

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-15409

(P2017-15409A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

| (51) Int.Cl.                   | F I           | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| <b>G O 1 S</b> 17/89 (2006.01) | G O 1 S 17/89 | 5 H 3 0 1   |
| <b>G O 1 S</b> 13/89 (2006.01) | G O 1 S 13/89 | 5 J 0 7 0   |
| <b>G O 1 C</b> 7/04 (2006.01)  | G O 1 C 7/04  | 5 J 0 8 4   |
| <b>G O 5 D</b> 1/02 (2006.01)  | G O 5 D 1/02  | L           |

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

|           |                              |            |                                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-129097 (P2015-129097) | (71) 出願人   | 000005049                                                                                                                                                                       |
| (22) 出願日  | 平成27年6月26日 (2015. 6. 26)     |            | シャープ株式会社                                                                                                                                                                        |
|           |                              |            | 大阪府堺市堺区匠町 1 番地                                                                                                                                                                  |
|           |                              | (74) 代理人   | 110000947                                                                                                                                                                       |
|           |                              |            | 特許業務法人あーく特許事務所                                                                                                                                                                  |
|           |                              | (72) 発明者   | 谷 大輔                                                                                                                                                                            |
|           |                              |            | 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号                                                                                                                                                       |
|           |                              |            | シャープ株式会社内                                                                                                                                                                       |
|           |                              | F ターム (参考) | 5H301 AA01 CC03 CC06 CC10 GG08<br>GG10<br>5J070 AB01 AC01 AC02 AE07 AF03<br>AG03 AG07 AK14 BE03<br>5J084 AA04 AA05 AA15 AB16 AC02<br>AD01 BA11 BA50 CA03 CA10<br>CA31 CA70 EA20 |

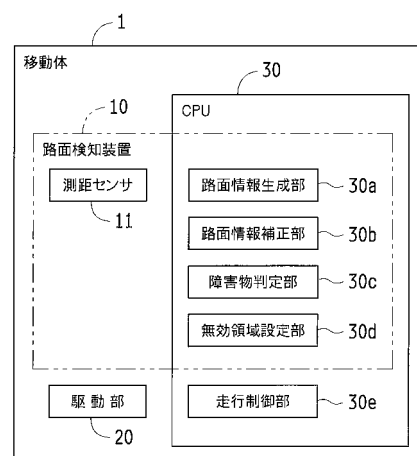
(54) 【発明の名称】 路面検知装置、移動体、路面検知方法、および路面検知プログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】路面の傾斜を推定することで、路面の勾配を把握することができる路面検知装置を提供する。

【解決手段】移動体 1 は、被検知物までの検知距離を測定する測距センサ 11 と、測距センサ 11 の測距結果に基づいて、路面の状態を示す路面情報を生成する路面情報生成部 30a と、路面の傾斜を推定し、路面情報を補正する路面情報補正部 30b と、検知範囲内に障害物があるか否かの障害物判定をする障害物判定部 30c と、検知範囲内で障害物判定が無効とされる無効領域を設定する無効領域設定部 30d とを備えている。

【選択図】 図 3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検知物に対する検知波を送波し、該被検知物からの反射波を受波して、該被検知物までの検知距離を測定する測距センサと、

