

(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

(43) 国際公開日

2018年3月1日 (01.03.2018)



(10) 国際公開番号

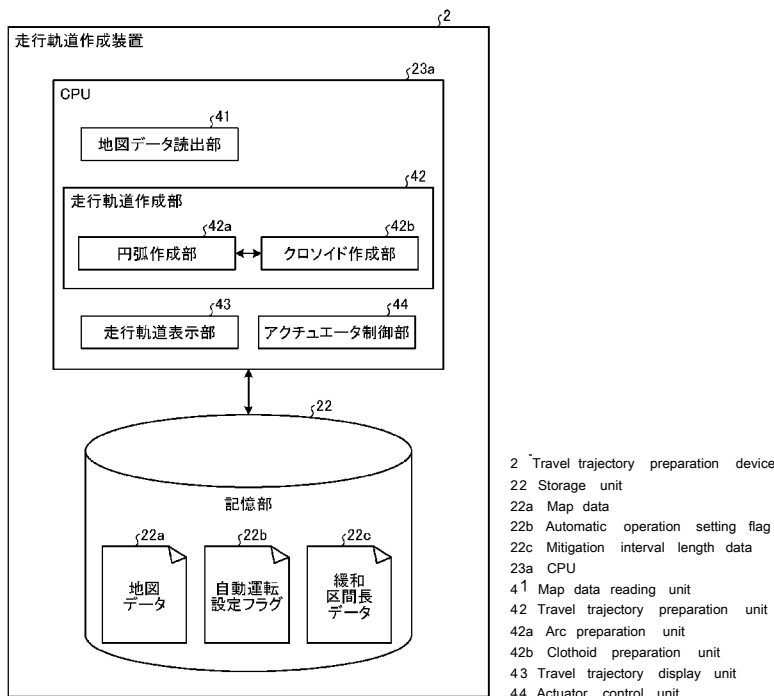
W O 2018/038073 A 1

- (51) 国際特許分類 :  
 B60W30/10 (2006.01) B62D 137/00 (2006.01)  
 B62D 6/00 (2006.01) G01C 21/26 (2006.01)  
 G08G 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 17/029858
- (22) 国際出願日 : 2017年8月22日 (22.08.20 17)
- (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 2016-162737 2016年8月23日 (23.08.2016) JP
- (71) 出願人 : 株式会社三英技研 (SANEI CO., LTD.)  
 [JP/JP] : 〒7300014 広島県広島市中区上鞆町3番26号 Hiroshima (JP).
- (72) 発明者 : 山本 忠 (YAMAMOTO, Tadashi) ;  
 〒7300014 広島県広島市中区上鞆町3番26号 株式会社三英技研内 Hiroshima (JP).
- (74) 代理人 : 松永 裕吉 (MATSUNAGA, Yukichi) ;  
 〒5640082 大阪府吹田市片山町1丁目1番3504号 Osaka (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, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: TRAVEL TRAJECTORY PREPARATION DEVICE, METHOD, AND PROGRAM, AND DRIVE ASSIST DEVICE AND SYSTEM

(54) 発明の名称 : 走行軌道作成装置、方法及びプログラム、並びに、運転支援装置及びシステム

[図3]



(57) Abstract: A travel trajectory preparation device (2) is provided with a travel trajectory preparation unit (42) for preparing a travel trajectory that includes a linear approach section, a clothoid approach section in which a first group of clothoid curves are connected, an arc section, an escape clothoid section in which a second group of clothoid curves are connected, and a linear escape section, the travel trajectory preparation unit (42) including: an arc preparation unit (42a) for preparing an arc section that is positioned closer to the anticenter side of an arc interval than a passing target point that

038073 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,  
 KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
 MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
 NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
 QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
 SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
 UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

is separated by a predetermined distance on the anticenter side of the arc interval from the inner edge of the arc interval, the arc section having as large a radius as possible; and a clothoid preparation unit (42b) for preparing a clothoid approach section having the radius of the arc section as the radius of a final tangential arc, the starting point being in contact with the linear approach section, and the direction angle of the linear approach section being used as the direction angle of the starting point, and an escape clothoid section having the radius of the arc section as the radius of a final tangential arc, being in contact with the linear escape section, and having the direction angle of the linear escape section as the direction angle of the starting point.

(57) 要約 : 走行軌道作成装置 (2) は、進入直線部、第1群のクロソイド曲線が連結されてなる進入クロソイド部、円弧部、第2群のクロソイド曲線が連結されてなる脱出クロソイド部、及び脱出直線部を含む走行軌道を作成する走行軌道作成部 (42) を備え、走行軌道作成部 (42) は、円弧区間の内縁から円弧区間の反中心側に予め定められた距離だけ離れた通過目標点よりも更に円弧区間の反中心側に位置し且つ半径ができるだけ大きい円弧部を作成する円弧作成部 (42a) と、円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、始点が進入直線部に接し、進入直線部の方向角を始点の方向角とする進入クロソイド部と、円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、脱出直線部に接し、脱出直線部の方向角を始点の方向角とする脱出クロソイド部と、を作成するクロソイド作成部 (42b) とを含む。

## 明 細 書

発明の名称 :

走行軌道作成装置、方法及びプログラム、並びに、運転支援装置及びシステム

## 技術分野

[0001] 本発明は、車両が道路を走行する走行軌道を作成する走行軌道作成装置、方法及びプログラム、並びに、運転支援装置及びシステムに関する。

## 背景技術

[0002] 高速道路や主要幹線道路などのカーブは、カーブに進入する進入直線部と、進入直線部に引き続く進入クロソイド部と、進入クロソイド部に引き続く円弧部と、円弧部に引き続く脱出クロソイド部と、脱出クロソイド部に引き続く脱出直線部と、を有する。道路がこのように構成されていれば、車両は、カーブを高速で滑らかに走行することができるので、車両の横滑りを抑制できるとともに、乗員の不快感を抑制することができる。

[0003] しかしながら、市街地の交差点などは、進入直線部と、進入直線部に引き続く円弧部と、円弧部に引き続く脱出直線部と、だけを有し、進入クロソイド部及び脱出クロソイド部を有しない場合がある。

[0004] 図26は、交差点の一例を示す平面図である。この交差点400は、四叉路である。車両410が、図中左側から矢印401に沿って交差点400に進入し、図中上側へ矢印402に沿って交差点400から脱出する場合、車両410は、進入直線部403と、進入直線部403に引き続く円弧部404と、円弧部404に引き続く脱出直線部405と、を通過する。

[0005] 関連する技術として、下記の特許文献1には、道路パラメータと、車両の位置情報と、に基づいて、線分、円弧、クロソイド曲線等を用いた仮想的デジタル走行軌道を生成する運転支援システムが開示されている。

[0006] また、下記の特許文献2には、移動体の現在位置の座標を所定時間毎に検出し、検出される座標群に基づき、直線部と、直線部に引き続く非直線部と

、非直線部に引き続く直線部と、で構成されている道路の地図を作成する道路地図作成装置が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

- [0007] 特許文献1 :特許第4 1 2 5 5 6 9 号公報  
特許文献2 :特許第5 7 4 9 3 5 9 号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0008] 道路が進入直線部と、進入直線部に引き続く円弧部と、円弧部に引き続く脱出直線部と、だけで構成されている場合に、車両が道なりに走行すると、車両は進入直線部と円弧部との接続点及び円弧部と脱出直線部との接続点で滑らかに走行することができないので、車両の横滑りの可能性が大きくなるとともに、乗員の不快感が大きくなる。
- [0009] 特に、運転者のステアリング操作をアシストし又は運転者に代わってステアリング操作を行う運転支援装置を搭載した車両は、道なりに走行するようにステアリング操作をアシストし又はステアリング操作を行うので、車両の横滑りの可能性が大きくなるとともに、乗員の不快感が大きくなる。
- [001 0] 進入直線部と、進入直線部に引き続く円弧部と、円弧部に引き続く脱出直線部と、だけで構成されている交差点は、信号を有するものが約20万箇所、信号を有しないものが約80万箇所ある。従って、車両の横滑りを抑制するとともに、乗員の不快感を抑制する必要性が高い。
- [001 1] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、車両が滑らかに走行することができる走行軌道を作成することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [001 2] 本発明の一局面に従った走行軌道作成装置は、進入直線区間と、前記進入直線区間に引き続く円弧区間と、前記円弧区間に引き続く脱出直線区間と、を有する道路を車両が走行する走行軌道を作成する走行軌道作成装置であつ

て、前記進入直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた進入直線部と、前記進入直線部に引き続き、第1群のクロソイド曲線が連結されてなる進入クロソイド部と、前記進入クロソイド部に引き続き円弧部と、前記円弧部に引き続き、第2群のクロソイド曲線が連結されてなる脱出クロソイド部と、前記脱出クロソイド部に引き続き、前記脱出直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた脱出直線部と、を含む前記走行軌道を作成する走行軌道作成部を備え、前記走行軌道作成部は、前記円弧区間の内縁から前記円弧区間の反中心側に予め定められた距離だけ離れた通過目標点よりも更に前記円弧区間の反中心側に位置し且つ半径ができるだけ大きい前記円弧部を作成する円弧作成部と、前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、始点が前記進入直線部に接し、前記進入直線部の方向角を始点の方向角とする前記進入クロソイド部と、前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、前記脱出直線部に接し、前記脱出直線部の方向角を始点の方向角とする前記脱出クロソイド部と、を作成するクロソイド作成部と、を含むことを特徴とする。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、車両が滑らかに走行することができる走行軌道を作成できるという効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

- [0014] [図1] 図1は、第1の実施形態にかかる運転支援装置の構成を示す図である。  
[図2] 図2は、第1の実施形態の緩和区間長データを示す図である。  
[図3] 図3は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の機能ブロックを示す図である。  
[図4] 図4は、比較例の走行軌道を説明する図である。  
[図5] 図5は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。  
[図6] 図6は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図7] 図7は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図8] 図8は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図9] 図9は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図10] 図10は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図11] 図11は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図12] 図12は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図13] 図13は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図14] 図14は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図15] 図15は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図16] 図16は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図17] 図17は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図18] 図18は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図19] 図19は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。

[図20] 図20は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置で作成された走行軌道の一例を示す図である。

[図21] 図 2 1 は、第 2 の実施形態にかかる運転支援システムの構成を示す図である。

[図22] 図 2 2 は、第 2 の実施形態にかかる運転支援装置の機能ブロックを示す図である。

[図23] 図 2 3 は、第 2 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の機能ブロックを示す図である。

[図24] 図 2 4 は、第 2 の実施形態にかかる運転支援システムの動作を示すシーケンス図である。

[図25] 図 2 5 は、第 3 の実施形態にかかる運転支援システムの構成を示す図である。

[図26] 図 2 6 は、交差点の一例を示す平面図である。

### 発明を実施するための形態

[001 5] 以下に、本発明の実施の形態にかかる走行軌道作成装置、方法及びプログラム、並びに、運転支援装置及びシステムを図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[001 6] (第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態にかかる運転支援装置の構成を示す図である。この運転支援装置 1 は、車両 5 0 に搭載されている。

[001 7] 運転支援装置 1 は、走行軌道作成装置 2 と、表示部 2 4 と、アクチュエータ 2 5 と、を備える。

[001 8] 走行軌道作成装置 2 は、進入直線区間と、進入直線区間に引き続く円弧区間と、円弧区間に引き続く脱出直線区間と、だけを有し、進入クロソイド区間及び脱出クロソイド区間を有しないカーブ又は交差点を車両 5 0 が走行するための走行軌道を作成する。走行軌道は、進入直線部と、進入直線部に引き続く進入クロソイド部と、進入クロソイド部に引き続く円弧部と、円弧部に引き続く脱出クロソイド部と、脱出クロソイド部に引き続く脱出直線部と、を含む。

[001 9] 本実施形態では、進入クロソイド部及び脱出クロソイド部の各々は、単一

のクロソイド曲線ではなく、複数のクロソイド曲線を連結した曲線である。複数のクロソイド曲線の各々は、卵形クロソイド曲線であっても良い。本実施形態では、複数のクロソイド曲線を連結した曲線を、「多連クロソイド曲線」と称することがある。

- [0020] 走行軌道作成装置 2 は、位置検出部 2 1 と、記憶部 2 2 と、制御部 2 3 と、を備える。
- [0021] 位置検出部 2 1 は、GPS 受信機 2 1 a と、ジャイロスコープ 2 1 b と、距離センサ 2 1 c と、地磁気センサ 2 1 d と、を備える。
- [0022] GPS 受信機 2 1 a は、GPS (Global Positioning System) 用の人工衛星からの電波を受信し、車両 5 0 の位置、方位 (進行方向)、速度、加速度等を検出して制御部 2 3 に出力する。
- [0023] ジャイロスコープ 2 1 b は、車両 5 0 の角速度 (方位変化量) を検出するためのセンサであり、車両 5 0 に加わる回転運動の角速度に応じた検出信号を制御部 2 3 に出力する。
- [0024] 距離センサ 2 1 c は、車両 5 0 の前後方向の加速度等に基づいて、車両 5 0 が走行した距離を検出して制御部 2 3 に出力する。
- [0025] 地磁気センサ 2 1 d は、半導体を用いた方位センサであり、地球に生じている南北の地磁気に基づいて、方位 (進行方向) を検出して制御部 2 3 に出力する。
- [0026] 記憶部 2 2 は、地図データ 2 2 a と、自動運転設定フラグ 2 2 b と、緩和区間長データ 2 2 c と、を記憶する。記憶部 2 2 は、SSD (Solid State Drive) 又は HDD (Hard Disk Drive) が例示される。
- [0027] 地図データ 2 2 a は、進入直線区間と、進入直線区間に引き続く円弧区間と、円弧区間に引き続く脱出直線区間と、だけを有し、進入クロソイド区間及び脱出クロソイド区間を有しないカーブ又は交差点の地図データを含む。
- [0028] 自動運転設定フラグ 2 2 b は、運転支援装置 1 で車両 5 0 の自動運転を行う場合には「1」が予め設定され、運転支援装置 1 で車両 5 0 の自動運転を行わない場合には「0」が予め設定される。



[0029] 緩和区間長データ22cは、道路の設計速度と、緩和区間長と、を対応付けたデータである。

[0030] 図2は、第1の実施形態の緩和区間長データを示す図である。本実施形態では、緩和区間長データ22cは、道路構造令（昭和45年10月29日政令第320号）第18条第3項の規定に従っている。

[0031] 図2を参照すると、緩和区間長データ22cは、道路の設計速度120km/hと、緩和区間長100mと、を対応付けており、道路の設計速度100km/hと、緩和区間長85mと、を対応付けており、道路の設計速度80km/hと、緩和区間長70mと、を対応付けており、道路の設計速度60km/hと、緩和区間長50mと、を対応付けており、道路の設計速度50km/hと、緩和区間長40mと、を対応付けており、道路の設計速度40km/hと、緩和区間長35mと、を対応付けており、道路の設計速度30km/hと、緩和区間長25mと、を対応付けており、道路の設計速度20km/hと、緩和区間長20mと、を対応付けている。

[0032] なお、図2の数値は例示であって、これに限定されない。例えば、緩和区間長は、道路構造令第18条第3項の規定よりも長くても良い。

[0033] 走行軌道作成装置2は、進入クロソイド部及び脱出クロソイド部の各々の弧長（道のり）を、道路の設計速度に対応付けられた緩和区間長の長さにする。

[0034] 再び図1を参照すると、制御部23は、CPU（Central Processing Unit）23aと、ROM（Read Only Memory）23bと、RAM（Random Access Memory）23cと、を備える。CPU23a、ROM23b及びRAM23cは、バスBを介して接続されている。

[0035] CPU23aは、RAM23cを作業領域として使用しながら、ROM23bに記憶されているプログラムを実行する。なお、プログラムは、記憶部22に記憶されていても良い。

[0036] 表示部24は、制御部23から出力されるデータに基づいて、地図及び車両50が走行する走行軌道の画像を表示する。表示部24は、液晶表示装置

又は有機 E L (Elect ro Luminescence) 表示装置が例示される。

[0037] アクチュエータ 2 5 は、車両 5 0 のステアリングコラム 5 1 に接続されており、運転支援装置 1 が自動運転を行う場合には、制御部 2 3 から出力される制御信号に基づいて、ステアリングコラム 5 1 を回転させる。これにより、車両 5 0 の方位 (進行方向) が変化する。アクチュエータ 2 5 は、モータ又は油圧ポンプが例示される。

[0038] 図 3 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の機能ブロックを示す図である。CPU 2 3 a は、ROM 2 3 b に記憶されたプログラムを実行する。これにより、地図データ読出部 4 1、走行軌道作成部 4 2、走行軌道表示部 4 3 及びアクチュエータ制御部 4 4 が実現される。走行軌道作成部 4 2 は、円弧作成部 4 2 a と、クロソイド作成部 4 2 b と、を含む。

[0039] 地図データ読出部 4 1 は、記憶部 2 2 から地図データ 2 2 a を読み出す。

[0040] 走行軌道作成部 4 2 は、走行軌道を作成する。円弧作成部 4 2 a は、走行軌道の円弧部を作成する。クロソイド作成部 4 2 b は、走行軌道の進入クロソイド部及び脱出クロソイド部を作成する。

[0041] 走行軌道表示部 4 3 は、走行軌道を表示部 2 4 に表示させる。

[0042] アクチュエータ制御部 4 4 は、車両 5 0 が走行軌道を走行するように、アクチュエータ 2 5 を動作させることでステアリングコラム 5 1 を回転させる。

[0043] [比較例]

