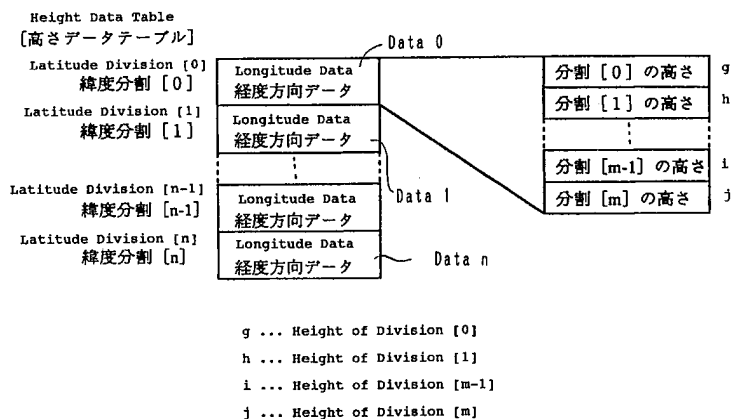




<p>(51) 国際特許分類6 G09B 29/10, G06T 17/50, G08G 1/0969, G01C 21/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO98/52176</p> <p>(43) 国際公開日 1998年11月19日(19.11.98)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/02040</p> <p>(22) 国際出願日 1998年5月8日(08.05.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/119830 1997年5月9日(09.05.97) JP 特願平9/144374 1997年6月2日(02.06.97) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ザナヴィ・インフォマティクス (XANAVI INFORMATICS CORPORATION)[JP/JP] 〒228-0012 神奈川県座間市広野台二丁目4991番地 Kanagawa, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 松岡洋司(MATSUOKA, Youji)[JP/JP] 大内克郎(OHUCHI, Katsuo)[JP/JP] 〒228-0012 神奈川県座間市広野台二丁目4991番地 株式会社 ザナヴィ・インフォマティクス内 Kanagawa, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 弁理士 永井冬紀(NAGAI, Fuyuki) 〒100-0013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号 尚友会館 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54)Title: **MAP DATABASE DEVICE, MAP DISPLAYING DEVICE AND RECORDING MEDIUM HAVING AND USING HEIGHT DATA EFFICIENTLY**

(54)発明の名称 高さデータを効率よく有し使用する地図データベース装置、地図表示装置および記録媒体



(57) Abstract

A map database device used to display a bird's-eye map converted from a planimetric map. The map database device comprises a height data unit where the height data are stored according to the altitudes of the regions, corresponding to the regions, and the planimetric map is divided into a plurality of regions.

(57)要約

本発明の地図データベース装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するために使用される。そして、平面地図を複数の領域に分割して各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部を具備する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AM	アルメニア	FR	フランス	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AT	オーストリア	GA	ガボン	LT	リトアニア	SN	セネガル
AU	オーストラリア	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサオ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	ML	マリ	UA	ウクライナ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	US	米国
CA	カナダ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MX	メキシコ	VN	ヴェトナム
CG	コンゴ	IL	イスラエル	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラビア
CH	スイス	IS	アイスランド	NL	オランダ	ZW	ジンバブエ
CI	コートジボアール	IT	イタリア	NO	ノールウェー		
CM	カメルーン	JP	日本	NZ	ニュー・ジーランド		
CN	中国	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CU	キューバ	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
CY	キプロス	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
CZ	チェッコ	KR	韓国	RU	ロシア		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
DK	デンマーク	LC	セントルシア	SE	スウェーデン		
EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール		
ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア		

明細書

高さデータを効率よく有し使用する地図データベース装置、
地図表示装置および記録媒体

技術分野

本発明は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換した鳥瞰地図で表示し、しかもその地表面や道路を標高に応じて凹凸をつけて立体的に表示する地図表示装置、あるいはそのような地図表示装置に使用する地図データベース装置および記録媒体に関する。

背景技術

道路地図を表示装置に表示する際、車両の現在地周辺の道路地図を遠方よりも拡大して表示する、いわゆる鳥瞰図法によって道路地図を表示するようにした車用地図表示装置が知られている（例えば、特開平2-244188号公報参照）。上記公報に開示された装置は、車両の現在地の後方に視点を置き、この視点から車両の進行方向を見下ろした様子を表示装置の画面上に表示する。このような鳥瞰図法による地図表示（以下、鳥瞰図法により表示される地図を鳥瞰地図と呼び、平面図として表示される平面地図と区別する）を行うと、現在地周辺の地図情報を拡大して表示できるとともに、現在地から遠方までの広範囲を表示できるため、道路地図の接続状況を視覚的に捉えやすくなる。また、いかにも運転者自身が道路地図を見下ろしているかのような臨場感のある道路地図を表示できる。

このような鳥瞰地図に表示される道路などを立体的に表示する場合、道路の各要素点の位置座標データに高さデータを付加すればよいが、データ量が膨大となり、車用地図表示装置においては、橋や立体交差などの特定の構造物についてのみ実現されている。しかしながら、全ての道路、橋、立体交差などを立体的に表示する場合はこの方式ではメモリ容量の点でコスト的に実現が難しいし、地表面をその標高に応じて凹凸表示することはさらに困難である。

発明の開示

本発明の目的は、鳥瞰地図の地表面や道路などをその標高に基づいて立体的に表示する場合に、標高を表すデータの容量を少なくするようにした地図データベース装置ならびにその地図データを記録した記録媒体を提供することにある。また、そのデータを有効に使用する地図表示装置を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明の地図データベース装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するために使用される。そして、平面地図を複数の領域に分割して各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部を具備することを特徴とする。

これにより、鳥瞰地図の地表面や道路などをその標高に基づいて立体的に表示する場合に標高を表すデータの容量を少なくすることができる。

他の地図データベース装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するために使用される。そして、平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部と、平面地図内に延びる道路を複数の要素点で表し、各要素点の平面地図内での位置座標を記憶する道路データ部とを具備することを特徴とする。

これにより、上述と同様の効果を奏するとともに、道路データに標高データを考慮することが可能となる。

本発明の地図表示装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示する。そして、平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部、および平面地図内に延びる道路を複数の要素点で表し、各要素点の平面地図内での位置座標を記憶する道路データ部を少なくとも有するデータベース装置と、道路データ部から読み出された要素点が領域のいずれに位置するかを演算し、その演算された領域の高さデータを高さデータ部から読み出して当該要素点の高さデータとし、道路地図データ部から読み出された位置座標と演算された高さデータとに基づいて、モニタ画面に表示される鳥瞰地図上の要素点の座標値を演算する演算手段とを具備することを特徴とする。

これにより、標高を表すデータの容量を少なくしながら、鳥瞰地図の道路をそ

の標高データに基づいて立体的に表示することが可能となる。

他の地図表示装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示する。そして、平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部と、領域のそれぞれひとつの点について、各々の位置座標と高さデータとに基づいて、モニタ画面上で表示される鳥瞰地図上の座標値を演算する演算手段と、モニタ画面上の点で囲まれる領域内を、各点の高さに応じて階調表示する階調手段とを具備することを特徴とする。

これにより、標高を表すデータの容量を少なくしながら、鳥瞰地図の地表面をその標高データに基づいて階調表示して立体的に表示する場合に階調表示の演算を簡素化できる。

他の地図表示装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示する。そして、平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部、および平面地図内のトンネルを複数の要素点で表し、各要素点の平面地図内での位置座標を記憶するトンネルデータ部を備える地図データベース装置と、トンネルデータ部から読み出された要素点のうち入口と出口の要素点については領域のいずれに位置するかを演算し、その演算された領域の高さデータを高さデータ部から読み出して当該入口と出口の高さデータとし、その他の要素点は入口と出口の高さデータで補間して高さデータとし、トンネルデータ部から読み出された位置座標と演算された高さデータとに基づいて、モニタ画面に表示される鳥瞰地図上の要素点の座標値を演算する演算手段とを具備することを特徴とする。

これにより、トンネル入口と出口間を破線表示などで地表下に存在するように表示する場合、トンネル中間部の高さを入口と出口の高さで補間演算するようにしたので、標高を表すデータの容量を少なくしながら、トンネル中間部が地表に存在することがなく違和感のないトンネル表示が可能となる。

他の地図表示装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示する。そして、平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部と、領域のそれ

ぞれひとつの点について、各々の位置座標と高さデータとに基づいて、モニタ画面上で表示される鳥瞰地図上の座標値を演算する演算手段と、モニタ画面上の点で囲まれる領域のそれぞれを各点の高さに応じて階調表示するために、モニタ画面内の点で囲まれる複数の領域の最小高さと最大高さの差を演算し、その差が所定値以下の場合には、固定階調ピッチごとに予め設定されているカラーデータのうちの m 個を、 m 個のカラーパレットに予め定められている順番でそれぞれ割当て、その差が所定値を越えていれば、その差を m で除して可変階調ピッチを算出し、予め定められている順番のカラーデータのうちの m 個を、可変階調ピッチで m 個のカラーパレットに割当てる階調表示手段とを具備することを特徴とする。

これにより、標高を表すデータの容量を少なくしながら、限られた数のカラーパレットを有効に利用してカラーによる階調表示が可能となる。

本発明のコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するために、平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部を備えた地図データが記録される。

これにより、鳥瞰地図の地表面や道路などをその標高に基づいて立体的に表示する場合に標高を表すデータの容量を少なくした地図データを、記録媒体に格納して提供することができる。

他の地図表示装置は、平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示する。そして、平面地図データと高さデータを有する地図データと、地図データに基づき、高さデータを考慮して鳥瞰地図を表示画面に立体的に表示する立体鳥瞰地図表示手段とを備え、地図データは、さらに縮尺率が大きい詳細地図データと該詳細データより縮尺率が小さい広域地図データとから構成され、表示画面は、少なくとも第1の表示領域とこれに隣接する第2の表示領域とに分割され、鳥瞰図法による視点に近い側を第1の表示領域とし、視点より遠い側を第2の表示領域とし、立体鳥瞰地図表示手段は、第1の表示領域の立体鳥瞰地図を詳細地図データに基づき表示し、第2の表示領域の立体鳥瞰地図を広域地図データに基づき表示し、視点から表示画面の第1の領域と第2の領域の境界に対応する点を通過する見おろし線を想定し、見おろし線が、高さデータを考慮して演算さ

れる地表面に該当する線と交差する点を基準に詳細地図データと広域地図データの使用範囲を決定する。

これにより、地表面の高さを考慮して領域分割位置を変更するようにしたので、地表面の凹凸を表現した場合に詳細情報領域と広域情報領域との境界付近で画像が途切れることがない。

図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明による地図表示装置の一実施の形態を示すブロック図である。
- 図 2 は、2 次メッシュの広さの領域における高さデータを説明する図である。
- 図 3 は、高さデータテーブルの一例を示す図である。
- 図 4 は、2 次メッシュ内の道路データを説明する図である。
- 図 5 は、道路データテーブルを示す図である。
- 図 6 は、道路を高さデータの 2 次メッシュに重ねて示す図である。
- 図 7 は、3 次元道路データテーブルを示す図である。
- 図 8 は、2 次元道路データと 3 次元道路データで表現した道路の違いを説明する図である。
- 図 9 は、高さデータ 2 次メッシュの拡大図である。
- 図 10 A ~ 図 10 C は、階調表示を説明する図である。
- 図 11 は、モニタ画面上に表示された立体鳥瞰地図を示す図である。
- 図 12 は、地表面の高さを考慮しない場合（静的描画）の領域分割を説明する図である。
- 図 13 は、地表面の高さを考慮した場合（動的描画）の領域分割を説明する図である。
- 図 14 は、動的描画の下り勾配における領域面分割を説明する図である。
- 図 15 は、動的描画の上り勾配における領域面分割を説明する図である。
- 図 16 は、トンネル表示の不具合を説明する図である。
- 図 17 は、トンネル表示の不具合を解消した図である。
- 図 18 は、経路探索処理の手順を示すフローチャートである。
- 図 19 は、探索された経路の全ルートを鳥瞰地図表示画面上に表示した図であ

る。

図 20A～図 20C は、経路探索結果をデフォルメして示すモニタ画面上の表示を説明する図である。

図 21A～図 21D は、経路探索結果をデフォルメして示すモニタ画面上の表示を説明する図である。

図 22A～図 22B は、経路探索結果をデフォルメして示すモニタ画面上の表示を説明する図である。

図 23A～図 23D は、4つの表示画面を説明する図である。

図 24 は、メイン処理を説明するフローチャートである。

図 25 は、鳥瞰地図表示処理を示すフローチャートである。

図 26 は、平面地図表示処理を示すフローチャートである。

図 27 は、立体鳥瞰地図表示処理を示すフローチャートである。

図 28 は、住宅地図表示処理を示すフローチャートである。

図 29 は、カラーデータテーブルを説明する図である。

図 30 は、階調表示して描画（グラデーション処理）する制御フローチャートである。

図 31 は、カラーパレットを作成する処理のフローチャートである。

図 32 は、トンネル描画処理のフローチャートである。

図 33 は、デフォルメルート表示の制御のフローチャートである。

図 34 は、画面表示切り替えの制御フローチャートである。

図 35 は、パーソナルコンピュータを使用した地図表示装置の構成図である。

図 36 は、動的描画における領域分割位置を求める制御フローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

図 1 は本発明による地図表示装置の一実施の形態のブロック図である。図 1 において、1 は車両の現在地を検出する現在地検出装置であり、例えば車両の進行方位を検出する方位センサ 1a、車速を検出する車速センサ 1b、GPS (Global Positioning System) 衛星からの GPS 信号を検出する GPS センサ 1c 等から成る。2 は平面道路地図や住宅地図に関するデータを格納する地図記憶メモリ

であり、例えばCD-ROMおよびその読み出し装置から成る。地図記憶メモリ2に格納される道路地図データは、主に平面地図上の道路データ、名称データおよび背景データ等から成る。この地図記憶メモリ2には、後述するように、地図をメッシュ上に分割してなる小領域内の標高データをそれぞれ記憶する領域も設けられている。

3は装置全体を制御する制御回路であり、マイクロプロセッサおよびその周辺回路から成る。4は車両の目的地等を入力する各種スイッチを有する入力装置であり、本例では、表示画面の周囲に配設されている。詳細／広域スイッチ4a、4bは、表示地図を詳細表示したり広域表示するためのスイッチである。本例では、最詳細から最広域まで5段階に切換え可能とし、鳥瞰地図表示の場合、視点の高さを各段階に対してそれぞれ350m、700m、1400m、2800m、5600mに設定している。スクロールスイッチ4cは表示画面を上下左右にスクロールするためのものであり、種々の形態のスイッチを使用でき、いわゆるジョイスティックでもよい。現在地を中心に見下ろし方向を変更するスクロールスイッチを設けることもでき、この場合、画面は上下方向だけでなく、回転方向にもスクロールすることができる。入力装置4にはその他の地図スイッチ4dや図示しない各種スイッチが設けられる。なお、入力装置4をリモコン方式として、ワイヤレスあるいはワイヤードで制御回路に指令を送出してもよいし、画面内にタッチパネルスイッチを設けてもよい。

5Aは平面道路地図を真上から見て表示するための平面道路地図描画用データを格納する平面地図データ用メモリであり、地図記憶メモリ2から読み出した平面道路地図データに基づいて作成される。5Bは住宅地図を真上から見て表示するための住宅地図描画用データを格納する住宅地図データ用メモリであり、地図記憶メモリ2から読み出した住宅地図データに基づいて作成される。

6Aは平面道路地図を鳥瞰図法で表示するための鳥瞰地図描画用データを格納する鳥瞰地図データ用メモリであり、地図記憶メモリ2から読み出した平面道路地図データに基づいて作成される。平面地図を鳥瞰地図に変換する手法は周知であり説明を省略する。6Bは平面地図から作成される鳥瞰地図にさらに高さデータを加味して地表面の凹凸を表現した立体鳥瞰地図描画用データを格納する立体

鳥瞰地図データ用メモリであり、地図記憶メモリ2から読み出した平面道路地図データと後述するメッシュ領域ごとの高さデータとに基づいて作成される。

7は後述する表示モニタ8に表示するための画像データを格納する画像メモリであり、この画像データは平面地図描画用データ、住宅地図描画用データ、鳥瞰地図描画用データ、および立体鳥瞰地図描画用データのいずれかひとつとVICS情報の図形データなどから作成される。画像メモリ7に格納された画像データは適宜読み出されて表示モニタ8に表示される。

9はFM多重放送受信装置、10は光ビーコン受信装置、11は電波ビーコン受信装置であり、それぞれFM多重放送電波、光ビーコン、電波ビーコンで送られる交通情報（以下、VICS情報と呼ぶ）を受信する。

VICS情報とは、渋滞情報、規制情報、駐車場情報、サービスエリア情報、パーキングエリア情報である。また、規制情報には車線規制情報と、高速道路のランプ規制情報、インターチェンジ規制情報が含まれる。渋滞情報は、道路の上下線ごとに分けて、渋滞を赤色で、混雑を黄色で、渋滞混雑なしを緑色で表示する。

図2および図3は高さデータを説明する図である。図2はいわゆる2次メッシュと呼ばれる広さ（たとえば緯度方向10km、経度方向12kmの広さ）の領域を緯度方向にn行、経度方向にm列に分割した $n \times m$ 個（たとえば64個）の小領域を示すものであり、各小領域には高さデータが割当てられている。各小領域の高さデータは、小領域を通過する等高線に基づいて決定することができる。たとえば、200mと300mの等高線が中心線を軸線として対称に通過する場合には、高さデータは250mとなる。したがって、小領域の高さデータは標高のデータではない。

図3はその高さデータを格納する高さデータテーブルの具体例を示している。緯度方向0行の経度方向データ欄Data0には、経度分割番号0～m（0列～m列）で特定される小領域ごとにその高さデータがそれぞれ格納されている。同様に、緯度方向1～n行の経度方向データ欄Data1～Data nのそれぞれには、経度分割番号0～m（0列～m列）で特定される小領域ごとにその高さデータがそれぞれ格納されている。なお、n行m列の小領域には通常メッシュ番号

が付されて管理される。

図4は図2と同様の2次メッシュの広さの領域内に存在する道路を示している。ここで、経度方向の最大座標を X_{max} 、緯度方向の最大座標を Y_{max} とする。図4において1本の道路Rは要素点(ノードとも呼ぶ)0, 1, 2, …, n-1, nで定義されている。要素点0を始点、要素点nを終点と呼び、始点0と終点nとの間の要素点1, 2, …, n-1を補間点、道路Rをリンク列とも呼ぶ。また、各要素点を結ぶ線分をリンクと呼び、各リンクはリンク番号で区別される。始点0、終点n、補間点1~n-1はそれぞれXおよびY座標データで地図上での位置が特定される。図5は道路Rのデータが格納される道路データテーブルの具体例を示し、1つのリンク列を構成する要素点0~nのそれぞれについてX座標およびY座標が格納されている。なお、道路データテーブルには、リンク列のサイズ、リンク列を構成する要素点の数、リンクの属性(国道、県道、高速道路、トンネル、橋など種別データ)、路線番号なども合わせて格納される。

図6は図2の2次メッシュ領域に図4の道路Rを重ね合わせて示すもので、要素点0~nは2次メッシュのいずれかの小領域に含まれている。要素点0~nがどの小領域に含まれるかは以下の(1)式および(2)式の演算により求められる。

$$\text{経度方向分割番号} = (X_i / X_{max}) \times \text{経度分割数 } m \quad \dots (1)$$

$$\text{緯度方向分割番号} = (Y_i / Y_{max}) \times \text{緯度分割数 } n \quad \dots (2)$$

ここで、 X_i 、 Y_i はそれぞれ要素点0~nのX座標、Y座標である。

このようにして求められた経度方向分割番号と緯度方向分割番号で特定される小領域の高さデータを図3の高さデータテーブルから読み出し、図7に示すような3次元道路データテーブルを作成する。図7のデータテーブルには、要素点0~nについてのXおよびY座標と高さデータが格納されている。

このような要素点0~nの2次元位置座標を鳥瞰地図上の2次元位置座標に変換し、さらに各要素点の高さデータも加味して各要素点をモニタ上に設定されているスクリーン座標に変換することにより、図8に実線R_{sol}で示すように道路Rを立体的に表示することができる。なお、破線R_{dot}は鳥瞰地図上で高さデータを加味しない場合の道路を示し、この明細書ではこのように高さを加味し

ないで鳥瞰地図表示する場合を単に鳥瞰地図表示と呼び、高さを加味して鳥瞰地図表示する場合を立体鳥瞰地図表示と呼ぶ。

次に図 2 に示した 2 次メッシュ小領域の高さデータに基づいてスクリーン座標上で小領域の高さを階調表示して立体的な鳥瞰地図を作成する手順について説明する。

図 9 は図 2 の左隅を拡大して示す図である。0 行 0 列の小領域を R_{00} 、0 行 1 列の小領域を R_{01} 、1 行 0 列の小領域を R_{10} 、1 行 1 列の小領域を R_{11} とし、各小領域 $R_{00} \sim R_{11}$ の中心点を $Q_0 \sim Q_3$ とする。中心点 $Q_0 \sim Q_3$ の位置座標は既知であり、また、各小領域 $R_{00} \sim R_{11}$ の高さも高さデータテーブルから既知である。したがって、各小領域 $R_{00} \sim R_{11}$ の中心点 $Q_0 \sim Q_3$ の高さを小領域 $R_{00} \sim R_{11}$ の高さとして仮定すれば、これら 4 点で囲まれる面 PL_0 の 3 次元位置座標を演算することができる。4 つの中心点 $Q_0 \sim Q_3$ の高さが等しい場合には、面 PL_0 を鳥瞰地図上の面に変換し、さらにその面をモニタ画面上の面に変換する。面 PL_0 は同じ高さであるからモニタ画面上の面 PL_0 に相当する面内の画素は全て同一色で表示される。