前記測距センサの測距結果に基づいて、前記検知波が送波された検知範囲における路面の状態を示す路面情報を生成する路面情報生成部と、

前記路面情報に基づいて、前記路面の傾斜を推定し、該路面情報を補正する路面情報補正部と、

前記検知範囲内に障害物があるか否かの障害物判定をする障害物判定部と、

前記路面情報に基づいて、前記検知範囲内で前記障害物判定が無効とされる無効領域を設定する無効領域設定部とを備えていること

を特徴とする路面検知装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の路面検知装置であって、

前記路面情報は、予め決められた走査方向に沿って並んだ複数の測定点が設定され、

前記測距センサは、前記測定点毎に、該測距センサを基準とした検知高度を出力する構成とされ、

前記路面情報補正部は、前記走査方向に沿った前記検知高度の推移から、前記路面の傾斜を推定すること

を特徴とする路面検知装置。

20

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の路面検知装置であって、

前記測距センサは、上面視において、該測距センサが設けられた位置から離間した路面に向かって前記検知波を照射しており、

前記走査方向は、上面視において、前記検知波の照射方向と一致していること

を特徴とする路面検知装置。

## 【請求項 4】

請求項 2 に記載の路面検知装置であって、

前記測距センサは、上面視において、該測距センサが設けられた位置から離間した路面に向かって前記検知波を照射しており、

前記走査方向は、上面視において、前記検知波の照射方向と直交していること

を特徴とする路面検知装置。

30

## 【請求項 5】

請求項 3 または請求項 4 に記載の路面検知装置であって、

前記路面情報は、2つの走査方向に沿ってそれぞれ並んだ複数の測定点が設定され、

前記2つの走査方向のうち、一方は、上面視において、前記検知波の照射方向と一致しており、他方は、上面視において、前記検知波の照射方向と直交していること

を特徴とする路面検知装置。

## 【請求項 6】

請求項 2 から請求項 5 までのいずれか 1 つに記載の路面検知装置であって、

前記路面情報補正部は、前記走査方向での位置が同じ測定点が複数存在する場合、前記検知高度が最も低い測定点を前記路面情報の補正に用いること

を特徴とする路面検知装置。

40

## 【請求項 7】

請求項 2 から請求項 6 までのいずれか 1 つに記載の路面検知装置であって、

前記路面情報補正部は、前記測定点毎の検知距離および検知高度に基づいて、傾斜直線を算出し、前記傾斜直線を用いて、該測定点毎に高度を補正すること

を特徴とする路面検知装置。

## 【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか 1 つに記載の路面検知装置を備え、路面を走行す

50

る移動体。

【請求項 9】

被検知物に対する検知波を送波し、該被検知物からの反射波を受波して、該被検知物までの検知距離を測定する測距センサを備えた路面検知装置における路面検知方法であって、

路面情報生成部に、前記測距センサの測距結果に基づいて、前記検知波が送波された検知範囲における路面の状態を示す路面情報を生成させる路面情報生成ステップと、

路面情報補正部に、前記路面情報に基づいて、前記路面の傾斜を推定し、該路面情報を補正させる路面情報補正ステップと、

障害物判定部に、前記検知範囲内に障害物があるか否かの障害物判定をさせる障害物判定ステップと、

無効領域設定部に、前記路面情報に基づいて、前記検知範囲内で前記障害物判定が無効とされる無効領域を設定させる無効領域設定ステップとを含むこと

を特徴とする路面検知方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の各ステップをコンピュータに実行させるための路面検知プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、路面までの距離を測定する測距センサを備えた路面検知装置および移動体、並びに、その路面検知方法および路面検知プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、路面を自律走行する移動体では、センサなどで障害物を検知して、動作を制御していた。このような移動体では、障害物に加えて路面も検知しており、走行可能な領域かどうかを判断していた。例えば、移動体に環境地図生成制御装置を設けることが提案されており、環境地図生成制御装置では、路面状態を判定して、移動可能または移動不可能な領域が登録された環境地図を生成している（例えば、特許文献 1 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 特開 2014-182591 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の移動体の環境地図生成制御装置は、測距手段によって平坦路に向けてパルスレーザを照射しており、受光したパルス幅と算出した平坦路の視野幅とを比較し、路面状態を判定して環境地図を生成している。このように、特許文献 1 では、環境地図を生成することで、平坦路を障害物であるとの誤認を防止している。ところで、パルス幅に基づいて、環境地図を生成する場合には、上り坂や障害物などを混同することが懸念されるため、異なる方法で路面を検知することが求められている。

【0005】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、路面の傾斜を推定することで、路面の勾配を把握することができる路面検知装置、移動体、路面検知方法、および路面検知プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る路面検知装置は、被検知物に対する検知波を送波し、該被検知物からの反射波を受波して、該被検知物までの検知距離を測定する測距センサと、前記測距センサの測距結果に基づいて、前記検知波が送波された検知範囲における路面の状態を示す路面情

10

20

30

40

50

報を生成する路面情報生成部と、前記路面情報に基づいて、前記路面の傾斜を推定し、該路面情報を補正する路面情報補正部と、前記検知範囲内に障害物があるか否かの障害物判定をする障害物判定部と、前記路面情報に基づいて、前記検知範囲内で前記障害物判定が無効とされる無効領域を設定する無効領域設定部とを備えていることを特徴とする。

【0007】

本発明に係る路面検知装置では、前記路面情報は、予め決められた走査方向に沿って並んだ複数の測定点が設定され、前記測距センサは、前記測定点毎に、該測距センサを基準とした検知高度を出力する構成とされ、前記路面情報補正部は、前記走査方向に沿った前記検知高度の推移から、前記路面の傾斜を推定することを特徴とする。

【0008】

本発明に係る路面検知装置では、前記測距センサは、上面視において、該測距センサが設けられた位置から離間した路面に向かって前記検知波を照射しており、前記走査方向は、上面視において、前記検知波の照射方向と一致している構成としてもよい。

【0009】

本発明に係る路面検知装置では、前記測距センサは、上面視において、該測距センサが設けられた位置から離間した路面に向かって前記検知波を照射しており、前記走査方向は、上面視において、前記検知波の照射方向と直交している構成としてもよい。

【0010】

本発明に係る路面検知装置では、前記路面情報は、2つの走査方向に沿ってそれぞれ並んだ複数の測定点が設定され、前記2つの走査方向のうち、一方は、上面視において、前記検知波の照射方向と一致しており、他方は、上面視において、前記検知波の照射方向と直交している構成としてもよい。

【0011】

本発明に係る路面検知装置では、前記路面情報補正部は、前記走査方向での位置が同じ測定点が複数存在する場合、前記検知高度が最も低い測定点を前記路面情報の補正に用いる構成としてもよい。

【0012】

本発明に係る路面検知装置では、前記路面情報補正部は、前記測定点毎の検知距離および検知高度に基づいて、傾斜直線を算出し、前記傾斜直線を用いて、該測定点毎に高度を補正する構成としてもよい。

【0013】

本発明に係る移動体は、本発明に係る路面検知装置を備え、路面を走行することを特徴とする。

【0014】

本発明に係る路面検知方法は、被検知物に対する検知波を送波し、該被検知物からの反射波を受波して、該被検知物までの検知距離を測定する測距センサを備えた路面検知装置における路面検知方法であって、路面情報生成部に、前記測距センサの測距結果に基づいて、前記検知波が送波された検知範囲における路面の状態を示す路面情報を生成させる路面情報生成ステップと、路面情報補正部に、前記路面情報に基づいて、前記路面の傾斜を推定し、該路面情報を補正させる路面情報補正ステップと、障害物判定部に、前記検知範囲内で障害物があるか否かの障害物判定をさせる障害物判定ステップと、無効領域設定部に、前記路面情報に基づいて、前記検知範囲内で前記障害物判定が無効とされる無効領域を設定させる無効領域設定ステップとを含むことを特徴とする。

【0015】

本発明に係る路面検知プログラムは、本発明に係る路面検知方法の各ステップをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によると、路面の傾斜を推定することで、検知範囲内の路面の勾配を把握することができる。また、路面情報を補正することで、勾配のある路面を平面のようにみなす

10

20

30

40

50

ことができる。それによって、傾いた路面を障害物であると誤検知したり、路面上の広い範囲を無効領域として障害物を見落とししたりすることを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態に係る移動体の概略側面図である。

【図2】図1に示す移動体の概略上面図である。

【図3】図1に示す移動体の構成図である。

【図4】路面上に障害物が存在している状態を示す概略側面図である。

【図5A】路面が上り坂である状態を示す概略側面図である。

【図5B】路面が下り坂である状態を示す概略側面図である。

10

【図6】本発明の第1実施形態に係る路面検知装置での測定点の配列を示す説明図である。

【図7】路面情報の一例を示す説明図である。

【図8A】図5Aの補正後の検知範囲を示す説明図である。

【図8B】図5Bの補正後の検知範囲を示す説明図である。

【図9】本発明の第1実施形態に係る路面検知装置の路面検知方法の処理フローを示すフロー図である。

【図10】移動体が傾斜した路面に位置している状態を示す概略正面図である。

【図11】図10に示す移動体の概略上面図である。

【図12】本発明の第2実施形態に係る路面検知装置での測定点の配列を示す説明図である。

20

【図13】路面情報の一例を示す説明図である。

【図14】路面が上り坂であって、障害物が存在している状態を示す概略側面図である。

【図15A】路面情報から算出された仮想傾斜直線を示す説明図である。

【図15B】路面情報から算出された傾斜直線を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

(第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態に係る路面検知装置および移動体について、図面を参照して説明する。