図 4 は、比較例の走行軌道を説明する図である。図 4 において、横軸方向を X 軸方向とし、縦軸方向を Y 軸方向とする。道路 1 0 0 は、進入直線区間 1 0 1 と、進入直線区間 1 0 1 に引き続く円弧区間 1 0 2 と、円弧区間 1 0 2 に引き続く脱出直線区間 1 0 3 と、を有する。なお、図 4 では、一方の車線だけを図示し、対向車線の図示を省略している。

[0044] 基準走行軌道 1 0 4 は、車両 5 0 が道路 1 0 0 を道なりに走行する場合の軌道であり、道路 1 0 0 の中心線が例示される。

[0045] 基準走行軌道 1 0 4 は、進入直線区間 1 0 1 内では進入直線部 1 0 4 a を

有し、円弧区間 102 内では進入直線部 104 a に引き続く円弧部 104 b を有し、脱出直線区間 103 内では円弧部 104 b に引き続く脱出直線部 104 c を有する。円弧部 104 b は、地点 105 を中心とする半径  $R_0$  の円弧である。

[0046] 進入直線部 104 a と円弧部 104 b とは、進入直線区間 101 と円弧区間 102 との境界に位置する地点 104 d で接続する。円弧部 104 b と脱出直線部 104 c とは、円弧区間 102 と脱出直線区間 103 との境界に位置する地点 104 e で接続する。

[0047] 進入直線部 104 a での曲率は、0 である。円弧部 104 b での曲率は、 $1/R_0$  である。脱出直線部 104 c での曲率は、0 である。

[0048] 波形 106 は、基準走行軌道 104 の曲率を表す波形である。波形 106 の横軸方向  $L$  は、基準走行軌道 104 の道のりである。理解の容易のため、横軸方向  $L$  は、適宜縮めている。

[0049] 波形 106 は、進入直線部 104 a に対応し、曲率が 0 である第 1 部分 106 a と、円弧部 104 b に対応し、曲率が  $1/R_0$  である第 2 部分 106 b と、脱出直線部 104 c に対応し、曲率が 0 である第 3 部分 106 c と、を有する。

[0050] 第 1 部分 106 a と第 2 部分 106 b との間は、第 1 エッジ部 106 d となり、第 2 部分 106 b と第 3 部分 106 c との間は、第 2 エッジ部 106 e となる。

[0051] 基準走行軌道 104 の曲率の 2 階微分を表す波形 107 は、地点 104 d でスパイク部 107 a を有し、地点 104 e でスパイク部 107 b を有する。

[0052] 基準走行軌道 104 の曲率は、車両 50 の横方向の加速度に正比例する。横方向とは、車両 50 の進行方向に直交する方向を言う。基準走行軌道 104 の曲率の 1 階微分は、車両 50 の横方向の加加速度 (躍度、ジャーク (jerk)) に正比例する。基準走行軌道 104 の曲率の 2 階微分は、車両 50 の横方向の加加速度の変化率に正比例する。

[0053] もし、車両50が基準走行軌道104を走行する場合には、車両50のステアリングは、地点104d及び地点104eで急操作される。

[0054] 基準走行軌道104の曲率を表す波形106は、基準走行軌道104を走行する車両50の横方向の加速度を表す波形でもある。従って、第1エッジ部106d及び第2エッジ部106eでは、車両50の横方向の加速度が急激に変化し、車両50の横滑りの可能性が大きくなるとともに、乗員の不快感が大きくなる。

[0055] [実施形態の原理]

図5は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図5は、第1の実施形態に係る走行軌道作成装置によって作成される走行軌道の一例を示す平面図である。図5に示す走行軌道108は、走行軌道作成装置2によって作成される軌道である。

[0056] 走行軌道108は、進入直線部108aと、進入直線部108aに引き続く進入クロソイト部108bと、進入クロソイト部108bに引き続く円弧部108cと、円弧部108cに引き続く脱出クロソイト部108dと、脱出クロソイト部108dに引き続く脱出直線部108eと、を含む。

[0057] 進入直線部108aは、進入直線区間101の外縁から予め定められた距離だけ離れ、進入直線区間101と平行な直線である。「外縁」とはカープの中心側とは反対側（すなわちカープの反中心側）の縁のことを言い、以下において同様である。予め定められた距離は、安全を保つための左余裕と車両50の左半自転車幅との和が例示されるが、これに限定されない。

[0058] 進入クロソイト部108bは、 $AA^*$ と $AA^*$ との和の計 $2 \cdot AA^*$ の弧長（道のり）を有する。進入クロソイト部108bの道のり $2 \cdot AA^*$ は、緩和区間長データ22c内で道路100の設計速度に対応付けられた緩和区間長である。

[0059] 円弧部108cは、半径 $R_0$ と同じか又は半径 $R_0$ よりも大きい半径 $get R$ の円弧である。円弧部108cの中心の地点109は、地点105よりも道路100から遠い場所である。

- [0060] 脱出クロソイド部 108 d は、 $AA^*$  と  $AA^*$  との和の計  $2 \cdot AA^*$  の弧長 (道のり) を有する。脱出クロソイド部 108 d の道のり  $2 \cdot AA^*$  は、緩和区間長データ 22 c 内で道路 100 の設計速度に対応付けられた緩和区間長である。
- [0061] 脱出直線部 108 e は、脱出直線区間 103 の外縁から予め定められた距離だけ離れ、脱出直線区間 103 と平行な直線である。予め定められた距離は、安全を保つための左余裕と車両 50 の左半自車幅との和が例示されるが、これに限定されない。
- [0062] 波形 110 は、走行軌道 108 の曲率を表す波形である。波形 108 の横軸方向 L は、走行軌道 108 の道のりである。図面の簡素化及び理解の容易のため、横軸方向 L は、適宜縮めている。
- [0063] 波形 110 は、進入直線部 108 a に対応し、曲率が 0 である第 1 部分 110 a と、進入クロソイド部 108 b に対応し、曲率が双曲線正接関数 (ハイパボリックタンジェント、 $\tanh$ ) 曲線である第 2 部分 110 l と、を有する。
- [0064] 更に、波形 110 は、円弧部 108 c に対応し、曲率が  $1/g e t R$  である第 3 部分 110 b と、脱出クロソイド部 108 d に対応し、曲率が双曲線正接関数曲線である第 4 部分 110 o と、脱出直線部 108 e に対応し、曲率が 0 である第 5 部分 110 c と、を有する。
- [0065] 第 2 部分 110 l は、進行方向手前側の点 110 p での接線が第 1 部分 110 a と一致し、進行方向先側の点 110 s での接線が第 3 部分 110 b と一致する。また、第 2 部分 110 l の中心の点 110 x は、第 1 エッジ部 106 d に重なる。
- [0066] 第 4 部分 110 o は、進行方向手前側の点 110 t での接線が第 3 部分 110 b と一致し、進行方向先側の点 110 w での接線が第 5 部分 110 c と一致する。また、第 4 部分 110 o の中心の点 110 y は、第 2 エッジ部 106 e に重なる。
- [0067] 図 6 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図で

ある。図6は、第1の実施形態に係る走行軌道作成装置によって作成される走行軌道の曲率の波形の一部拡大図である。図6は、図5の第2部分110 l及び第4部分110 oの近傍の拡大図である。

[0068] 図6を参照すると、L軸と第1エッジ部106 dと波形110とで定まる領域Aの面積は、 $1/g e t R$ の直線と第1エッジ部106 dと波形110とで定まる領域Bの面積と同じになる。 $1/g e t R$ の直線と第2エッジ部106 eと波形110とで定まる領域Cの面積は、L軸と第2エッジ部106 eと波形110とで定まる領域Dの面積と同じになる。

[0069] 波形130は、波形110の2階微分の波形である。走行軌道108の曲率は、車両50の横方向の加速度に正比例する。走行軌道108の曲率の1階微分は、車両50の横方向の加加速度（躍度、ジャーク (jerk)）に正比例する。走行軌道108の曲率の2階微分は、車両50の横方向の加加速度の変化率に正比例する。

[0070] 双曲線正接関数は、次の式(1)で表される。

$$y = \tanh(x) \quad \dots (1)$$

[0071] 式(1)の1階微分は、次の式(2)で表される。

$$y' = \operatorname{sech}^2(x) \quad \dots (2)$$

[0072] 式(1)の2階微分は、次の式(3)で表される。

$$y'' = -2 \operatorname{sech}^2(x) \cdot \tanh(x) \quad \dots (3)$$

[0073] 図6に示すように、波形110の原点Oから点110 pまでの第1部分110 aは、0である。従って、波形130の、第1部分110 aに対応する第1部分130 aは、0となる。

[0074] 波形110の点110 pから点110 sまでの第2部分110 lは、双曲線正接関数曲線である。双曲線正接関数の2階微分は、上記の式(3)の通りである。従って、波形130の、第2部分110 lに対応する第2部分130 bは、式(3)で表される曲線となる。

[0075] 波形110の点110 sから点110 tまでの第3部分110 bは、正の定数である。従って、波形130の、第3部分110 bに対応する第3部分

130e は、0 となる。

[0076] 波形 110 の点 110t から点 110w までの第 4 部分 110o は、双曲線正接関数曲線である。双曲線正接関数の 2 階微分は、上記の式 (3) の通りである。従って、波形 130 の、第 4 部分 110o に対応する第 4 部分 130f は、式 (3) で表される曲線となる。

[0077] 波形 110 の点 110w 以降の第 5 部分 110c は、0 である。従って、波形 130 の、第 5 部分 110c に対応する第 5 部分 130h は、0 となる。

[0078] 図 4 の比較例を参照すると、基準走行軌道 104 の曲率の 2 階微分の波形 107 は、スパイク部 107a 及び 107b を有する。スパイク部 107a 及び 107b では、車両 50 の横方向の加加速度が急激に変化するので、車両 50 が横滑りする可能性があり、乗員が不快感を感じる可能性がある。

[0079] 一方、図 6 を参照すると、本実施形態の走行軌道作成装置 2 によって作成された走行軌道 108 では、波形 130 は、全区間において、滑らかに変化している。より詳細には、波形 130 は、第 2 部分 130b の開始部、第 2 部分 130b の中央部、第 2 部分 130b の終了部、第 4 部分 130f の開始部、第 4 部分 130f の中央部、及び、第 4 部分 130f の終了部において、滑らかに変化している。

[0080] 従って、走行軌道作成装置 2 は、車両 50 の横方向の加加速度の変化率が滑らかに変化する走行軌道を作成することができる。つまり、走行軌道作成装置 2 は、車両 50 が滑らかに走行できる走行軌道を作成することができる。これにより、走行軌道作成装置 2 は、車両 50 の横滑りの発生を抑制できるとともに、乗員の不快感を抑制することができる。

[0081] なお、本実施形態では、第 2 部分 110l 及び第 4 部分 110o を双曲線正接関数曲線としたが、これに限定されない。第 2 部分 110l 及び第 4 部分 110o の他の例は、シグモイド関数 (sigmoid function) 曲線が例示される。

[0082] シグモイド関数は、次の式 (4) で表される。

$$y = (\tanh(x/2) + 1) / 2 \quad \dots (4)$$

[0083] 従って、走行軌道作成装置 2 は、第 2 部分 1101 及び第 4 部分 1100 をシグモイド関数曲線としても、双曲線正接関数曲線とした場合と同様に、車両 50 の横方向の加加速度の変化率が滑らかに変化する走行軌道を作成することができる。つまり、走行軌道作成装置 2 は、車両 50 が滑らかに走行できる走行軌道を作成することができる。これにより、走行軌道作成装置 2 は、車両 50 の横滑りの発生を抑制できるとともに、乗員の不快感を抑制することができる。

[0084] [多連クロソイド曲線の作成原理]

クロソイド作成部 427 の、多連クロソイド曲線の作成原理について説明する。ここでは、進入クロソイド部の作成原理について説明する。脱出クロソイド部は、進入クロソイド部と同様に作成できるので、説明を省略する。

[0085]  $\tanh(x)$  は、次の式 (5) で表される。

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad \dots (5)$$

[0086] 図 7 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 7 は、 $y = \tanh(x)$  のグラフである。

[0087]  $y = \tanh(x)$  は、原点 (0, 0) を通り、 $y = -1.0$  及び  $y = 1.0$  を漸近線とし、 $y$  の値が変化する部分が  $x$  範囲  $[-2, 2]$  にほぼ収まる関数である。

[0088] ここで、円弧部 108c の半径  $R = 100\text{ m}$  とする。つまり円弧部 108c の曲率を  $1/R = 1/100$  とする。また、進入直線区間 101 の長さを  $L1 = 100\text{ m}$  とし、円弧区間 102 の弧長 (道のり) を  $L2 = 50\text{ m}$  とする。また、道路 100 の設計速度を  $50\text{ km/h}$  とする。つまり、緩和区間長を  $40\text{ m}$  とする (図 2 参照)。従って、 $AA^* = 20\text{ m}$  とする。

[0089] そして、双曲線正接関数曲線の中心の  $Y$  座標が  $DD = 1/(2 \cdot R)$  となり、 $Y$  の値が変化する部分が  $Y$  範囲  $[0, 2DD]$  且つ  $X$  範囲  $[-AA^*, AA^*]$  となるように、双曲線正接関数を次の式 (6) の形で使用する。



$$Y = DD + DD \cdot \tanh\left(\frac{2}{AA^*} X\right) \dots (6)$$

[0090] 図8は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図8は、式(6)のグラフである。

[0091] 式(6)において、 $X = -AA^*$  の場合には式(6)右辺の括弧内が-2になり、式(6)の値は漸近線 $Y = 0$ に近づく。なお、実際には、 $X = -AA^*$  の場合には、式(6)の値と漸近線 $Y = 0$ との間には僅かな隙間があるが、本実施形態では、 $X = -AA^*$  の場所での曲率を0とする。

[0092] 式(6)において、 $X = AA^*$  の場合には式(6)右辺の括弧内が2になり、式(6)の値は漸近線 $Y = 2DD$ に近づく。なお、実際には、 $X = AA^*$  の場合には、式(6)の値と漸近線 $Y = 2DD$ との間には僅かな隙間があるが、本実施形態では、 $X = AA^*$  の場所での曲率を $2DD$ とする。

[0093] クロソイド作成部42bは、図8のグラフのX範囲 $[-AA^*, AA^*]$ を、予め定められた分割数numで等分する。つまり、クロソイド作成部42bは、双曲線正接関数曲線のX範囲 $[-AA^*, AA^*]$ で曲率が表される、num個のクロソイド曲線(卵形クロソイド曲線)を連結した多連クロソイド曲線を作成する。本実施形態では、 $num = 30$ とするが、これは例示であってこれに限定されない。

[0094] num個のクロソイド曲線の各々の弧長(道のり)lenは、次の式(7)で表される。

$$\begin{aligned} len &= (AA^* - (-AA^*)) / num \\ &= 2AA^* / 30 \dots (7) \end{aligned}$$

[0095] 図8のグラフのX範囲 $[-AA^*, AA^*]$ をnum個に等分した、分割場所の各々の曲率を $K_i$  ( $i = 0, \dots, num$ )とする。 $K_0$ は、第1番目のクロソイド曲線の始点の曲率である。 $K_1$ は、第1番目のクロソイド曲線の終点且つ第2番目のクロソイド曲線の始点の曲率である。 $K_{30}$ は、第30番目のクロソイド曲線の終点の曲率である。

[0096] 30個のクロソイド曲線の始点及び終点の各々での曲率半径 $R_i$ は、次の式

(8) で表される。

$$R_i = 1 / K_i \quad \dots (8)$$

[0097] 第1番目のクロソイド曲線の始点の曲率半径は、 $R_0 = \infty$ である。第30番目のクロソイド曲線の終点の曲率半径は、 $R_{30} = R = 100$ である。

[0098] クロソイド曲線や卵形クロソイド曲線は、始点、始点方向 (方向  $i_c = 1$  又は  $-1$ )、クロソイドパラメータ六、及び、曲率半径 (卵形クロソイド曲線の場合は始点の曲率半径及び終点の曲率半径) を与えれば、一意に描くことができる。本実施形態では、30個のクロソイド曲線の各々の弧長 (道のり)  $len$  が同じであるので、30個のクロソイド曲線の各々は、クロソイドパラメータ  $A$  を定めれば、一意に描くことができる。

[0099] 第1番目のクロソイドパラメータ八は、 $A^2 = RL$ の公式より、次の式 (9) で表される。

$$A_1 = \sqrt{R_1 \cdot len} \quad \dots (9)$$

[0100] 第  $i$  番目 ( $i = 2, \dots, num$ ) のクロソイドパラメータ  $A_i$  は、式 (10) の公式より、式 (11) で表される。

$$len = \frac{A_i^2}{R_i} - \frac{A_{i-1}^2}{R_{i-1}} \quad \dots (10)$$

$$A_i = \sqrt{\frac{R_i R_{i-1} len}{R_{i-1} - R_i}} \quad \dots (11)$$

[0101] 従って、クロソイド作成部42bは、円弧の半径を表す引数  $R$  が円弧作成部42aから与えられれば、第1番目のクロソイド曲線の始点を、進入直線部の終点とし、第1番目のクロソイド曲線の始点の方向角を、進入直線部の方向角とし、第  $i$  番目 ( $i = 2, \dots, num$ ) のクロソイド曲線の始点を、第  $(i-1)$  番目のクロソイド曲線の終点とし、第  $i$  番目のクロソイド曲線の始点の方向角を、第  $(i-1)$  番目のクロソイド曲線の終点の方向角として、既知の軌道計算式 (例えば、特許文献1に記載の軌道計算式) を使用することで、30個のクロソイド曲線を連結した多連クロソイド曲線を作