次に、面 PL_0 の各点 $Q_0 \sim Q_3$ の高さがそれぞれ異なる場合の色彩の表現方法について説明する。面 PL_0 の各点 $Q_0 \sim Q_3$ の高さがそれぞれ異なる場合には、たとえば図 9 に示すように、四角形 PL_0 を中心点 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 で囲まれる三角形 TR_1 と、中心点 Q_0 、 Q_2 、 Q_3 で囲まれる三角形 TR_2 に分割し、それぞれの三角形領域内の各画素の色彩を演算して階調表現する。図 10 A、B により詳細に説明する。

図 10 A はモニタ画面を画素（ドット）の集合で表したものであり、スクリーン座標系である。1 つの升目が 1 つの画素（ドット）を表している。点 P_0 は図 9 の小領域 R_{00} 内に、点 P_1 は小領域 R_{01} 内に、点 P_2 は小領域 R_{11} 内にそれぞれ位置する Q_0 、 Q_1 、 Q_2 の点に対応する画素である。図 10 は、図 9 の平面図をモニタ画面上に鳥瞰図で表したものであるため、図 9 の点 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 の直角 3 角形は TR_1 は、図 10 では点 P_0 、 P_1 、 P_2 と鳥瞰図の座標変換に対応して変形している。各点 P_0 、 P_1 、 P_2 はそれぞれスクリーン座標系における X および Y 座標とカラーパレット番号を有し、それぞれのデータは [X

0, Y 0, C 0]、[X 1, Y 1, C 1]、[X 2, Y 2, C 2]のように表すことができる。ここで、XおよびY座標はモニタの水平方向画素番号と垂直方向画素番号であり、Cはカラーパレット番号であり、高さデータに予め割当てられている色を特定する番号である。カラーパレット番号については後に詳述する。

点P 0, P 1, P 2で囲まれた領域の各画素の色の階調は次のようにして演算される。図10Bは、点P 0, P 1, P 2で囲まれた領域のうち、点P 2からP 1までの緯度座標Y 2～Y 1まで上半分の領域（経度方向L G 1と緯度方向L T 1で特定される領域）の階調表示の演算を説明する図である。

図10Bにおいて、描画始点画素をS x、描画終点画素をE x、始点カラーパレット番号をS color、終点カラーパレット番号をE color、描画始点から描画終点に向うカラー増分をC P、任意の緯度において経度方向に延在する描画画素ラインのY座標をy pとすると、それぞれは次式(3)～(7)で表される。

$$S x = X 0 + \{ (X 2 - X 0) / (Y 2 - Y 0) \} \times (y p - Y 0) \quad \dots (3)$$

$$E x = X 1 + \{ (X 2 - X 1) / (Y 2 - Y 1) \} \times (y p - Y 1) \quad \dots (4)$$

$$S color = C 0 + \{ (C 2 - C 0) / (Y 2 - Y 0) \} \times (y p - Y 0) \quad \dots (5)$$

$$E color = C 1 + \{ (C 2 - C 1) / (Y 2 - Y 1) \} \times (y p - Y 1) \quad \dots (6)$$

$$C P = (E color - S color) / (E x - S x) \quad \dots (7)$$

図10Cは、点P 0, P 1, P 2で囲まれた領域のうち、点P 0からP 1までの緯度座標Y 0～Y 1まで下半分の領域（経度方向L G 1 + L G 2と緯度方向L T 2で特定される領域）の階調表示の演算を説明する図である。階調表示は次式(8)～(12)により演算される。

$$S x = X 0 + \{ (X 2 - X 0) / (Y 2 - Y 0) \} \times (y p - Y 0) \quad \dots (8)$$

$$E x = X 0 + \{ (X 1 - X 0) / (Y 1 - Y 0) \} \times (y p - Y 0) \quad \dots (9)$$

$$S color = C 0 + \{ (C 2 - C 0) / (Y 2 - Y 0) \} \times (y p - Y 0) \quad \dots (10)$$

$$E color = C 0 + \{ (C 1 - C 0) / (Y 1 - Y 0) \} \times (y p - Y 0) \quad \dots (11)$$

$$C P = (E color - S color) / (E x - S x) \quad \dots (12)$$

以上の式(3)～(12)を使用して、図10Aの点P 0, P 1, P 2で囲まれた三角形の領域を階調表示して描画（グラデーション処理）する制御フローを図30により説明する。図30において、まずステップS 401では、描画すべ

き3角形の頂点を求め、Y軸方向の描画始点画素 Y_{min} 、描画終点画素 Y_{max} を求める。図10Aでは、3角形の頂点のスクリーン座標系(モニタ画面)の座標(画素番号)は、点 P_0 、 P_1 、 P_2 が $[X_0, Y_0]$ 、 $[X_1, Y_1]$ 、 $[X_2, Y_2]$ で与えられているので、 $Y_{min} = Y_0$ 、 $Y_{max} = Y_2$ である。ステップS402で、Y軸方向の変数 y_p に Y_{min} を代入する。ステップS403で、Y座標 y_p におけるX軸方向の描画始点画素 S_x 、描画終点画素 E_x を求める。図10Aでは、 y_p が Y_0 から Y_1 までのときは式(8)(9)を使用し、 y_p が Y_1 から Y_2 のときは式(3)(4)を使用する。ステップS403で、X軸方向の変数 x_p に求めた描画始点画素 S_x を代入する。ステップS405で描画始点画素 S_x 、描画終点画素 E_x におけるカラーパレット番号 S_{color} 、 E_{color} を求める。 y_p が Y_0 から Y_1 までのときは、式(10)(11)を使用し、 y_p が Y_1 から Y_2 のときは式(5)(6)を使用する。ステップS406で、カラーパレット番号変数 c に S_{color} を代入する。ステップS407で、式(7)あるいは式(12)よりカラー増分すなわちカラーパレット番号の増分 CP を求める。

ステップS408で、画素(x_p 、 y_p)において、カラーパレット番号 c の描画色で描画する。ステップS409でカラーパレット番号を増分 CP を足すことにより次のカラーパレット番号に設定して階調を変更し、ステップS410で x_p をプラス1することによりX軸方向の隣の画素に設定する。ステップS411で、 x_p が描画終点画素 E_x を超えているかどうかを判断し、超えていると判断されるとステップS412に進む。まだ超えていないと判断されると、ステップS408に戻りY座標 y_p のラインにおけるX方向の描画を完成すべく処理を繰り返す。ステップS412では、 y_p にプラス1し、Y軸方向へ画素のラインを1つずらす。ステップS413で、 y_p がY軸方向の描画終点画素 Y_{max} を越したかどうかを判断し、越したと判断された場合は、全ての描画が完成したので処理を終了する。越していないと判断されるとステップS403に戻り処理を繰り返す。

図10Aの点 P_0 、 P_1 、 P_2 で囲まれた領域以外の2つの三角形領域についても同様にして階調演算が行なわれ描画が行われる。図10Aの点 P_0 と P_1 を

結ぶ線の下領域は、点 P 0, P 1 および P 1 に緯度方向に隣接する小領域内の中心点で囲まれる三角形を使用し、図 10 A の点 P 0 と P 2 を結ぶ線の上領域は、点 P 0, P 2 および P 0 に緯度方向に隣接する小領域内の中心点で囲まれる三角形を使用して、それぞれ階調演算が行なわれ描画が行われる。なお、上述の小領域内の点については、中心点を使用せず任意の点を使用して、階調演算および描画処理を行ってもよい。

このような階調演算および描画処理によれば、図 9 の点 Q 0 ~ Q 3 で囲まれた四角形あるいは三角形 T R 1, T R 2 の領域内が高さに応じて階調表示されて立体感が表現される。すなわち、四角形の 4 隅の点が同一の高さであればその四角形内は同一の色彩で塗り潰し、4 隅の高さが異なる場合には四角形を 2 つあるいは 3 つの三角形に分割し、それぞれの三角形内の画素の色彩を変更して階調表示することにより、モニタには図 11 に示すように、立体的に表した地表面上に図 8 のような 3 次元道路や湖などが重ね合わされて立体鳥瞰地図が表示される。したがって、従来の鳥瞰地図の地表面が平坦面として表現されていたものが、各地点の高さに応じた凹凸が表現され、より立体感あふれるリアルな画像となる。

なお、以上では便宜上、点 Q 0 ~ 3 で囲まれる面 P L 0 や T R 1, T R 2 について説明したが、モニタ画面上にこれらの面の形状が表示されるものではなく、あくまでその面内を階調表示して鳥瞰地図の地表面を立体的に表示するための面である。

次に階調表示に使用する色彩について説明する。1 画面に表示される地図の標高差はまちまちであり、予め定めた標高差ピッチで色彩を変更して階調表示するようにすると、標高差が小さいときは階調数が少なくなってしまう、立体的な表示が難しくなる。そこで、この実施の形態では、次のようにして 1 画面内で使用する階調数を標高差（各領域の高さデータの差）にかかわらず同数としてより立体的な表示を可能とする。

図 29 はカラーデータテーブルを説明する図である。高さ 0 ~ 1000 m, 1000 m ~ 2000 m, 2000 m ~ 3000 m, 3000 m ~ 4000 m の 4 つの高さ領域ごとのカラーデータとして、それぞれ # 0 カラーデータ ~ # n カラーデータを割当てる。すなわち、標高差 1000 m に対するカラーデータ数は n

個であり、1つのカラーデータ当りの高さ C_h （予め定められた固定の階調ピッチ）は $1000 / (n+1)(m)$ で表される。なお、4つの高さ領域カラーデータに割当てられる #0～#n カラーデータは4つの高さ領域カラーデータごとにそれぞれ異なる色彩である。従って、標高に対応した色としては $4 \times (n+1)$ 色のカラーが使用される。ただし、本実施の形態では、この $4 \times (n+1)$ 色のカラーから所定数のカラーをカラーパレットに抜き出して登録し、カラーパレットを介して色の描画を行う。

図31は、このカラーパレットを作成する処理についてのフローチャートである。この実施の形態で使用するカラーパレット数の最大値を $m (< n)$ とする。まずステップ S501で、描画領域内の複数の小領域の最大高さ最小高さを求め、高さの差 Δh を算出する。ステップ S502で、最小高さと最大高さの差 Δh をカラーデータ当りの高さ（固定階調ピッチ） C_h で除し必要なカラー数を求める。ステップ S503では、求めたカラー数がカラーパレット作成最大値 m より大きいか小さいかを判断する。カラー数が m 以下ならば、ステップ S504に進みテーブル増分値を1に設定する。カラー数が m 以下ということは、最小高さのカラーデータから順番に、上記固定階調ピッチで m 個のカラーデータを選択して m 個のカラーパレットにそれぞれ設定できることを意味する。

カラー数が m より大きいと判断されると、ステップ S505に進み、求めたカラー数をカラーパレット作成最大値 m で除してテーブル増分値を求める。小数点以下は切り上げ整数化する。必要とするカラー数が m より大きいということは、カラーパレット数の制限から、固定階調ピッチ C_h 単位で色を変えて描画することはできないことを意味している。従って、カラーパレットには以下の手順によりテーブル増分値に応じてカラーテーブルから飛び飛びのカラーが選択されて登録される。

ステップ S506では、カラーポインタにステップ S501で求めた最小高さに対応するカラーテーブルのアドレスを設定し、カラーパレットポインタにカラーパレットの先頭アドレスを設定する。ステップ S507では、カラーパレットポインタの示すカラーパレットにカラーポインタの示すカラーデータのデータを設定する。ステップ S508で、カラーポインタにステップ S504あるいはス

ステップ S 5 0 5 で求めたテーブル増分値を加算し、カラーパレットポイントには 1 を加算する。ここでは、加算値が 1 ということは隣のデータ領域のアドレスに設定されること意味する。ステップ S 5 0 9 で、カラーポイントがステップ S 5 0 1 で求めた最大高さに対応するアドレスを超えたかどうかを判断する。まだ超えていないと判断されるとステップ S 5 0 7 に戻り処理を繰り返す。超えたと判断されると、描画領域内の最小高さから最大高さに対応するカラーのカラーパレットへの登録（割り当て）が完了したので処理を終了する。

なお、図 2 9 に示す 2 つの高さ領域カラーデータに跨る場合にも、各高さ領域データから所定数のカラーデータが選択される。例えば、0 ~ 1 0 0 0 m と 1 0 0 0 m ~ 2 0 0 0 m の領域に跨るとき、0 ~ 1 0 0 0 m の高さ領域カラーデータから # n - 1 カラーデータと # n カラーデータが選択され、1 0 0 0 m ~ 2 0 0 0 m の高さ領域カラーデータから # 0 カラーデータ ~ # 3 カラーデータが選択される。

次に、鳥瞰地図表示における表示領域の分割について説明する。鳥瞰地図表示では、モニタ画面を上下に 2 ~ 4 分割し、各領域ごとに表示に使用するデータ量を変えている。すなわち、自転車位置近傍は大きく表示されるため、縮尺の小さい（縮尺率の大きい）道路地図データ（たとえばレベル 1 の地図）を使用し、画面上方の領域では広い領域を表示するため、縮尺の大きい（縮尺率の小さい）道路地図データ（たとえばレベル 2 の地図）を使用する。そのため、上述した立体表示のための処理に使用する道路地図データも上下の領域で異なる。その結果、上下領域の境界で階調表示が途切れたり、3 次元道路データテーブルに基づいて描画される道路が途切れたりするおそれがある。

そこでこの実施の形態では次のようにして上記問題を解決する。図 1 2 ~ 図 1 5 により説明する。

図 1 2 は地表面の標高差を考慮しない場合（静的描画）の領域分割を説明する図であり、図 1 3 は地表面の標高差を考慮した場合（動的描画）の領域分割を説明する図である。図 1 2 において、P 0 は鳥瞰図法による視点、P 1 はモニタ画面の最下方位置に対応する地図上の境界位置、P 2 はモニタ画面上の領域分割位置に対応する地図上の境界位置、P 3 はモニタ画面最上方位置に対応する地図上

の境界位置、P Mはモニタ画面中央に対応する地図上の点である。なお、自転車位置は地点P 1とP 2の間のP 1に近い位置である。

視点P 0は自転車位置の後方350mの地点P Cの上空350mに位置する。画面最下方位置P 1は視点P 0から見降ろし角度 β ($= 52^\circ$)で地上を見降ろした場合の地表面(地点P Cと同一の高さ)との交点であり、画面中央位置P Mは視点P 0から見降ろし角度 θ ($= 23^\circ$)で地上を見降ろした場合の地表面(地点P Cと同一の高さ)との交点であり、領域分割位置P 2は視点P 0から見降ろし角度 γ ($= 20^\circ$)で地上を見降ろした場合の地表面(地点P Cと同一の高さ)との交点であり、画面最上方位置P 3は地点P Cから車両進行方向に7000m離れた地表面(地点P Cと同一の高さ)の位置である。

以上の説明から、地表面の標高差を考慮しない静的描画の場合には、領域分割位置P 2から画面最下方位置P 1までの領域が詳細情報領域、領域分割位置P 2から画面最上方位置P 3までが広域情報領域となる。たとえば、地図データがレベル1～6までの6段階に区分されている場合、詳細情報領域はレベル1のデータを用いて鳥瞰地図を描画し、広域情報領域はレベル2のデータを用いて鳥瞰地図を描画する。

次に図13により動的描画の場合について説明する。実際の地表面が実線S L Dで示すように、自転車位置後方350mの地点P Cから車両進行方向に向かって下り勾配であるとき、視点P 0から見降ろし角度 β で見降ろした場合の地表面との交点である画面最下方位置P 1'は静的描画の場合の画面最下方位置P 1よりも車両進行方向側の位置となる。視点P 0から見降ろし角度 γ で見降ろした場合の地表面との交点である領域分割位置P 2'も静的描画の場合の領域分割位置P 2よりも車両進行方向側の位置となる。

実際の地表面が破線S L Uで示すように、自転車位置後方350mの地点P Cから車両進行方向に向かって上り勾配であるとき、視点P 0から見降ろし角度 β で見降ろした場合の地表面との交点である画面最下方位置P 1''は静的描画の場合の画面最下方位置P 1よりも視点側の位置となる。視点P 0から見降ろし角度 γ で見降ろした場合の地表面との交点である領域分割位置P 2''も静的描画の場合の領域分割位置P 2よりも視点側の位置となる。

このように、地表面の高さデータに基づいて地表面の凹凸を表現する場合（立体鳥瞰地図を表示する場合）には、上述したようにして算出される高さデータに応じて詳細情報領域と広域情報領域を決定する必要がある。以下、自車位置後方350mの地点P Cよりも地表面の高さが低い場合と高い場合に分けて説明する。

図14において、 L_γ は視点P 0から見降ろし角度 γ で地表面を見降ろした場合の見降ろし線であり、地点P Cと同じ高さとした場合の地表面との交点が領域分割位置P 2である。この分割位置P 2から車両進行方向に所定距離P L離れた地点P 2 1における見降ろし線 L_γ の高さ変化 Δh を

$$\Delta h = P L \times \tan \gamma \quad \dots (13)$$

から算出し、見降ろし線 L_γ 上の地点P 2 1 γ の高さ h_p を

$$h_p = h_0 - n \times \Delta h \quad \dots (14)$$

ただし、 h_0 は地点P Cの高さ、 n は繰り返し数であり1以上の整数から算出するとともに、地点P 2 1に対応する実地表面上の地点P 2 1 aの高さ h_1 を求める。

なお、 h_0 、 h_1 に対応する各地点P C、P 2 1 aはそれぞれいずれかのメッシュに含まれるから、それぞれのメッシュについて上述したようにして算出される高さデータを h_0 、 h_1 として用いることができる。

次に、地点P 2 1に関する h_1 と h_p を比較する。 h_1 が大きければそのときの地点P 2 1を領域分割位置P 2'とする。 h_1 が小さければ、地点P 2 1からさらに所定距離P L離れた地点P 2 2に対応する地点P 2 2 γ とP 2 2 aについて、同様にして h_1 と h_p を算出して両者を比較する。そして同様に、 h_1 が大きければそのときの地点P 2 2を領域分割位置P 2'とする。 h_1 が小さければ、地点P 2 2からさらに所定距離P L離れた地点P 2 3に対応する地点P 2 3 γ とP 2 3 aについて、同様にして h_1 と h_p を算出して両者を比較する。

このようにして順次に地点P 2 n γ （ n は繰り返し数であり1以上の整数）と地点P 2 n a（ n は繰り返し数であり1以上の整数）について h_1 と h_p を算出し、 h_1 が大きければそのときの地点P 2 n（ n は1以上の整数）を領域分割位置P 2'とする。図14の場合には地点P 2 4が領域分割位置P 2'となる。

図15において、 L_γ は視点P 0から見降ろし角度 γ で地表面を見降ろした場

合の見降ろし線であり、地点 P C と同じ高さとした場合の地表面との交点が領域分割位置 P 2 である。この分割位置 P 2 から地点 P C 方向に所定距離 P L 離れた地点 P 2 1 における見降ろし線 L γ の高さ変化 Δh を

$$\Delta h = P L \times \tan \gamma \quad \dots (15)$$

から算出し、見降ろし線 L γ 上の地点 P 2 1 γ の高さ h_p を

$$h_p = h_0 + n \times \Delta h \quad \dots (16)$$

ただし、 h_0 は地点 P C の高さ、 n は繰り返し数であり 1 以上の整数から算出するとともに、地点 P 2 1 に対応する実地表面上の地点 P 2 1 a の高さ h_1 を求める。

なお、 h_0 、 h_1 に対応する各地点 P C、P 2 1 a はそれぞれいずれかのメッシュに含まれるから、それぞれのメッシュについて上述したようにして算出される高さデータを h_0 、 h_1 として用いることができる。

次に、地点 P 2 1 に関する h_1 と h_p を比較する。 h_1 が小さければ 1 つ前の地点 P 2 を領域分割位置 P 2' とする。 h_1 が大きければ、地点 P 2 1 からさらに所定距離 P L 離れた地点 P 2 2 に対応する地点 P 2 2 γ と P 2 2 a について、同様にして h_1 と h_p を算出して両者を比較する。そして同様に、 h_1 が小さければ 1 つ前の地点 P 2 1 を領域分割位置 P 2' とする。 h_1 が大きければ、地点 P 2 2 からさらに所定距離 P L 離れた地点 P 2 3 に対応する地点 P 2 3 γ と P 2 3 a について、同様にして h_1 と h_p を算出して両者を比較する。

このようにして順次に地点 P 2 n γ (n は繰り返し数であり 1 以上の整数) と地点 P 2 n a (n は繰り返し数であり 1 以上の整数) について h_1 と h_p を算出し、 h_1 が小さければ 1 つ前の地点 P 2 n-1 (n は 1 以上の整数) を領域分割位置 P 2' とする。図 15 の場合には地点 P 2 2 が領域分割位置 P 2' となる。

このように、地表面の高さを考慮して領域分割位置を変更することにより、地表面の凹凸を表現した場合に詳細情報領域と広域情報領域との境界付近で画像が途切れることがない。

なお、下り勾配では、高さの差が大きくなるほど領域分割位置 P 2 が車両進行方向前方に位置することになり、その位置を制限しないと詳細情報領域が広域情報領域に比べて大きくなり過ぎる。そこで、この実施の形態ではその場合の最大

値を規定して制限している。

図36は、上述の考え方を基にして動的描画における領域分割位置を求める制御フローチャートを示す図である。この処理は、図1における制御回路3において実行され、自転車位置が検出され、それに基づいて図12等における地点PC、P2などの位置データ（位置座標）が求められているという前提で開始される。また、以下のフローチャートの説明では図12～図15における符号を参照して説明をする。