30

【0019】

図1は、本発明の第1実施形態に係る移動体の概略側面図であって、図2は、図1に示す移動体の概略上面図であって、図3は、図1に示す移動体の構成図である。

【0020】

本発明の第1実施形態に係る移動体1は、路面100（被検知物）に対する検知波KLを送波し、路面100からの反射波を受波して、路面100までの検知距離を測定する測距センサ11が設けられた路面検知装置10を備え、路面100を走行する。具体的に、移動体1は、予め設定された経路に沿って移動する四輪の車両であって、測距センサ11、駆動部20、およびCPU30を備えた構成とされている。また、移動体1は、各機能要素に対して電力を供給する部分として充電機などを備えていてもよい。充電機は、例えば、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、Ni-Cd電池、鉛電池、燃料電池、空気電池であって、主として、走行機能、距離検出機能、路面判定機能、通信機能を行うための電力を供給する。

40

【0021】

駆動部20は、4つの車輪とモータ等の駆動源とによって構成されている。なお、駆動部20は、これに限定されず、車輪の数を変更したり、ベルト等を用いたりしてもよく、移動体1を走行させ、適宜走行する速度を調整できる構成とされていればよい。駆動部20は、走行制御部30eによって、走行する速度や方向が制御される。なお、以下では説明の簡略化のため、移動体1の進行方向Xにおける前方（図1および図2では、右方）を前方と省略することがある。また、上面視において、移動体1の進行方向Xに対して垂直

50

な方向を幅方向 Y と呼ぶことがある。

#### 【0022】

測距センサ 11 は、L I D A R ( L i g h t D e t e c t i o n a n d R a n g i n g ) を用いた光学センサであって、検知波 K L であるレーザ光を広範囲に照射し、物体からの反射光 ( 反射波 ) を受光している。それによって、測距センサ 11 は、路面 100 および障害物 50 ( 後述する図 4 参照 ) の位置や距離などを検知している。なお、測距センサ 11 は、レーザ光に限定されず、赤外線、可視光、超音波、電磁波などを放射して、検知を行ってもよい。

#### 【0023】

検知波 K L は、測距センサ 11 から進行方向 X の前方に向かって、扇状に広がるように出射されている。つまり、検知波 K L が照射された検知範囲 K H は、測距センサ 11 から離れるに従って、高さ方向 Z へ広がると共に、幅方向 Y へ広がっている。そして、検知波 K L のうち、前方下方へ向かう検知波 K L が路面 100 に照射される。ここで、移動体 1 は、路面 100 を障害物 50 であると誤検知しないように、検知範囲 K H に無効領域 M R が設定されている。無効領域 M R 内では、物体の検知結果に拘わらず、障害物 50 が存在していると判定されない。図 1 では、検知範囲 K H 内に一点鎖線を示しており、一点鎖線より下方の領域が無効領域 M R に相当する。なお、以下では、無効領域 M R と区別するため、無効領域 M R 以外の検知範囲 K H を有効領域と呼ぶことがある。

#### 【0024】

図 2 に示すように、検知波 K L は、送波された方向に対応して測定点 S T が設定されており、測定点 S T 毎に、測距センサ 11 を基準とした検知距離と検知高度とが出力される。具体的に、検知距離は、進行方向 X および幅方向 Y での測定点 S T の位置を示しており、検知高度は、高さ方向 Z での測定点 S T の位置を示している。図 2 では、路面 100 に対応した 4 つの測定点 S T が示されているが、これに限定されず、測定点 S T の数や位置などは、適宜設定すればよい。なお、測定点 S T は、物体が存在しない位置についても設定されており、この場合、反射波が受波できずに、検知距離として大きな値が出力されるので、物体が無いと判断される。

#### 【0025】

C P U 30 は、路面情報生成部 30 a、路面情報補正部 30 b、障害物判定部 30 c、無効領域設定部 30 d、および走行制御部 30 e を予め組み込まれたプログラムとして記憶しており、記憶したプログラムを実行することにより、後述する処理を実行する。なお、C P U 30 は、移動体 1 と路面検知装置 10 とで共通に用いられている。また、図 3 では、省略されているが、移動体 1 には、測距センサ 11 の検知結果や、走行速度等の各種設定を記憶させるための記憶装置が設けられていてもよい。

#### 【0026】

路面情報生成部 30 a は、測距センサ 11 の測距結果に基づいて、検知波 K L が送波された検知範囲 K H における路面 100 の状態を示す路面情報を生成する。路面情報補正部 30 b は、路面情報に基づいて、路面 100 の傾斜を推定し、路面情報を補正する。障害物判定部 30 c は、検知範囲 K H 内に障害物 50 があるか否かの障害物判定をする。無効領域設定部 30 d は、路面情報に基づいて、検知範囲 K H 内で障害物判定が無効とされる無効領域 M R を設定する。なお、測距センサ 11 の測距結果に関する路面情報については、後述する図 6 ないし図 7 を参照して、詳細に説明する。

#### 【0027】

図 1 では、平坦な路面 100 を検知している状態を示したが、移動体 1 においては、多様な路面 100 に対応できることが求められている。以下では、図 1 と異なる路面の状態について、図面を参照して説明する。

#### 【0028】

図 4 は、路面上に障害物が存在している状態を示す概略側面図である。

#### 【0029】

図 4 は、平坦な路面 100 上に障害物 50 が存在している状態を示している。障害物 5

10

20

30

40

50

0 は、検知範囲 K H 内（特に、有効領域）に位置しているため、障害物 5 0 が有ると判定される。また、路面 1 0 0 については、無効領域 M R 内に位置しているため、障害物判定が無効とされる。その結果、路面 1 0 0 を誤検知することなく、障害物 5 0 までの正確な距離を把握することができる。

