じて予め適性車速を設定しておくことで、道路形状にあった適性車速を得ることができる。第12図の例では、見通しが良い場合は、見通しが悪い場合よりも適性車速を高く設定する。第13図の例では、対向車なしの場合は、対向車ありの場合よりも適性車速を高く設定する。第14図の例では、先行車が存在する場合は、先行車の車速に近づくように適性車速を補正する。第15図の例では、道路脇の立体物のうちもっとも自車に近い立体物の種別が、草か縁石かガードレールか壁か土手かにより適正車速を決定する。第16図の例では、道路の車線数に応じて適性車速を決定する。その他、車線が実線か破線か二重線か車線が無いかによって適性車速を決定しても良い。前述の走行環境認識装置で、立体物の位置情報を利用して遠方までの道路形状を高精度に推定した結果を利用することで、道路形状に応じた目標車速をリアルタイムで求めることができる。更に、ステレオカメラ等では、道路形状に加え道路脇の立体物の種別や車線数等も識別できるため、道路形状に加え道路脇の立体物の種別や車線数等の情報も利用してより走行路に合った目標車速を算出できる。

そして、ステップ205では、ステップ204により求めた適性車速と自車の車速とを比較し、自車の車速の方が大きければブレーキ、エンジンブレーキ、回生ブレーキのいずれか少なくとも1つで減速制御する

か、あるいは運転者に速度超過を警告するメッセージや音声、警告を発する。この時、減速制御と警告を同時に行っても良い。また、警報は、ディスプレイかスピーカのいずれか、あるいはディスプレイとスピーカの両方を用いて乗員に警報を発する。ここで、警報にはディスプレイ、スピーカの他にシートベルトや、アクセル、ブレーキペダル、ステアリング、シート等を振動させるなどによって警報を発しても良い。

以上説明したように、走行環境認識装置1では、カメラ4a及び4bで撮像した画像を処理し、車線や縁石といった道路を構成する物体から道路形状を予測し、道路形状を構成する車線等により予測した結果を基に道路に沿って存在する建物、樹木等を含む立体物を正しく選択することで、白線や縁石などに加えその他の立体物の位置情報を利用できるため、高精度な道路形状推定が実現できる。特にステレオカメラを用いると、車線や縁石を検出できるだけでなくその3次元位置を取得できるため道路形状を精度良く予測できるとともに、草木を含む多種多様な立体物を検出できるため、多くの立体物の位置情報を利用することができる。

また、走行環境認識装置1の道路形状推定部が、車線などの道路を構成する物体と建物などの道路に沿って存在する物体の距離を算出し、道路形状の推定に用いる立体物の位置情報を補正することで、車線等の道路形状を構成する物体と、建物等の道路に沿って存在する物体の位置誤差を吸収できるため、より精度の良い道路形状の推定が可能となる。または、車線などの道路を構成する物体と建物などの道路に沿って存在する物体の距離を算出する代わりに、自車走行車線の左側に存在する車線数、右側に存在する車線数を求め、車線数に応じて道路形状の推定に用いる立体物の位置情報を補正する構成でも良い。

尚、カーナビゲーションシステムと地図データベースとを具備し、カ

ナビゲーションから得られる自車位置と、地図データベースから得られる地図データとから走行中の道路が高速道路か一般道かなどの道路種別を判定し、道路種別などに基づいて、道路を2次関数で表すか、3次関数で表すか等を決定する構成にしても良い。

また、走行環境認識装置1における一連の処理または一部の処理を、コントロールユニット2内あるいは図示しない別の処理装置で処理される構成でも良く、コントロールユニット2の処理が走行環境認識装置1内で処理される構成でも良い。

以上では、計測部として2つのカメラを用いる例を示したが、カメラ1つのみ、レーザレーダ、ミリ波レーダ、超音波センサなどを用いた構成でも良く、またはカメラ、レーザレーダ、ミリ波レーダ、超音波センサなどを組み合わせた構成であっても良い。例えば、単眼カメラとレーダを組み合わせ、単眼カメラで車線を検出し、レーダで立体物を検出することで、上記と同様の処理を実現できる。

更に、 $X-Z$ 平面や $Y-Z$ 平面などの2次元平面上での道路形状の当てはめだけでなく、 $X-Y-Z$ 空間で平面や曲面の当てはめを行うことでカーブや勾配に加えバンク等の道路形状も推定することができる。

本実施例では、物体選択部が駐車車両等の障害物を含んだ立体物を選択することで、道路内に駐車車両等の障害物が存在する場合に、駐車車両の手前を通る経路を道路形状として推定する構成であっても、道路内に駐車車両が存在する場合に立体物選択部が道路内にある立体物が駐車車両であるか否かを識別して駐車車両を除外して立体物を選択することで本来の道路形状を推定する構成であっても良い。更に、立体物選択部が先行車などの移動物を除外して立体物を選択することで、道路内に先行車等が存在する場合であっても正しく道路形状を推定することができ

る。

本走行環境認識装置が出力する、カーブまでの距離とカーブ半径、曲率、カーブ接線角度、坂までの距離、坂の角度のすくなくとも1つから検出した道路形状を走行する適正速度を算出することで道路形状に応じた車両制御や警報処理が可能となる。

本実施例によれば、車線や縁石等の道路を構成する物体が見えない遠方においても、道路形状予測結果に基づいて、樹木や建物等の任意の立体物を含む立体物データから道路形状推定に用いる立体物を選択することで、道路形状が未知の場合であっても、前回の処理結果が誤っている場合でも、道路に沿った立体物以外に多数の立体物が存在する走行環境下においても、道路形状付近の立体物のみを選択することができ、高精度に道路形状を推定することが可能となる。

符号の説明

- 1 走行環境認識装置
- 2 コントロールユニット
- 3 車載システム
- 4 a, 4 b カメラ
- 6, 12 CPU
- 7, 13 データROM
- 9, 11 RAM
- 10, 14 プログラムROM
- 15 ディスプレイ
- 19 スピーカ
- 20 イグニッションスイッチ