まずステップS901で変数nを $n = 0$ とする。ステップS902で点PCから点P2までの地表面が平坦であるか上り勾配か下り勾配かを判断する。具体的にはP2の位置に対応する地表面の高さデータと地点PCの高さデータとを取得して、P2の位置に対応する地表面の高さデータが地点PCの高さデータより大きい場合は上り勾配で、小さい場合は下り勾配で、等しい場合は平坦であると判断する。P2の位置に対応する地表面の高さデータと地点PCの高さデータは、それぞれの点はいずれかのメッシュに含まれるので、対応する前述の各メッシュの高さデータより取得する。

ステップS902で下り勾配と判断されればステップS903に進み変数nをプラス1する。以下、図14の符号を参照して説明を進める。ステップS904で、P2から所定距離PLをn倍した距離だけPCより遠方に離れた地点の位置を求める。この位置を $P2n$ とすると、 $P2n = P2 + n \times PL$ より求めることができる。ステップS905で、この地点 $P2n$ における見降ろし線 $L\gamma$ 上の点 $P2n\gamma$ の高さ h_p を前述の数式(14)より求める。ステップS906で、地点 $P2n$ における地表面 $P2na$ の高さ h_l を求める。これは、 $P2n$ の位置座標が分かっているのでそれに対応するメッシュの高さデータより求めることができる。

ステップS907で、見降ろし線上の高さ h_p が地表面の高さ h_l より大きいかどうかを判断する。見降ろし線上の高さ h_p が地表面の高さ h_l より大きいと判断されるとステップS903に戻り処理を繰り返す。ステップS907で、見降ろし線上の高さ h_p が地表面の高さ h_l より大きくないと判断されるとステップS908に進む。ここで、見降ろし線上の高さ h_p が地表面の高さ h_l より大

きいということは、見降ろし線 L_γ が下り勾配の地表面に到達せずまだ交差していないことを意味する。一方、見降ろし線上の高さ h_p が地表面の高さ h_l と等しいか、それより小さいということは、見降ろし線 L_γ が下り勾配の地表面と交差したか交差して通り過ぎたことを意味する。

ステップ S 9 0 8 では、地点 P_{2n} の位置を領域分割位置 ($P_{2'}$) として処理を終了する。図 1 4 では、 $n = 4$ の場合で P_{24} が新たな領域分割位置となる。

一方、ステップ S 9 0 2 で平坦であると判断されると、領域分割位置は P_2 の点のままでよい。そのためそのままステップ S 9 0 8 に進む。ステップ S 9 0 8 では、 $n = 0$ であるので地点 P_2 がそのまま領域分割位置とされる。

ステップ S 9 0 2 で上り勾配であると判断されると、ステップ S 9 0 9 に進み上り勾配における領域分割位置の決定処理がなされる。ステップ S 9 0 9 の処理は、前述した図 1 5 の上り勾配の説明における考え方を基にして、上述の下り勾配と同じ様な手法で、今度は逆に自車位置側方向にサーチし、見降ろし線 L_γ と地表面が交差する点あるいはその手前の点を求めるようにすればよい。従って、詳細な内容は省略する。

以上のように、視点 P_0 からモニタ画面上の領域分割位置に対応する点 P_2 を見降ろし通過した線 L_γ が、高さデータを考慮して求められた地表面と交差する点（正確には交差する点に近い点）を求めることにより、新たな領域分割位置 $P_{2'}$ を求めることができる。そして、この点を基準に詳細地図データと広域地図データの使用範囲を決定することができる。なお、上述の P_C 、 P_2 、 P_{2n} 、 $P_{2'}$ は、例えば画面中央を下から上へ引いた一直線上に並んだ点に対応するものであり、地図データの領域分割は、新たに求められた領域分割位置 $P_{2'}$ を通りかつこの直線と垂直な画面上の水平線により分割される。

次に、図 1 6 および図 1 7 により、立体鳥瞰地図にトンネルを表示する場合について説明する。トンネルのデータは図 5 の道路データテーブルの中に 1 つのリンク列データとして持つことができる。この場合、道路データテーブルには、リンク列がトンネルであることを示すリンク列属性データ欄を設けておき、リンク列がトンネルであればリンク始点と終点がトンネル入口、出口と認識することができる。したがって、上述したように、トンネルの入口と出口が 2 次メッシュ領

域のどの領域に含まれるかを(1)式および(2)式により求め、それらの緯度方向分割番号と経度方向分割番号を演算し、図3の高さデータテーブルからトンネル入口と出口の高さデータを求める。

トンネルのリンク列データとして、その始点と終点との間に補間点がある場合には、道路データテーブルには補間点のXおよびY座標が格納されており、上述したようにして補間点の高さを演算すると次のような問題が生じる。

すなわち、補間点の高さデータは補間点が地表面にある場合の高さデータとして演算されるので、この高さデータにより図8のような手法でトンネルを立体鳥瞰地図上に重ね合わせて表示すると、補間点が地表面にあることになり、図16のようにトンネル入口と出口を結ぶ線TNが山の表面を走るような違和感のある表示となってしまう。

そこでこの実施の形態では、トンネル内の補間点の高さをトンネル入口の高さと出口の高さの比例配分で求めるものである。すなわち、入口の高さデータが500m、出口の高さデータが1000m、補間点が入口と出口の中間点に位置する場合には、補間点の高さデータは750mとなり、補間点は750mの高さの位置に表されることになる。その結果、図17に示すように、トンネルが地表面下に破線TNで表示される。

以下、このトンネル描画処理を図32のフローチャートにより説明する。まずステップS601でトンネルの入口の高さを求め、ステップS602でトンネルの出口の高さを求める。トンネルの入口と出口の高さは、前述したように、トンネルリンク列データおよび式(1)(2)より求める。ステップS603では、トンネルの入口と出口の高さの差を求める。

次に、トンネルの入口と出口の間にある補間点の高さについて順次演算する。まず、ステップS604で、選択された補間点のXY座標データより、この補間点がトンネルの入口と出口を結ぶ直線上にあるかどうかを判断する。直線上にあると判断された場合はステップS606に進み、直線上にないと判断された場合はステップS605に進む。直線上にない場合は、ステップS605で、この補間点が入口と出口を結ぶ直線上のどのポイントに対応するかを演算する。具体的には、補間点の座標からトンネルの入口と出口を結ぶ直線に垂線をおろしたその

交点を対応するポイントとする。これは、補間点が直線上にない場合に、その補間点の高さがこの垂線と入口と出口の直線との交点のポイントとほぼ等しいであろうとの仮定によるものである。

そして、ステップS606で補間点の高さを演算する。補間点が直線上にある場合はその直線上のポイント、補間点が直線上にない場合はステップS605で求めた対応する直線上のポイントの座標により、トンネルの入口と出口の直線上においてどこまで進んだポイントかを求め、その距離によって入口と出口の標高差を単純に比例配分してそのポイントの高さを求める。これにより補間点の高さが求まる。ステップS607では、求められた補間点の高さデータに基づき3D座標変換をし、立体鳥瞰図におけるトンネルをトンネル線種（図17の例では破線）で描画する。ステップS608で、すべての補間点について処理が終了したかを判断し、まだ終了していない場合はステップS604に戻り処理を繰り返す。終了している場合は処理を終わらせる。

このようにして、図17に示すように、立体鳥瞰図においてトンネルが地表面下にあるように破線TNで表示される。図17の例では、トンネルが直線1本の例で示されているが、トンネル内でカーブしておりそのカーブの状態が補間点で示されている場合は、図32の処理によりカーブした内容で表示される。すなわち、立体鳥瞰図において、トンネル内の道路がカーブしていればカーブした内容で、しかも実際の高さに対応した3次元表示がなされる。その場合、破線などのトンネルの線種で表されるので、立体表示された道路が地表面下のトンネルであることがすぐに分かる。

－推奨経路演算について－

（1）詳細情報表示

図18は入力された目的地にしたがって推奨経路を設定する処理のフローチャートである。ステップS1では、現在位置から目的地までの推奨経路を演算して設定する。目的地は入力装置4を介して操作者によって設定され、推奨経路は例えば周知のダイクストラ法等を用いた演算によって自動的に設定される。この場合、現在地は現在地検出装置で検出した位置を使用することができる。ステップS2では、中央演算処理装置3のRAMの所定領域に推奨経路のデータを格納し

て推奨経路データテーブルを作成する。ステップ S 3 では、推奨経路上の誘導ポイントでの誘導案内のデータを中央演算処理装置 3 の R A M に格納して誘導ポイントテーブルを作成する。

推奨経路データテーブルは、基本的にはメッシュ番号とリンク番号が現在地から目的地に向けて順番に格納されて構成される。誘導ポイントテーブルは、推奨経路の始点から誘導ポイントまでの距離のデータと、各誘導ポイントで案内する方向のデータから構成される。

図 1 9 は、経路探索演算が終了したときに鳥瞰地図上に出発地から目的地までの全ルートを表示した場合の一例を示す図である。自転車位置マーク M 1 が出発地、目的地フラグマーク P 1 が目的地である。図 1 9 から分かるように、鳥瞰地図上に経路探索結果を全経路表示する場合には、演算された推奨経路の目的地をモニタ画面中央部において鳥瞰地図の上方に位置させる。

図 2 0 A は、出発地を大蔵省前、目的地を座間とした場合の推奨経路をモニタ画面上にデフォルメして示す図である。図 2 0 A には、出発地から目的地までの間の主要な地点の名称あるいは高速道路出入口を縦長の枠で囲み、この枠を目的地に向う矢印で接続して表している。

図 2 0 A において、霞ヶ関ランプと東京インターチェンジとの間には、首都高速環状線 / 3 号線の文字を枠で囲ったボタン D B 1 が表示されている。東京インターチェンジと横浜インターチェンジの間には東名の文字を枠で囲ったボタン D B 2 が表示されている。例えば、ボタン D B 1 を操作すると、モニタ画面は図 2 0 B に示すように切り替わり、霞ヶ関ランプと東京インターチェンジとの間にある高樹町ランプと三軒茶屋ランプが表示される。横浜インターチェンジと目的地座間の表示は消える。ボタン D B 2 を操作すると、モニタ画面は図 2 0 C に示すように切り替わり、東京インターチェンジと横浜インターチェンジの間にある東名川崎インターチェンジが表示される。ボタン D B 1 は表示されたままである。

すなわち、経路探索結果を 1 画面上に全ルート表示する場合、全ての地点情報をデフォルメして表すと文字が小さくなり見づらくなるので、図 2 0 A のように、主要な地点情報のみを表示するようにしている。しかしながら、たとえば通過地点により走行経路を確認したり、あるいは事前に休憩地点を決めておく必要があ

る場合には、従来は、デフォルメした全ルート表示をいったん地図表示画面上での全ルート表示に切換え、その上で通過地点の確認や休憩場所をチェックする必要がある。その点、図20Aのように、詳細地点情報がある場合にはその区間にボタンマークDBを表示し、そのボタンDBが操作されたときに図20Bに示す詳細情報表示画面に切換えるようにして、全経路表示の見づらさを解消し、かつ乗員に経由地の情報を豊富に提供することができる。

(2) 地点名称のスクロール

図21A～図21Cは、出発地を大蔵省前、目的地を座間とした場合の推奨経路の全ルートを図20Aのように表示して走行を開始した場合、車両の走行にともなってモニタ画面上の表示がどのように変化するかを説明する図である。

図21Aは走行開始直後のモニタ画面である。大蔵省前の地点情報の上方に自転車位置マークM1を表示して、車両が出発地である大蔵省前にいることを示している。また、図21Aの例では、1度に5箇所の地点名称を表示するようにし、図20Aのモニタ表示のまま走行を開始すると、詳細情報も含めた5箇所の地点名称を表示するようにしている。

車両が霞ヶ関ランプに来ると、モニタ画面は図21Aから図21Bに切換わり、霞ヶ関ランプを先頭に東名川崎インタチェンジまで表示される。車両が高樹町ランプに来ると、モニタ画面は図21Bから図21Cに切換わり、高樹町ランプを先頭に横浜インタチェンジまで表示される。車両が三軒茶屋ランプに到達すると、モニタ画面は図21Cから図21Dに切換わり、三軒茶屋ランプを先頭に目的地である座間まで表示される。

なお、図21A～図21Dにおいては、自転車位置が次の地点情報箇所にくるとモニタ画面を切換え、自転車位置が位置する地点情報をモニタ画面の最も左に表示して新たな地点情報を最も右側に表示するように画面を左方向にスクロールしている。換言すると、自転車位置マークは画面上でいつも左端の地点情報の上方に表示されるようにした。このようなスクロールに代えて、走行にともなって自転車位置マークを図21AのM2、M3、M4、M5のように該当する地点情報の上方に表示するようにし、自転車位置マークが最も右の地点情報に位置したときに（たとえば東京インターチェンジに到達したとき）、その地点情報（東京インターチ

ェンジ)を画面の最も左の位置に表示するようにスクロールしてもよい。

図22Aは、推奨経路演算終了後にモニタ画面に表示される全ルート表示であり、図20Aの場合と同様な図である。図22Aでは、出発地点である大蔵省前の地点情報の上方に自車位置マークを表示し、走行とともに自車位置マークをM1、M2のように移動する。車両が霞ヶ関ランプに到達すると、図22Bに示すように、霞ヶ関ランプと東京インタチェンジとの間の詳細情報である高樹町ランプと三軒茶屋ランプが新たに表示され、また、東京インタチェンジと横浜インタチェンジとの間の東名川崎インタチェンジも新たに詳細情報として表示される。このように、走行にともなって車両が詳細情報が存在する地点に来ると自動的に詳細地点情報を含む経路表示に切り替えるようにしてもよい。

(3) デフォルメ表示制御フロー

図33は、上述のデフォルメルート表示の制御の様子を示すフローチャートである。本ルーチンは、経路探索演算が終了した後開始される。

ステップS701では、情報表示イベントがあったかどうか判断され、情報表示イベントがあったと判断されるとステップS702に進む。情報表示イベントとはデフォルメされた通常情報を表示するためのイベントである。ステップS702では、自車位置前方のデフォルメされた通常情報を最大5個取り出し、ステップS711に進みその内容が表示される。上述の例では、例えば図20Aの表示である。

ステップS703では、自車位置更新イベントがあったかどうか判断され、自車位置更新イベントがあったと判断されるとステップS704に進む。自車位置更新イベントとは、車両がデフォルメされたある表示位置から隣の位置へ移った時に発生するイベントである。ステップS704では、自車位置前方のデフォルメされた通常情報あるいは詳細情報を最大5個取り出し、ステップS711に進みその内容が表示される。自車位置マークは左端のデフォルメ表示の上に表示される。上述の例では、例えば図21A～図21Dの表示である。図21A～図21Dは詳細情報も含めて表示するモードになっているため、通常情報と詳細情報を含めて自車位置前方の最大5個の情報を取り出す。通常情報のみの表示モードの場合は、自車位置前方の通常情報を最大5個取り出す。なお、このイベント

の発生により自転車位置マークのみを1つ隣のデフォルメ表示に移すようにしてもよい。その場合は、前述した図21Aの点線で示された自転車位置マークM2～M5の説明の場合である。

ステップS705では、詳細情報表示イベントがあったかどうか判断され、詳細情報表示イベントがあったと判断されるとステップS706に進む。ステップS706では、自転車位置前方のデフォルメされた通常情報および発生したイベントに関係する詳細情報を含めて最大5個取り出し、ステップS711に進みその内容が表示される。上述の例では、例えば図20Aの表示において、ボタンDB1あるいはボタンDB2が押されると、押されたボタンに対応した詳細情報表示イベントが発生し、図20Bあるいは図20Cの表示がなされる。また、図22Aの例でも、車両が霞が関ランプに来た場合に詳細情報表示イベントが発生する。

ステップS707では、+方向のスクロールイベントがあったかどうか判断され、+方向のスクロールイベントがあったと判断されるとステップS707に進む。+方向のスクロールイベントとは、デフォルメ表示をスクロールするためにスクロールスイッチ4cがオペレータにより操作されときに発生するイベントである。ステップS708では、最も手前の情報を消去し一つ先の情報を最後列に加えて、ステップS711に進みその内容が表示される。+方向のスクロール表示とは、自転車位置から目的地に向かった先の情報を随時スクロールして表示するものである。表示モードは、通常情報のみの場合はその内容で、詳細情報も含めて表示されている場合はその内容でそれぞれスクロールされる。

ステップS709では、-方向のスクロールイベントがあったかどうか判断され、-方向のスクロールイベントがあったと判断されるとステップS707に進む。-方向のスクロールイベントは、デフォルメ表示を自転車位置方向へ戻すスクロールをするために不図示のスクロールボタンがオペレータにより操作されときに発生するイベントである。ステップS710では、最後列の情報を消去し一つ手前の情報を最前列に加えて、ステップS711に進みその内容が表示される。-方向のスクロール表示とは、目的地方面から自転車位置方向へデフォルメ表示を戻すためのスクロール表示である。表示モードは、上記と同様に通常情報のみの

場合はその内容で、詳細情報も含めて表示されている場合はその内容でそれぞれスクロールされる。

ステップ S 7 1 1 で表示処理が終わった後、あるいは、いずれのイベントもなかった場合は処理を終了する。本ルーチンは、所定のルーチンより随時コールされて繰り返し実行される。

－画面表示切換えについて－

図 2 3 A ～ 図 2 3 D は、モニタ画面上に表示される 4 つの表示形態の表示画面例を示す図である。図 2 3 A は平面地図、図 2 3 B は平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換した鳥瞰地図、図 2 3 C は鳥瞰地図上の地表面を各地点の標高も加味して立体的に表示する立体鳥瞰地図、図 2 3 D は住宅地図である。

そして、図 2 3 A に示すように平面地図が表示されている場合には、鳥瞰地図および住宅地図のいずれかに表示を切換える切換えスイッチ S W 1、S W 2 が画面内に表示され、図 2 3 B に示すように鳥瞰地図が表示されている場合には、立体鳥瞰地図および平面地図のいずれかに表示を切換える切換えスイッチ S W 3、S W 4 が画面内に表示され、図 2 3 C に示すように立体鳥瞰地図が表示されている場合には、鳥瞰地図および平面地図のいずれかに表示を切換える切換えスイッチ S W 5、S W 6 が表示され、図 2 3 D に示すように住宅地図が表示されている場合には、平面地図に表示を切換える切換えスイッチ S W 7 が表示されている。

このような切換えスイッチの配置により、鳥瞰地図や立体鳥瞰地図が表示されているときに住宅地図を表示させる場合、いったん平面地図を表示してから住宅地図を表示するから、鳥瞰地図や立体鳥瞰地図から住宅地図への表示切換え、あるいは住宅地図から鳥瞰地図や立体鳥瞰地図への表示切換えが禁止され、鳥瞰地図や立体鳥瞰地図と住宅地図との間での表示切換にともなう乗員の混乱や、画面の見づらさが防止される。

図 3 4 は、上述の画面表示切り替えの制御フローチャートである。このルーチンは、画面上にいずれかの地図を表示している場合に、画面表示切り替えタスクとして一定の時間間隔で実行されるルーチンである。ステップ S 8 0 1 では、現在設定されている表示モードが判断される。判断された表示モードに応じて前述した切換えスイッチ S W 1 ～ S W 7 を画面上に表示するそれぞれのタスクを起動

する。ステップS 8 0 2では、いずれの切換えスイッチS W 1～S W 7が押されたかどうかを判断し、押されたと判断された切換えスイッチに対応した地図表示モードに切り換えるべくそれぞれのタスクを起動する。

ステップS 8 0 3のタスクでは、平面地図上において住宅地図スイッチと鳥瞰地図スイッチを表示する。ステップS 8 0 4のタスクでは、鳥瞰地図上において立体鳥瞰地図スイッチと平面地図スイッチとを表示する。ステップS 8 0 5のタスクでは、立体鳥瞰地図上において鳥瞰地図スイッチと平面地図スイッチとを表示する。ステップS 8 0 6のタスクでは、住宅地図上において平面地図スイッチのみを表示する。

ステップS 8 0 7のタスクでは、表示モードを平面地図に変更し、平面地図を画面上に表示する。ステップS 8 0 8のタスクでは、表示モードを鳥瞰地図に変更し、鳥瞰地図を画面上に表示する。ステップS 8 0 9のタスクでは、表示モードを立体鳥瞰地図に変更し、立体鳥瞰地図を画面上に表示する。ステップS 8 1 0のタスクでは、表示モードを住宅地図に変更し、住宅地図を画面上に表示する。

— 主要な処理手順について —

図 2 4 は制御回路 3 のメイン処理を示すフローチャートであり、以下このフローチャートに基づいて本実施の形態の主要な処理の動作を説明する。なお、制御回路 3 は、キーがイグニッションオン位置に操作されたときに図 2 4 の処理を開始する。図 2 4 のステップS 1 0では、推奨経路および目的地を設定する。目的地は入力装置 4 を介して操作者によって設定され、推奨経路は例えば周知のダイクストラ法等を用いた演算によって図 1 8 のように自動的に設定される。この場合、現在地は現在地検出装置 1 で検出した位置を使用することができる。あるいは、ROM等に推奨経路の候補を予め記憶しておき、その中からいずれかを推奨経路として選択してもよい。

ステップS 2 0では、表示画面モードを設定する。ここで設定される表示画面モードには、鳥瞰地図を表示するモード、平面地図を表示するモード、住宅地図を表示するモード、立体鳥瞰地図を表示するモードがあり、これらモードの選択は、操作者が図 2 3 A～図 2 3 Dで説明したようなタッチパネルスイッチS W 1～7を介して行う。ステップS 3 0では、表示環境を設定する。ここで設定され

る表示環境には例えば画面の表示色や、夜間モードと昼間モードの選択などがある。これら表示環境の選択は、操作者が入力装置4を介して行う。ステップS40では、現在地検出装置1からの信号に基づいて車両の現在地を検出する。ステップS50では、図25、図26、図27、図28に詳細を示す地図表示処理を行って地図を表示する。地図表示処理の詳細については後述する。