#### 【0030】

図 5 A は、路面が上り坂である状態を示す概略側面図である。

#### 【0031】

図 5 A に示すように、移動体 1 が平坦な路面 1 0 0 上に位置しているのに対して、移動体 1 の前方では、路面 1 0 0 が上り坂 1 0 0 a となっている。ここで、平坦な路面 1 0 0 である場合（例えば、図 1）と同様にして、無効領域 M R が設定されていると、上り坂 1 0 0 a が無効領域 M R よりも上方（有効領域）に位置しているため、路面 1 0 0（上り坂 1 0 0 a）が障害物 5 0 であると誤検知されてしまう。なお、この場合の対処については、後述する図 8 A を参照して、詳細に説明する。

#### 【0032】

図 5 B は、路面が下り坂である状態を示す概略側面図である。

#### 【0033】

図 5 B に示すように、移動体 1 が平坦な路面 1 0 0 上に位置しているのに対して、移動体 1 の前方では、路面 1 0 0 が下り坂 1 0 0 b となっている。また、下り坂 1 0 0 b 上には、障害物 5 0 が存在している。ここで、平坦な路面 1 0 0 である場合と同様にして、無効領域 M R が設定されていると、下り坂 1 0 0 b は、無効領域 M R に位置しているため、誤検知されることはない。しかしながら、下り坂 1 0 0 b の上方では、図 1 と比較すると、広い範囲が無効領域 M R とされているため、障害物 5 0 も無効領域 M R 内に含まれ、障害物 5 0 の存在が無視されてしまう。なお、この場合の対処については、後述する図 8 B を参照して、詳細に説明する。

#### 【0034】

上述したように、路面 1 0 0 に傾斜が存在していると、障害物 5 0 の検知に不具合が生じることがある。そこで、移動体 1 では、路面 1 0 0 の傾斜に基づく補正をして、障害物判定をすることで、このような課題を解決している。次に、移動体 1 での補正方法について、詳細に説明する。

#### 【0035】

図 6 は、本発明の第 1 実施形態に係る路面検知装置での測定点の配列を示す説明図である。

#### 【0036】

路面検知装置 1 0 では、測距センサ 1 1 の測距結果に基づいて、検知範囲 K H における障害物 5 0 の有無を示す検知画像を生成しており、検知範囲 K H における障害物 5 0 の有無と、障害物 5 0 の位置とを関連付けている。本実施の形態において、検知画像は、移動体 1 の進行方向 X に対し直交する平面に対応しており、矩形状とされている。つまり、検知画像では、それぞれの座標（画素）に対応する測定点 S T がマトリクス条に配列されている。図 6 では、横軸が幅方向 Y に対応し、縦軸が高さ方向 Z に対応している。横軸と縦軸とが交差する原点は、移動体 1 の正面に対応している。原点に対し、横軸の負の方向へ進むに従って、移動体 1 の左方に位置しており、横軸の正の方向へ進むに従って、移動体 1 の右方に位置している。また、原点に対し、縦軸の負の方向へ進むに従って、移動体 1 の下方に位置しており、縦軸の正の方向へ進むに従って、移動体 1 の上方に位置している。

#### 【0037】

路面情報生成部 3 0 a は、図 6 に示す検知画像に基づいて、測定点 S T 毎の検知高度が配列された路面情報を生成する。ここで、路面情報生成部 3 0 a は、予め決められた走査方向に沿って、検知画像から路面情報を生成するための測定点 S T を抽出する。つまり、測定点 S T は、路面情報生成部 3 0 a に抽出された抽出測定点 S T a と、それ以外の未抽出測定点 S T b とに分けられる。本実施の形態において、走査方向は、進行方向 X と一致

しており、縦軸に沿って、原点から下方の測定点 S T が抽出測定点 S T a とされている。具体的に、抽出測定点 S T a は、図 2 に示すように、上面視において、進行方向 X に沿って並んでいる。つまり、移動体 1 に対し、進行方向 X で異なる距離の測定点 S T における検知高度を比較することで、移動体 1 の前方における路面 1 0 0 の傾斜を検知している。

#### 【0038】

図 7 は、路面情報の一例を示す説明図である。

#### 【0039】

図 7 は、路面情報生成部 3 0 a に生成された路面情報の一例を示しており、図 5 A のように、移動体 1 の前方で路面 1 0 0 が上り坂 1 0 0 a となっている場合に対応している。図 7 では、横軸は、移動体 1 からの距離を示しており、縦軸は、移動体 1 に対する高度を示している。なお、高度については、移動体 1 を基準として予め設定された位置を原点とすればよく、路面 1 0 0 と原点とを一致させる必要はない。また、図 7 に示す一点鎖線は、無効領域 M R を示しており、無効領域 M R 以下の値については、障害物判定を無効とする。

#### 【0040】

図 7 では、4 つの抽出測定点 S T a が、それぞれの検知距離 D L および検知高度 D H に対応する座標に位置している。図 7 に示す 4 つの抽出測定点 S T a は、距離が大きくなるに従って、高度が大きくなるように並んでいる。路面情報補正部 3 0 b は、抽出測定点 S T a の検知距離 D L および検知高度 D H に基づいて、傾斜直線 S L を算出する。具体的に、傾斜直線 S L は、抽出測定点 S T a に基づいて算出された近似直線であって、本実施の形態では、最小二乗法を用いている。なお、図面の見易さを考慮して、抽出測定点 S T a を 4 つとしているが、これに限定されず、抽出測定点 S T a の数を増やすことで、傾斜直線 S L を精度よく算出することができる。また、傾斜直線 S L の算出方法は、最小二乗法に限定されず、他の直線回帰方法を用いてもよい。さらに、検知距離 D L または検知高度 D H が極端に異なった外れ値については、外れ値を除去して傾斜直線 S L を算出するようにしてもよい。

#### 【0041】

路面情報補正部 3 0 b は、傾斜直線 S L を算出した後、傾斜直線 S L を補正直線 H L のように平坦にする。補正直線 H L は、横軸に対して平行とされている。つまり、抽出測定点 S T a は、補正直線 H L に応じた高度とされ、補正直線 H L に沿った補正測定点 H T に補正される。補正された補正測定点 H T は、無効領域 M R より低い値となっている。上述したように、路面情報補正部 3 0 b は、抽出測定点 S T a に基づく路面情報を、補正測定点 H T に基づく路面情報へ補正する。