成できる。

[01 02] 図 9 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 9 は、第 1 の実施形態に係る走行軌道作成装置によって作成される走行軌道の一例を示す図である。

[01 03] 図 10 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 10 は、図 9 の領域 204 の拡大図である。

[01 04] 走行軌道 200 は、直線部 201 と、直線部 201 に引き続く多連クロソイド部 202 と、多連クロソイド部 202 に引き続く、半径  $R = 100\text{ m}$  の円弧部 203 と、を含む。円弧部 203 の始点は、多連クロソイド部 202 の終点である。円弧部 203 の始点の接線の方向角は、多連クロソイド部 202 の終点の方向角と同じである。円弧部 203 の曲率は、多連クロソイド部 202 の終点の曲率と同じである。

[01 05] 直線部 201 の長さは、 $L_{1\_AA^*} = 100 - 20 = 80\text{ m}$  となる。多連クロソイド部 202 の弧長（道のり）は、 $2'_{AA^*} = 2'_{20} = 40\text{ m}$  となる。円弧部 203 の弧長（道のり）は、 $L_{2\_AA^*} = 50 - 20 = 30\text{ m}$  となる。

[01 06] なお、上記では、進入クロソイド部の作成原理について説明したが、脱出クロソイド部も、進入クロソイド部と同様に作成できる。つまり、脱出直線部の始点を始点とし、脱出直線部の始点の方向角を始点の方向角とし、円弧部を最終接円弧とする多連クロソイドが、脱出クロソイド部となる。

[01 07] [円弧の作成原理]

円弧作成部 42a の、円弧作成原理について説明する。

[01 08] 図 11 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。円弧作成部 42a は、進入直線区間 101 の外縁上の測量点 P111 及び P112 を通る直線 L111 を作成する。つまり、直線 L111 は、進入直線区間 101 の外縁に重なる。

[01 09] 円弧作成部 42a は、直線 L111 よりも内側に予め定められた距離  $d_1$  だけ離れ、直線 L111 に平行な直線 L113 を作成する。なお、「内側」

とはカーブの中心側のことを言い、以下において同様である。予め定められた距離  $d_1$  は、安全を保つための左余裕と車両 50 の左半自車幅との和が例示されるが、これに限定されない。直線  $L_{113}$  が、進入直線部 108a になる。

[01 10] 円弧作成部 42a は、脱出直線区間 103 の外縁上の測量点  $P_{121}$  及び  $P_{122}$  を通る直線  $L_{121}$  を作成する。つまり、直線  $L_{121}$  は、脱出直線区間 103 の外縁に重なる。

[01 11] 円弧作成部 42a は、直線  $L_{121}$  よりも内側に距離  $d_1$  だけ離れ、直線  $L_{121}$  に平行な直線  $L_{123}$  を作成する。直線  $L_{123}$  が、脱出直線部 108e になる。

[01 12] 円弧作成部 42a は、直線  $L_{113}$  と直線  $L_{123}$  との交点を点  $PCRS$  とする。

[01 13] 円弧作成部 42a は、円弧区間 102 の内縁上の中央部の測量点  $P_{120}$  から円弧区間 102 の反中心側に予め定められた距離  $d_2$  だけ離れた点を点  $P_{130}$  とする。なお、「内縁」とはカーブの中心側の縁のことを言い、以下において同様である。予め定められた距離  $d_2$  は、安全を保つための右余裕と車両 50 の右半自車幅との和が例示されるが、これに限定されない。

[01 14] 図 12 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。円弧作成部 42a は、直線  $L_{113}$  と直線  $L_{123}$  とでできる内角（カーブの中心側の角）を 2 等分する直線  $L_{140}$  を作成する。点  $PCRS$  は、直線  $L_{140}$  上にある。

[01 15] 円弧作成部 42a は、点  $P_{130}$  から直線  $L_{140}$  に下ろした垂線の足を点  $P_{131}$  とする。円弧作成部 42a は、点  $P_{131}$  を、円弧部 108c の通過目標点とする。なお、測量点  $P_{120}$ （図 11 参照）が直線  $L_{140}$  上にある場合は、点  $P_{130}$  と点  $P_{131}$  とは同一の点になる。

[01 16] 円弧 210 は、点  $PCRS$  と点  $P_{131}$  との間を通過し、且つ、直線  $L_{113}$  及び  $L_{123}$  に接する半径  $R_0$  の円弧である。点  $O_X$  は、円弧 210 の中心である。円弧 210 の半径  $210a$  及び  $210b$  の長さは、 $R_0$  である

。点  $P_{131}$  と円弧  $210$  との間の距離を  $h$  とする。

[01 17] 図 13 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 13 に示すように、始点が原点  $(0, 0)$  であり、ベクトル方向が  $(1, 0)$  であり、最終接円弧  $219$  の半径が  $R_0$  である多連クロソイド曲線  $218$  を考える。そして、最終接円弧  $219$  の中心を  $(o_x, o_y)$  とする。最終接円弧  $219$  の始点は、多連クロソイド曲線  $218$  の終点である。最終接円弧  $219$  の始点の接線の方向角は、多連クロソイド曲線  $218$  の終点の方向角と同じである。最終接円弧  $219$  の曲率は、多連クロソイド曲線  $218$  の終点の曲率と同じである。

[01 18] 図 13 を参照すると、最終接円弧  $219$  の中心  $(o_x, o_y)$  は、多連クロソイド曲線  $218$  の接線  $y = 0$  から  $o_y$  だけ離れている。また、多連クロソイド曲線  $218$  の始点  $(0, 0)$  は、最終接円弧  $219$  の中心  $(o_x, o_y)$  から下ろした垂線の足  $(o_x, 0)$  から  $o_x$  だけ離れている。

[01 19] 図 14 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 14 は、図 12 に、半径  $R_0$  の円弧  $222$  と、直線  $L_{113}$  に接し且つ円弧  $222$  を最終接円弧とする進入クロソイド曲線  $221$  と、直線  $L_{123}$  に接し且つ円弧  $222$  を最終接円弧とする脱出クロソイド曲線  $223$  と、を追加した図である。円弧  $222$  の半径  $222a$  及び  $222b$  の長さは、 $R_0$  である。

[01 20] 円弧  $222$  の中心点  $O_{X'}$  は、直線  $L_{113}$  よりも内側に距離  $o_y$  だけ離れ、直線  $L_{113}$  に平行な直線  $L_{141}$  と、直線  $L_{123}$  よりも内側に距離  $o_y$  だけ離れ、直線  $L_{123}$  に平行な直線  $L_{142}$  と、の交点である。

[01 21] 図 15 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 15 は、図 14 の点  $PCRS$  近傍の拡大図である。円弧  $222$  は、円弧  $210$  よりも内側にある。

[01 22] 図 16 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 16 は、図 14 の点  $O_X$  近傍の拡大図である。点  $O_{X'}$  は、点  $O_X$  よりも内側にある。点  $O_X$  と点  $O_{X'}$  との間の距離を  $D_0$  とする。

[01 23] 円弧 2 2 2 の半径が円弧 2 1 0 の半径  $R_0$  と同じ場合であっても、点  $\circ X$  は点  $\circ X$  よりも内側にあるのであるから、円弧 2 2 2 の半径が円弧 2 1 0 の半径  $R_0$  よりも大きくなった場合には、点  $\circ X'$  は更に内側にある。

[01 24] 図 1 7 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 1 7 は、図 1 2 に、半径  $R_2$  ( $R_2 > R_0$ ) の円弧 2 3 2 と、直線  $L_{113}$  に接し且つ円弧 2 3 2 を最終接円弧とする進入クロソイド曲線 2 3 1 と、直線  $L_{123}$  に接し且つ円弧 2 3 2 を最終接円弧とする脱出クロソイド曲線 2 3 3 と、を追加した図である。円弧 2 3 2 の半径  $2_{32} a$  及び  $2_{32} b$  の長さは、 $R_2$  である。点  $\circ X_2$  は、円弧 2 3 2 の中心である。点  $\circ X$  と点  $\circ X_2$  との間の距離を  $D_1$  とする。

[01 25] 図 1 8 は、第 1 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。図 1 8 は、図 1 7 の点  $P C R S$  近傍の拡大図である。

[01 26] 点  $P_{131}$  と円弧 2 3 2 との間の距離  $D$  は、次の式 (1 2) で表される。

$$D = h - (D_1 + R_0 - R_2) \quad \dots (1 2)$$

[01 27]  $R_2 = R_0$  の場合は、円弧 2 3 2 が、円弧 2 2 2 (図 1 4 及び図 1 5 参照) と一致するので、点  $\circ X$  と点  $\circ X_2$  との間の距離  $D_1$  は、点  $\circ X$  と点  $\circ X$  との間の距離  $D_0$  と一致する。 $R_2 = R_0$  の場合、式 (1 2) は、

$$\begin{aligned} D &= h - (D_0 + R_0 - R_0) \\ &= h - D_0 \end{aligned}$$

となる。

[01 28] 従って、距離  $h$  が点  $\circ X$  と点  $\circ X'$  との間の距離  $D_0$  より長ければ、点  $P_{131}$  を通過する解が有る、つまり走行軌道 1 0 8 を作成でき、距離  $h$  が点  $\circ X$  と点  $\circ X'$  との間の距離  $D_0$  より短ければ、点  $P_{131}$  を通過する解が無い、つまり走行軌道 1 0 8 を作成できないことになる。本実施形態では、点  $P_{131}$  が円弧 2 2 2 から十分離れており、距離  $h$  が、点  $\circ X$  と点  $\circ X'$  との間の距離  $D_0$  より長いことを前提とする。

[01 29]  $R_2$  が  $R_0$  に近ければ、式 (1 2) の値は正の値であり、 $R_2$  が  $R_0$  より大きくなって行くと、式 (1 2) の値が負の値に転じる。つまり、円弧 2 3

2の場所が、通過目標点である点P131よりもカーブの中心側に転じる。従って、円弧作成部42aは、式(12)の値が負の値に転じたら、二分探索法のイテレート計算(ループ計算)を行うことで、式(12)の値が正の値から負の値に転じる手前、つまり円弧232の場所が通過目標点である点P131よりもカーブの中心側になってしまう手前のR2を算出できる。

[0130] 具体的には、円弧作成部42aは、点PCRSと点P131との間を通過し且つ直線L113及びL123に接する円弧を初期半径(例えばR0)から段階的に半径を大きくしながら作成し、新たな円弧を作成する度に当該円弧の半径を表す変数R2を引数として、クロソイド作成部42bに、進入クロソイド部及び脱出クロソイド部を作成させる。円弧作成部42aは、進入クロソイド部及び脱出クロソイド部が作成されれば、進入クロソイド部及び脱出クロソイド部に連結する、半径R2の円弧の場所を決定できる。また、円弧作成部42aは、新たな円弧を作成する度に式(12)の計算を行い、式(12)の値が負の値に転じると上述の二分探索法のイテレート計算を行って、式(12)の値が正の値から負の値に転じる手前の、半径が極大となる円弧232を見つける。

[0131] 図19は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置の原理を説明する図である。円弧作成部42aは、図19に示すように、直線L113と、進入クロソイド曲線231と、円弧232と、脱出クロソイド曲線233と、直線L123と、を含む走行軌道が1回転してしまう解は、解として認めないこととする。

[0132] 図20は、第1の実施形態にかかる走行軌道作成装置で作成された走行軌道の一例を示す図である。

[0133] 走行軌道108は、進入直線部108a(図12の直線L113に対応)と、進入直線部108aに引き続く進入クロソイド部108bと、進入クロソイド部108bに引き続く円弧部108cと、円弧部108cに引き続く脱出クロソイド部108dと、脱出クロソイド部108dに引き続く脱出直線部108e(図12の直線L123に対応)と、を含む。

- [01 34] 円弧部 108 の半径  $r$  は、上述した式 (12) の値が正の値から負の値に転じる手前の極大半径である。点  $O_{X3}$  は、円弧部 108 の中心であり、直線  $L_{140}$  上にある。
- [01 35] 再び図 3 を参照すると、走行軌道表示部 43 は、走行軌道 108 を地図に重ねて表示部 24 に表示する。ユーザは、車両 50 の自動運転を行わない場合、車両 50 が表示部 24 に表示された走行軌道 108 を走行するように、ステアリングを操作する。これにより、車両 50 の横方向の加速度が滑らかに変化する。従って、車両 50 の横滑りの発生を抑制できるとともに、乗員の不快感を抑制することができる。
- [01 36] アクチュエータ制御部 44 は、自動運転設定フラグ 22 b が「1」であるか否かを判定する。アクチュエータ制御部 47 は、自動運転設定フラグ 22 b が「1」であると判定したら、車両 50 が走行軌道 120 を走行するように、アクチュエータ 25 を動作させることでステアリングコラム 51 を回転させる。これにより、車両 50 の横方向の加速度は、滑らかに変化する。つまり、運転支援装置 1 は、車両 50 を滑らかに走行させることができる。従って、運転支援装置 1 は、車両 50 の横滑りの可能性を抑制できるとともに、乗員の不快感を抑制することができる。
- [01 37] 以上説明したように、運転支援装置 1 は、車両 50 の横方向の加速度が滑らかに変化する走行軌道 108 を作成することができる。つまり、運転支援装置 1 は、車両 50 が滑らかに走行できる走行軌道 108 を作成することができる。これにより、運転支援装置 1 は、車両 50 の横滑りの発生を抑制できるとともに、乗員の不快感を抑制することができる。
- [01 38] また、運転支援装置 1 は、地図データ 22 a 内の一条道路 (ポリライン) である基準走行軌道 104 から、走行軌道 108 を作成することができる。
- [01 39] また、運転支援装置 1 は、車両 50 が走行軌道 108 を走行するように、アクチュエータ 25 を動作させて、ステアリングコラム 51 を回転させる。従来の運転支援装置では、車両 50 の横滑りの可能性を抑制するとともに、乗員の不快感を抑制するために、車両 50 の走行状態を検出して制御量を調



整するフィードバック制御を行う必要があった。一方、運転支援装置 1 は、車両 50 が走行軌道 108 を走行するようにフィードフォワード制御を行うことができるので、構成を簡易にでき、安価に製造できる。

[0140] (第 2 の実施形態)

図 21 は、第 2 の実施形態にかかる運転支援システムの構成を示す図である。なお、第 1 の実施形態と同様の構成要素については、同一の符号を付して、説明を省略する。

[0141] この運転支援システム 60 は、車両 50 に搭載された運転支援装置 1A と、サーバ 70 と、を備える。

[0142] 運転支援装置 1A は、第 1 の実施形態にかかる運転支援装置 1 の構成要素である位置検出部 21、記憶部 22、制御部 23、表示部 24 及びアクチュエータ 25 に加えて、サーバ 70 と無線通信を行う通信部 26 を更に備える。無線通信は、W—C D M A (Wideband Code Division Multiple Access) 又は L T E (Long Term Evolution) が例示される。

[0143] サーバ 70 は、運転支援装置 1A と無線通信を行う通信部 71 と、走行軌道作成装置 80 と、を備える。走行軌道作成装置 80 は、制御部 81 と、記憶部 82 と、を備える。

[0144] 制御部 81 は、C P U 8 1 a と、R O M 8 1 b と、R A M 8 1 c と、を備える。C P U 8 1 a、R O M 8 1 b 及び R A M 8 1 c は、バス B 1 を介して接続されている。

[0145] C P U 8 1 a は、R A M 8 1 c を作業領域として使用しながら、R O M 8 1 b に記憶されているプログラムを実行する。なお、プログラムは、記憶部 82 に記憶されていても良い。

[0146] 記憶部 82 は、地図データ 82 a と、緩和区間長データ 82 b と、を記憶する。記憶部 82 は、S S D 又は H D D が例示される。

[0147] 図 22 は、第 2 の実施形態にかかる運転支援装置の機能ブロックを示す図である。C P U 2 3 a は、R O M 2 3 b に記憶されたプログラムを実行する。これにより、走行軌道表示部 43、アクチュエータ制御部 44、現在地送

信部 4 8 及び走行軌道受信部 4 9 が実現される。

[0148] 現在地送信部 4 8 は、車両 5 0 の現在地をサーバ 7 0 に送信する。

[0149] 走行軌道受信部 4 9 は、走行軌道 1 0 8 をサーバ 7 0 から受信する。

[0150] 図 2 3 は、第 2 の実施形態にかかる走行軌道作成装置の機能ブロックを示す図である。CPU 8 1 a は、ROM 8 1 b に記憶されたプログラムを実行する。これにより、地図データ読出部 4 1、走行軌道作成部 4 2、現在地受信部 8 3 及び走行軌道送信部 8 4 が実現される。

[0151] 現在地受信部 8 3 は、車両 5 0 の現在地を運転支援装置 1 A から受信する。

[0152] 走行軌道送信部 8 4 は、走行軌道 1 0 8 を運転支援装置 1 A に送信する。

[0153] 図 2 4 は、第 2 の実施形態にかかる運転支援システムの動作を示すシーケンス図である。運転支援装置 1 A は、車両 5 0 とカーブ又は交差点との間の距離が予め定められた距離になったら、図 2 4 に示す処理を開始する。

[0154] 運転支援装置 1 A の現在地送信部 4 8 は、ステップ S 4 0 0 において、車両 5 0 の現在地を表すデータをサーバ 7 0 に送信する。サーバ 7 0 の現在地受信部 8 3 は、車両 5 0 の現在地を表すデータを運転支援装置 1 A から受信する。