ステップS60では、ステップS40と同様にして現在地を検出する。ステップS70では、画面上の道路地図を更新するか否か、すなわち道路地図の書き換えを行うか否かを判定する。ここでは、検出された現在位置に基づいて、前回の地図更新時点から車両が所定距離以上走行した場合に、画面表示されている道路地図の更新を行うものと判定する。なお、この画面更新は走行距離によるスクロールと呼び、スクロールスイッチ4cによる画面スクロールと区別する。

ステップS70の判定が肯定されるとステップS50に戻り、判定が否定されるとステップS80に進む。ステップS8では、図24のメイン処理を継続するか否かを判定する。例えば、不図示の電源スイッチがオフされた場合や、処理を中止するスイッチが操作された場合等には、ステップS80の判定が否定されて図24のメイン処理を終了する。

ステップS80の判定が肯定されるとステップS90に進み、自転車位置マークの表示の更新を行った後、ステップS60に戻る。自転車位置マークは地図上の現在地に重ねて表示されるが、ステップS70で地図が所定距離分だけスクロールされるまでは自転車位置マークを走行距離に応じて地図上で移動させるため、自転車位置マークの表示が更新される。その他の付属情報もこのステップで更新される。

図25は、図24のステップS50の地図表示処理のうち鳥瞰地図表示処理の詳細を示すフローチャートである。ステップS201では、鳥瞰図法で地図表示する際の表示方向角度を演算する。ステップS202では、図24のステップS40やS60で検出した現在地およびステップS201で演算した表示方向角度に基づいて、現在地周辺の道路地図データを地図記憶メモリ2から読み込む。例えば、現在地を含む数10km四方の道路地図データを読み込む。

ステップS203では、ステップS201で読み込んだ道路地図データの中から鳥瞰地図を表示する際に用いるデータを選択し、選択したデータを鳥瞰地図デ

ータ用メモリ6Aに格納する。ここでは、表示モニタ8に表示する道路地図情報のデータ量を削減するために、データ種別が所定の条件を満たすデータのみを抽出して鳥瞰地図データ用メモリ6に格納する。ステップS204では、ステップS203で選択した道路地図データを鳥瞰地図データに変換する。データ変換は周知の鳥瞰図法による方式を採用する。ステップS205では、ステップS204で変換した鳥瞰地図データを、表示モニタ8に表示するための最終的な地図画像データに変換する。ステップS209でVIC S情報表示モードであると判定されるとステップS206に進み、そうでないと判定されるとステップS207に進む。ステップS206では、後述するVIC S情報の図形情報を地図画像データに変換する。ステップS207では、地図画像データとVIC S図形画像データを画像メモリ7に格納し、ステップS208においてその画像を表示モニタ8に表示する。

表示に際しては、VIC S情報表示モードであればVIC S文字情報を地図とVIC S図形情報に重ねて表示する。このとき、VIC S文字情報にはデータ提供時刻が含まれているから、そのデータ提供時刻を画面上部に表示して、表示画面がVIC S情報表示モードであることを報知する。また、VIC S情報表示モード選択および非選択に応じて後述するように背景色などを切替える。

図26は、図24のステップS50の地図表示処理のうち平面地図表示処理の詳細を示すフローチャートである。ステップS301では、図24のステップS40やS60で検出した現在地周辺の道路地図データを地図記憶メモリ2から読み込む。例えば、現在地を含む数10km四方の道路地図データを読み込む。

ステップS302では、ステップS301で読み込んだ道路地図データの中から平面地図を表示する際に用いるデータを選択し、選択したデータを平面地図データ用メモリ5Aに格納する。ステップS303では、ステップS302で選択した道路地図データを、表示モニタ8に表示するための平面地図データに変換する。ステップS307でVIC S情報表示モードであると判定されるとステップS304に進み、そうでないと判定されるとステップS305に進む。ステップS304では、後述するVIC S情報の図形情報を地図画像データに変換する。ステップS305では、地図画像データとVIC S情報画像データを画像メモリ

7に格納し、ステップS306においてその画像を表示モニタ8に表示する。表示に際しては、VIC S情報表示モードであればVIC S文字情報を地図とVIC S図形情報に重ねて表示する。このとき、VIC S文字情報にはデータ提供時刻が含まれているから、そのデータ提供時刻を画面上部に表示して、表示画面がVIC S情報表示モードであることを報知する。

図27は、図24のステップS50の地図表示処理のうち立体鳥瞰地図表示処理の詳細を示すフローチャートである。図25と同様な箇所には同一の符号を付して相違点についてのみ説明する。

ステップS203Aでは、ステップS201で読み込んだ道路地図データの中から立体鳥瞰地図を表示する際に用いるデータを選択し、選択したデータを立体鳥瞰地図データ用メモリ6Bに格納する。ここでは、表示モニタ8に表示する道路地図情報のデータ量を削減するために、データ種別が所定の条件を満たすデータのみを抽出して立体鳥瞰地図データ用メモリ6Bに格納する。ステップS204Aでは、ステップS203Aで選択した道路地図データを立体鳥瞰地図データに変換する。データ変換は周知の鳥瞰図法による方式と上述した高さを加味した方式を採用する。ステップS205Aでは、ステップS204Aで変換した立体鳥瞰地図データを、表示モニタ8に表示するための最終的な地図画像データに変換する。ステップS205Aで変換処理が終了するとステップS207へ進む。つまり、立体鳥瞰地図表示モードではVIC S情報があってもその表示をせず、画面表示が煩雑にならないようにしている。そしてステップS208Aで画像メモリの内容を表示モニタ8に表示する。

図28は、図24のステップS50の地図表示処理のうち住宅地図表示処理の詳細を示すフローチャートである。ステップS301Aでは、図24のステップS40やS60で検出した現在地周辺の住宅地図データを地図記憶メモリ2から読み込む。例えば、現在地を含む数10km四方の住宅地図データを読み込む。

ステップS302Aでは、ステップS301で読み込んだ住宅地図データの中から住宅地図を表示する際に用いるデータを選択し、選択したデータを住宅地図データ用メモリ5Bに格納する。ステップS303Aでは、ステップS302Aで選択した住宅地図データを、表示モニタ8に表示するための住宅地図データに

変換する。住宅地図表示モードでも立体鳥瞰地図表示モードと同様にV I S C情報表示を禁止してもよい。

産業上の利用の可能性

なお以上では、車載ナビゲーション装置について説明したが、指令基地局に設置した交通情報表示装置、車両誘導装置、情報道路監視装置などに用いることもできる。

また、以上のような種々の地図表示処理をプログラムしたアプリケーションソフトを記憶媒体に格納し、車に搭載可能なパーソナルコンピュータなどにより同様な表示を行なうこともできる。図35はその構成を示す図である。101は車に搭載可能なパーソナルコンピュータ、102はV I C S情報受信装置、103は現在地検出装置、104はC D - R O M装置、105は道路地図データ用C D - R O M、106はアプリケーションプログラム用C D - R O Mである。V I C S情報受信装置102は、図1のF M多重放送受信装置9、光ビーコン受信装置10、電波ビーコン受信装置11に相当するものであり、現在地検出装置103は、図1の方位センサ1a、車速センサ1b、G P Sセンサ1c等に相当するものである。道路地図データ用C D - R O M105は、図1における地図記憶メモリ2の記録媒体部分に相当する。アプリケーションプログラム用C D - R O M106は、上述した実施の形態の各種の制御プログラムがパーソナルコンピュータ101で実行できるような形態で格納された記録媒体である。パーソナルコンピュータ101は、アプリケーションプログラム用C D - R O M106からプログラムをロードし、そのプログラムを実行させることにより、前述した実施の形態の同様な地図表示装置を構成することが可能となる。

なお、上述したC D - R O Mは、例えばフロッピーディスクなど他の記録媒体であってもよい。また、車に搭載可能なパーソナルコンピュータ101は、地図表示装置専用の制御装置でもよい。そのような場合も、地図表示装置の制御プログラムや道路地図データがC D - R O Mやフロッピーディスクなどの外部記録媒体から供給できるので、ソフトウェアを交換するのみで各種の地図表示装置が実現できる。さらには、上述した指令基地局に設置した交通情報表示装置、車両誘

導装置、情報道路監視装置などに使用されるパーソナルコンピュータやワークステーションや汎用コンピュータなどにも適用することができる

請求の範囲

1. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するための地図データベース装置において、

前記平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部を具備することを特徴とする地図データベース装置。

2. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するための地図データベース装置において、

前記平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部と、前記平面地図内に延びる道路を複数の要素点で表し、各要素点の前記平面地図内での位置座標を記憶する道路データ部とを具備することを特徴とする地図データベース装置。

3. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するための地図表示装置において、

前記平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部、および前記平面地図内に延びる道路を複数の要素点で表し、各要素点の前記平面地図内での位置座標を記憶する道路データ部を少なくとも有するデータベース装置と、

前記道路データ部から読み出された前記要素点が前記領域のいずれに位置するかを演算し、その演算された領域の高さデータを前記高さデータ部から読み出して当該要素点の高さデータとし、前記道路地図データ部から読み出された位置座標と演算された高さデータとに基づいて、前記モニタ画面に表示される鳥瞰地図上の前記要素点の座標値を演算する演算手段とを具備することを特徴とする地図表示装置。

4. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するための

地図表示装置において、

前記平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部と、

前記領域のそれぞれひとつの点について、各々の位置座標と高さデータとに基づいて、モニタ画面上で表示される鳥瞰地図上の座標値を演算する演算手段と、

前記モニタ画面上の前記点で囲まれる領域内を、各点の高さに応じて階調表示する階調手段とを具備することを特徴とする地図表示装置。

5. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するための地図表示装置において、

前記平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部、および前記平面地図内のトンネルを複数の要素点で表し、各要素点の前記平面地図内での位置座標を記憶するトンネルデータ部を備える地図データベース装置と、

前記トンネルデータ部から読み出された前記要素点のうち入口と出口の要素点については前記領域のいずれに位置するかを演算し、その演算された領域の高さデータを前記高さデータ部から読み出して当該入口と出口の高さデータとし、その他の要素点は前記入口と出口の前記高さデータで補間して高さデータとし、前記トンネルデータ部から読み出された位置座標と演算された高さデータとに基づいて、前記モニタ画面に表示される鳥瞰地図上の前記要素点の座標値を演算する演算手段とを具備することを特徴とする地図表示装置。

6. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するための地図表示装置において、

前記平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデータを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部と、

前記領域のそれぞれひとつの点について、各々の位置座標と高さデータとに基づいて、モニタ画面上で表示される鳥瞰地図上の座標値を演算する演算手段と、

前記モニタ画面上の前記点で囲まれる領域のそれぞれを各点の高さに応じて階

調表示するために、前記モニタ画面内の前記点で囲まれる複数の領域の最小高さ
と最大高さの差を演算し、その差が所定値以下の場合には、固定階調ピッチごと
に予め設定されているカラーデータのうちの m 個を、 m 個のカラーパレットに予
め定められている順番でそれぞれ割当て、その差が所定値を越えていれば、その
差を m で除して可変階調ピッチを算出し、前記予め定められている順番のカラー
データのうちの m 個を、前記可変階調ピッチで前記 m 個のカラーパレットに割当
てる階調表示手段とを具備することを特徴とする地図表示装置。

7. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示するために、
前記平面地図を複数の領域に分割し、各領域のそれぞれの標高に応じた高さデー
タを各領域に対応づけて記憶した高さデータ部を備えた地図データが記録された
コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

8. 平面地図を鳥瞰図法による表示形式に変換して鳥瞰地図を表示する地図表
示装置は、

平面地図データと高さデータを有する地図データと、

前記地図データに基づき、前記高さデータを考慮して前記鳥瞰地図を表示画面
に立体的に表示する立体鳥瞰地図表示手段とを備え、

前記地図データは、さらに縮尺率が大きい詳細地図データと該詳細データより
縮尺率が小さい広域地図データとから構成され、

前記表示画面は、少なくとも第 1 の表示領域とこれに隣接する第 2 の表示領域
とに分割され、鳥瞰図法による視点に近い側を第 1 の表示領域とし、前記視点よ
り遠い側を第 2 の表示領域とし、

前記立体鳥瞰地図表示手段は、前記第 1 の表示領域の立体鳥瞰地図を前記詳細
地図データに基づき表示し、前記第 2 の表示領域の立体鳥瞰地図を前記広域地図
データに基づき表示し、前記視点から前記表示画面の第 1 の領域と第 2 の領域の
境界に対応する点を通過する見おろし線を想定し、前記見おろし線が、前記高さ
データを考慮して演算される地表面に該当する線と交差する点を基準に前記詳細
地図データと前記広域地図データの使用範囲を決定することを特徴とする地図表

示装置。

図 1

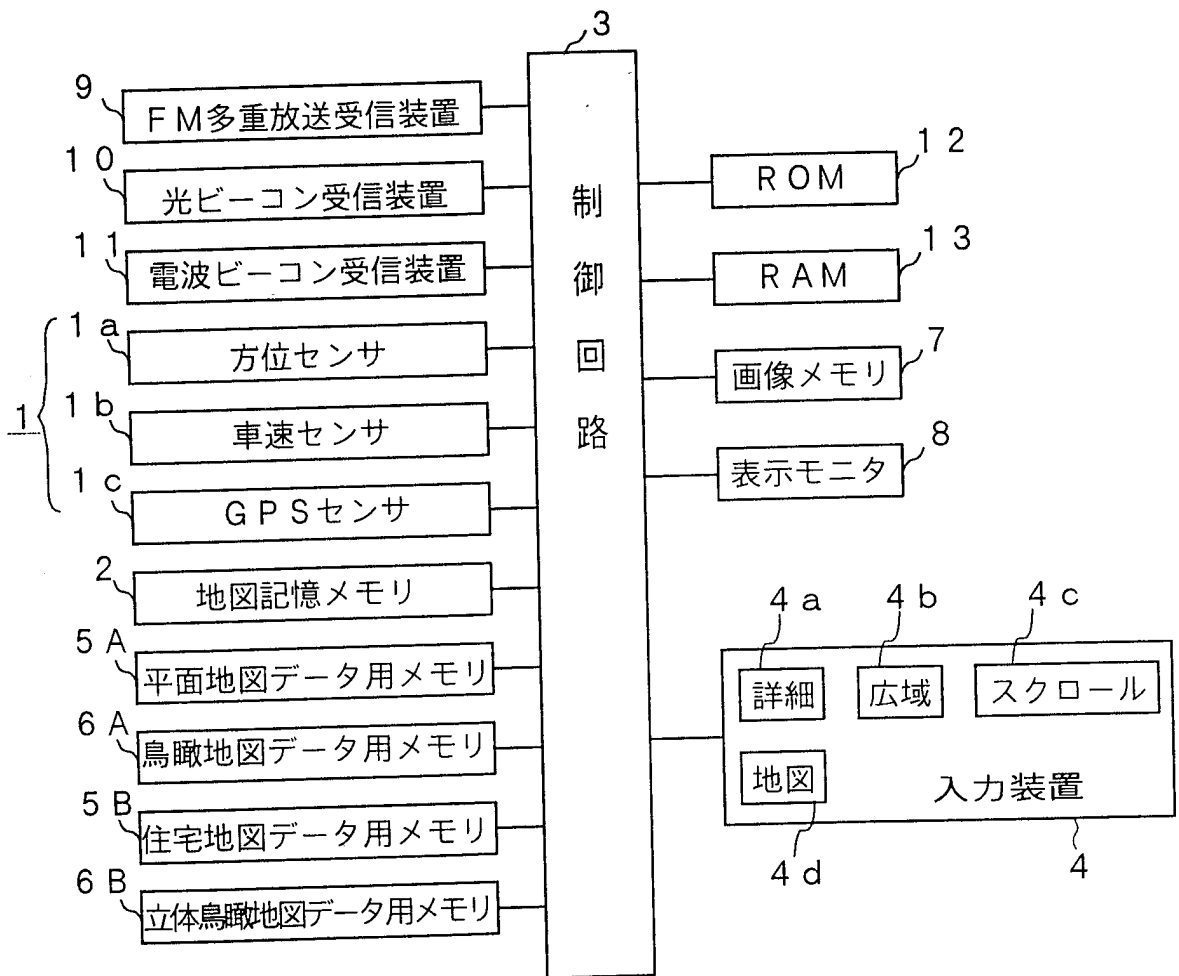


図 2

[高さデータブロック：2次メッシュ]

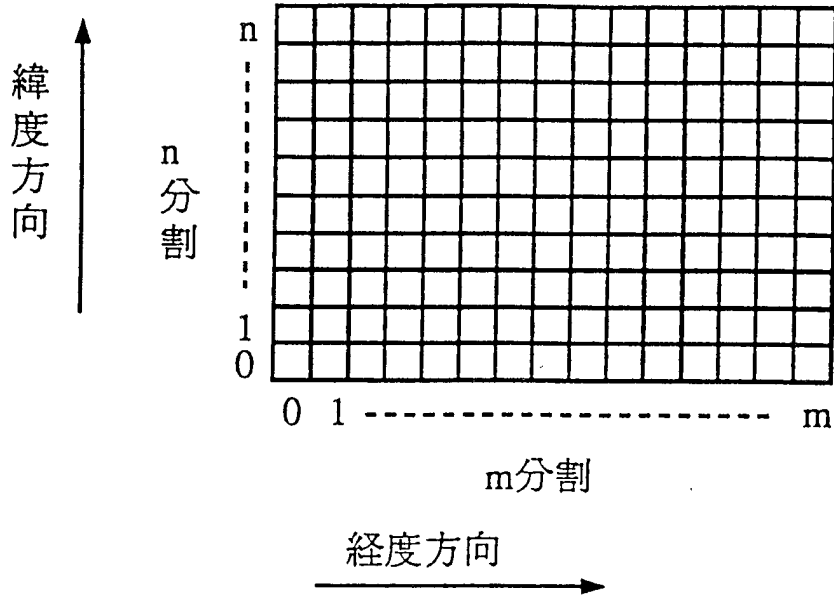


図3

[高さデータテーブル]

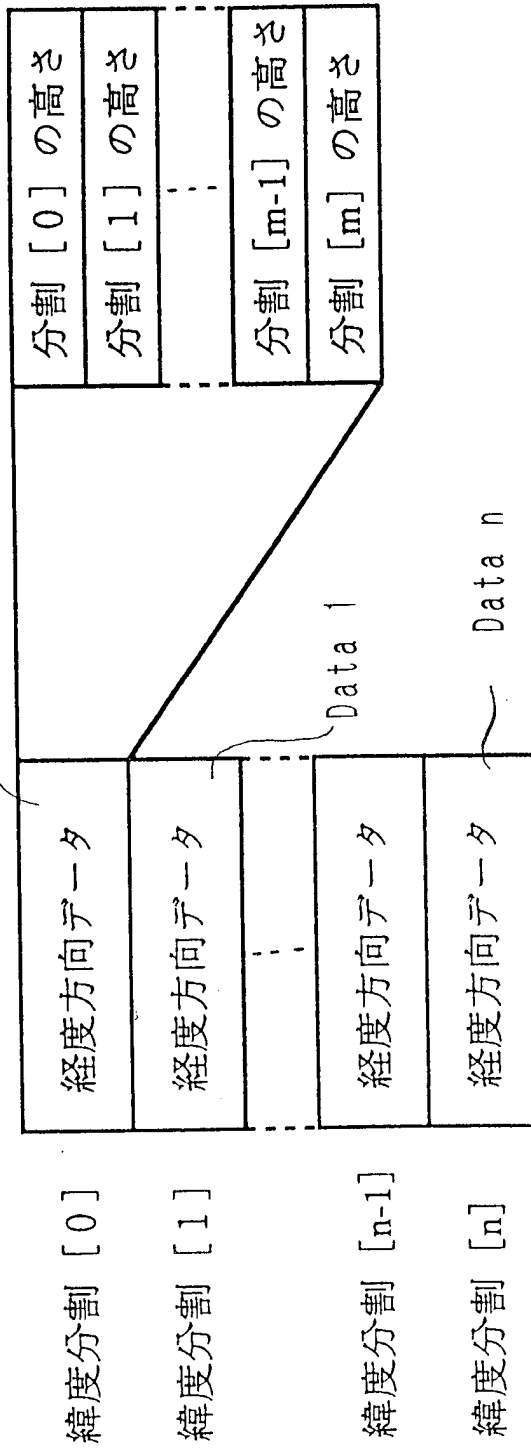


図 4

[道路データブロック：2次メッシュ]

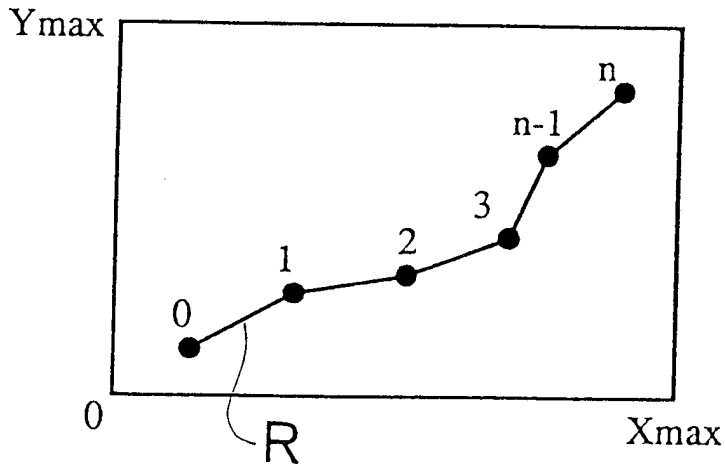


図 5

[道路データテーブル]

要素点数	n
X座標	[要素点0]
Y座標	[要素点0]
X座標	[要素点1]
Y座標	[要素点1]
	⋮
X座標	[要素点n-1]
Y座標	[要素点n-1]
X座標	[要素点n]