- 2 1 起動スイッチ
- 3 0 計測部
- 3 1 物体検出部
- 3 2 道路形状予測部
- 3 3 立体物選択部
- 3 4 道路形状推定部

請 求 の 範 囲

〔請求項1〕

対象物を計測する計測部と、

前記計測部が取得した信号に基づいて物体を検出する物体検出部と、

自車が走行する道路の形状を予測する道路形状予測部と、

前記物体検出部が検出した物体の中から、前記道路形状予測部が予測した道路の箇所から所定の範囲内の立体物のみを選択する立体物選択部と、

前記立体物選択部が選択した立体物の位置情報に基づいて前記道路の形状を推定する道路形状推定部とを備える、走行環境認識装置。

〔請求項2〕

前記計測部は、撮像部、レーザレーダ、ミリ波レーダ、超音波センサのうち少なくとも1つを示す、請求項1記載の走行環境認識装置。

〔請求項3〕

前記道路形状予測部は、道路形状として、カーブ、勾配、バンクのうち少なくとも1つを予測し、前記道路形状推定部は、道路形状として、カーブ、勾配、バンクのうち少なくともいずれか1つを推定する、請求項1記載の走行環境認識装置。

〔請求項4〕

前記物体とは、車線、縁石、ガードレール、中央分離帯、アスファルトと道路端の境界、樹木、建物、標識、車などの移動物、壁のうち少なくとも一つを示す、請求項1記載の走行環境認識装置。

〔請求項5〕

前記道路形状推定部は、自車走行車線と前記立体物までの距離を算出して前記立体物の位置を補正し、当該補正した立体物の位置情報に基づ

いて道路形状を予測する、請求項1記載の走行環境認識装置。

〔請求項6〕

前記道路形状推定部は、自転車走行車線の隣にある車線数を検出し、前記立体物の位置を検出した車線数に応じて補正して、補正した立体物の位置情報に基づいて道路形状を予測する、請求項1記載の走行環境認識装置。

〔請求項7〕

地図データベースと自転車位置検出部を更に備え、

前記道路形状予測部は、前記地図データベースと前記自転車の位置情報とから得られる道路形状に基づいて道路形状を予測する、請求項1記載の走行環境認識装置。

〔請求項8〕

前記道路形状予測部は、前記自転車から所定の範囲内の道路形状を、車線、縁石、ガードレール、中央分離帯、アスファルトと道路端の境界、並木、標識のうち少なくとも一つに基づいて予測し、前記自転車から所定の範囲外の道路形状を、前記自転車から所定の範囲内の道路形状の算出結果に基づいて予測する、請求項1記載の走行環境認識装置。

〔請求項9〕

前記道路形状推定部は、道路内に障害物が存在する場合、前記障害物の手前を通る経路を道路形状として推定する、請求項1に記載の走行環境認識装置。

〔請求項10〕

前記立体物選択部は、道路内に移動物が存在する場合、当該移動物を除外して立体物を選択する、請求項1に記載の走行環境認識装置。

〔請求項11〕

前記立体物選択部は、道路内に駐車車両が存在する場合、道路内にある立体物が駐車車両であるか否かを識別し、当該駐車車両を除外して立体物を選択する、請求項1に記載の走行環境認識装置。

〔請求項12〕

カーブまでの距離、カーブ半径、カーブ曲率、カーブ接線角度、坂までの距離、坂の角度、勾配の変化率のうち少なくとも1つを出力する、請求項1に記載の走行環境認識装置。

〔請求項13〕

道路端の立体物の高さ、種別、先行車や対向車や静止車両の位置や相対速度、車線の種別、車線数のうち少なくとも1つを出力する、請求項1に記載の走行環境認識装置。

〔請求項14〕

走行環境認識装置、及び、当該走行環境認識装置に接続されるコントロールユニットの少なくとも一方が、カーブまでの距離、カーブ半径、曲率、カーブ接線角度、坂までの距離、坂の角度、勾配の変化率、道路端の立体物の高さ、道路端の立体物の種別、先行車や対向車や静止車両の位置や相対速度、車線の種別、車線数のうち、少なくとも1つから検出した道路形状を走行する適正速度を算出する、請求項12に記載の走行環境認識装置。

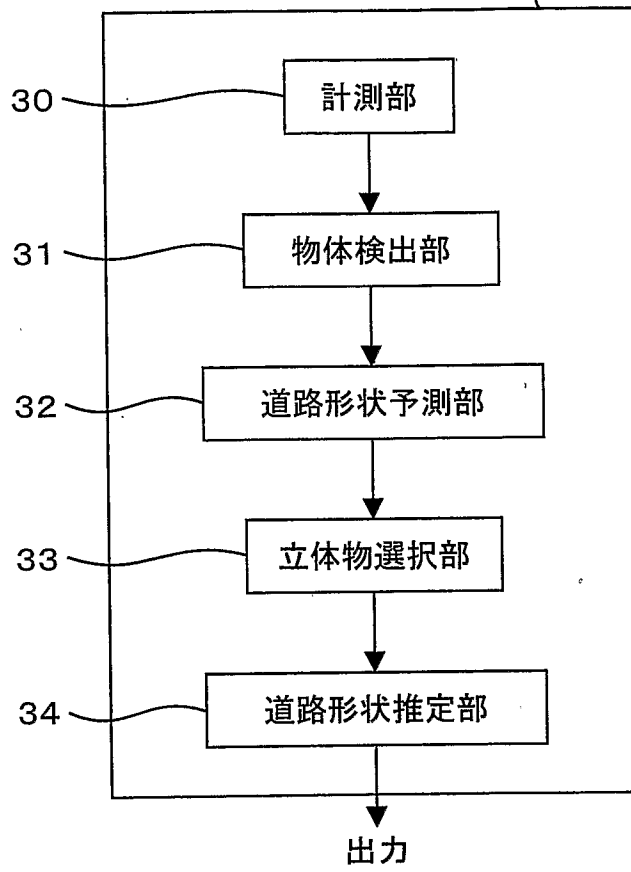
〔請求項15〕

走行環境認識装置、及び、当該走行環境認識装置に接続されるコントロールユニットの少なくとも一方が、カーブまでの距離、カーブ半径、曲率、カーブ接線角度、坂までの距離、坂の角度、勾配の変化率のうち少なくとも1つから減速の必要性があると判断した際、ブレーキ、エンジンブレーキ、回生ブレーキのうち少なくとも一つにより減速する、請