[0155] サーバ 7 0 の走行軌道作成部 4 2 は、ステップ S 4 0 2 において、進入直線部 1 0 8 a と、進入直線部 1 0 8 a に引き続く進入クロソイト部 1 0 8 b と、進入クロソイト部 1 0 8 b に引き続く円弧部 1 0 8 c と、円弧部 1 0 8 c に引き続く脱出クロソイト部 1 0 8 d と、脱出クロソイト部 1 0 8 d に引き続く脱出直線部 1 0 8 e と、を含む走行軌道 1 0 8 を作成する。

[0156] なお、ステップ S 4 0 2 における走行軌道作成方法は、第 1 の実施形態で説明した走行軌道作成方法と同様である。

[0157] サーバ 7 0 の走行軌道送信部 8 4 は、ステップ S 4 0 4 において、走行軌道 1 0 8 を運転支援装置 1 A に送信する。運転支援装置 1 A の走行軌道受信部 4 9 は、走行軌道 1 0 8 をサーバ 7 0 から受信する。

[0158] 運転支援装置 1 A の走行軌道表示部 4 3 は、ステップ S 4 0 6 において、

走行軌道 108 を地図に重ねて表示部 24 に表示する。また、運転支援装置 1A のアクチュエータ制御部 44 は、自動運転設定フラグ 22 が「1」であると判定したら、車両 50 が走行軌道 108 を走行するように、アクチュエータ 25 を動作させることでステアリングコラム 51 を回転させる。

[0159] 運転支援システム 60 は、サーバ 70 側で走行軌道 108 を作成することができる。これにより、車両 50 に搭載された運転支援装置 1A 側で走行軌道 108 を作成する必要をなくすことができ、運転支援装置 1A の CPU 23a の処理負荷を低減することができる。

[0160] 車両 50 に搭載される CPU 23a は、実装上の要請又は消費電力抑制の要請から、処理能力が低い場合がある。しかしながら、運転支援システム 60 は、サーバ 70 側で走行軌道 108 を作成することができる。従って、運転支援システム 60 は、CPU 23a の処理能力が低い場合であっても、進入直線部 108a と、進入直線部 108a に引き続く進入クロソイド部 108b と、進入クロソイド部 108b に引き続く円弧部 108c と、円弧部 108c に引き続く脱出クロソイド部 108d と、脱出クロソイド部 108d に引き続く脱出直線部 108e と、を含む走行軌道 108 を作成することができる。これにより、運転支援システム 60 は、車両 50 の横滑りの可能性を抑制できるとともに、乗員の不快感を抑制することができる。

[0161] (第3の実施形態)

図 25 は、第3の実施形態にかかる運転支援システムの構成を示す図である。なお、第1の実施形態又は第2の実施形態と同様の構成要素については、同一の符号を付して、説明を省略する。

[0162] この運転支援システム 61 は、車両 50 に搭載された運転支援装置 1B と、サーバ 70A と、を備える。

[0163] 運転支援装置 1B は、第1の実施形態にかかる運転支援装置 1 の構成要素である位置検出部 21、記憶部 22、制御部 23、表示部 24 及びアクチュエータ 25 に加えて、記録媒体 90 に記録されたデータを読み取る記録媒体読取部 27 を更に備える。

- [01 64] サーバ 7 0 A は、記録媒体 9 0 にデータを書き込む記録媒体書込部 7 2 と、走行軌道作成装置 8 0 と、を備える。
- [01 65] 記録媒体 9 0 は、S D カード (登録商標)、U S B (Universal Serial Bus) メモリ又は D V D (Digital Versatile Disc) が例示される。
- [01 66] 走行軌道作成装置 8 0 は、日本全国のカーブ又は交差点毎に、進入直線部 1 0 8 a と、進入直線部 1 0 8 a に引き続く進入クロソイド部 1 0 8 b と、進入クロソイド部 1 0 8 b に引き続く円弧部 1 0 8 c と、円弧部 1 0 8 c に引き続く脱出クロソイド部 1 0 8 d と、脱出クロソイド部 1 0 8 d に引き続く脱出直線部 1 0 8 e と、を含む走行軌道 1 0 8 を作成し、記録媒体 9 0 に記録する。
- [01 67] 車両 5 0 のユーザは、記録媒体 9 0 を車両 5 0 に持ち込んで、運転支援装置 1 B の記録媒体読取部 2 7 に挿入する。なお、運転支援装置 1 B は、記録媒体 9 0 に記録された走行軌道 1 0 8 を記憶部 2 2 にインストール又はコピーしても良い。これにより、ユーザは、記録媒体 9 0 を取り外すことができる。
- [01 68] 運転支援装置 1 B は、車両 5 0 とカーブ又は交差点との間の距離が予め定められた距離になったら、走行軌道 1 0 8 を記録媒体 9 0 又は記憶部 2 2 から読み取って、走行軌道 1 0 8 を地図に重ねて表示部 2 4 に表示する。また、運転支援装置 1 B は、自動運転設定フラグ 2 2 b が「1」であると判定したら、車両 5 0 が走行軌道 1 0 8 を走行するように、アクチュエータ 2 5 を動作させることでステアリングコラム 5 1 を回転させる。
- [01 69] 運転支援システム 6 1 は、サーバ 7 0 A 側で走行軌道 1 0 8 を作成することができる。これにより、車両 5 0 に搭載された運転支援装置 1 B 側で走行軌道 1 0 8 を作成する必要をなくすことができ、運転支援装置 1 B の C P U 2 3 a の処理負荷を低減することができる。
- [01 70] また、運転支援システム 6 1 は、第 2 の実施形態にかかる運転支援システム 6 0 と比較して、無線通信を不要にすることができる。これにより、運転支援システム 6 1 は、システムの製造コストを低減できるとともに、通信費

用つまりランニングコストを低減することができる。

[0171] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

#### 符号の説明

[0172] 1, 1A 運転支援装置、2, 80 走行軌道作成装置、21 位置検出音、22, 82 記憶部、23, 81 制御部、24 表示部、25 アクチュエータ、26, 71 通信部、27 記録媒体読取部、41 地図データ読出部、42 走行軌道作成部、42a 円弧作成部、42b クロソイド作成部、43 走行軌道表示部、44 アクチュエータ制御部、48 現在地送信部、49 走行軌道受信部、50 車両、60, 61 運転支援システム、72 記録媒体書込部、83 現在地受信部、84 走行軌道送信部、90 記録媒体。

## 請求の範囲

[請求項 1]

進入直線区間と、前記進入直線区間に引き続く円弧区間と、前記円弧区間に引き続く脱出直線区間と、を有する道路を車両が走行する走行軌道を作成する走行軌道作成装置であって、

前記進入直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた進入直線部と、前記進入直線部に引き続き、第 1 群のクロソイド曲線が連結されてなる進入クロソイド部と、前記進入クロソイド部に引き続く円弧部と、前記円弧部に引き続き、第 2 群のクロソイド曲線が連結されてなる脱出クロソイド部と、前記脱出クロソイド部に引き続き、前記脱出直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた脱出直線部と、を含む前記走行軌道を作成する走行軌道作成部を備え、

前記走行軌道作成部は、

前記円弧区間の内縁から前記円弧区間の反中心側に予め定められた距離だけ離れた通過目標点よりも更に前記円弧区間の反中心側に位置し且つ半径ができるだけ大きい前記円弧部を作成する円弧作成部と、

前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、始点が前記進入直線部に接し、前記進入直線部の方向角を始点の方向角とする前記進入クロソイド部と、前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、前記脱出直線部に接し、前記脱出直線部の方向角を始点の方向角とする前記脱出クロソイド部と、を作成するクロソイド作成部と、

を含むことを特徴とする、走行軌道作成装置。

[請求項 2]

前記クロソイド作成部は、

与えられた半径を最終接円弧の半径とし、始点が前記進入直線部に接し、前記進入直線部の方向角を始点の方向角とする前記進入クロソイド部と、前記与えられた半径を最終接円弧の半径とし、前記脱出直線部に接し、前記脱出直線部の方向角を始点の方向角とする前記脱出クロソイド部と、を作成するものであり、

前記円弧作成部は、

前記通過目標点よりも前記円弧区間の反中心側に位置し且つ前記進入直線部及び前記脱出直線部に接する円弧を初期半径から段階的に半径を大きくしながら作成し、新たな円弧を作成する度に当該円弧の半径を前記クロソイド作成部に与えて、前記クロソイド作成部に前記進入クロソイド部及び前記脱出クロソイド部を作成させ、前記進入クロソイド部及び前記脱出クロソイド部に連結する当該円弧の場所を決定し、当該円弧の場所が前記通過目標点よりも前記円弧区間の中心側に転じたら、二分探索法を使用して、前記通過目標点よりも前記円弧区間の中心側に転じる手前の円弧を前記円弧部とする

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の走行軌道作成装置。

[請求項 3]

前記クロソイド作成部は、

前記第 1 群のクロソイド曲線及び前記第 2 群のクロソイド曲線の各々の始点及び終点での曲率を、双曲線正接関数又はシグモイド関数によって算出し、前記第 1 群のクロソイド曲線及び前記第 2 群のクロソイド曲線の各々の始点及び終点での曲率を用いて、前記第 1 群のクロソイド曲線及び前記第 2 群のクロソイド曲線の各々のクロソイドパラメータを算出し、前記第 1 群のクロソイド曲線の各々のクロソイドパラメータを用いて、前記第 1 群のクロソイド曲線の内の第 1 番目のクロソイド曲線の始点を前記進入直線部の終点とし、第 1 番目のクロソイド曲線の始点の方向角を前記進入直線部の方向角とし、第 2 番目以降のクロソイド曲線の始点を 1 つ前のクロソイド曲線の終点とし、第 2 番目以降のクロソイド曲線の始点の方向角を 1 つ前のクロソイド曲線の終点の方向角として、前記進入クロソイド部を作成し、前記第 2 群のクロソイド曲線の各々のクロソイドパラメータを用いて、前記第 2 群のクロソイド曲線の内の第 1 番目のクロソイド曲線の始点を、前記脱出直線部の始点とし、第 1 番目のクロソイド曲線の始点の方向角を、前記脱出直線部の方向角とし、第 2 番目以降のクロソイド曲線の

始点を、1つ前のクロソイド曲線の終点とし、第2番目以降のクロソイド曲線の始点の方向角を、1つ前のクロソイド曲線の終点の方向角として、前記脱出クロソイド部を作成する、

ことを特徴とする、請求項1又は2に記載の走行軌道作成装置。

[請求項4]

請求項1から3のいずれか1項に記載の走行軌道作成装置と、

画像を表示する表示部と、

前記走行軌道を前記表示部に表示させる走行軌道表示部と、

を備えることを特徴とする運転支援装置。

[請求項5]

請求項1から3のいずれか1項に記載の走行軌道作成装置と、

前記車両のステアリングコラムを回転させるアクチュエータと、

前記車両が前記走行軌道を走行するように、前記アクチュエータを動作させることで前記ステアリングコラムを回転させるアクチュエータ制御部と、

を備えることを特徴とする運転支援装置。

[請求項6]

前記走行軌道を記録媒体に書き込む記録媒体書込部を更に備えることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の走行軌道作成装置。

[請求項7]

請求項6に記載の走行軌道作成装置によつて前記記録媒体に記録された前記走行軌道を読み取る記録媒体読取部と、

画像を表示する表示部と、

前記走行軌道を前記表示部に表示させる走行軌道表示部と、

を備えることを特徴とする運転支援装置。

[請求項8]

請求項6に記載の走行軌道作成装置によつて前記記録媒体に記録された前記走行軌道を読み取る記録媒体読取部と、

前記車両のステアリングコラムを回転させるアクチュエータと、

前記車両が前記走行軌道を走行するように、前記アクチュエータを動作させることで前記ステアリングコラムを回転させるアクチュエータ制御部と、



を備えることを特徴とする運転支援装置。

[請求項9]

進入直線区間と、前記進入直線区間に引き続く円弧区間と、前記円弧区間に引き続く脱出直線区間と、を有する道路を走行する車両に搭載された運転支援装置と、前記運転支援装置と通信する走行軌道作成装置と、を備える運転支援システムであって、

前記走行軌道作成装置は、

前記車両の現在地を前記運転支援装置から受信する現在地受信部と、

前記進入直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた進入直線部と、前記進入直線部に引き続き、第1群のクロソイド曲線が連結されてなる進入クロソイド部と、前記進入クロソイド部に引き続く円弧部と、前記円弧部に引き続き、第2群のクロソイド曲線が連結されてなる脱出クロソイド部と、前記脱出クロソイド部に引き続き、前記脱出直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた脱出直線部と、を含む前記走行軌道を作成する走行軌道作成部と、

前記走行軌道を前記運転支援装置に送信する走行軌道送信部と、

を備え、

前記走行軌道作成部は、

前記円弧区間の内縁から前記円弧区間の反中心側に予め定められた距離だけ離れた通過目標点よりも更に前記円弧区間の反中心側に位置し且つ半径ができるだけ大きい前記円弧部を作成する円弧作成部と、

前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、始点が前記進入直線部に接し、前記進入直線部の方向角を始点の方向角とする前記進入クロソイド部と、前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、前記脱出直線部に接し、前記脱出直線部の方向角を始点の方向角とする前記脱出クロソイド部と、を作成するクロソイド作成部と、を含み、

前記運転支援装置は、

画像を表示する表示部と、

前記走行軌道を前記走行軌道作成装置から受信する走行軌道受信部と、

前記走行軌道を前記表示部に表示させる走行軌道表示部と、

を備えることを特徴とする運転支援システム。

[請求項 10]

進入直線区間と、前記進入直線区間に引き続く円弧区間と、前記円弧区間に引き続く脱出直線区間と、を有する道路を走行する車両に搭載された運転支援装置と、前記運転支援装置と通信する走行軌道作成装置と、を備える運転支援システムであって、

前記走行軌道作成装置は、

前記車両の現在地を前記運転支援装置から受信する現在地受信部と、

前記進入直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた進入直線部と、前記進入直線部に引き続き、第1群のクロソイド曲線が連結されてなる進入クロソイド部と、前記進入クロソイド部に引き続く円弧部と、前記円弧部に引き続き、第2群のクロソイド曲線が連結されてなる脱出クロソイド部と、前記脱出クロソイド部に引き続き、前記脱出直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた脱出直線部と、を含む前記走行軌道を作成する走行軌道作成部と、

前記走行軌道を前記運転支援装置に送信する走行軌道送信部と、

を備え、

前記走行軌道作成部は、

前記円弧区間の内縁から前記円弧区間の反中心側に予め定められた距離だけ離れた通過目標点よりも更に前記円弧区間の反中心側に位置し且つ半径ができるだけ大きい前記円弧部を作成する円弧作成部と、

前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、始点が前記進入直線部に接し、前記進入直線部の方向角を始点の方向角とする前記進入クロ

ソイド部と、前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、前記脱出直線部に接し、前記脱出直線部の方向角を始点の方向角とする前記脱出クロソイド部と、を作成するクロソイド作成部と、を含み、

前記運転支援装置は、

前記車両のステアリングコラムを回転させるアクチュエータと、

前記車両が前記走行軌道を走行するように、前記アクチュエータを動作させることで前記ステアリングコラムを回転させるアクチュエータ制御部と、

を備えることを特徴とする運転支援システム。

[請求項 11]

進入直線区間と、前記進入直線区間に引き続く円弧区間と、前記円弧区間に引き続く脱出直線区間と、を有する道路を車両が走行する走行軌道を作成する走行軌道作成方法であって、

前記進入直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた進入直線部と、前記進入直線部に引き続き、第1群のクロソイド曲線が連結されてなる進入クロソイド部と、前記進入クロソイド部に引き続く円弧部と、前記円弧部に引き続き、第2群のクロソイド曲線が連結されてなる脱出クロソイド部と、前記脱出クロソイド部に引き続き、前記脱出直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた脱出直線部と、を含む前記走行軌道を作成する走行軌道作成ステップを備え、

前記走行軌道作成ステップは、

前記円弧区間の内縁から前記円弧区間の反中心側に予め定められた距離だけ離れた通過目標点よりも更に前記円弧区間の反中心側に位置し且つ半径ができるだけ大きい前記円弧部を作成する円弧作成ステップと、

前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、始点が前記進入直線部に接し、前記進入直線部の方向角を始点の方向角とする前記進入クロソイド部と、前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、前記脱出直

線部に接し、前記脱出直線部の方向角を始点の方向角とする前記脱出クロソイド部と、を作成するクロソイド作成ステップと、

を含むことを特徴とする、走行軌道作成方法。

[請求項 12]

進入直線区間と、前記進入直線区間に引き続く円弧区間と、前記円弧区間に引き続く脱出直線区間と、を有する道路を車両が走行する走行軌道を作成するためにコンピュータが実行する走行軌道作成プログラムであって、

前記進入直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた進入直線部と、前記進入直線部に引き続き、第1群のクロソイド曲線が連結されてなる進入クロソイド部と、前記進入クロソイド部に引き続く円弧部と、前記円弧部に引き続き、第2群のクロソイド曲線が連結されてなる脱出クロソイド部と、前記脱出クロソイド部に引き続き、前記脱出直線区間の外縁よりも前記円弧区間の中心側に予め定められた距離だけ離れた脱出直線部と、を含む前記走行軌道を作成する走行軌道作成ステップを備え、