図 6

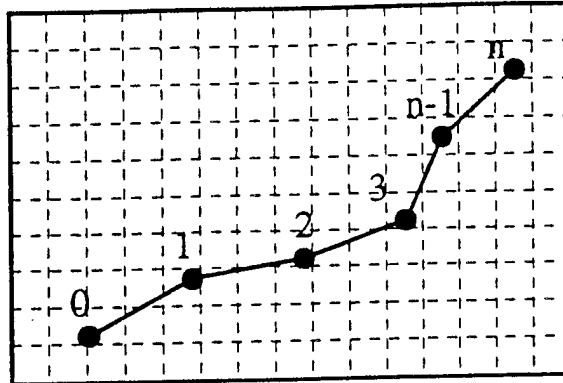


図 7

[3次元道路データテーブル]

要素点数	n
X座標	[要素点0]
Y座標	[要素点0]
高さ	[要素点0]
⋮	
X座標	[要素点n-1]
Y座標	[要素点n-1]
高さ	[要素点n-1]
X座標	[要素点n]
Y座標	[要素点n]
高さ	[要素点n]

図 8

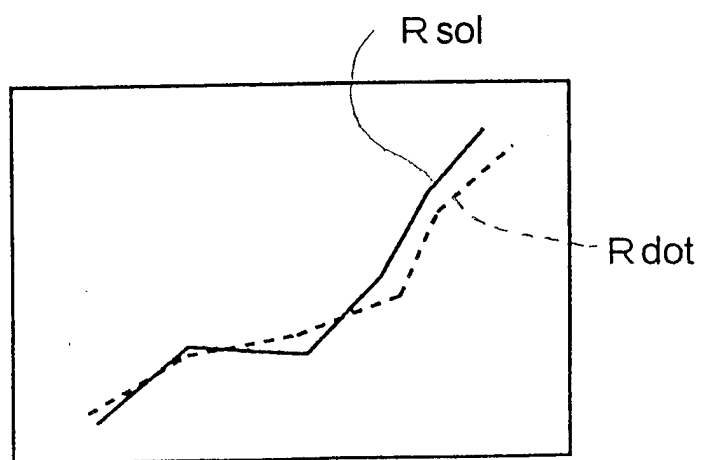


図 9

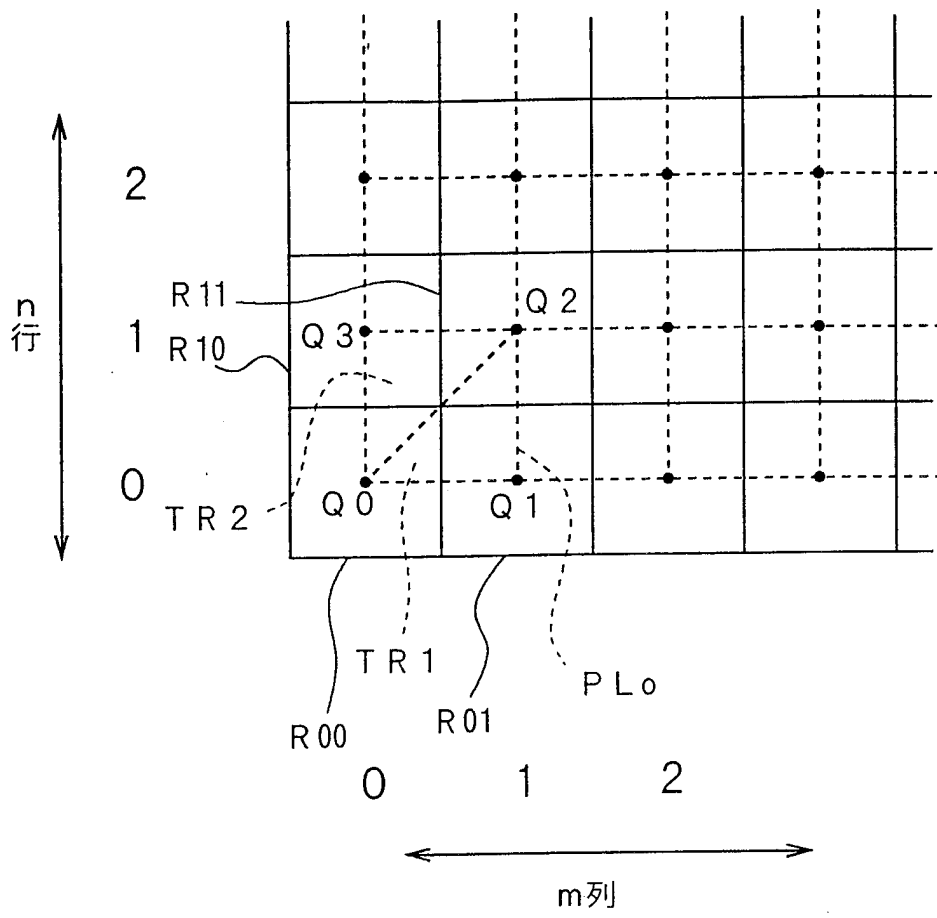


図 10A

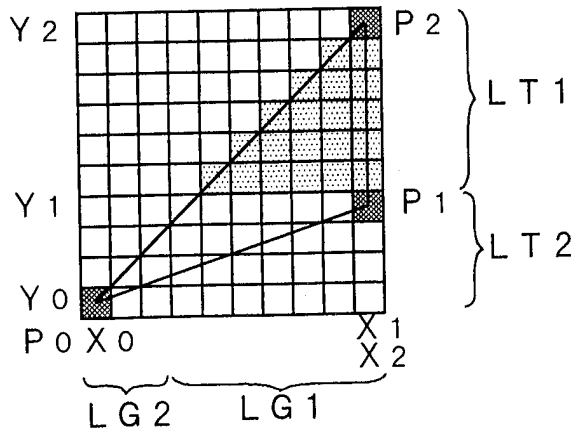


図 10B

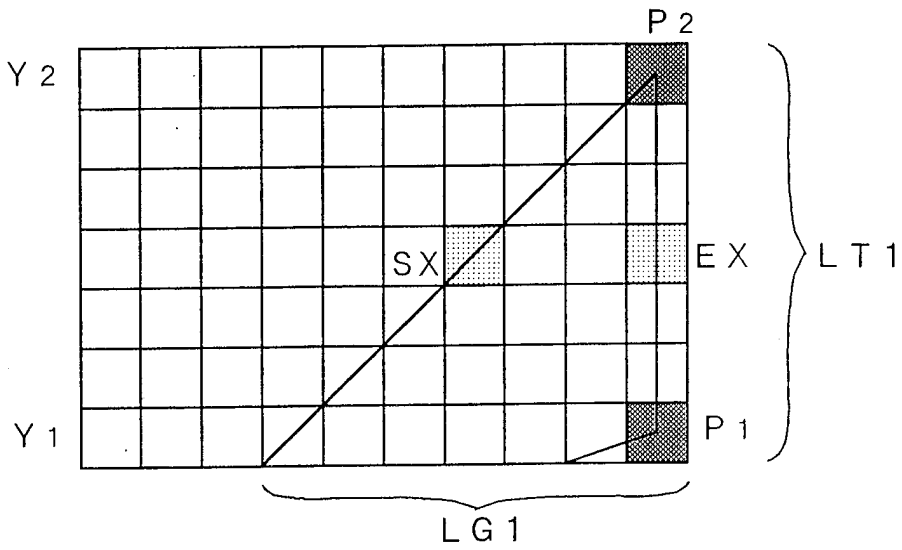


図 10C

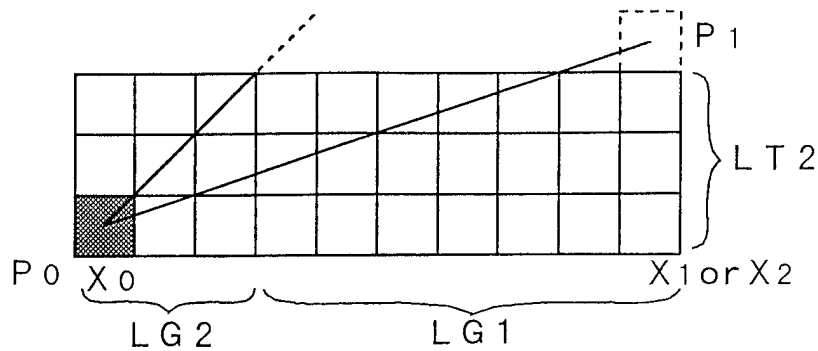


図 1 1

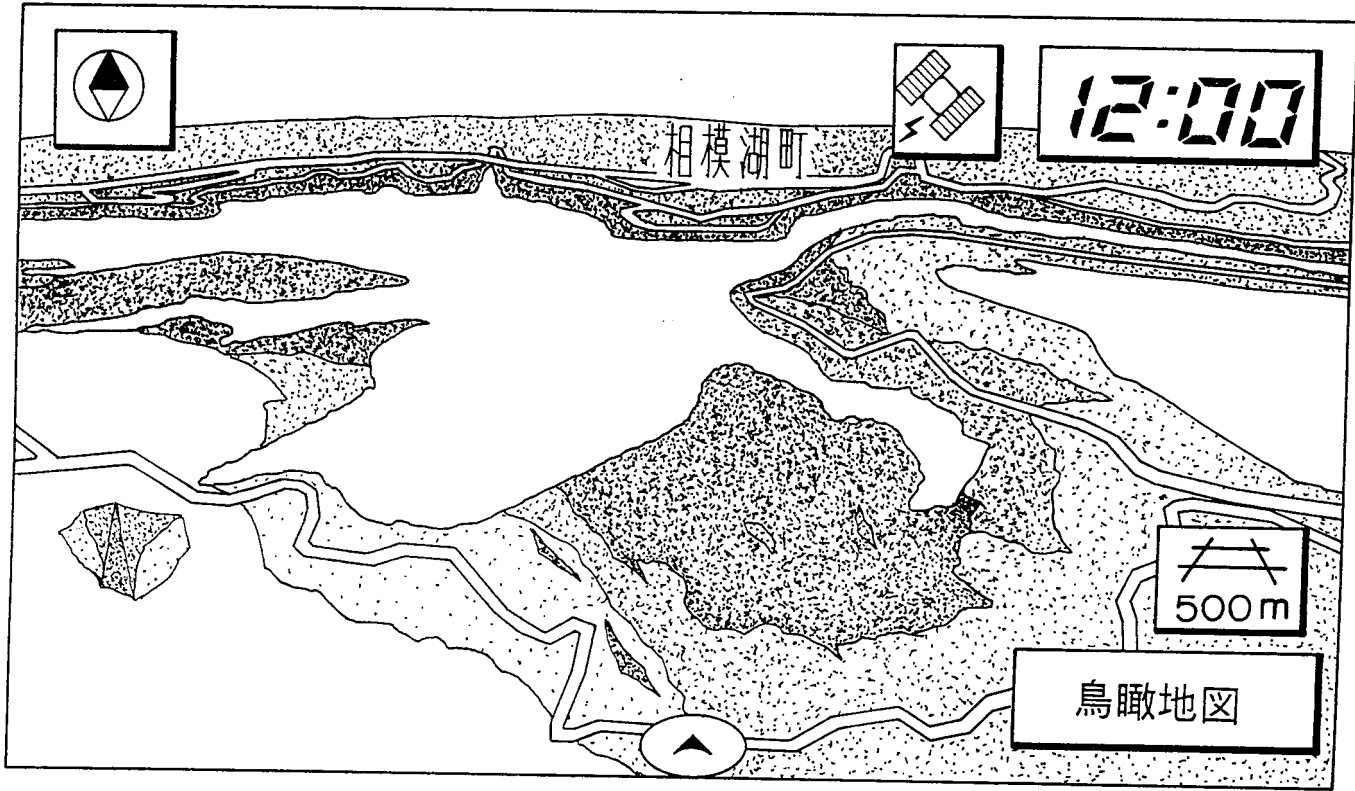


図12

< 静的描画領域 >

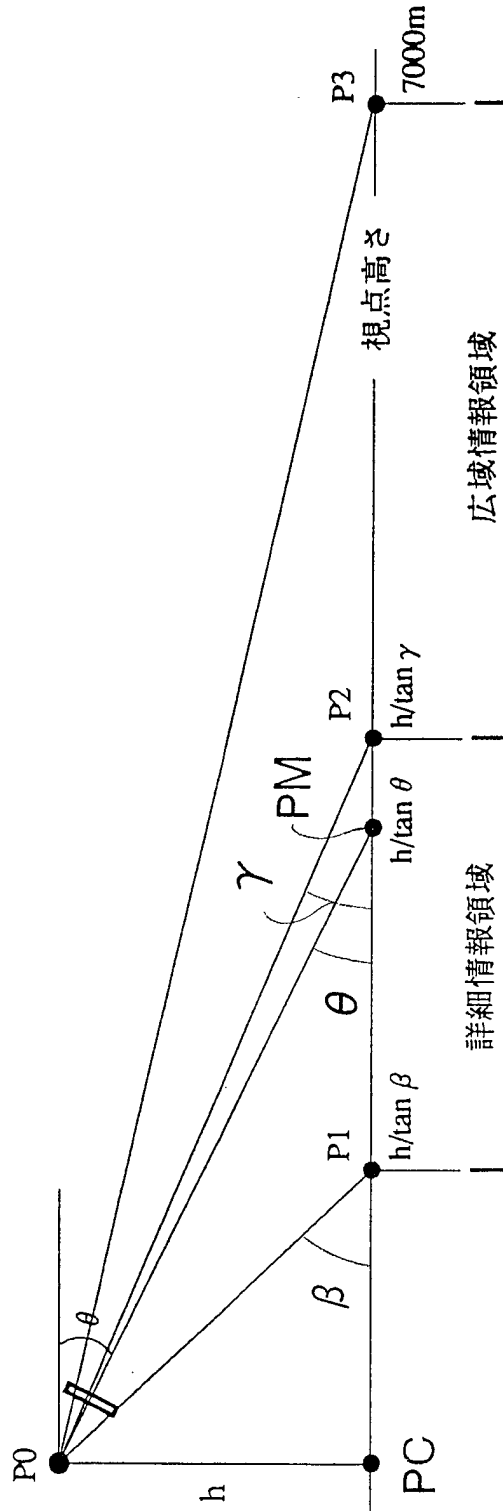


図 1 3

<動的描画領域>

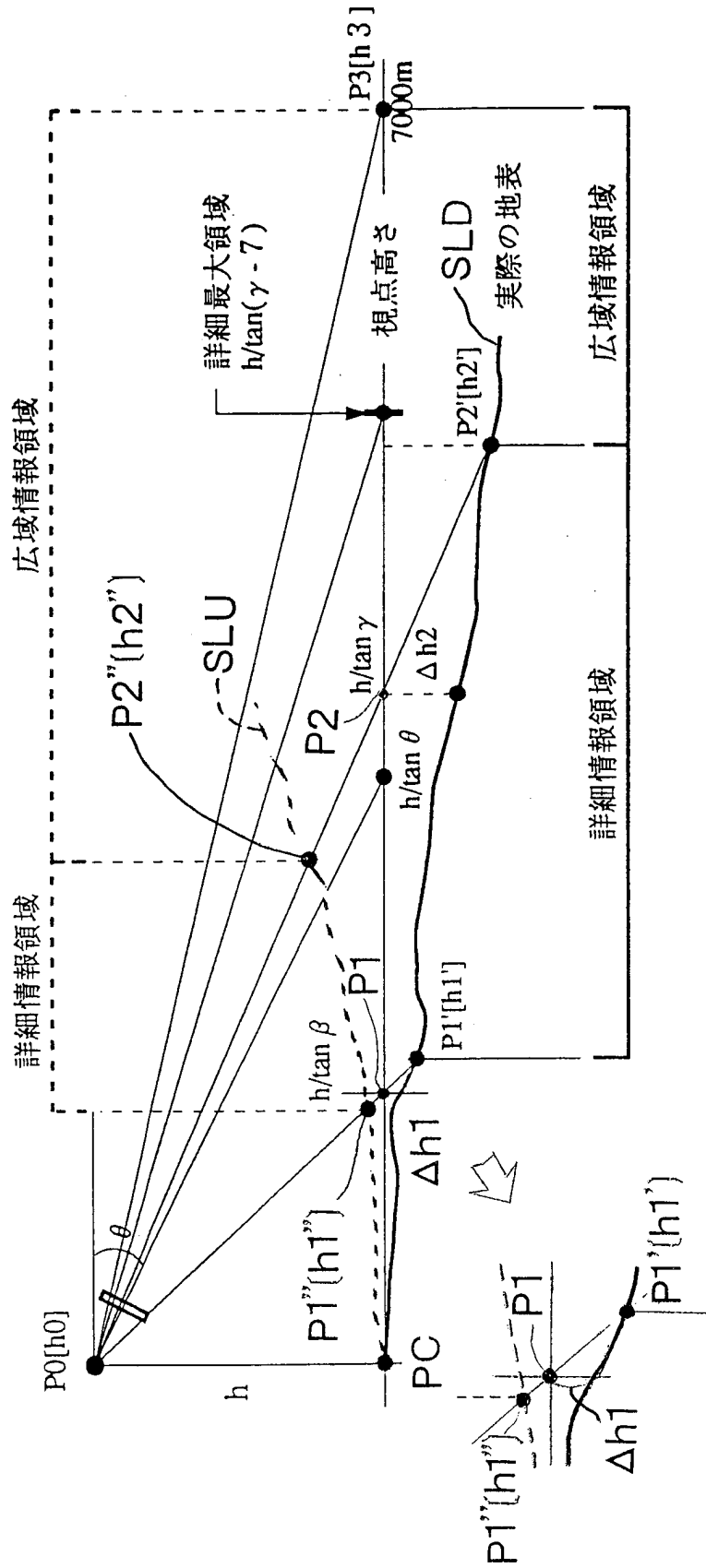