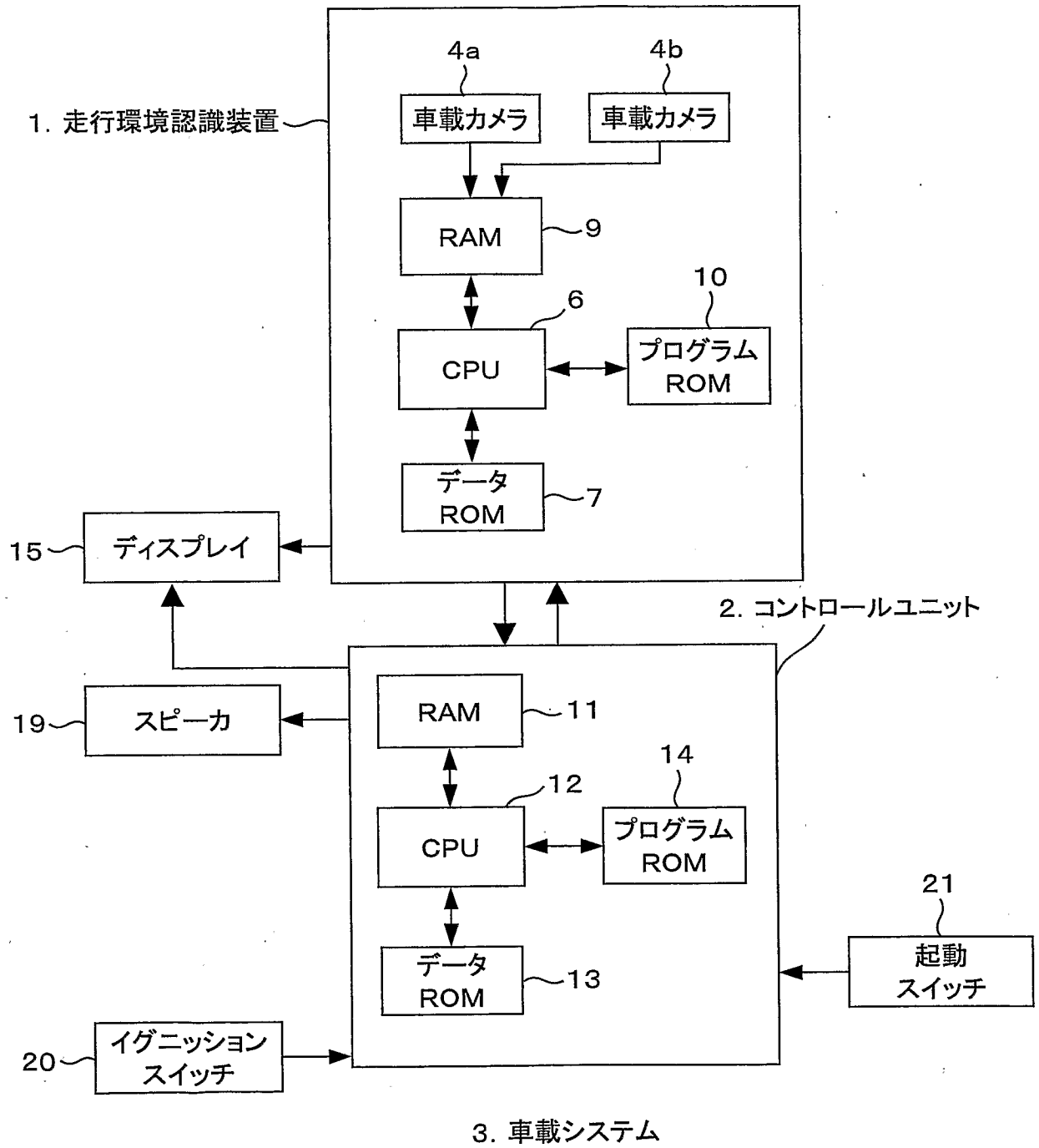
求項 1 2 記載の走行環境認識装置。

第1図

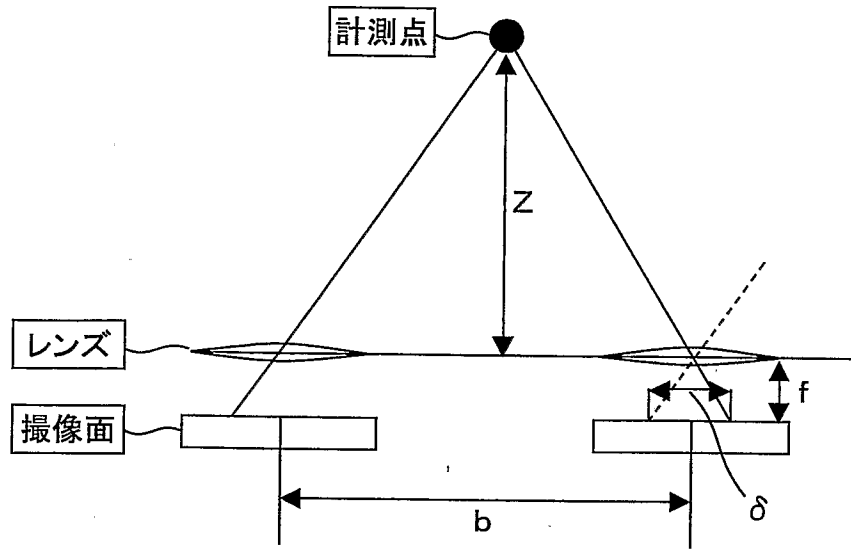
1. 走行環境認識装置



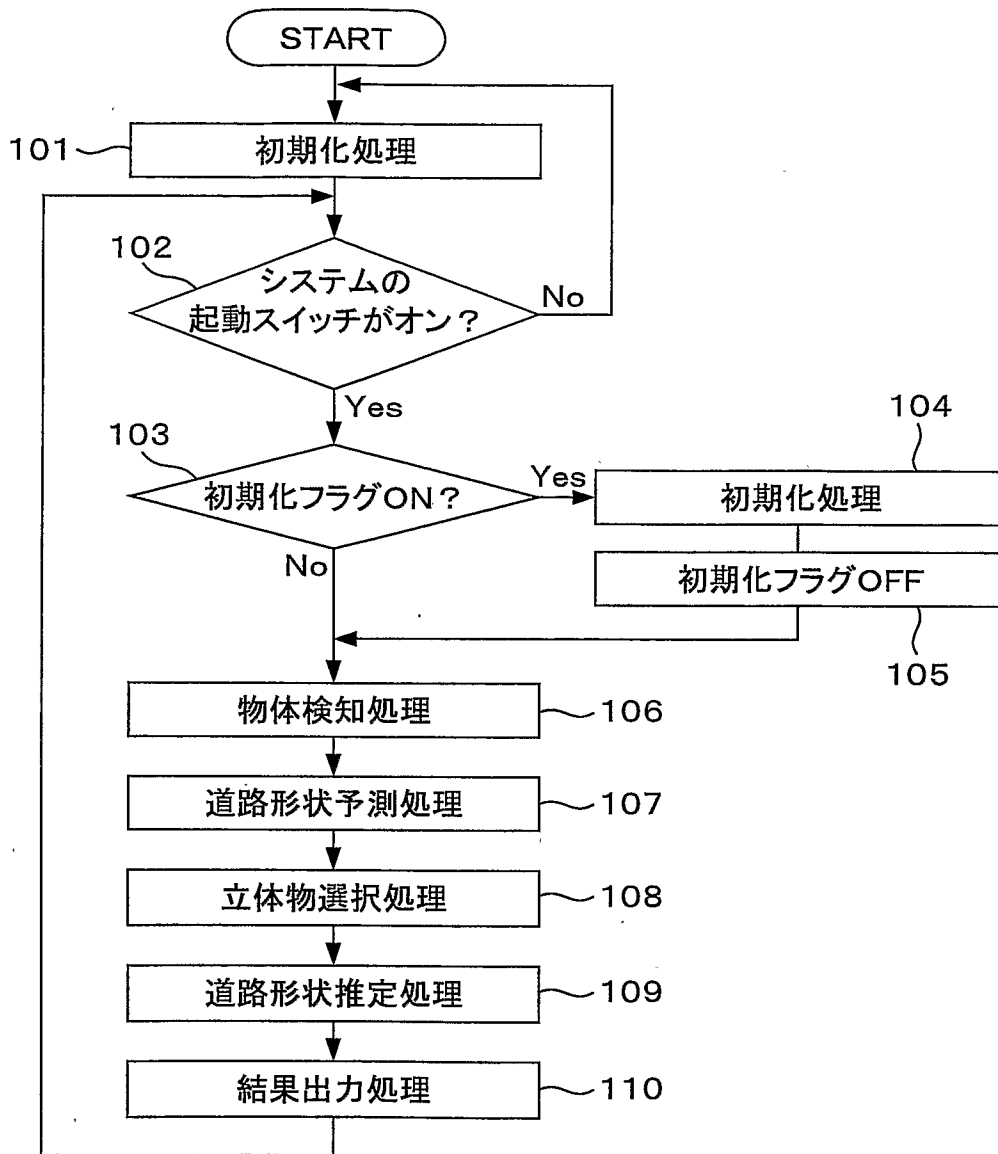
第2図



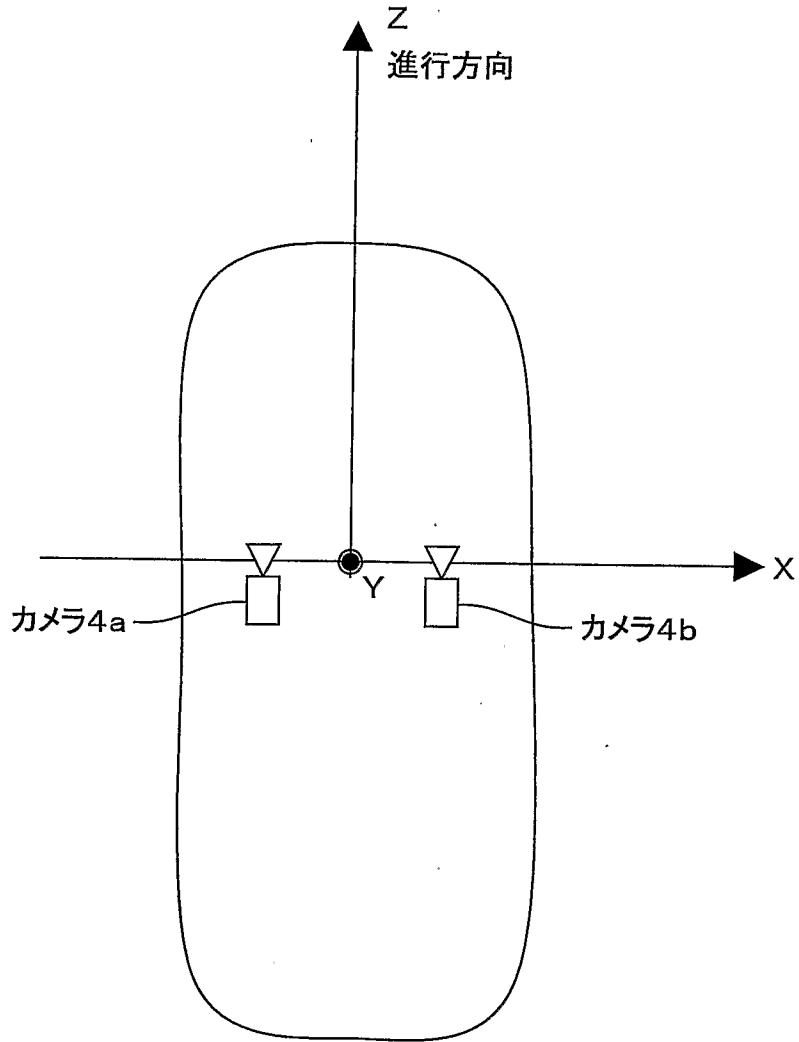
第3図



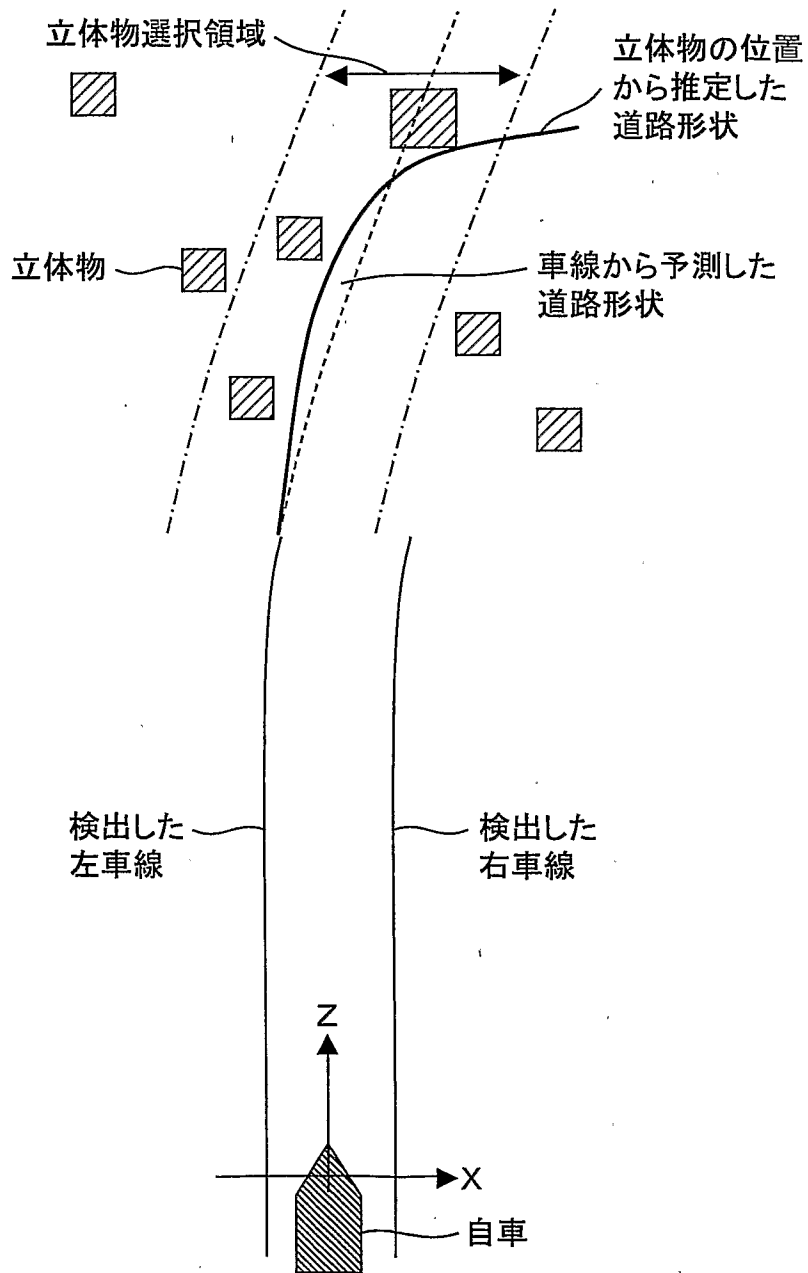
第4図



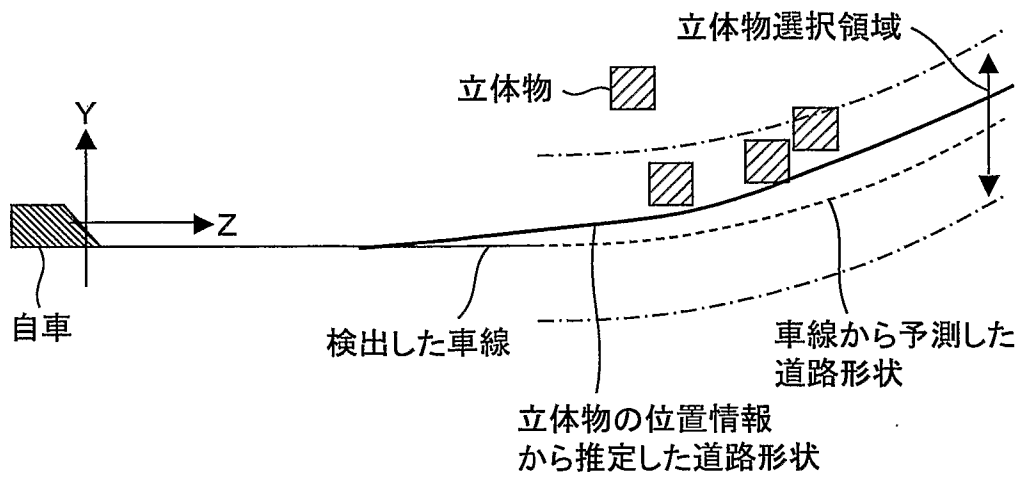
第5図



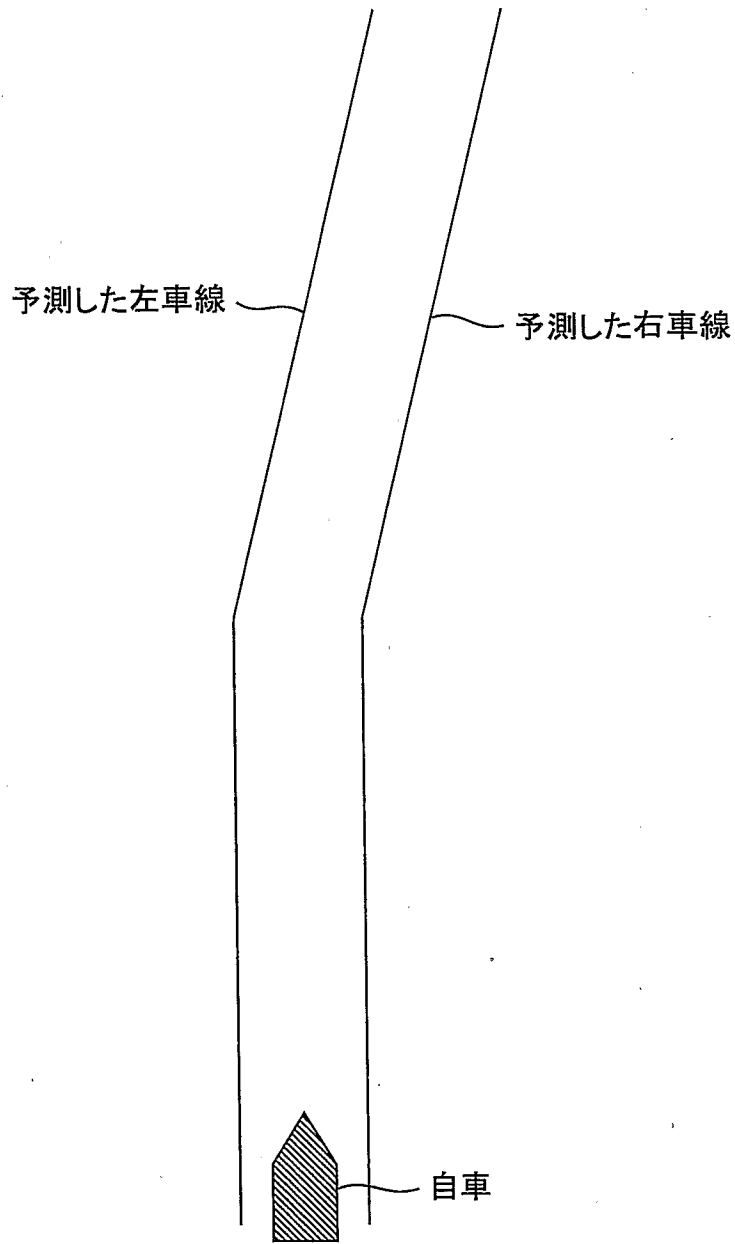
第6図



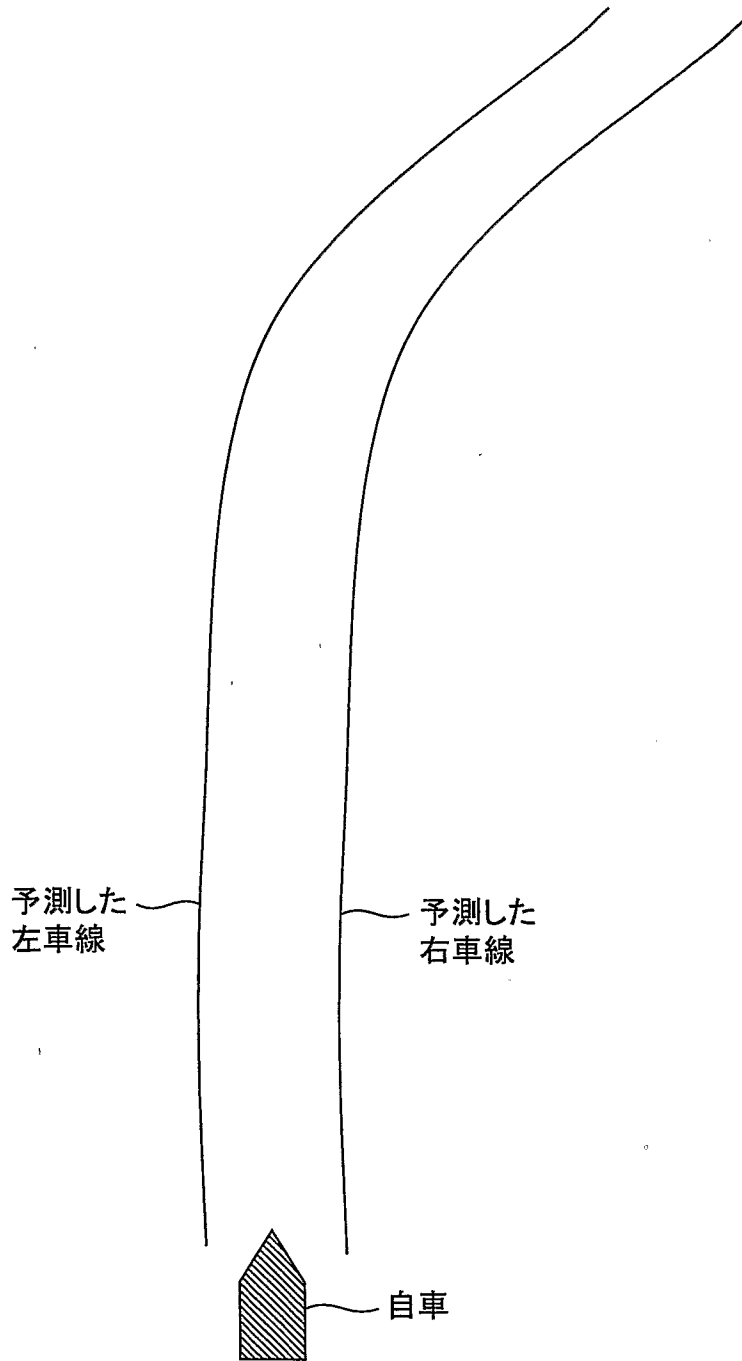
第7図



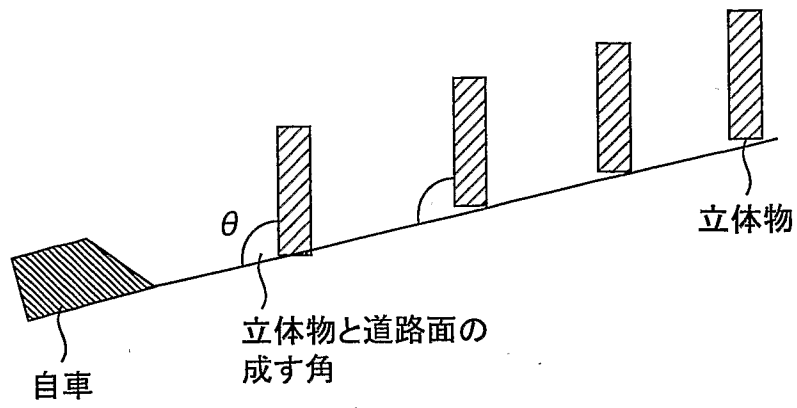
第8図



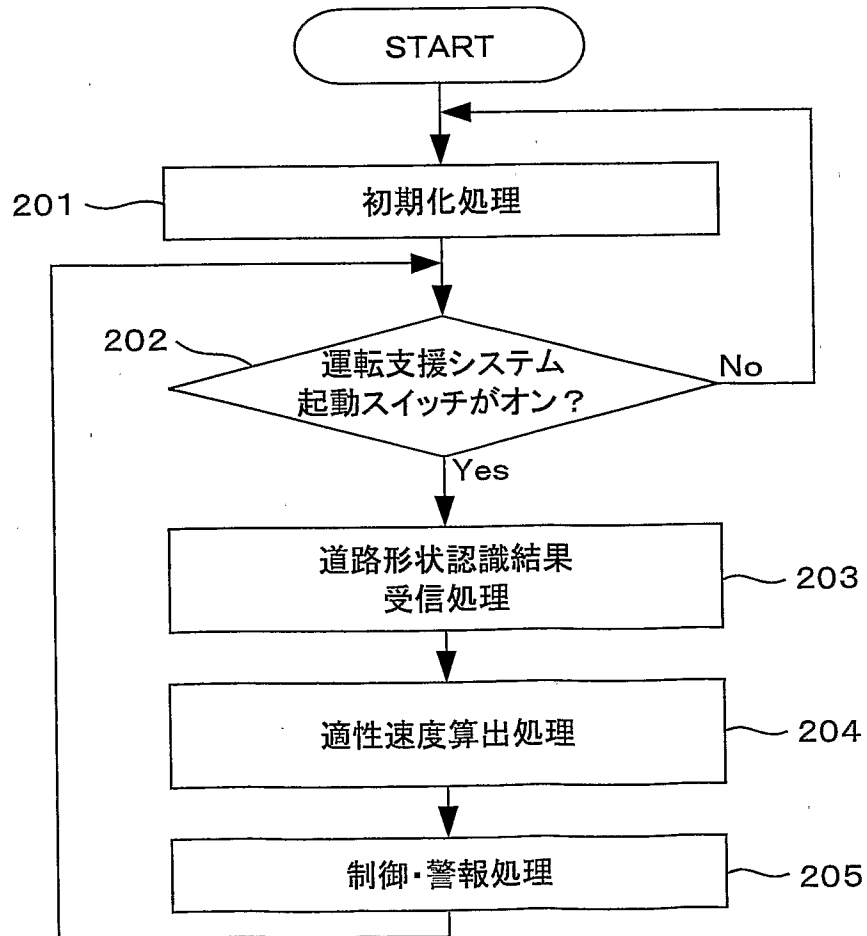
第9図



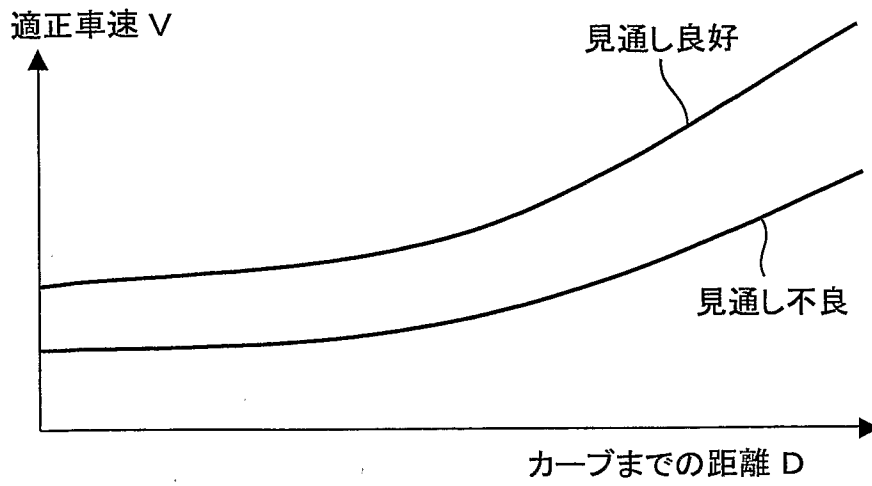
第10図



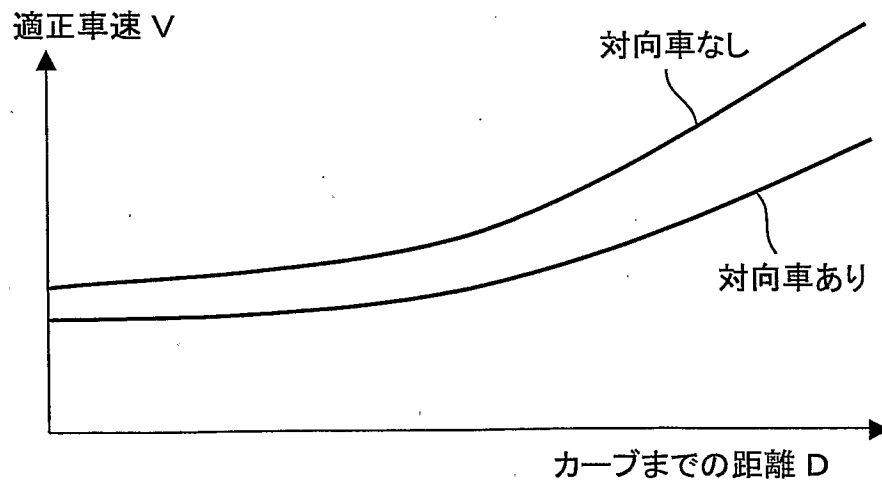
第11図



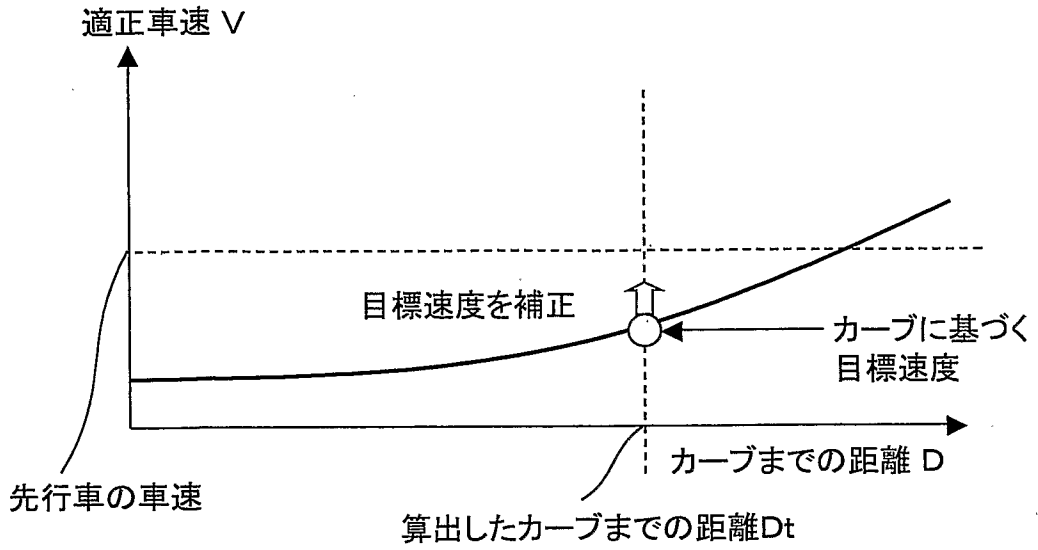
第12図