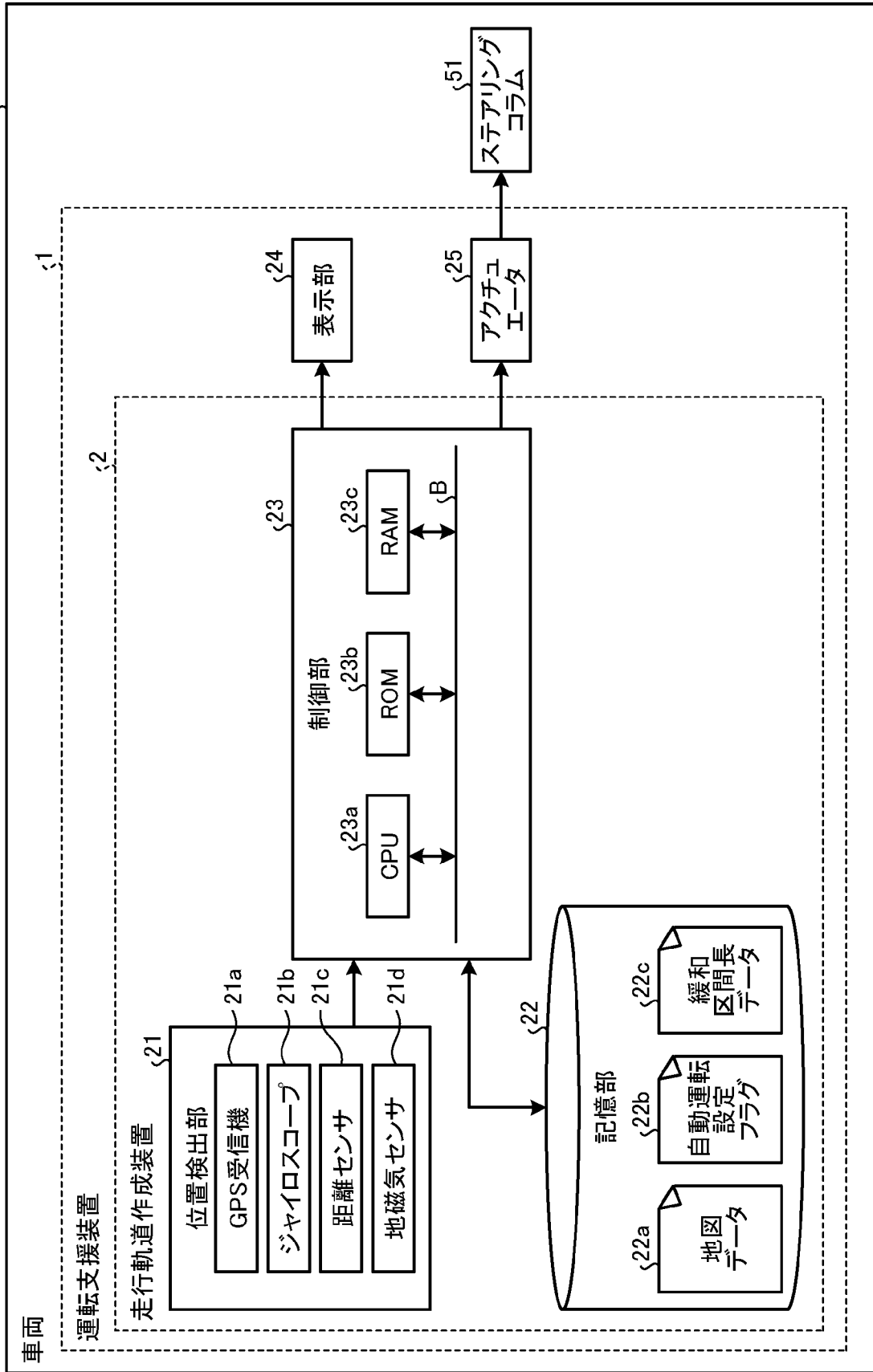
前記走行軌道作成ステップは、

前記円弧区間の内縁から前記円弧区間の反中心側に予め定められた距離だけ離れた通過目標点よりも更に前記円弧区間の反中心側に位置し且つ半径ができるだけ大きい前記円弧部を作成する円弧作成ステップと、

前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、始点が前記進入直線部に接し、前記進入直線部の方向角を始点の方向角とする前記進入クロソイド部と、前記円弧部の半径を最終接円弧の半径とし、前記脱出直線部に接し、前記脱出直線部の方向角を始点の方向角とする前記脱出クロソイド部と、を作成するクロソイド作成ステップと、

を含むことを特徴とする、走行軌道作成プログラム。

[図1]

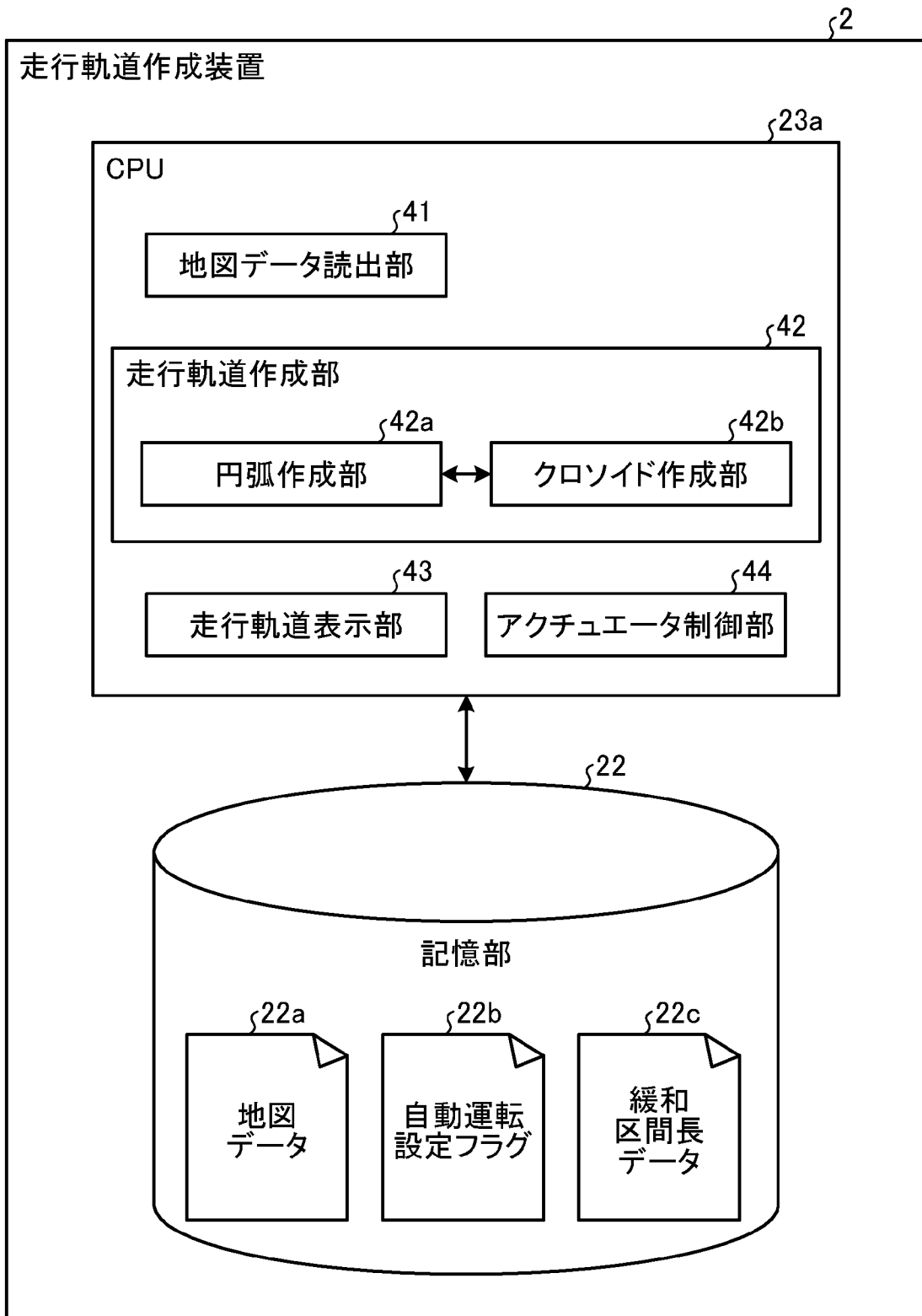


[図2]

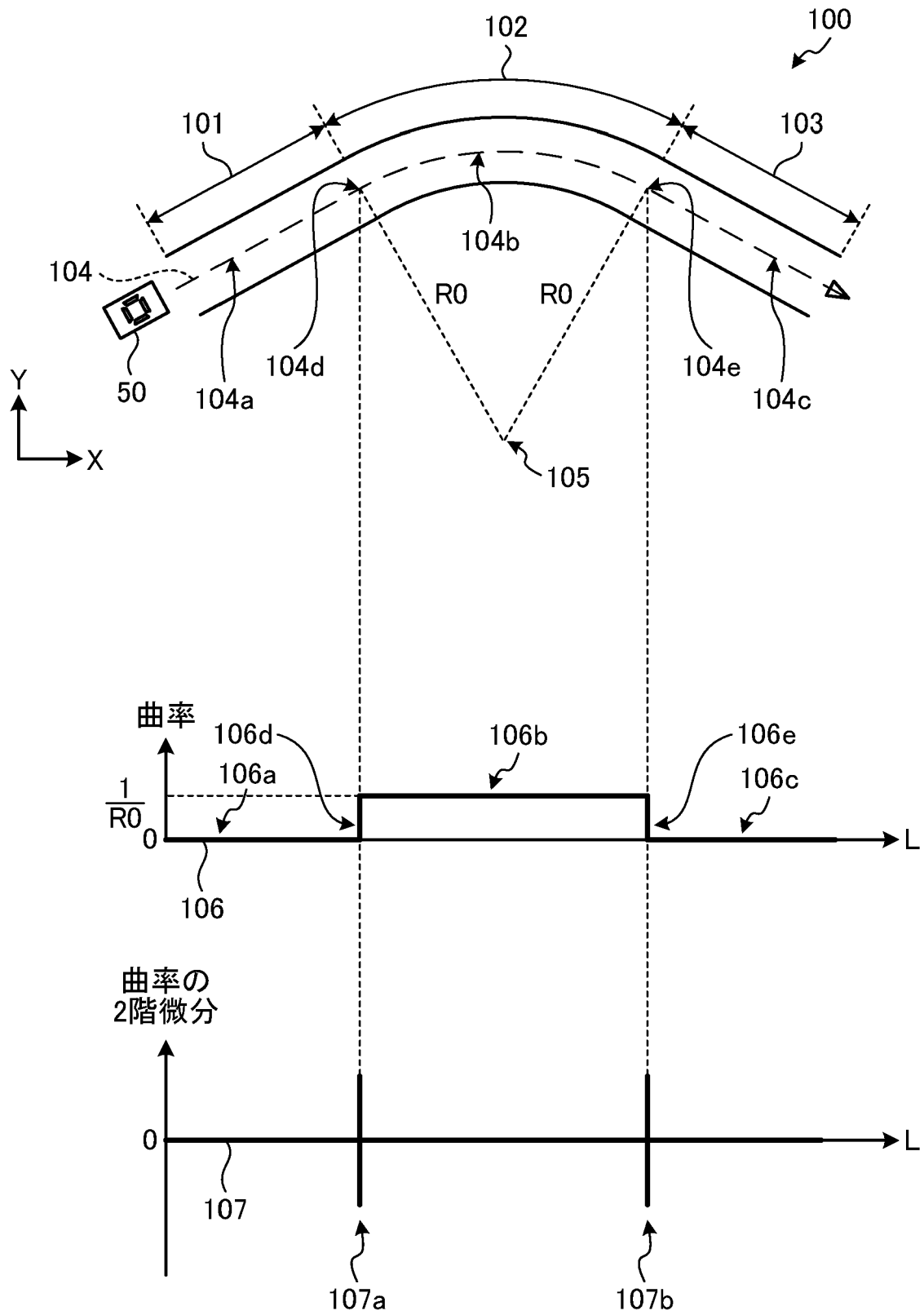
22c

緩和区間長データ	
設計速度(km/h)	緩和区間長(m)
120	100
100	85
80	70
60	50
50	40
40	35
30	25
20	20

[図3]

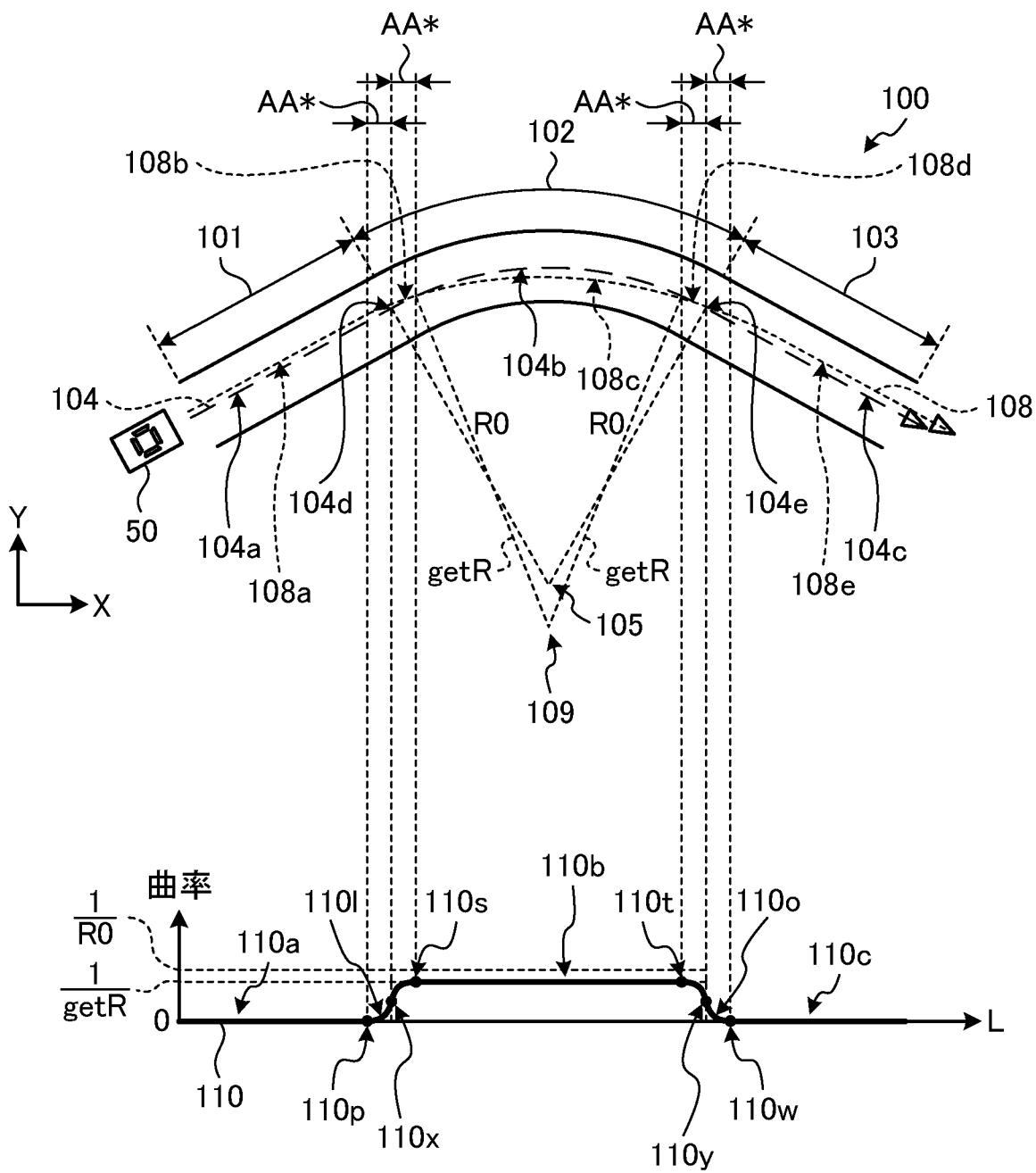


[図4]