図 15

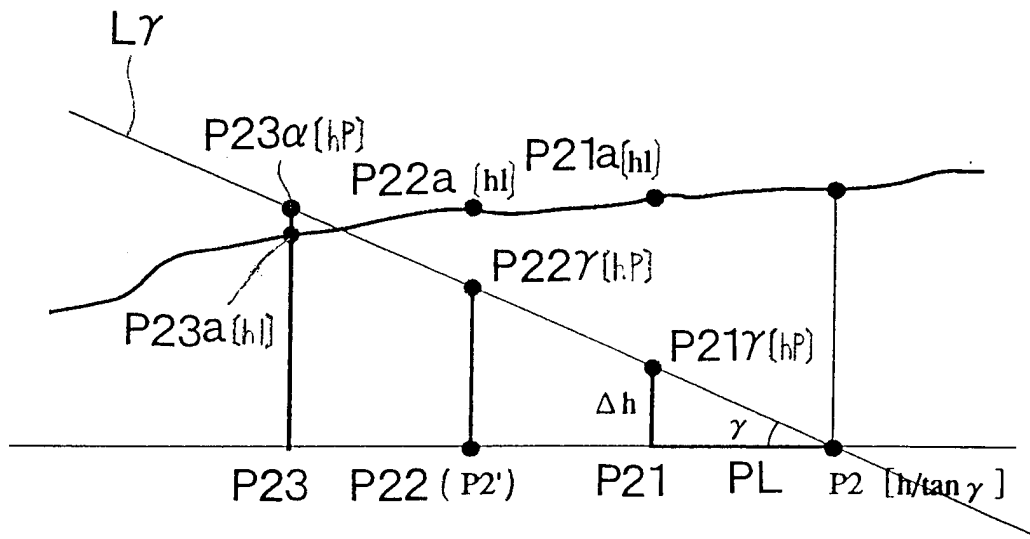


図 16

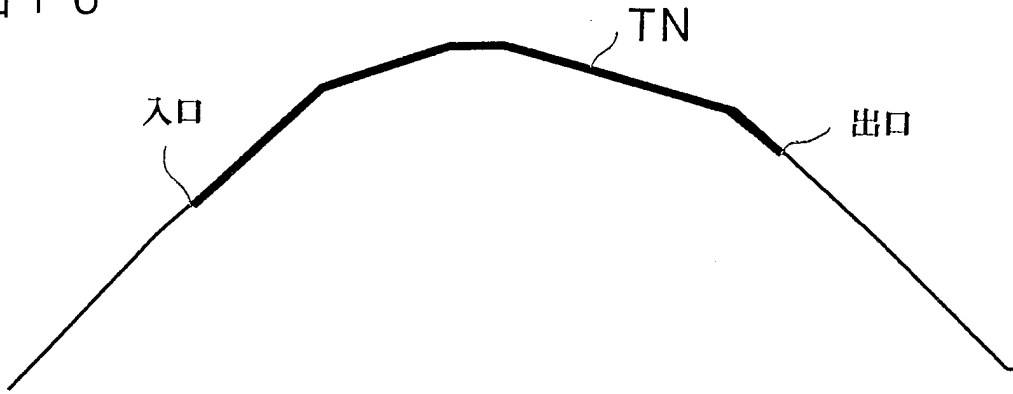


図 17

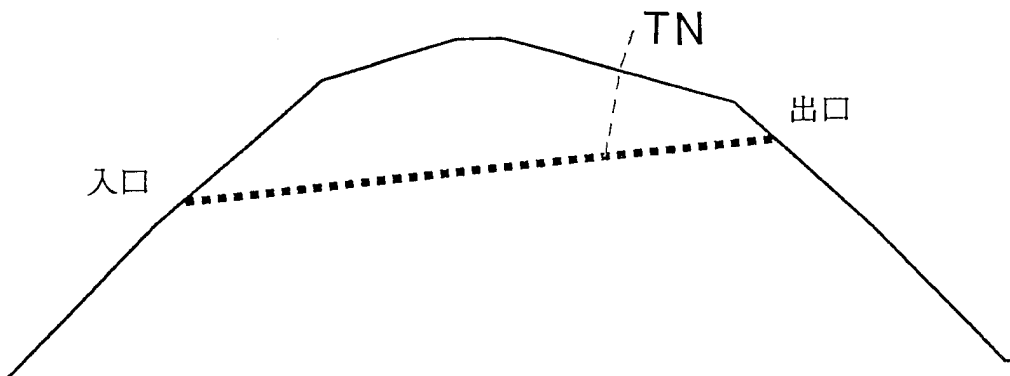


図 18

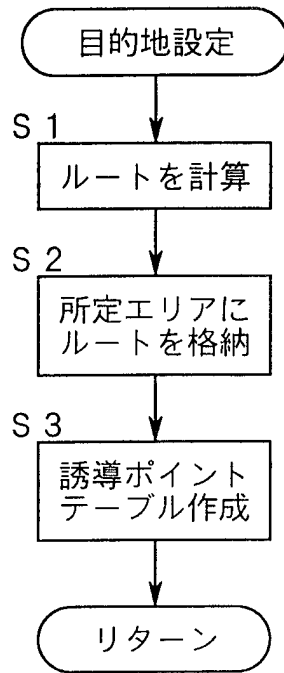


図 19

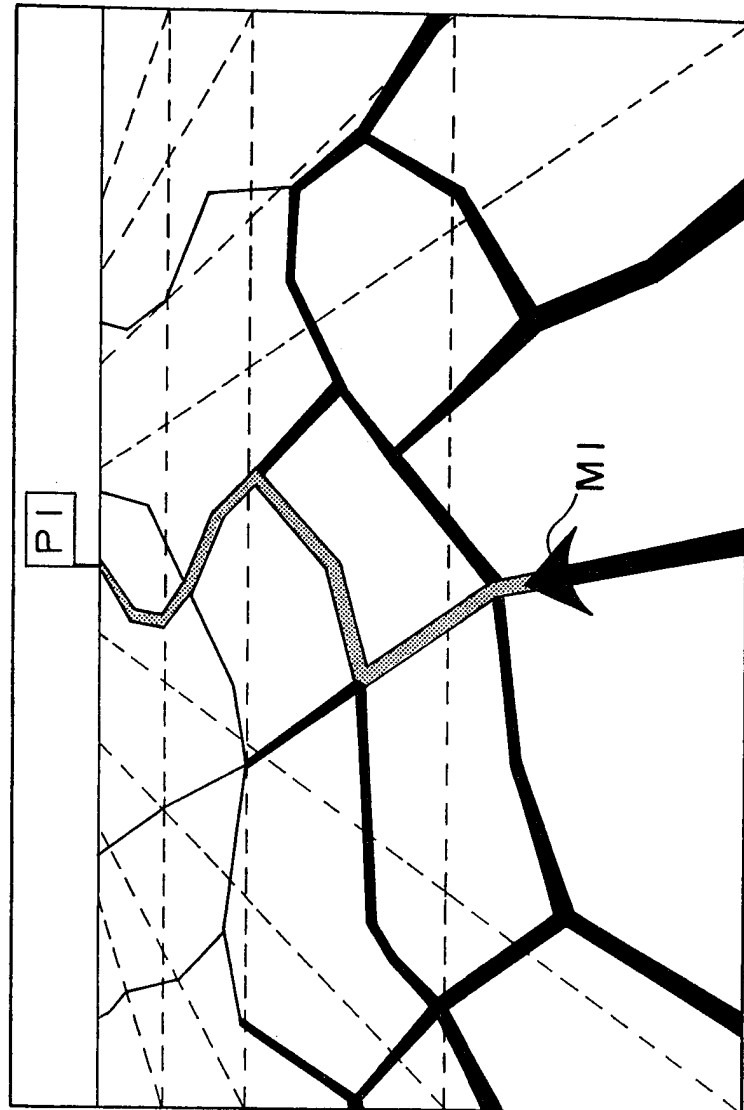


図 20 A

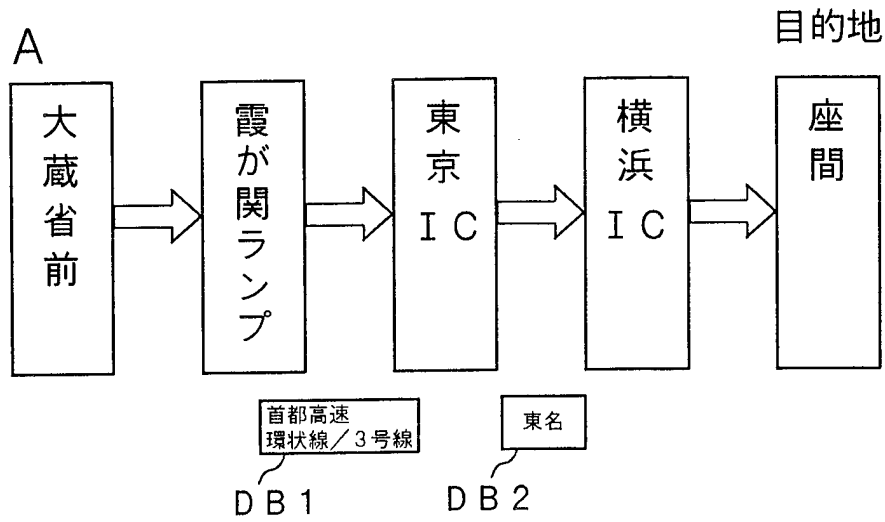


図 20 B

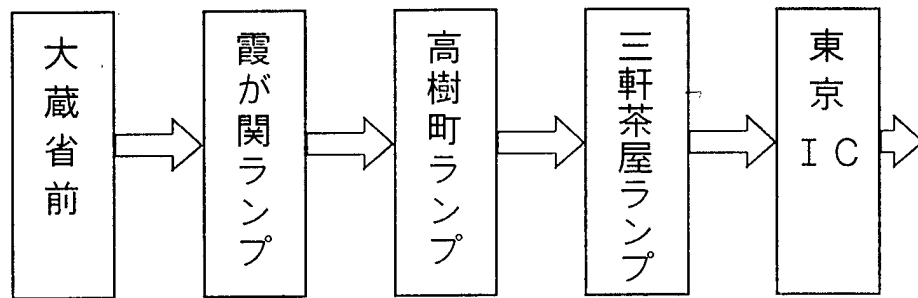
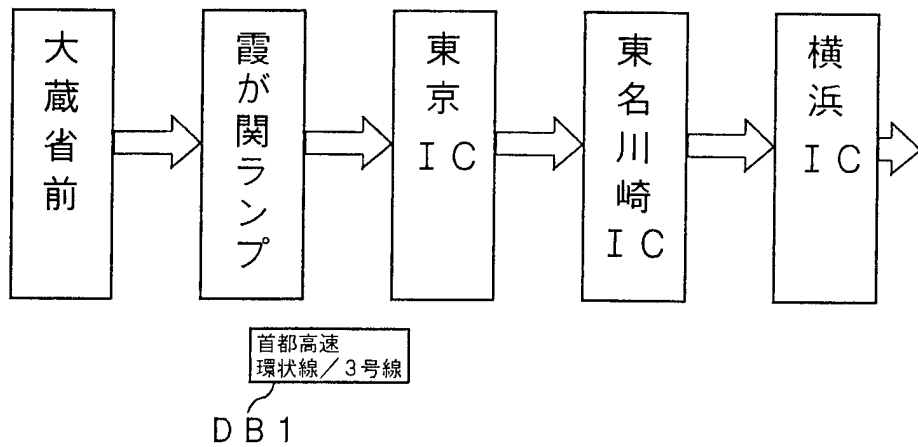


図 20 C



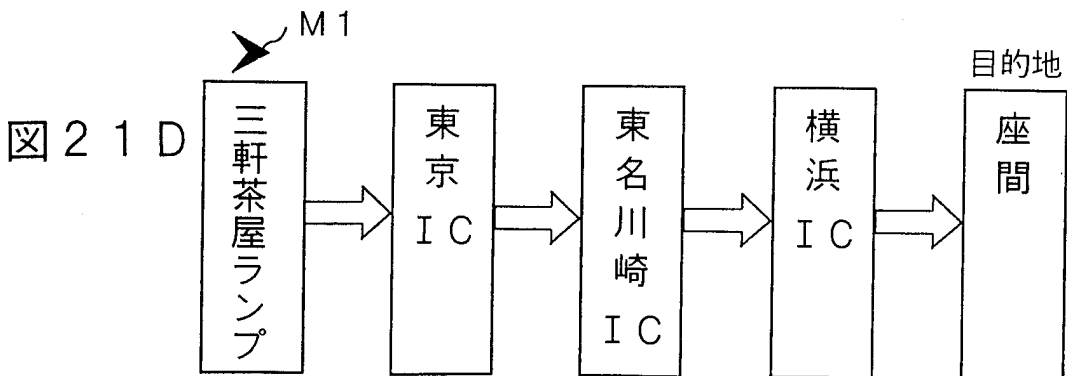
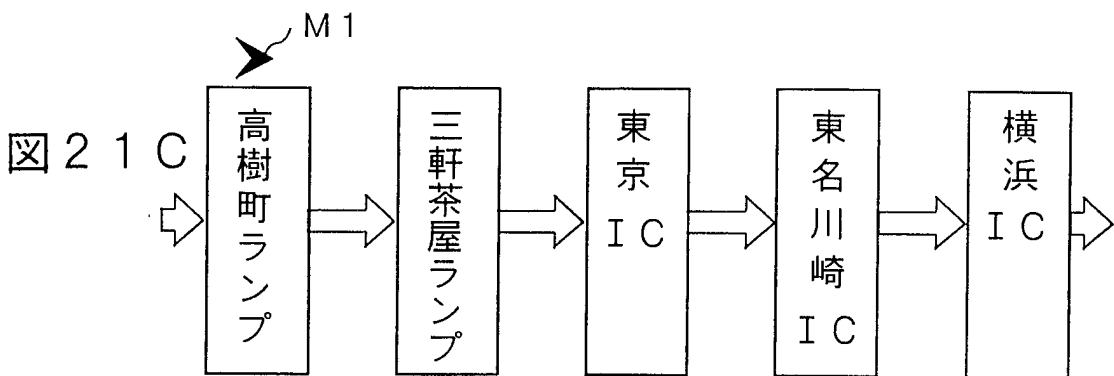
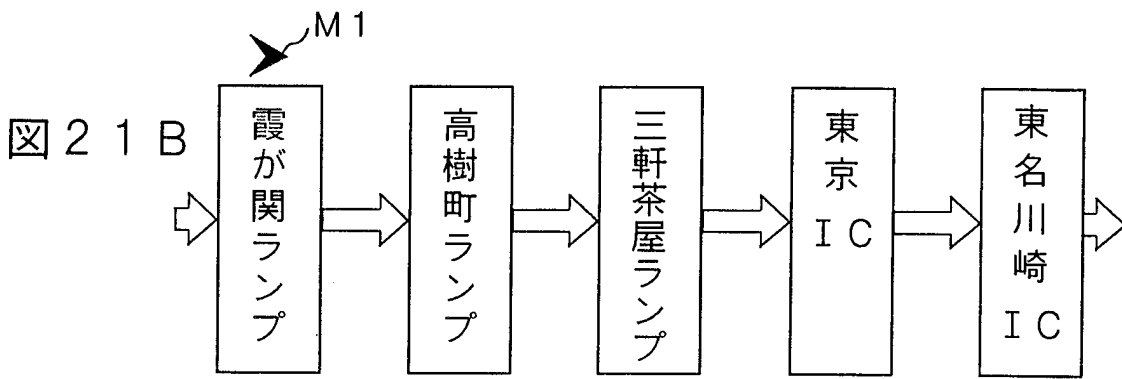
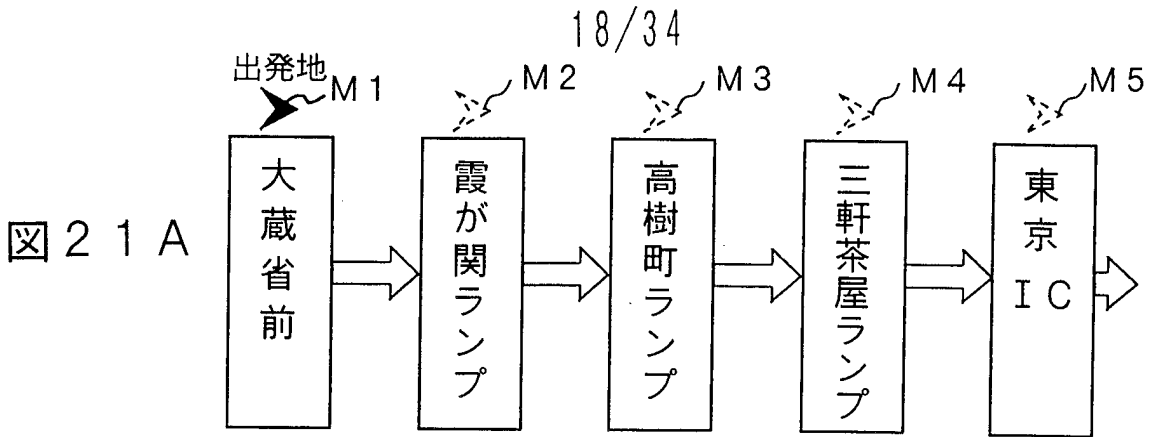