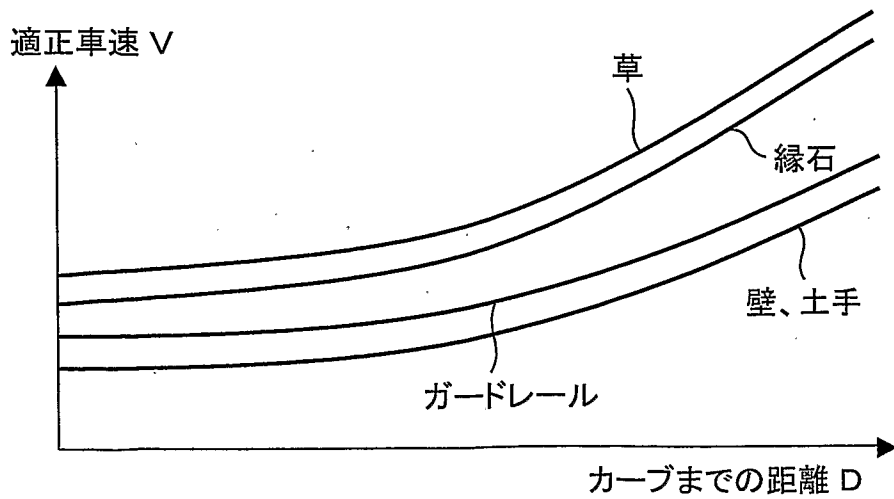
第13図



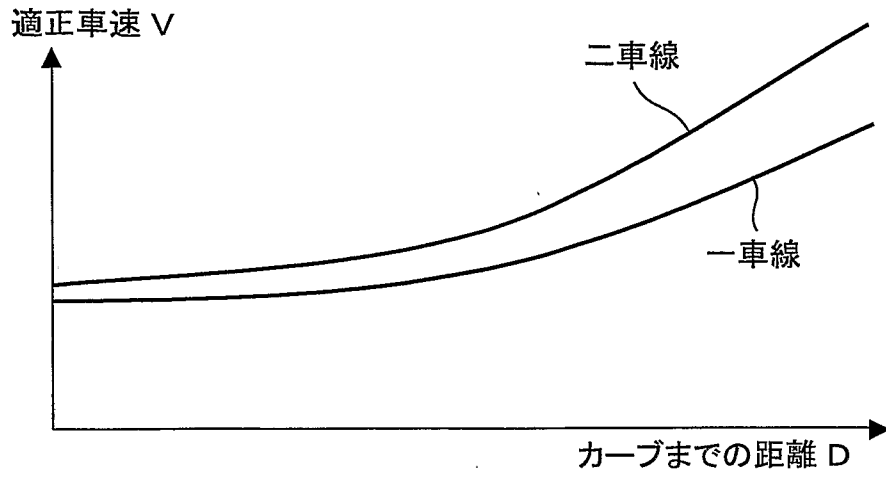
第14図



第15図



第16図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2009/062020
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 G08G1/16(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G08G1/16, B60R21/00, G06T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-066047 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 March, 2007 (15.03.07), Par. Nos. [0034] to [0044]; Figs. 11, 12 (Family: none)	1-4, 10, 12, 13

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 11 September, 2009 (11.09.09)	Date of mailing of the international search report 29 September, 2009 (29.09.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/062020