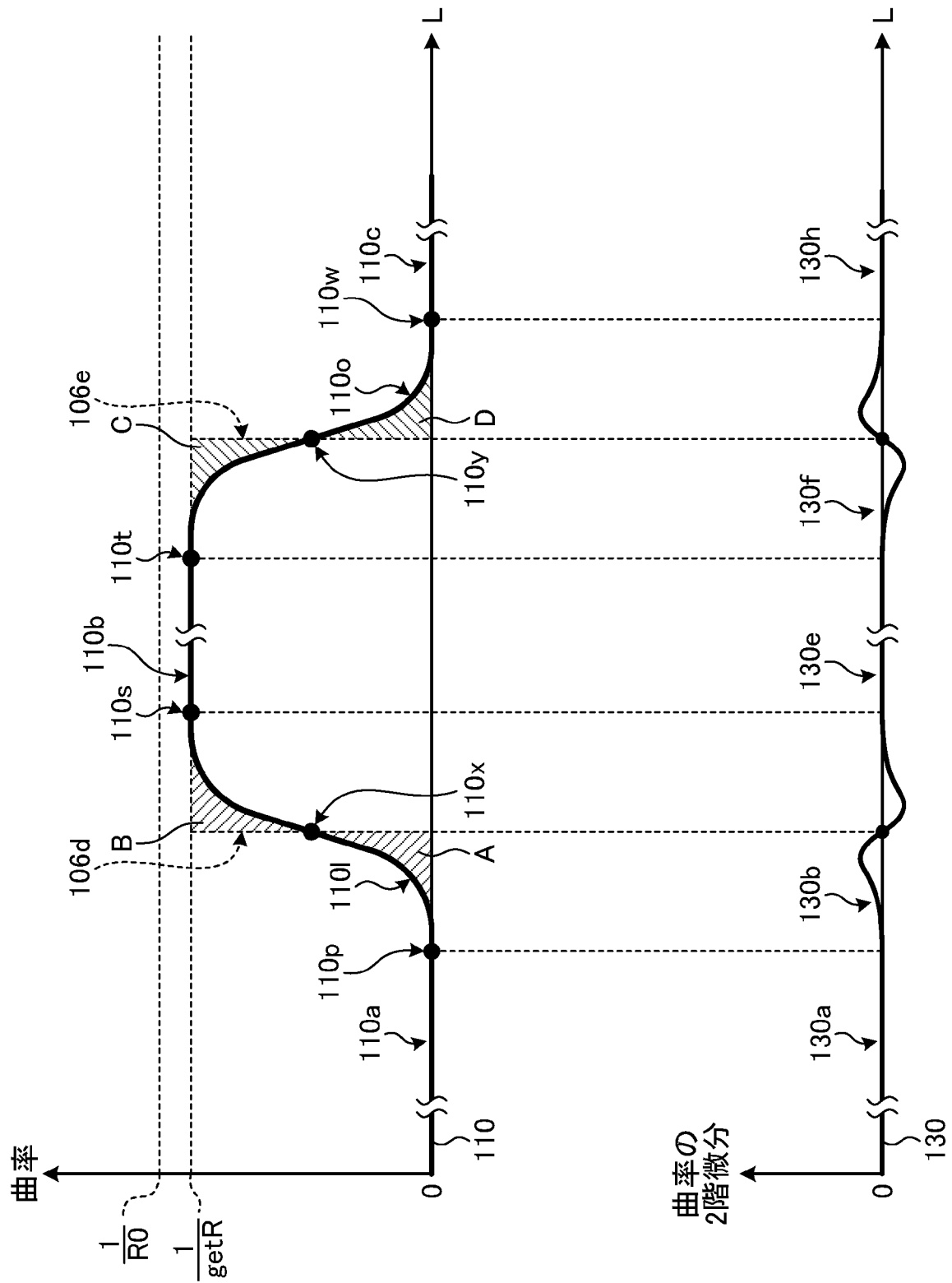




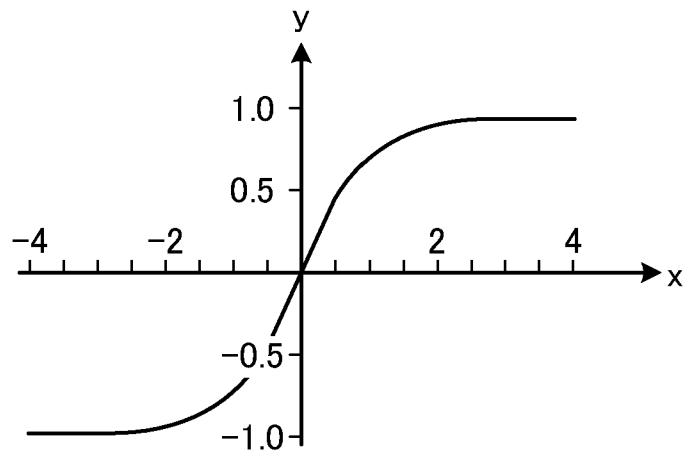
[図5]



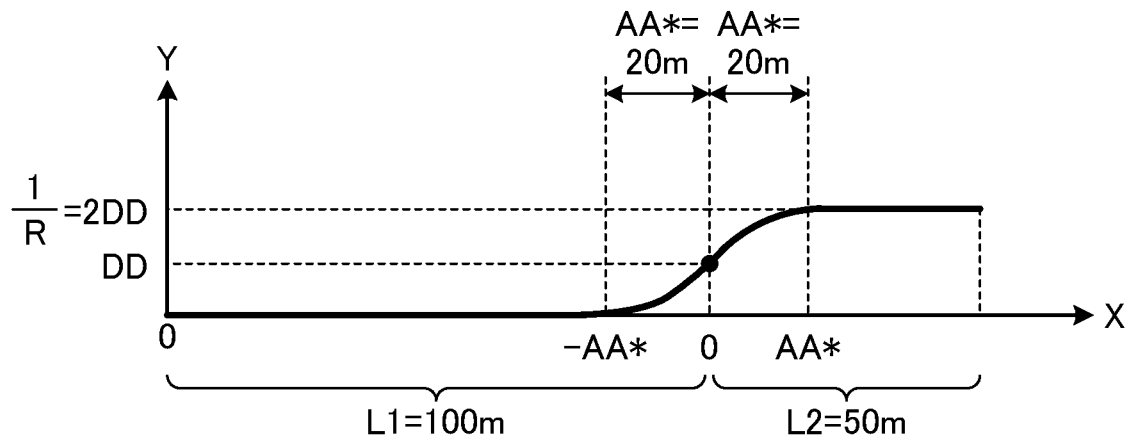
[図6]



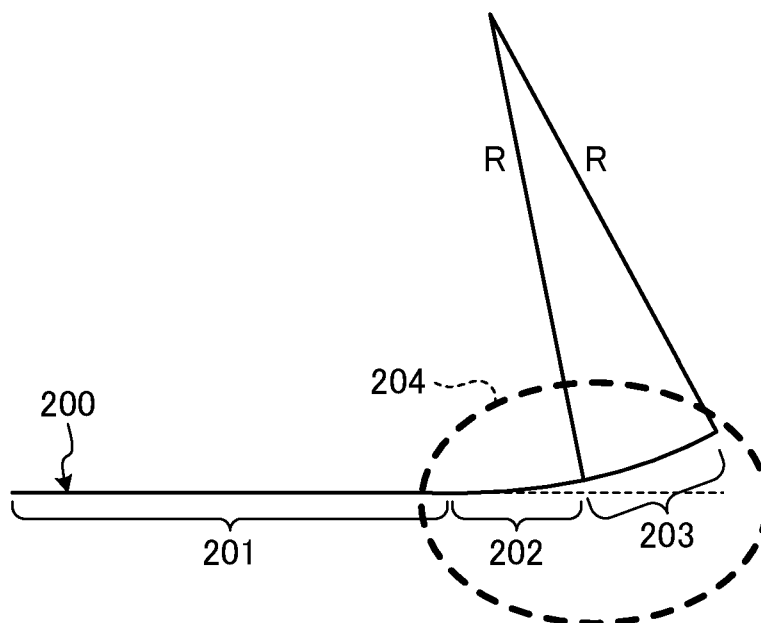
[図7]



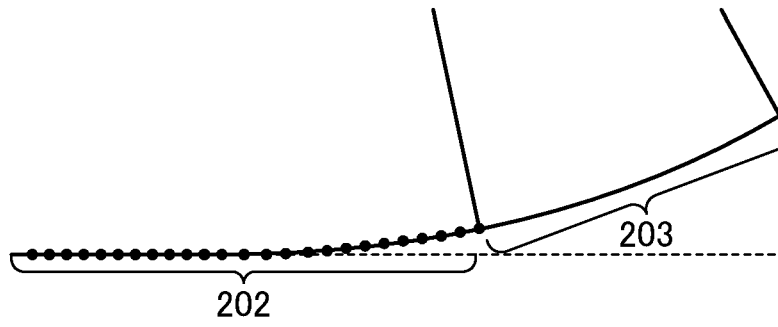
[図8]



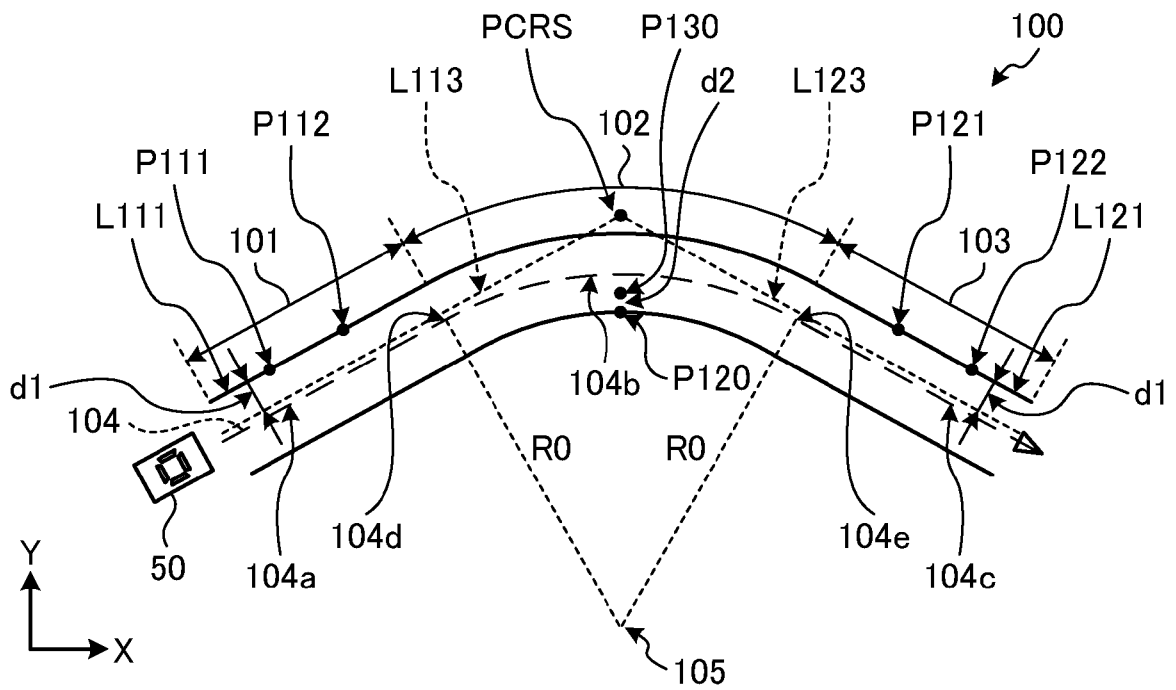
[図9]



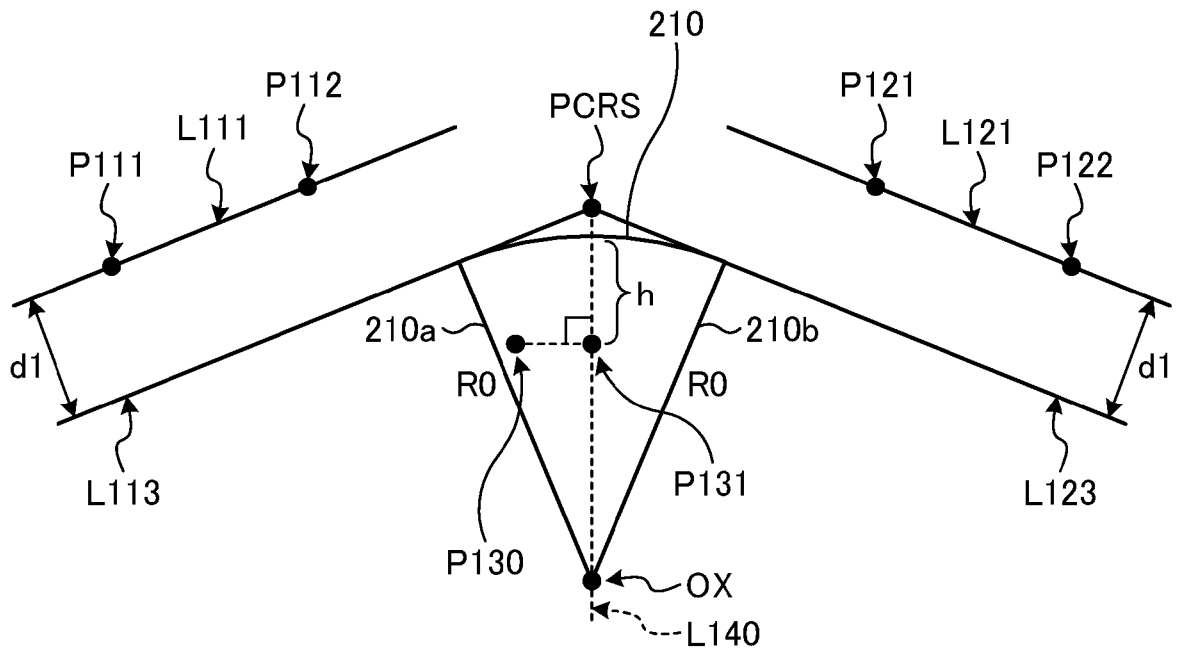
[図10]



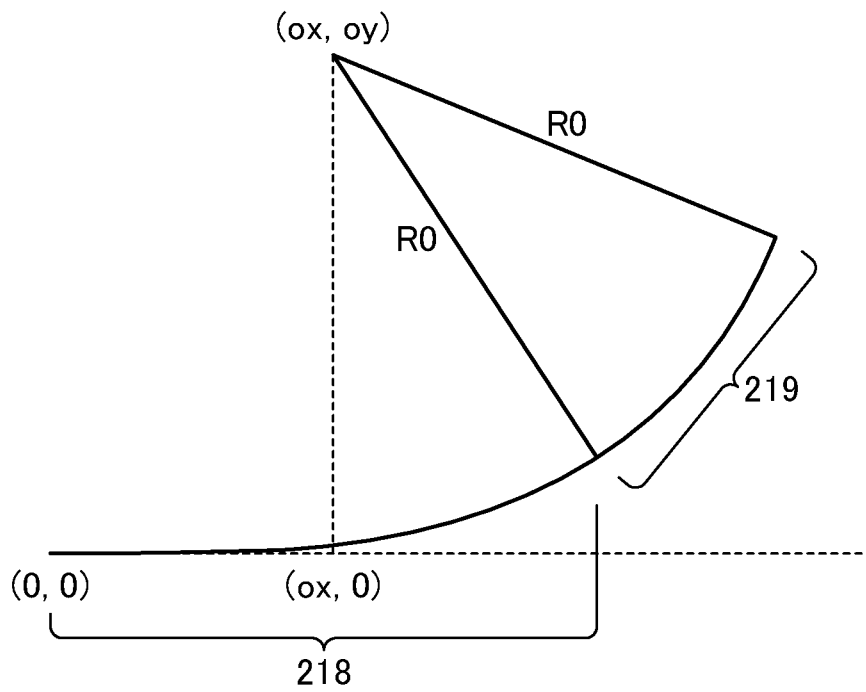
[図11]



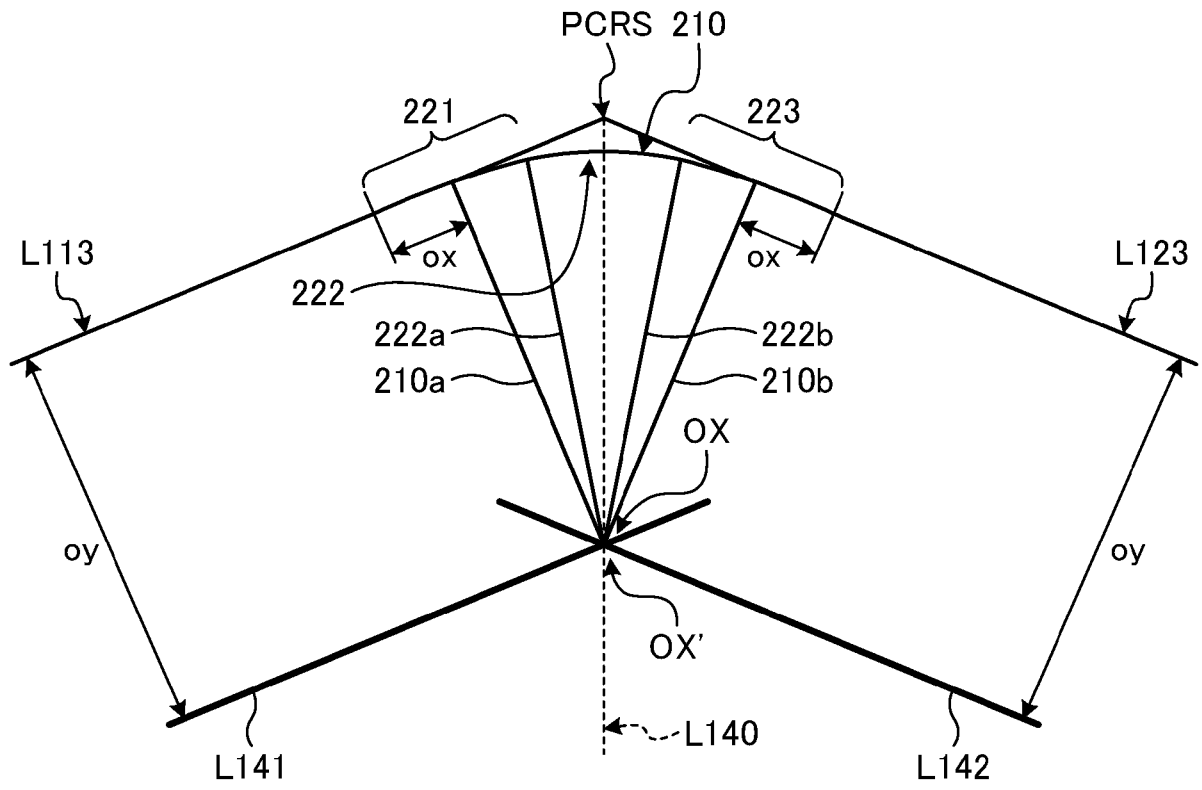
[図12]



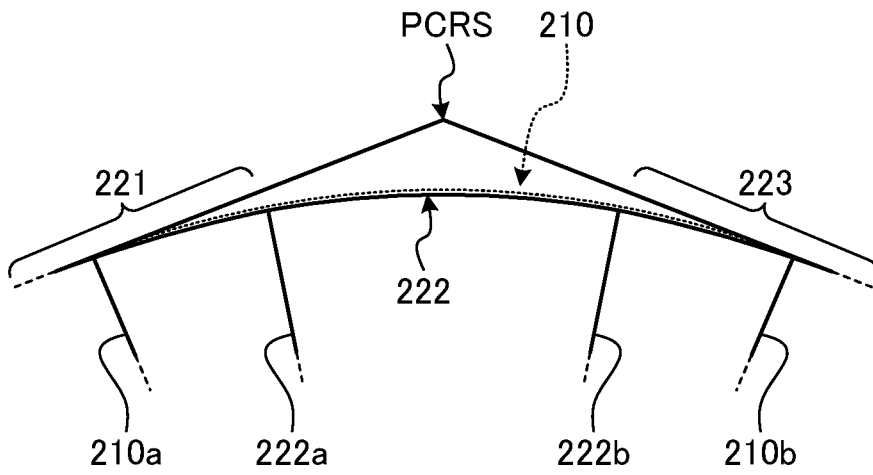
[図13]