図 2 2 A

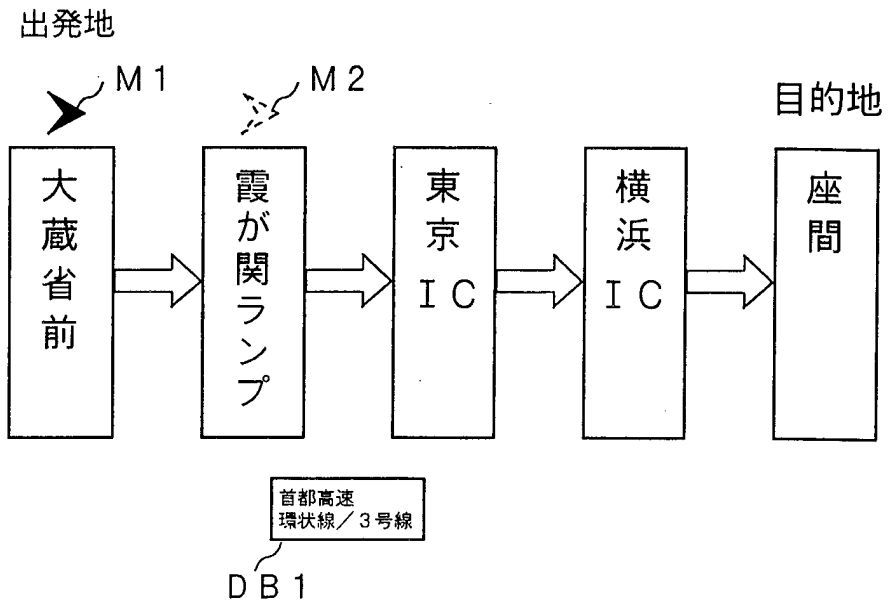


図 2 2 B

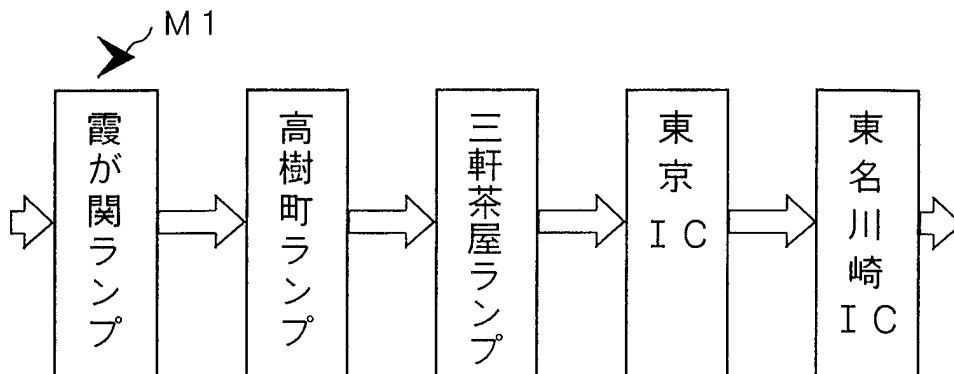


図 2 3 A

平面地図

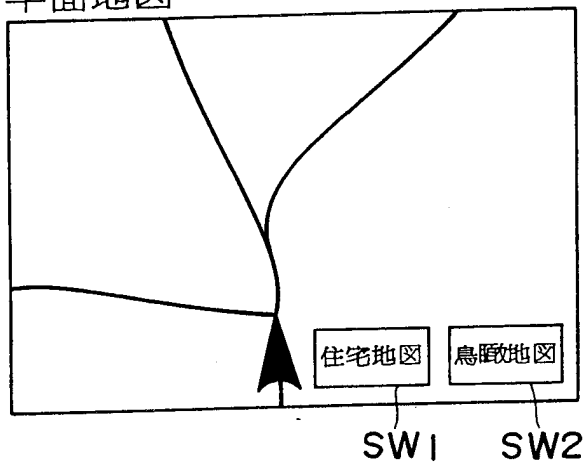


図 2 3 B

鳥瞰地図

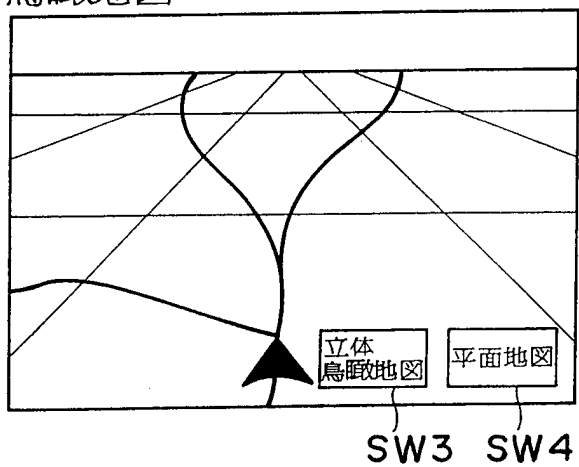


図 2 3 C

立体鳥瞰地図

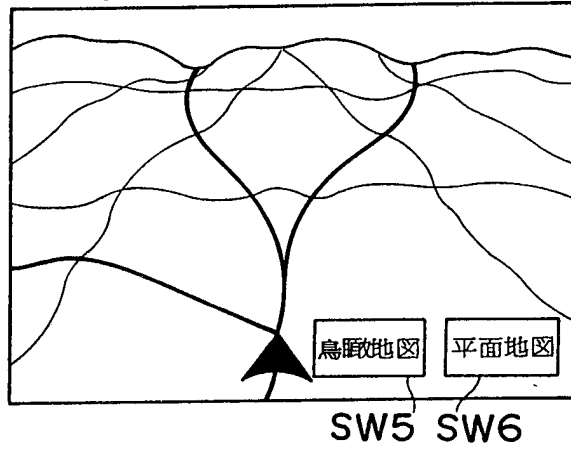


図 2 3 D

住宅地図

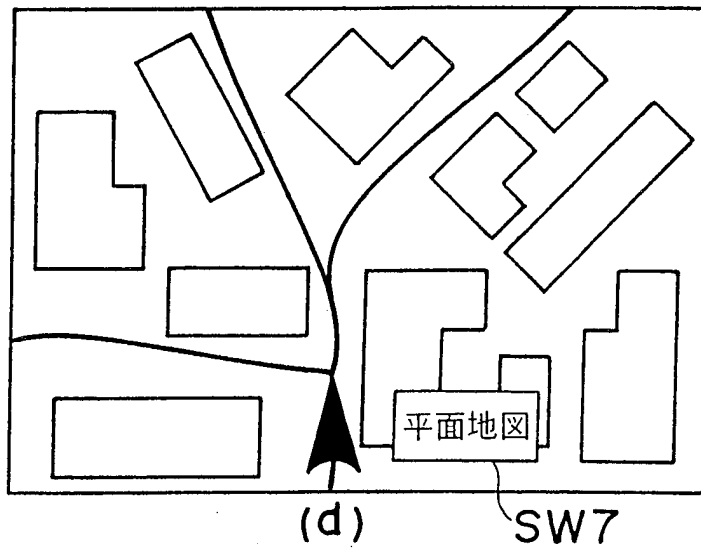


図 24

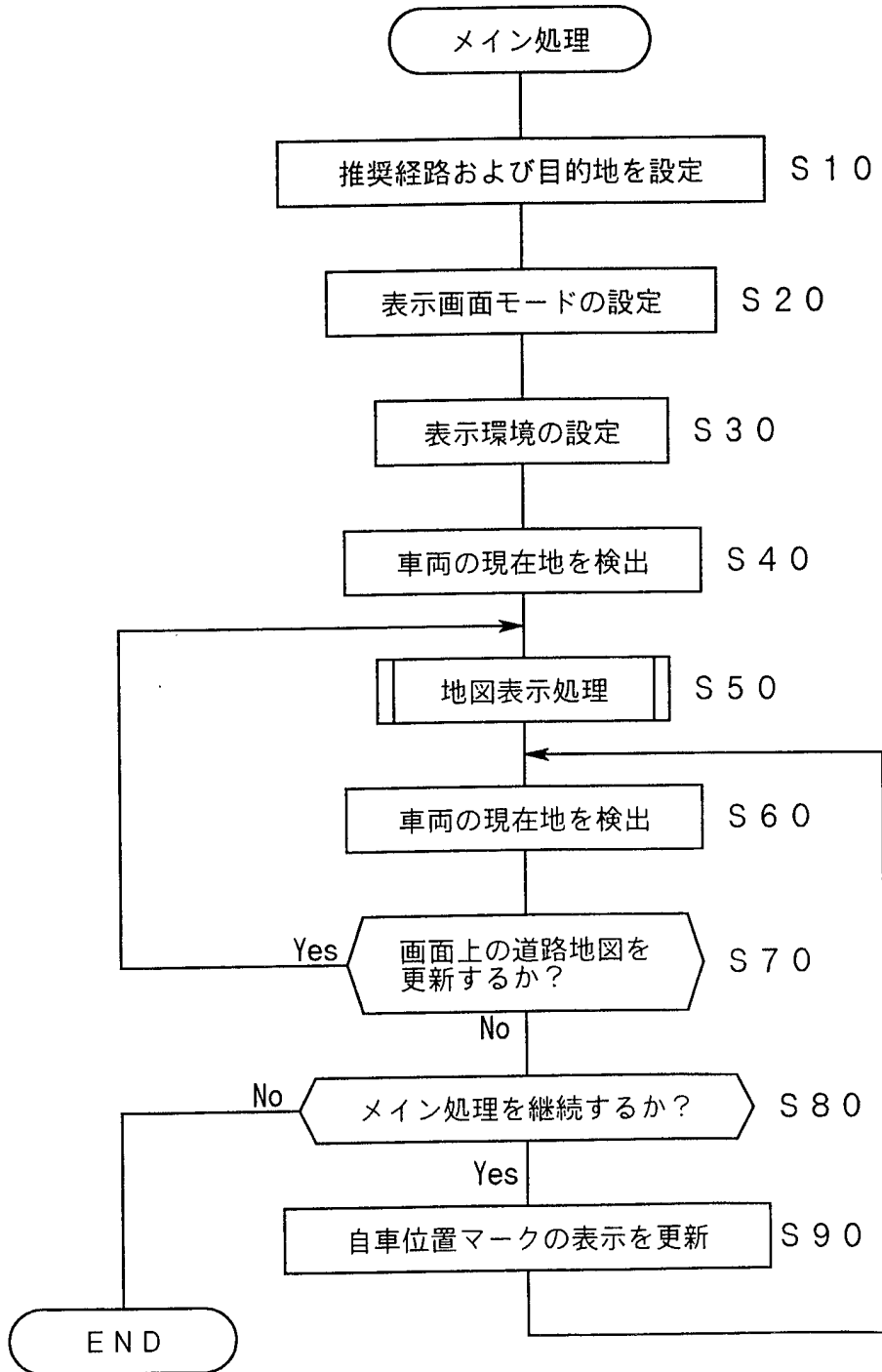


図 25

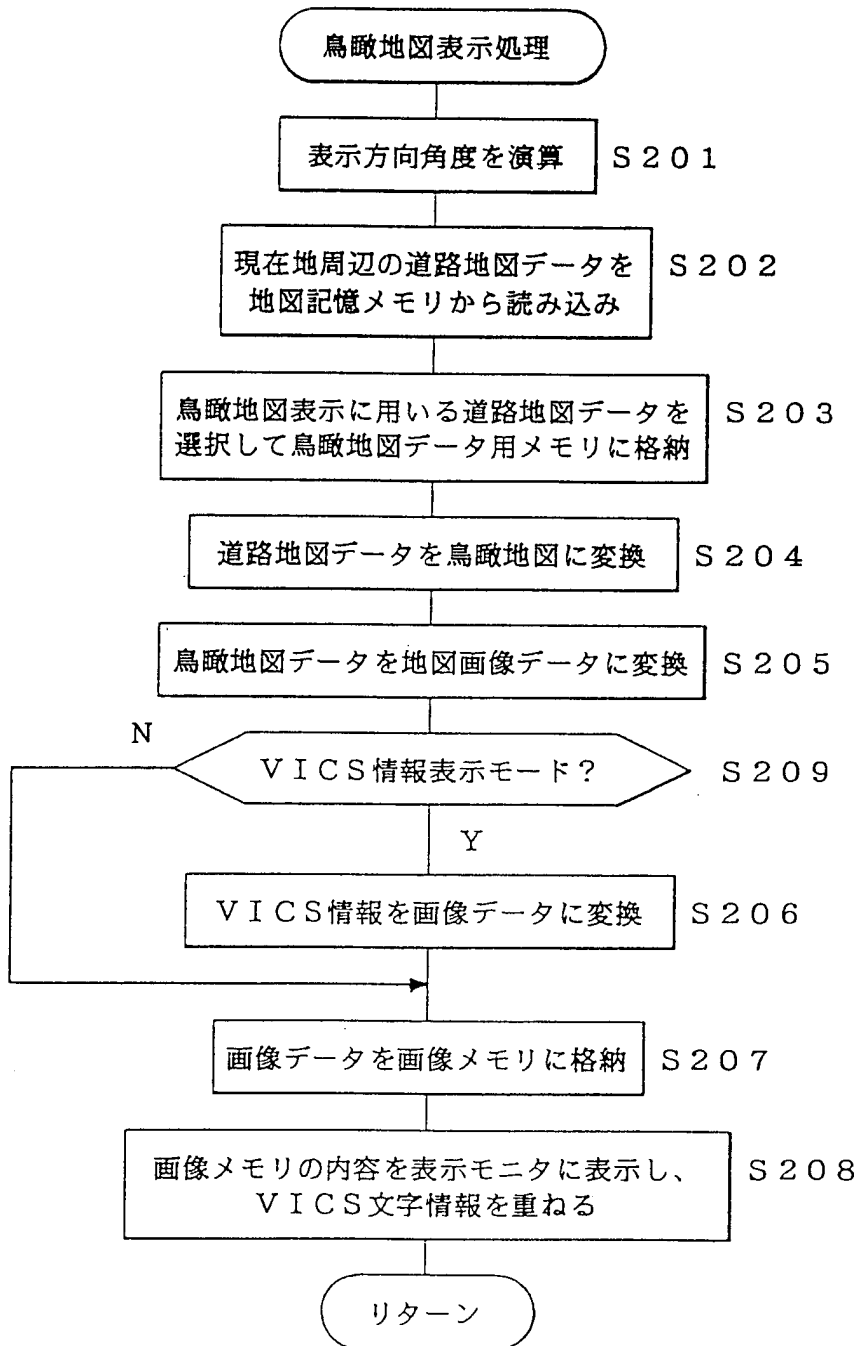
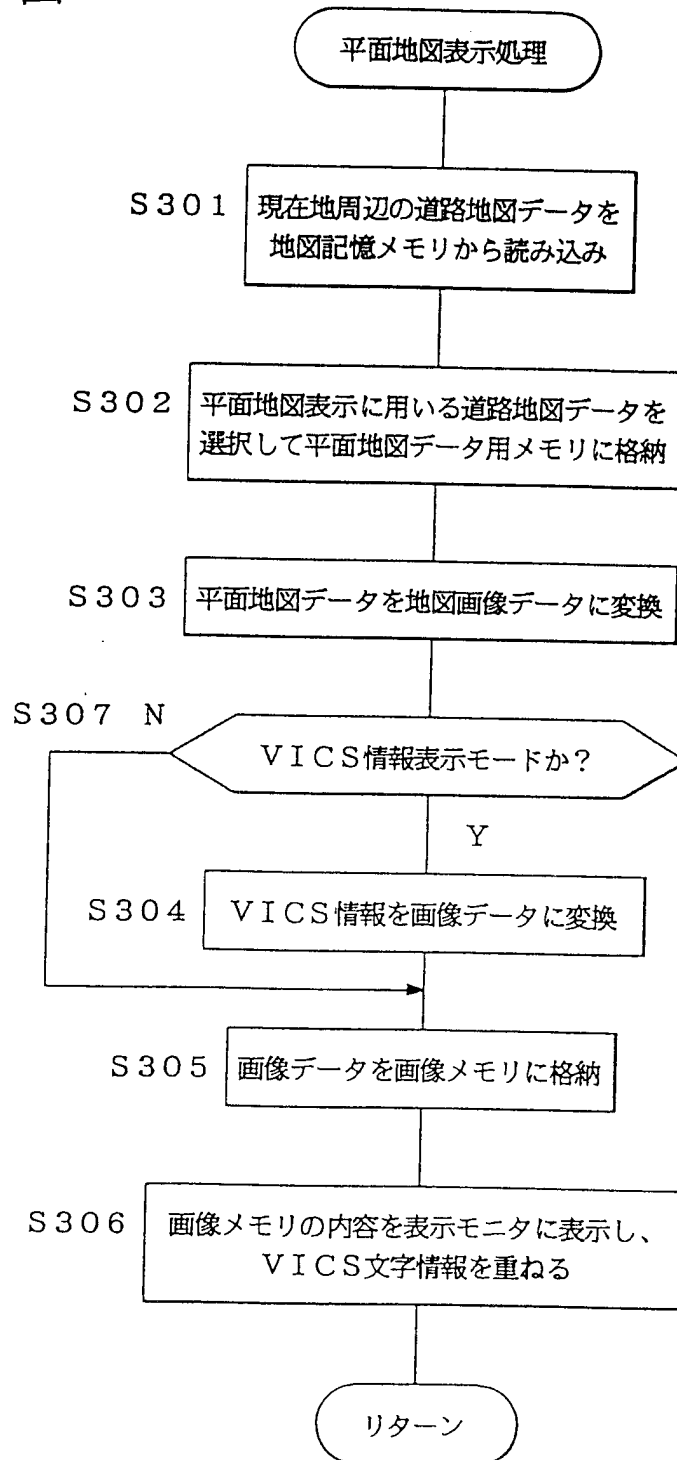


図 26



25/34

図 2 7

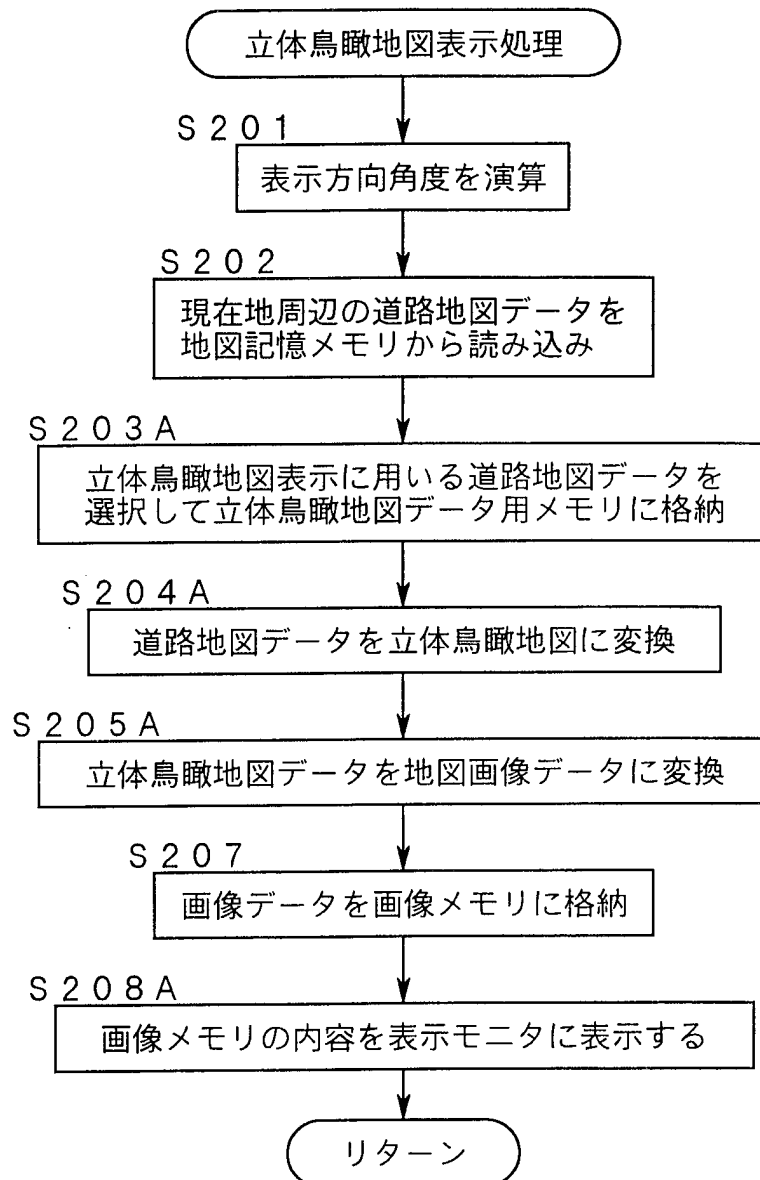


図 28

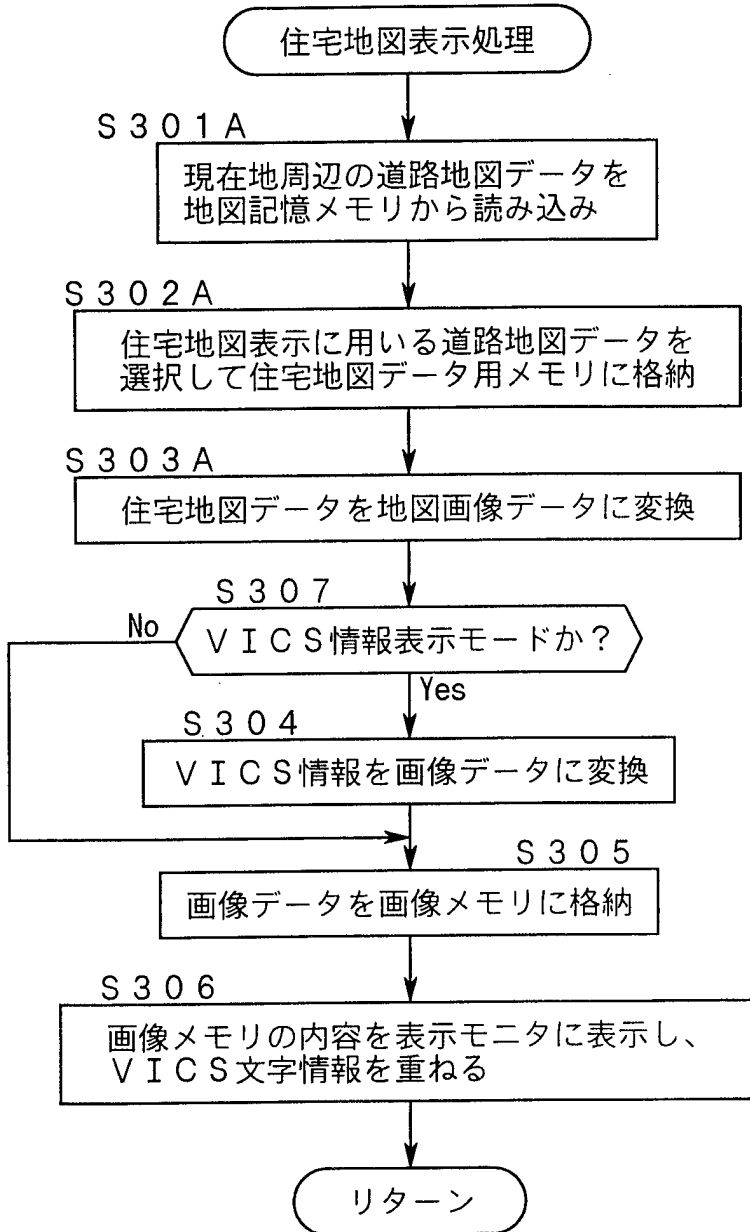


図 29

カラーデータテーブルの構成

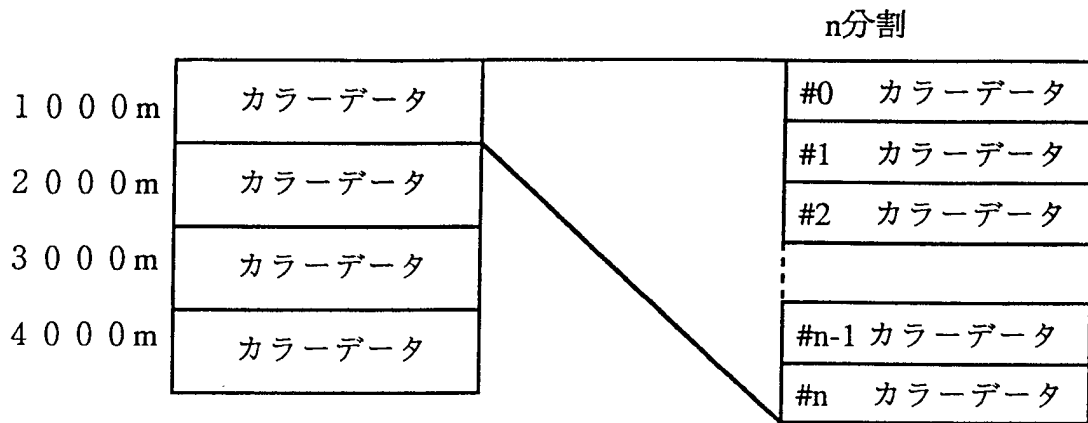


図 30

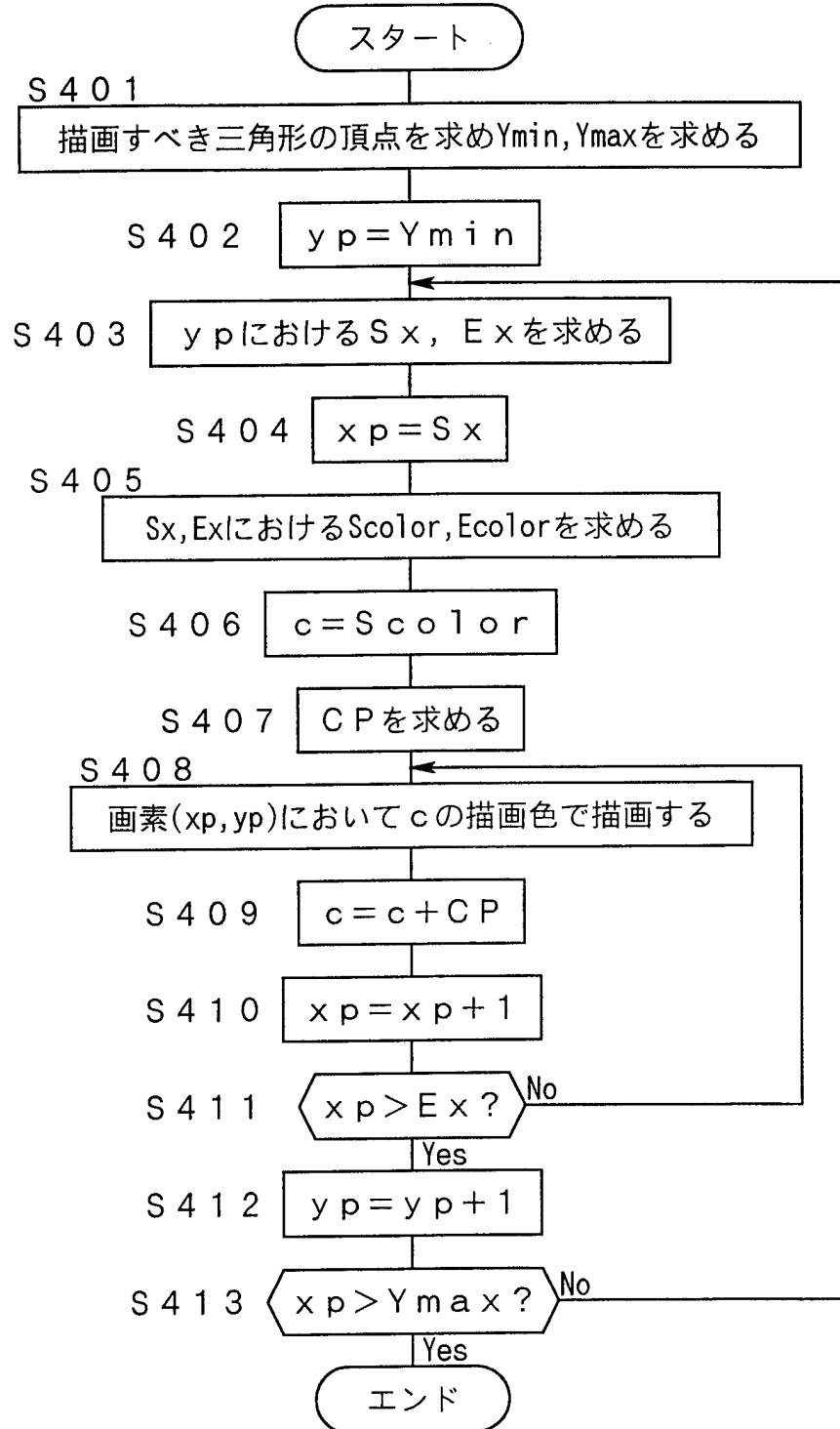
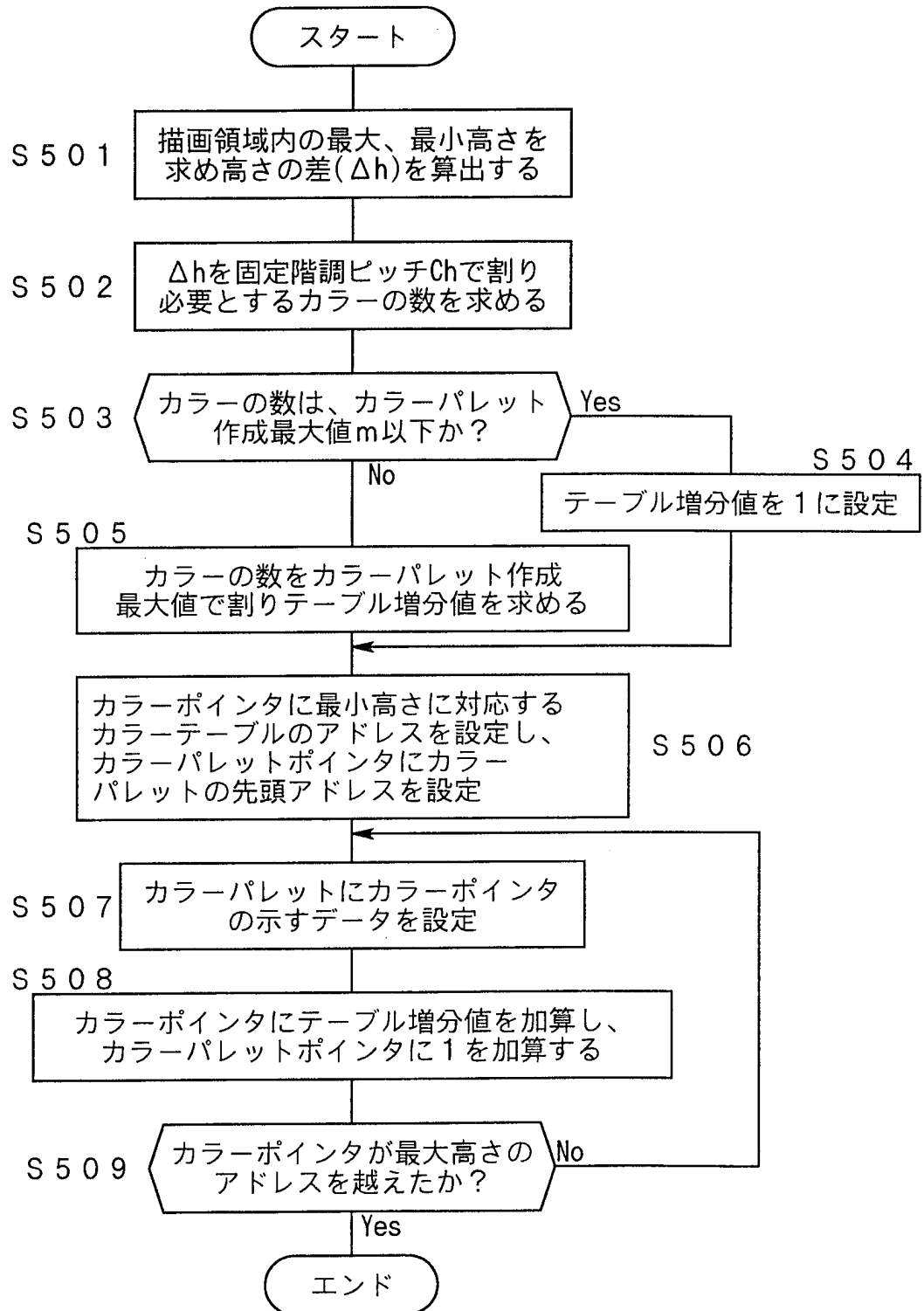