#### 【0042】

図 8 A は、図 5 A の補正後の検知範囲を示す説明図である。

#### 【0043】

図 8 A は、図 5 A に対し、路面情報補正部 3 0 b によって路面情報を補正した状態である。無効領域設定部 3 0 d は、補正後の路面情報に基づき、上り坂 1 0 0 a の傾斜に沿って無効領域 M R を設定している。なお、図 8 A は、図 5 A 全体を回転させた状態であって、路面 1 0 0 の傾斜や移動体 1 の位置は変化していない。つまり、移動体 1 は、自身の向きに拘わらず、見かけ上、前方の上り坂 1 0 0 a が平坦になるように補正する。その結果、上り坂 1 0 0 a は、無効領域 M R 内に収まり、誤検知を防止することができる。

#### 【0044】

図 8 B は、図 5 B の補正後の検知範囲を示す説明図である。

#### 【0045】

図 8 B は、図 5 B に対し、路面情報補正部 3 0 b によって路面情報を補正した状態である。無効領域設定部 3 0 d は、補正後の路面情報に基づき、下り坂 1 0 0 b の傾斜に沿って無効領域 M R を設定している。なお、図 8 B は、図 5 B 全体を回転させた状態であって、路面 1 0 0 の傾斜や移動体 1 の位置は変化していない。つまり、図 8 A と同様に、移動体 1 は、自身の向きに拘わらず、見かけ上、前方の下り坂 1 0 0 b が平坦になるように補

正する。その結果、下り坂 100b に沿って無効領域 MR が設定され、障害物 50 の見落としを防ぐことができる。

【0046】

本実施の形態は、移動体 1 が傾斜のある路面 100 に位置している場合でも適用することができる。例えば、図 8A に示す場合では、移動体 1 が下り坂に位置しており、前方が平坦な路面であるとみなすことができる。この場合、測距センサ 11 が下方に向いており、測距センサ 11 の向きに沿って無効領域 MR を設定すると、誤検知を生じる虞があるため、路面情報を補正することで、適切な無効領域 MR を設定することができる。また、図 8B に示す場合では、移動体 1 が上り坂に位置しており、前方が平坦な路面であるとみなすことができる。この場合でも、同様にして、路面情報を補正する。

10

【0047】

次に、路面検知装置 10（移動体 1）における路面検知方法の処理フローについて、図面を参照して説明する。

【0048】

図 9 は、本発明の第 1 実施形態に係る路面検知装置の路面検知方法の処理フローを示すフロー図である。

【0049】

ステップ S01 では、路面情報生成部 30a によって、路面情報を生成する。つまり、測距センサ 11 が出力した検知距離 DL および検知高度 DH から路面情報を生成する。

【0050】

20

ステップ S02 では、路面情報補正部 30b によって、傾斜直線 SL を算出する（例えば、図 7 参照）。

【0051】

ステップ S03 では、路面情報補正部 30b によって、路面情報を補正する。なお、傾斜直線 SL が平坦である場合には、補正しなくてもよい。

【0052】

ステップ S04 では、無効領域設定部 30d によって、無効領域 MR を設定する。無効領域 MR は、例えば、補正直線 HL と平行に設定すればよい。

【0053】

ステップ S05 では、障害物判定部 30c によって、障害物判定をした後、処理を終了する。つまり、有効領域に障害物 50（測定点 ST）があるか否かによって、障害物 50 の有無を判定する。

30

【0054】

移動体 1 は、上述した処理フローを繰り返しており、例えば、時間の経過や移動した距離に応じて、随時、ステップ S01 ないしステップ S05 に示す処理を行う。

【0055】

本発明に係る路面検知方法は、路面 100 に対する検知波 KL を送波し、路面 100 からの反射波を受波して、路面 100 までの検知距離 DL を測定する測距センサ 11 を備えた路面検知装置 10 における路面検知方法であって、路面情報生成部 30a に、測距センサ 11 の測距結果に基づいて、検知波 KL が送波された検知範囲 KH における路面 100 の状態を示す路面情報を生成させる路面情報生成ステップと、路面情報補正部 30b に、路面情報に基づいて、路面 100 の傾斜を推定し、路面情報を補正させる路面情報補正ステップと、障害物判定部 30c に、検知範囲 KH 内に障害物 50 があるか否かの障害物判定をさせる障害物判定ステップと、無効領域設定部 30d に、路面情報に基づいて、検知範囲 KH 内で障害物判定が無効とされる無効領域 MR を設定させる無効領域設定ステップとを含んでいる。

40

【0056】

従って、路面 100 の傾斜を推定することで、検知範囲 KH 内の路面 100 の傾斜を把握することができる。また、路面情報を補正することで、傾斜のある路面 100 を平面のようにみなすことができる。それによって、傾いた路面 100 を障害物 50 であると誤

50

検知したり、路面 100 上の広い範囲を無効領域 MR として障害物 50 を見落としたりすることを防止できる。

【0057】

路面情報は、予め決められた走査方向に沿って並んだ複数の測定点 ST が設定されている。測距センサ 11 は、測定点 ST 毎に、測距センサ 11 を基準とした検知高度 DH を出力する構成とされている。路面情報補正ステップは、走査方向に沿った検知高度 DH の推移から、路面 100 の傾斜を推定する。

【0058】

測距センサ 11 は、上面視（例えば、図 2 参照）において、測距センサ 11 が設けられた位置から離間した路面 100 に向かって検知波 KL を照射している。走査方向は、上面視において、検知波 KL の照射方向（進行方向 X）と一致している。従って、測距センサ 11 から離間した位置での、照射方向に沿った路面 100 の傾斜を推定することができる。つまり、移動体 1 の進行方向 X に沿った路面 100 の傾斜を補正することができる。

【0059】

路面情報補正部 30b は、測定点 ST 毎の検知距離 DL および検知高度 DH に基づいて、傾斜直線 SL を算出し、傾斜直線 SL を用いて、測定点 ST 毎に高度を補正する。従って、傾斜直線 SL を算出することで、測距の際の小さな誤差を緩和し、広い範囲での路面 100 の傾斜を把握することができる。