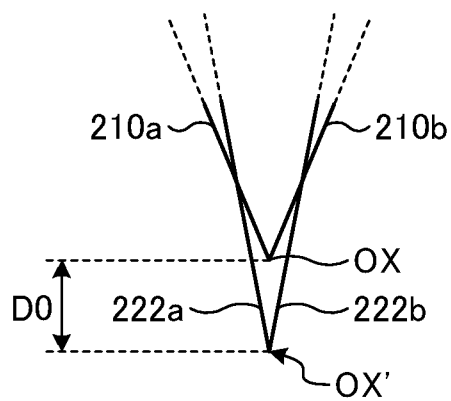
[図14]



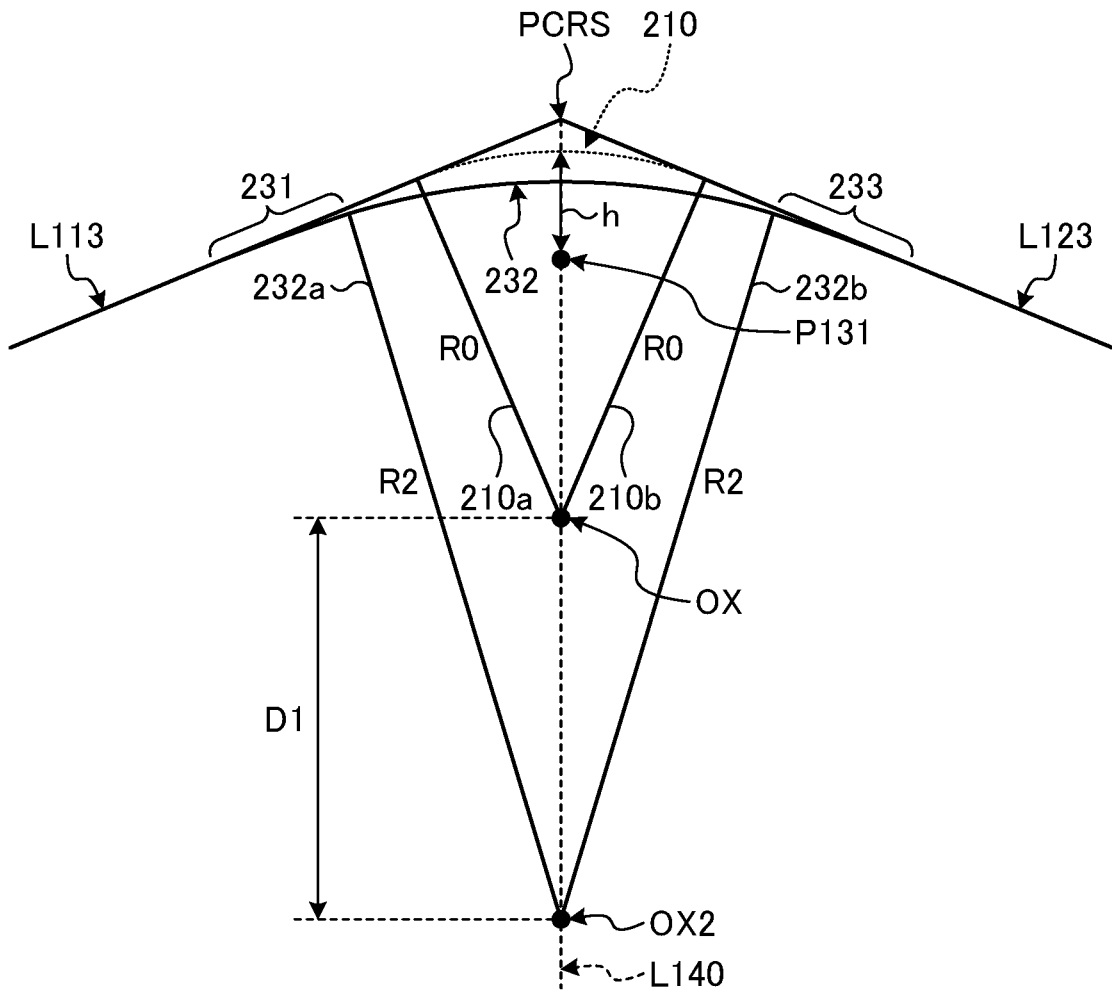
[図15]



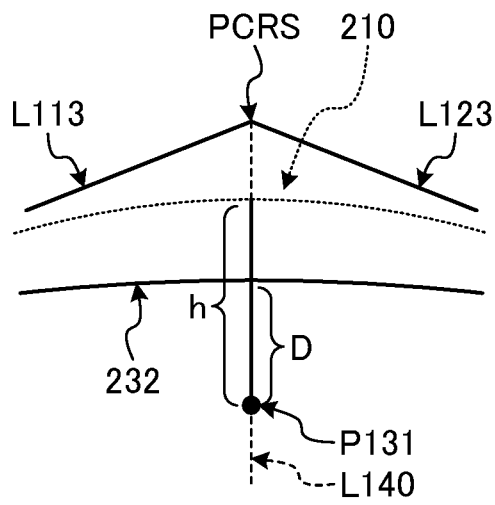
[図16]



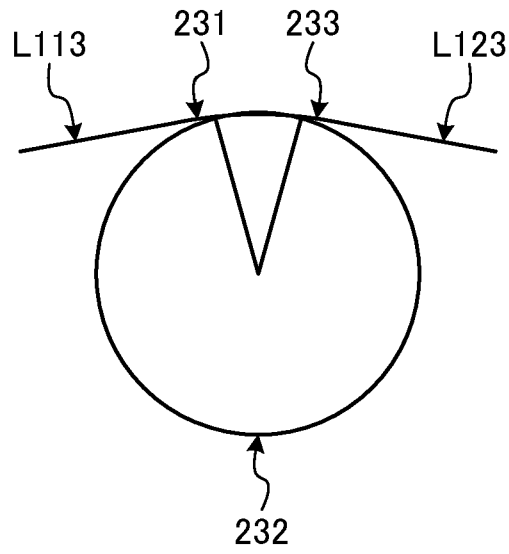
[図17]



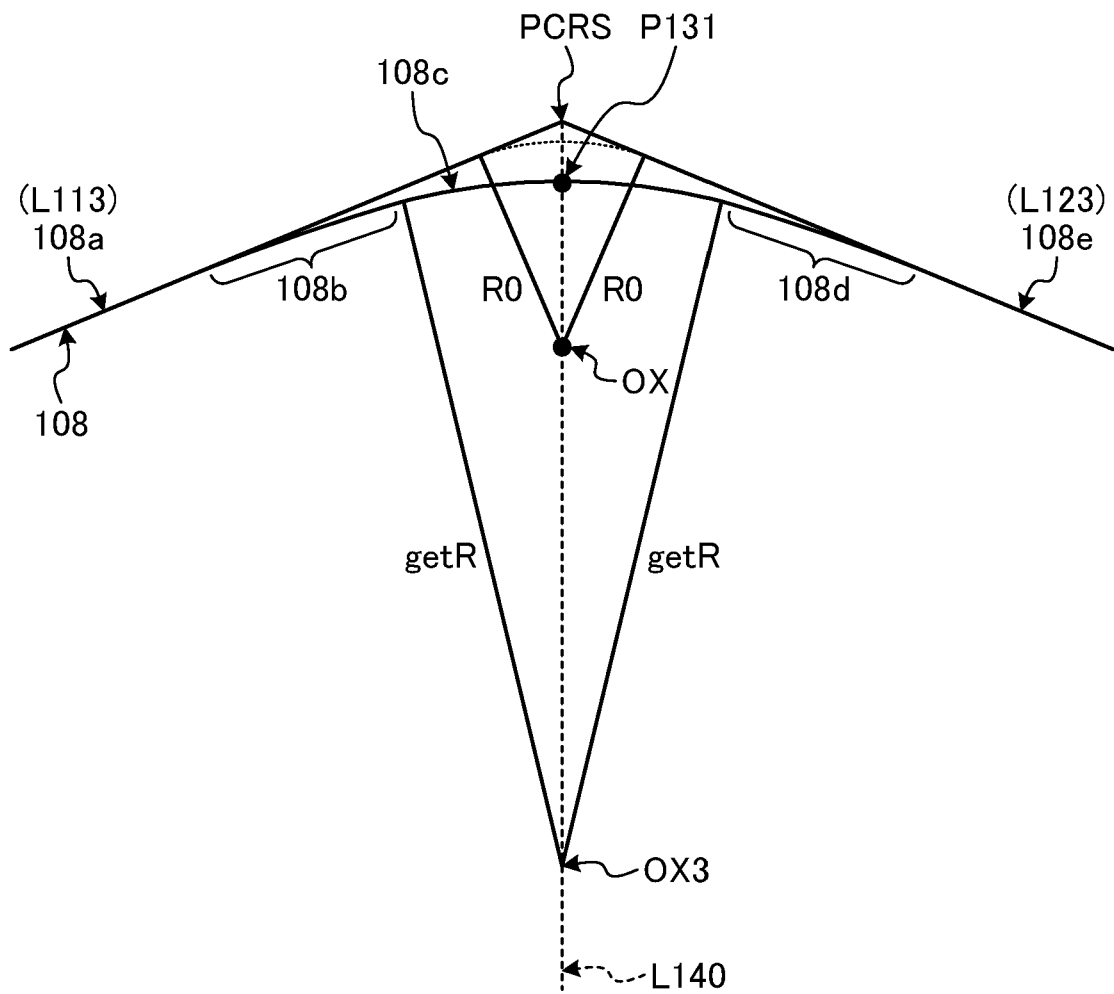
[図18]



[図19]

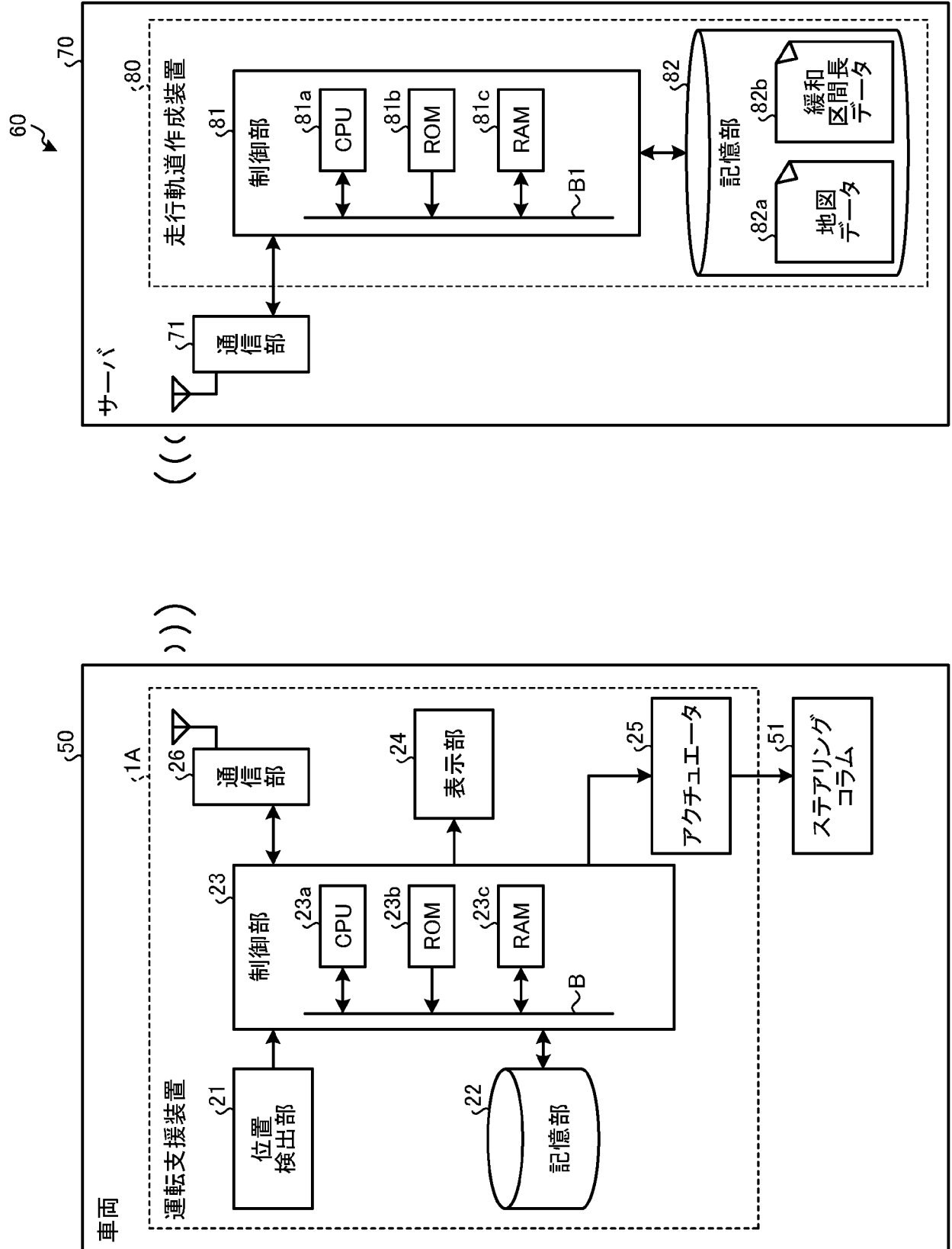


[図20]