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions in claims 1, 2 are not considered to be novel over the invention disclosed in JP 2007-066047 A and have no special technical feature.

Therefore, the inventions in claims 1-15 clearly do not comply with the requirement of unity of invention, and are considered to contain eight inventions respectively linked by special technical features. The international search is carried on only claims 1-4, 10, 12, 13 classified into invention 1.

Incidentally, the inventions in claims 1, 2 which have no special technical feature are classified into invention 1.

(Continued to the extra sheet.)

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-4, 10, 12, 13

- Remark on Protest**
- the
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
 - The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
 - No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/062020

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

- (Invention 1) Inventions in claims 1-4, 10, 12, 13
- (Invention 2) Invention in claim 5
- (Invention 3) Invention in claim 6
- (Invention 4) Invention in claim 7
- (Invention 5) Invention in claim 8
- (Invention 6) Invention in claim 9
- (Invention 7) Invention in claim 11
- (Invention 8) Inventions in claims 14, 15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G08G1/16(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G08G1/16, B60R21/00, G06T1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2009年
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年
 日本国登録実用新案公報 1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	J P 2 0 0 7 - 0 6 6 0 4 7 A (三菱電機株式会社) 2007.03.15, 段落【0034】 - 【0044】, 図11, 図12 (ファミリーなし)	1-4, 10, 12, 13

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 11.09.2009	国際調査報告の発送日 29.09.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 日比谷 洋平 電話番号 03-3581-1101 内線 3316

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1、2に係る発明は、J P 2 0 0 7 - 0 6 6 0 4 7 Aに記載された発明に対して、新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

よって、請求項1-15に係る発明は、発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかであり、各特別な技術的特徴で連関する8の発明が含まれるものと認められが、発明1に区分した請求項1-4, 10, 12, 13についてのみ国際調査を行った。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1, 2に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1-4, 10, 12, 13に係る発明

(発明2) 請求項5に係る発明

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1-4, 10, 12, 13

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第Ⅲ欄の続き

- (発明 3) 請求項 6 に係る発明
- (発明 4) 請求項 7 に係る発明
- (発明 5) 請求項 8 に係る発明
- (発明 6) 請求項 9 に係る発明
- (発明 7) 請求項 1 1 に係る発明
- (発明 8) 請求項 1 4、1 5 に係る発明