図 3 1



30/34

図 3 2

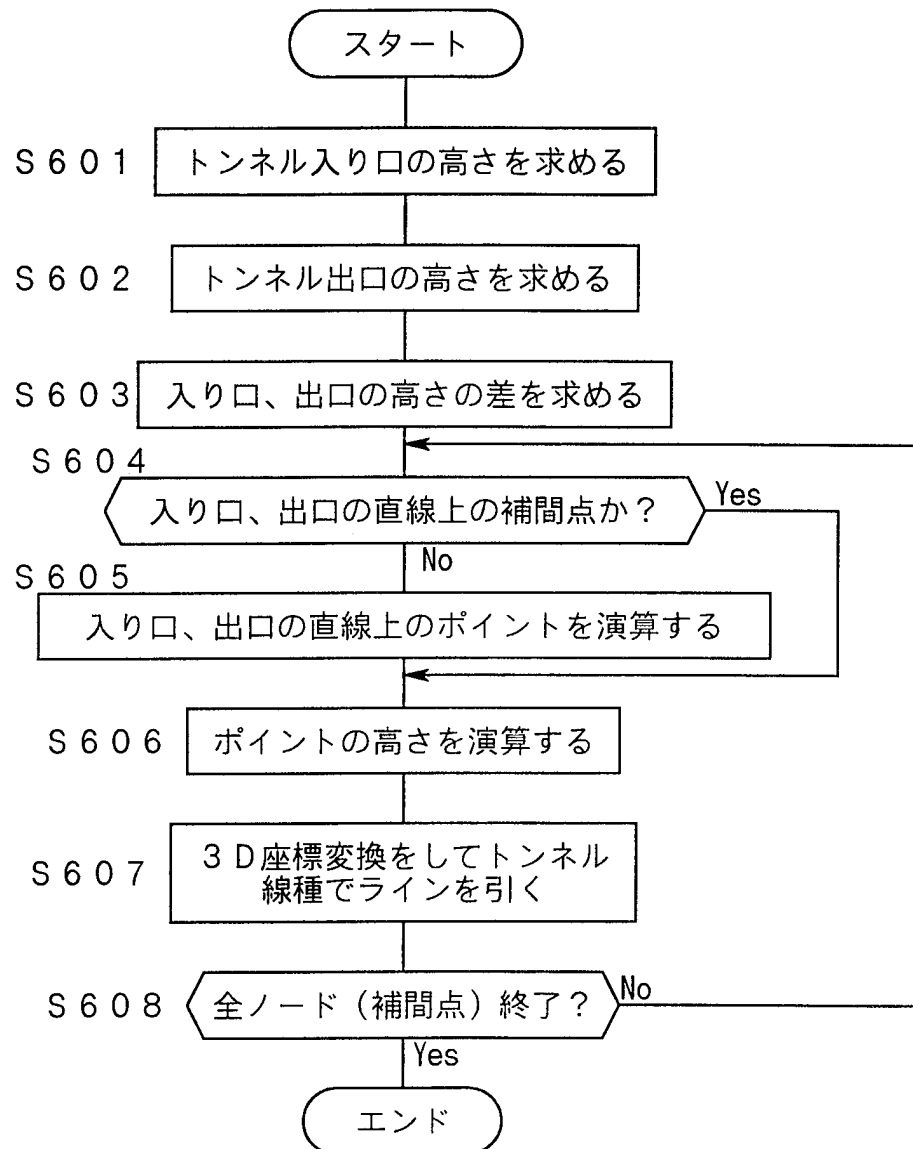


図 3 3

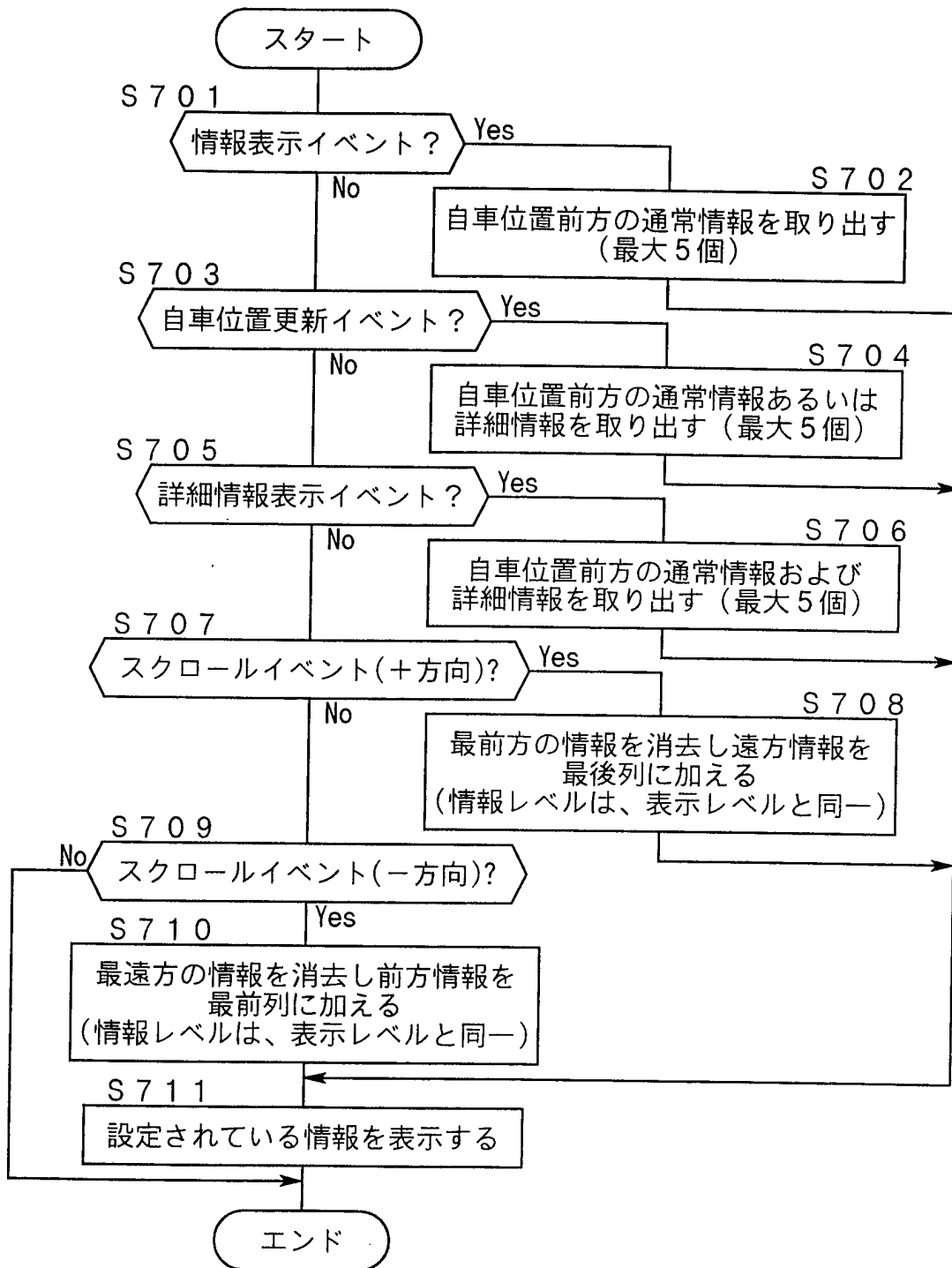


図 3 4

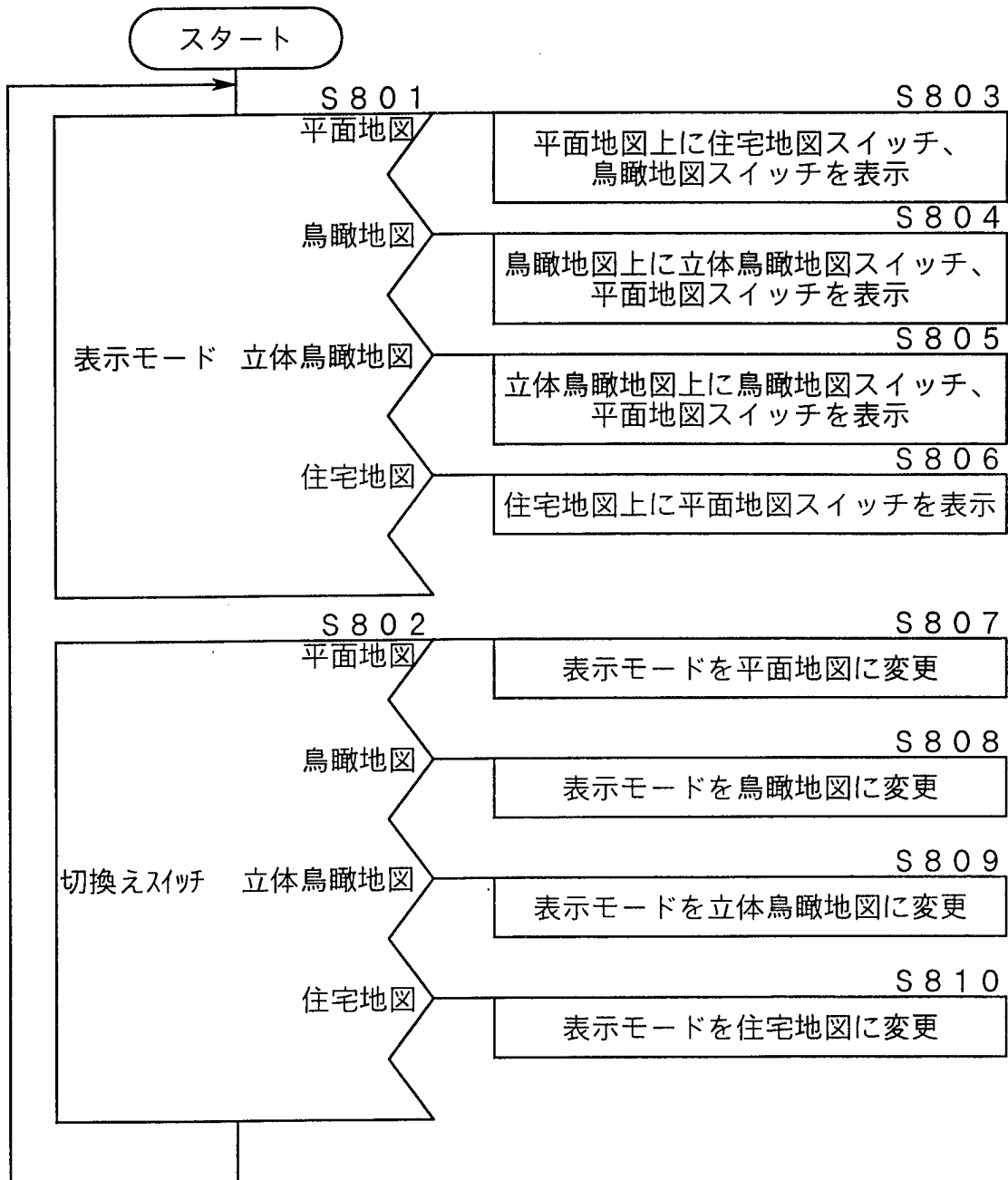


図 3 5

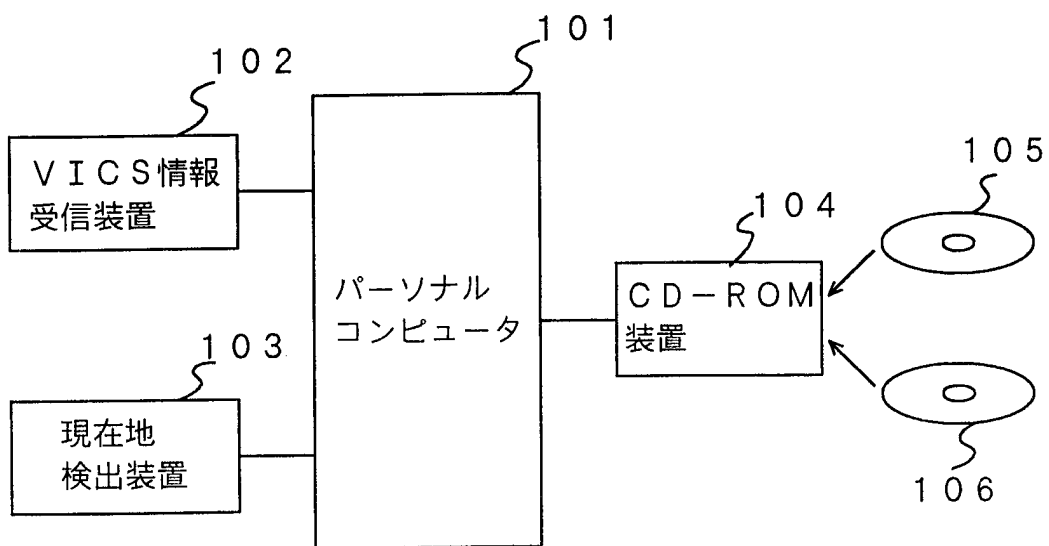
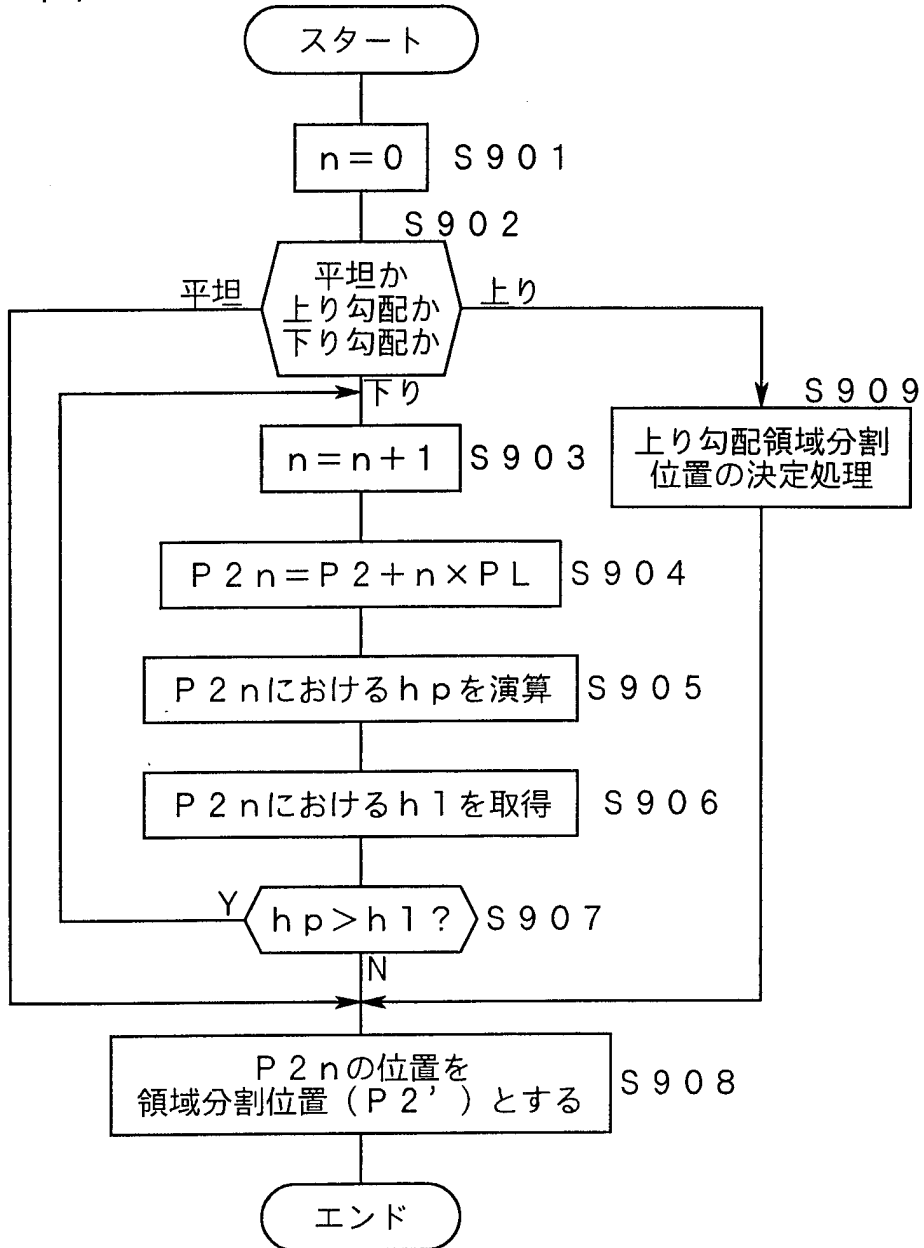


図 3 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP98/02040

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ G09B29/10, G06T17/50, G08G1/0969, G01C21/00

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)
Int.Cl⁶ G09B29/10, G06T17/50, G08G1/0969, G01C21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

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.
Y	JP, 7-146645, A (Casio Computer Co., Ltd.), June 6, 1995 (06. 06. 95) (Family: none)	1-8
Y	JP, 9-26749, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), January 28, 1997 (28. 01. 97) (Family: none)	1-8
Y	JP, 7-249114, A (K.K. Arupususha), September 26, 1995 (26. 09. 95) (Family: none)	1-8
Y	JP, 4-125679, A (Mitsubishi Electric Corp.), April 27, 1992 (27. 04. 92) (Family: none)	1-8
PA	JP, 9-281890, A (Hitachi, Ltd.), October 31, 1997 (31. 10. 97) (Family: none)	1-8
PA	JP, 9-222851, A (Nissan Motor Co., Ltd.), August 26, 1997 (26. 08. 97) (Family: none)	1-8

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

* Special categories of cited documents:	"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
"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 document 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
August 4, 1998 (04. 08. 98)

Date of mailing of the international search report
August 18, 1998 (18. 08. 98)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/02040

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PA	JP, 9-147086, A (Hitachi, Ltd.), June 6, 1997 (06. 06. 97) (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int Cl ⁶ G09B29/10, G06T17/50, G08G1/0969, G01C21/00		
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 ⁶ G09B29/10, G06T17/50, G08G1/0969, G01C21/00		
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 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1998年 日本国登録実用新案公報 1994-1998年 日本国実用新案登録公報 1996-1998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 請求の範囲の番号
Y	JP, 7-146645, A (カシオ計算機株式会社), 6. 6月. 1995 (06. 09. 95) (ファミリーなし)	1-8
Y	JP, 9-26749, A (松下電器産業株式会社), 28. 1月. 1997 (28. 01. 97) (ファミリーなし)	1-8
Y	JP, 7-249114, A (株式会社アルプス社), 26. 9月. 1995 (26. 09. 95) (ファミリーなし)	1-8
Y	JP, 4-125679, A (三菱電機株式会社), 27. 4月. 1992 (27. 04. 92) (ファミリーなし)	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、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		の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 04. 08. 98	国際調査報告の発送日 18.08.98	
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) 深田 高義 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3241	2D 9416

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 請求の範囲の番号
PA	JP, 9-281890, A (株式会社日立製作所), 31. 10月. 1997 (31. 10. 97) (ファミリーなし)	1-8
PA	JP, 9-222851, A (日産自動車株式会社), 26. 8月. 1997 (26. 08. 97) (ファミリーなし)	1-8
PA	JP, 9-147086, A (株式会社日立製作所), 6. 6月. 1997 (06. 06. 97) (ファミリーなし)	1-8