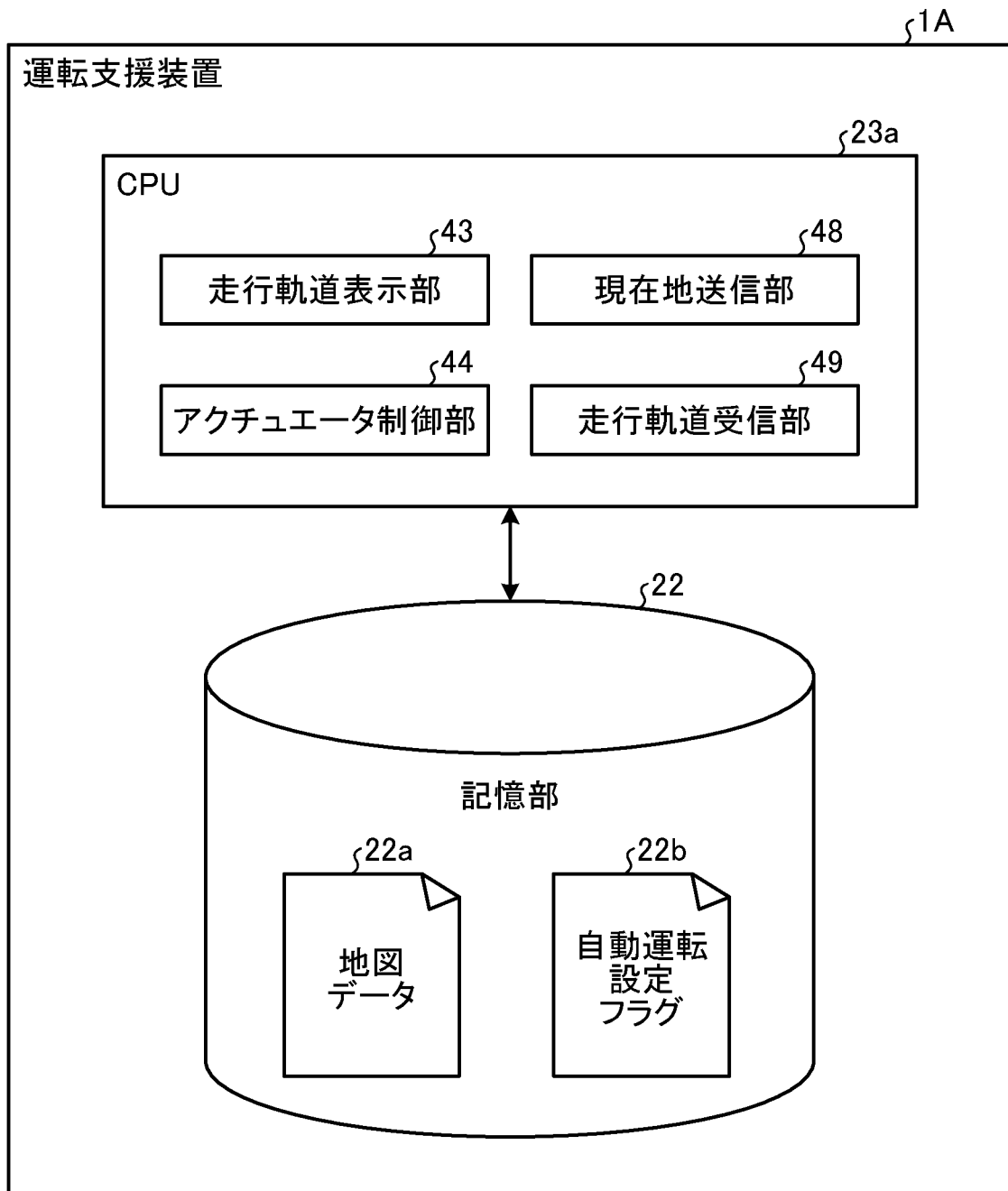




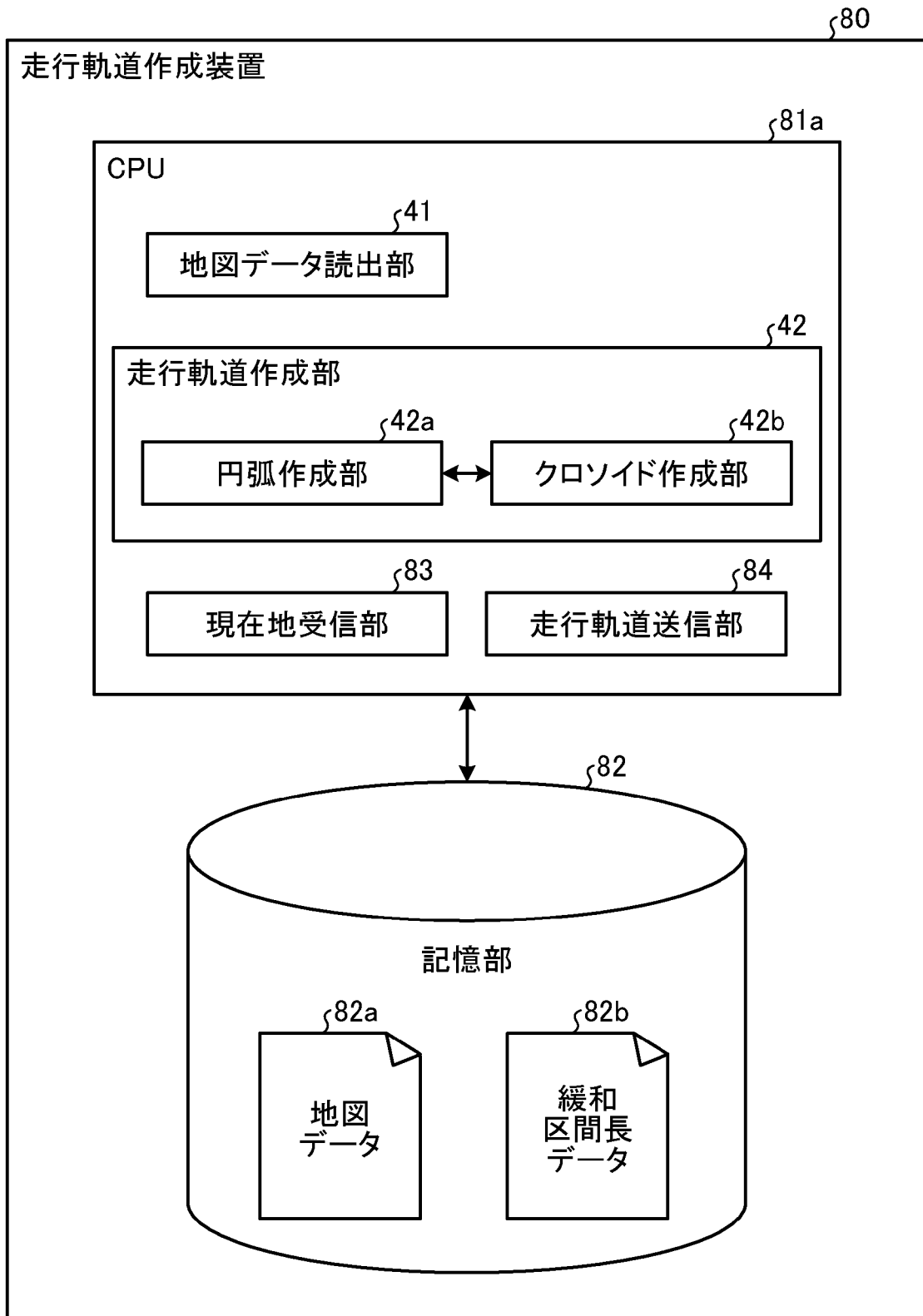
[図21]



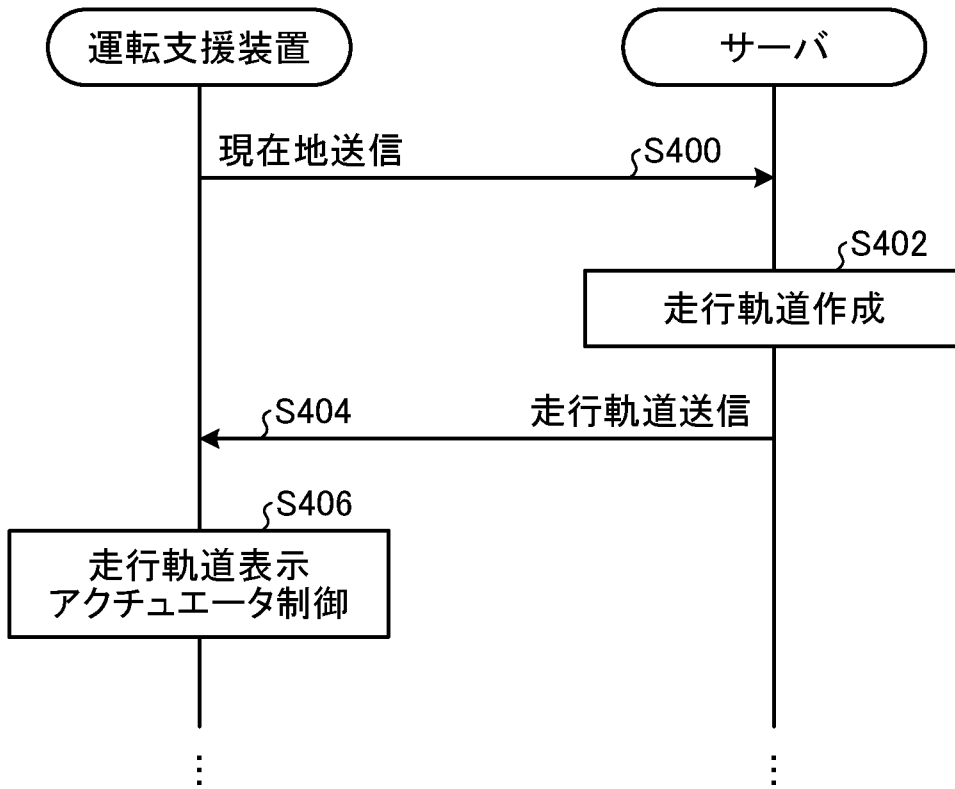
[図22]



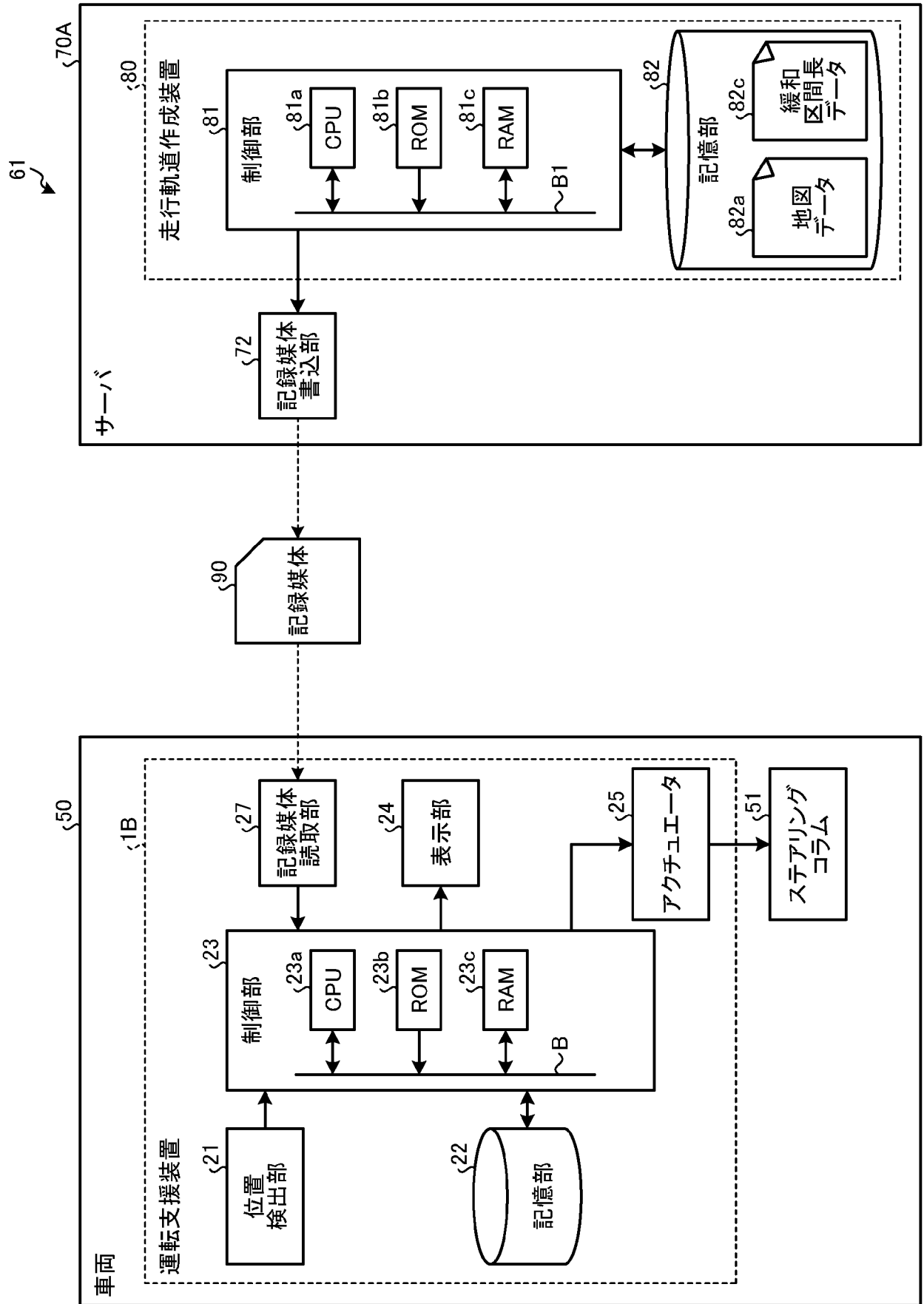
[図23]



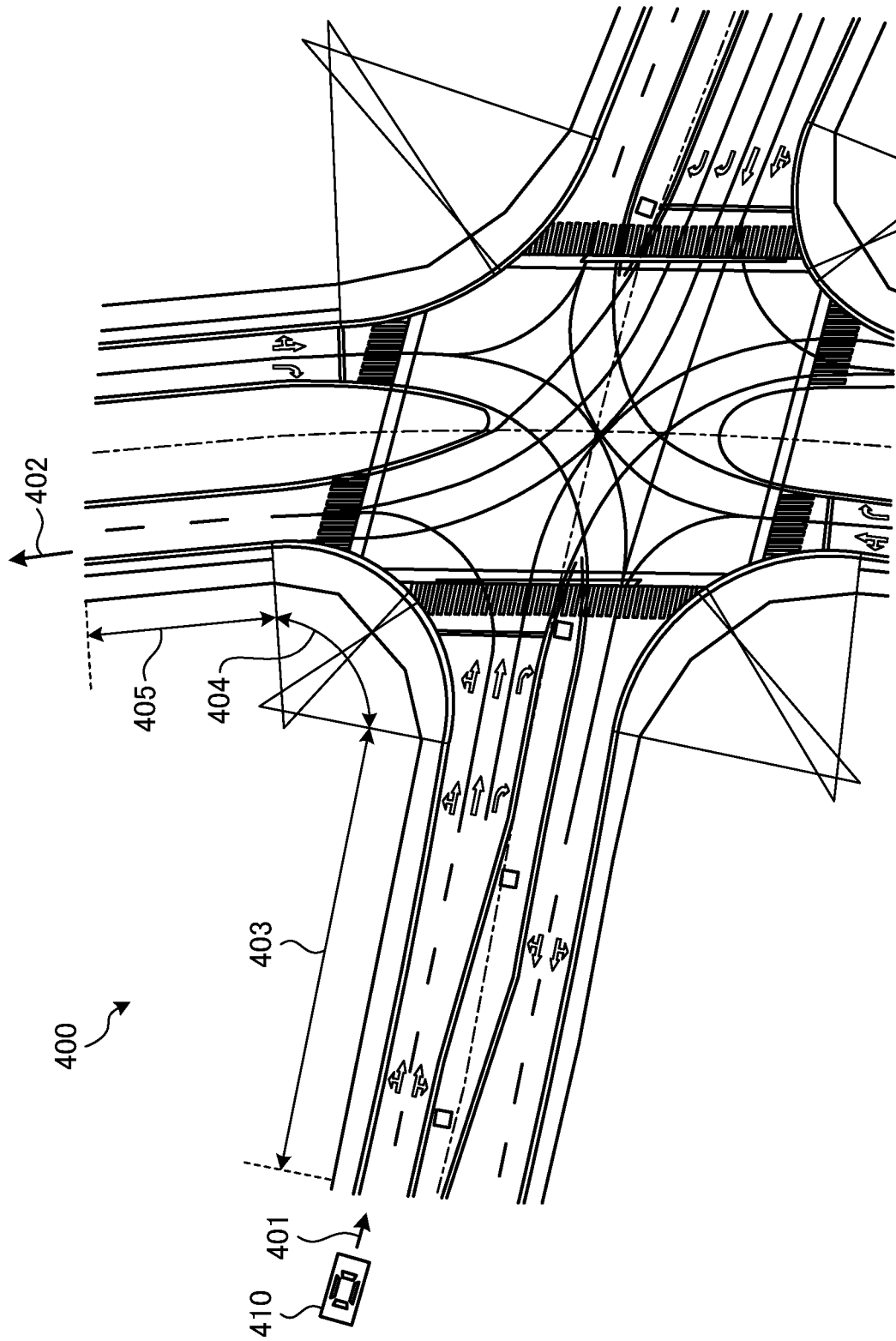
[図24]



[図25]



[図26]



<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> B 60W3 0/1 0 (2006.01)i , B 62D 6/00 (2006.01)i , G08G1 / 00 (2006.01)i , B 62D1 3 7/0 0 (2006.01)n , G 0 1 C 2 1 / 2 6 (2006.01)n  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B 60W3 0 / 1 0 , B 62 D 6 / 0 0 , G 0 8 G 1 / 0 0 , B 62 D 1 3 7 / 0 0 , G 0 1 C 2 1 / 2 6  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="1"> <tr> <td>Jitsuyo</td> <td>Shinan</td> <td>Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo</td> <td>Shinan</td> <td>Toroku</td> <td>Koho</td> <td>1996-2017</td> </tr> <tr> <td>Kokai</td> <td>Jitsuyo</td> <td>Shinan</td> <td>1971-2017</td> <td>Toroku</td> <td>Jitsuyo</td> <td>Shinan</td> <td>Koho</td> <td>1994-2017</td> </tr> </table> Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)			Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2017	Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2017	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2017
Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2017												
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2017	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2017												
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>																				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
Y A	JP 2013-513149 A (Robert Bosch GmbH), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraphs [0051], [0053], [0084] to [0095]; fig. 6 to 7 & US 2013/0006473 A1 paragraphs [0062], [0064], [0095] to [0105] & WO 2011/067252 A1 & EP 2507111 A1 & DE 102009047476 A1 & CN 102741109 A	1, 4-12 2-3																		
Y A	JP 2011-183996 A (Toyota Motor Corp.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraphs [0019] to [0035], [0037]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 4-12 2-3																		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.																				
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "T" 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 "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 "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 "&" document member of the same patent family																				
Date of the actual completion of the international search 13 November 2017 (13.11.17)		Date of mailing of the international search report 21 November 2017 (21.11.17)																		
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigasaka, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.																		

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 017 / 029858

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4125569 B2 (Sanei Co.), 30 July 2008 (30.07.2008), paragraphs [0100] to [0102] & JP 2003-337993 A	6-10
A	US 2015/0346723 A1 (NISSAN NORTH AMERICA, INC.), 03 December 2015 (03.12.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-12



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60W30/10 (2006. 01) i, B62D6/00 (2006. 01) i, G08G1/00 (2006. 01) i, B62D137/00 (2006. 01) j, G01C21/26 (2006. 01) n

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. B60W30/10, B62D6/00, G08G1/00, B62D137/00, G01C2 1/26

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-  
 日本国公開実用新案公報 1971-2  
 日本国実用新案登録公報 1996-  
 日本国登録実用新案公報 1994-2

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)  
 年

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
Y A	JP 2013-513149 A (ローベルト ボッシュ ゲゼルシャフト ミット ベ シュレンクテル ハフツング) 2013. 04. 18, 段落 [0051] , [0053] , [0084] - [0095] , 図 6-7 & US 2013/0006473 AI, 段落 [0062] , [0064] , [0095] - [0105] & WO 2011/067252 A1 & EP 2507111 A1 & DE 102009047476 A1 & CN 102741109 A	1, 4-12 2-3
Y A	JP 2011-183996 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 09. 22, 段落 [0019] - [0035] , [0037] , 図 ト3 (ファミリーなし)	1, 4-12 2-3

☑ c 欄の続きにも文献が列举されている。 「: 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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「I」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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 13. 11. 2017	国際調査報告の発送日 21. 11. 2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA / JP) 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) 神山 貴行 電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 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
Y	JP 4125569 B2 (株式会社 三英技研) 2008. 07. 30, 段落 [0100] - [0102] & JP 2003-337993 A	6-10
A	US 2015/0346723 AI (NISSAN NORTH AMERICA, INC. ) 2015. 12. 03, 全文 ,全図 (ファミリーなし)	1-12