【0060】

（第 2 実施形態）

次に、本発明の第 2 実施形態に係る路面検知装置および移動体について、図面を参照して説明する。なお、第 2 実施形態は、第 1 実施形態に対して、略同様の形状とされているので、外観図や構成図を省略し、第 1 実施形態と機能が実質的に等しい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。

【0061】

図 10 は、移動体が傾斜した路面に位置している状態を示す概略正面図である。

【0062】

図 10 は、移動体 1 を前方から見た状態を示しており、移動体 1 は、幅方向 Y に対して傾斜した勾配面 100c に位置しており、移動体 1 の前方の路面は、水平な水平面 100d である。第 1 実施形態は、進行方向 X に沿った傾斜を推定していたのに対して、第 2 実施形態は、幅方向 Y に沿った傾斜を推定している。図 10 に示す状態では、勾配面 100c に位置している測距センサ 11 が幅方向 Y で、水平面 100d に対して傾斜しているため、水平面 100d は、左方と右方とで異なる検知高度 DH が出力される。そこで、幅方向 Y での補正方法を以下に説明する。

【0063】

図 11 は、図 10 に示す移動体の概略上面図であって、図 12 は、本発明の第 2 実施形態に係る路面検知装置での測定点の配列を示す説明図である。

【0064】

第 2 実施形態では、図 11 のように、幅方向 Y に平行な補助線 AL に沿って、複数の測定点 ST が設定され、これらを抽出測定点 STa としている。つまり、図 12 に示す検知画像では、高さ方向 Z で最も下方の測定点 ST が抽出測定点 STa とされている。なお、抽出する測定点 ST は、これに限定されず、高さ方向 Z での座標を一定として、幅方向 Y に沿った測定点 ST を複数抽出すればよい。

【0065】

図 13 は、路面情報の一例を示す説明図である。

【0066】

図 13 は、路面情報生成部 30a に生成された路面情報の一例を示しており、移動体 1 の前方の路面 100 が幅方向 Y に対して傾斜している場合を示している。図 13 では、横軸は、移動体 1 の正面を原点として、幅方向 Y での距離を示しており、縦軸は、移動体 1 に対する高度を示している。つまり、原点に対し、横軸の負の方向へ進むに従って、移動

10

20

30

40

50

体 1 の左方に位置しており、横軸の正の方向へ進むに従って、移動体 1 の右方に位置している。

【0067】

図 13 に示す 5 つの抽出測定点 S T a は、幅方向 Y で正の方向に向かうに従って、高度が大きくなるように並んでおり、移動体 1 の右方の抽出測定点 S T a は、検知高度 D H が無効領域 M R より大きい値となっている。

【0068】

本実施形態では、上述した図 7 のように、抽出測定点 S T a の検知距離 D L および検知高度 D H に基づいて、傾斜直線 S L を算出する。そして、路面情報補正部 30 b は、傾斜直線 S L を算出した後、傾斜直線 S L を補正直線 H L のように平坦にすることで、抽出測

10

【0069】

第 2 実施形態では、第 1 実施形態と同様の処理フローを実施すればよく、幅方向 Y での傾斜直線 S L (図 13 参照) に基づいて補正すればよい。

【0070】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態に係る路面検知装置および移動体について説明する。なお、第 3 実施形態は、第 1 実施形態および第 2 実施形態に対して、略同様の形状とされているので、図面を省略し、第 1 実施形態および第 2 実施形態と機能が実質的に等しい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。

20

【0071】

第 1 実施形態および第 2 実施形態では、進行方向 X または幅方向 Y のうち、一方に沿った傾斜を補正していたのに対して、第 3 実施形態では、進行方向 X および幅方向 Y の両方に沿った傾斜を補正している。具体的に、路面情報は、2 つの走査方向に沿ってそれぞれ並んだ複数の測定点 S T が設定されている。2 つの走査方向のうち、一方は、上面視において、検知波 K L の照射方向と一致 (進行方向 X) しており、他方は、上面視において、検知波 K L の照射方向と直交 (幅方向 Y) している。すなわち、本実施の形態では、進行方向 X に沿った傾斜直線 S L (図 7 参照) と、幅方向 Y に沿った傾斜直線 S L (図 13 参照) とを算出しており、2 つの傾斜直線 S L を用いて、測定点 S T の高度を補正している

30

【0072】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態に係る路面検知装置および移動体について、図面を参照して説明する。なお、第 4 実施形態は、第 1 実施形態ないし第 3 実施形態に対して、略同様の形状とされているので、外観図や構成図を省略し、第 1 実施形態ないし第 3 実施形態と機能が実質的に等しい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。

【0073】

図 14 は、路面が上り坂であって、障害物が存在している状態を示す概略側面図であって、図 15 A は、路面情報から算出された仮想傾斜直線を示す説明図である。

40

【0074】

図 14 では、移動体 1 の前方が上り坂 100 a であって、上り坂 100 a には、障害物 50 が存在している。以下では説明のため、移動体 1 から障害物 50 までの距離を障害物距離 D L a と呼ぶことがある。

【0075】

抽出測定点 S T a は、前方が上り坂 100 a であるため、検知距離 D L が大きくなるに従って、検知高度 D H が大きくなるように並んでいる。ところで、図 14 に示すように、検知波 K L は、障害物距離 D L a において、障害物 50 に反射されるため、横軸の座標が障害物距離 D L a であって、高度 (縦軸の座標) の異なる抽出測定点 S T a が複数出力さ

50

れる。障害物距離  $D L a$  までの抽出測定点  $S T a$  と、横軸の座標が同じで高度の異なる抽出測定点  $S T a$  とを併せて算出された仮想傾斜直線  $K S L$  は、障害物距離  $D L a$  までの傾斜よりも上方へ傾いた直線となる。つまり、全ての抽出測定点  $S T a$  を採用すると、障害物  $50$  も含めて傾斜が算出されるため、実際の路面  $100$  とは異なる傾斜であると推定されてしまう。そこで、第4実施形態は、検知範囲  $K H$  内に障害物  $50$  が存在する場合などに、測定点  $S T$  を選別して、傾斜直線  $S L$  の算出方法を異ならせている。

#### 【0076】

図15Bは、路面情報から算出された傾斜直線を示す説明図である。

#### 【0077】

路面情報補正部  $30b$  は、走査方向での位置が同じ測定点  $S T$  が複数存在する場合、検知高度  $D H$  が最も低い測定点  $S T$  を路面情報の補正に用いる。具体的には、障害物距離  $D L a$  に位置する抽出測定点  $S T a$  のうち、検知高度  $D H$  が最も低い抽出測定点  $S T a$  を採用測定点  $S T a 1$  とし、残りを非採用測定点  $S T a 2$  とする。その結果、障害物距離  $D L a$  までの抽出測定点  $S T a$  と、採用測定点  $S T a 1$  とに基づいて、傾斜直線  $S L$  が算出される。つまり、傾斜直線  $S L$  を算出する際には、採用測定点  $S T a 1$  が用いられ、非採用測定点  $S T a 2$  が無視される。従って、検知範囲  $K H$  内に障害物  $50$  が存在する場合などで、路面  $100$  の高度とのズレが生じるため、適切な測定点  $S T$  だけを採用することで、正確に路面  $100$  の傾斜を推定することができる。

#### 【0078】

本実施の形態では、進行方向  $X$  に沿った傾斜について説明したが、これに限定されず、幅方向  $Y$  での傾斜を算出する際にも、測定点  $S T$  を選別してもよい。つまり、幅方向  $Y$  での位置が同じで、検知高度  $D H$  が異なる抽出測定点  $S T a$  が複数存在する場合も同様に、検知高度  $D H$  が最も低い抽出測定点  $S T a$  を採用測定点  $S T a 1$  とすればよい。

#### 【0079】

なお、今回開示した実施の形態は全ての点で例示であって、限定的な解釈の根拠となるものではない。従って、本発明の技術的範囲は、上記した実施の形態のみによって解釈されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて画定される。また、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれる。

#### 【符号の説明】

#### 【0080】

- 1 移動体
- 10 路面検知装置
- 11 測距センサ
- 20 駆動部
- 30 CPU
- 30a 路面情報生成部
- 30b 路面情報補正部
- 30c 障害物判定部
- 30d 無効領域設定部
- 30e 走行制御部
- 50 障害物
- 100 路面
- $K H$  検知範囲
- $X$  進行方向
- $Y$  幅方向
- $Z$  高さ方向

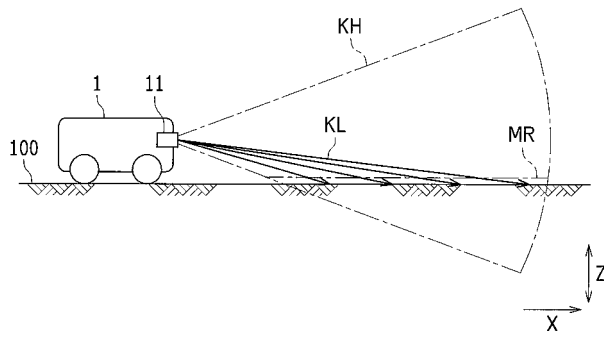
10

20

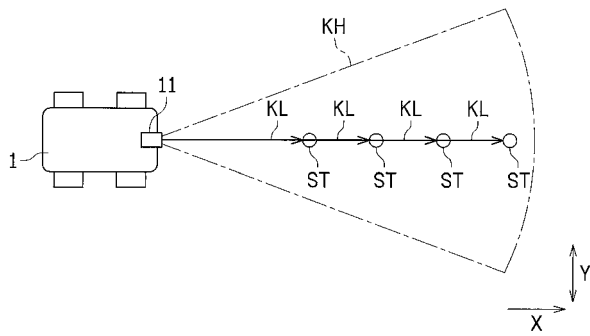
30

40

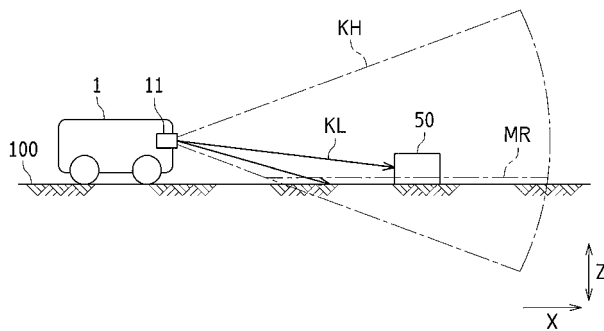
【図 1】



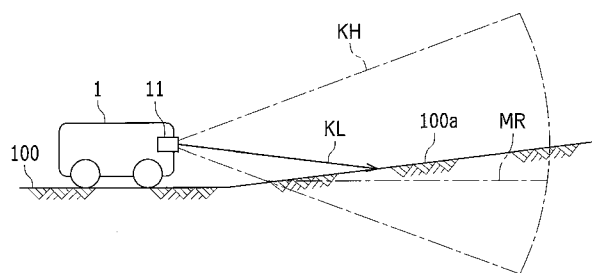
【図 2】



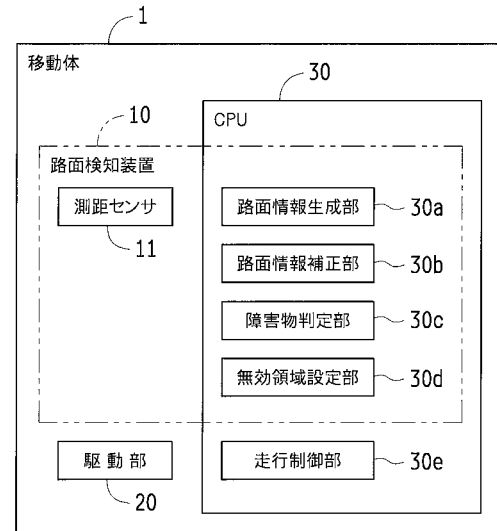
【図 4】



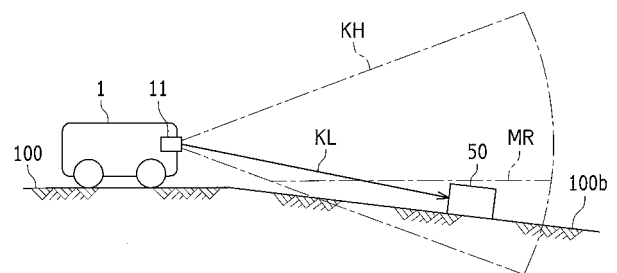
【図 5 A】



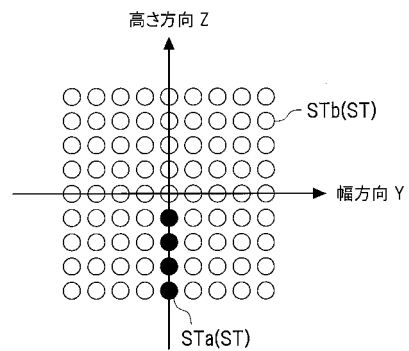
【図 3】



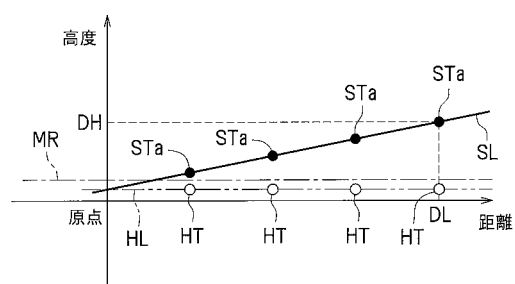
【図 5 B】



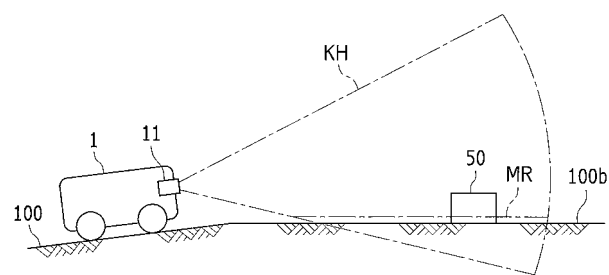
【図 6】



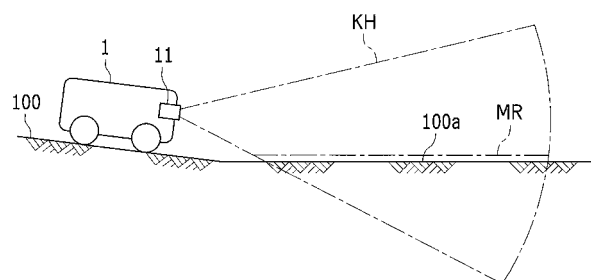
【图 7】



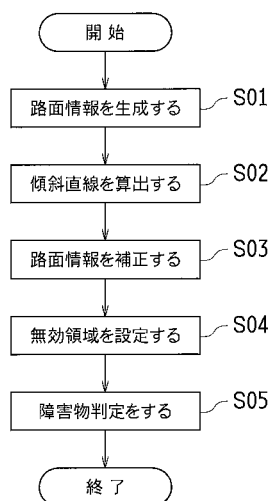
【図 8 B】



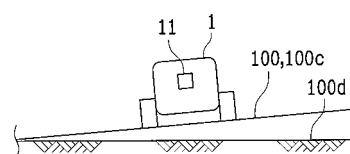
【図 8 A】



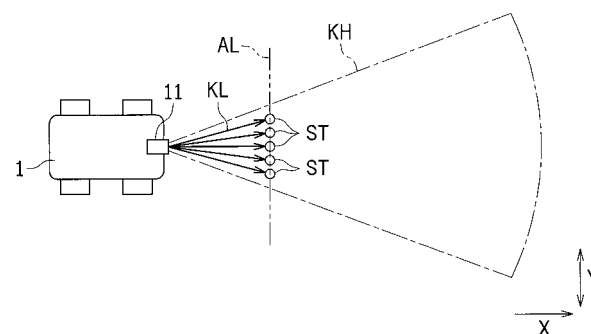
【图 9】



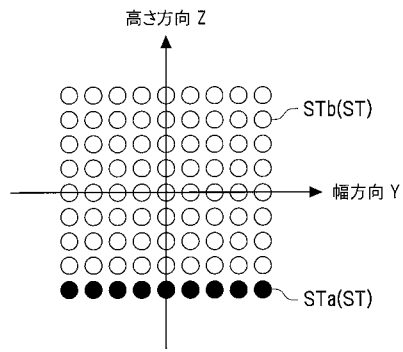
【図 10】



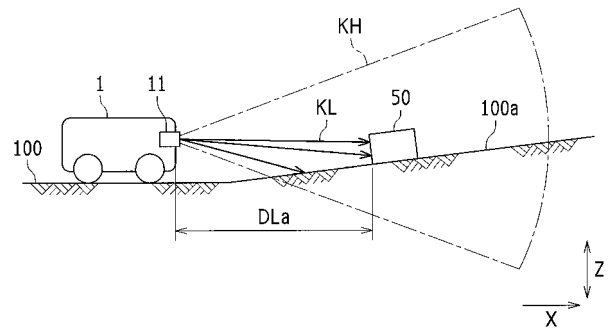
【図 1 1】



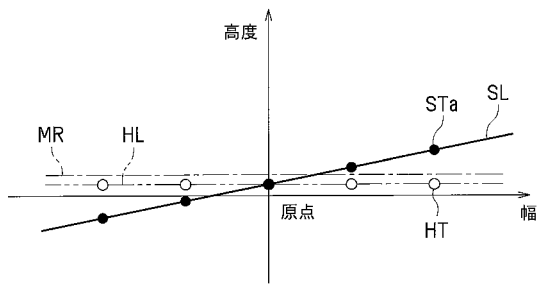
【図 1 2】



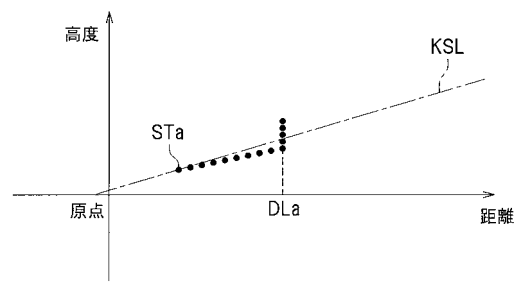
【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5 A】



【図 1 5 B】

