

(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
2022年6月2日(02.06.2022)



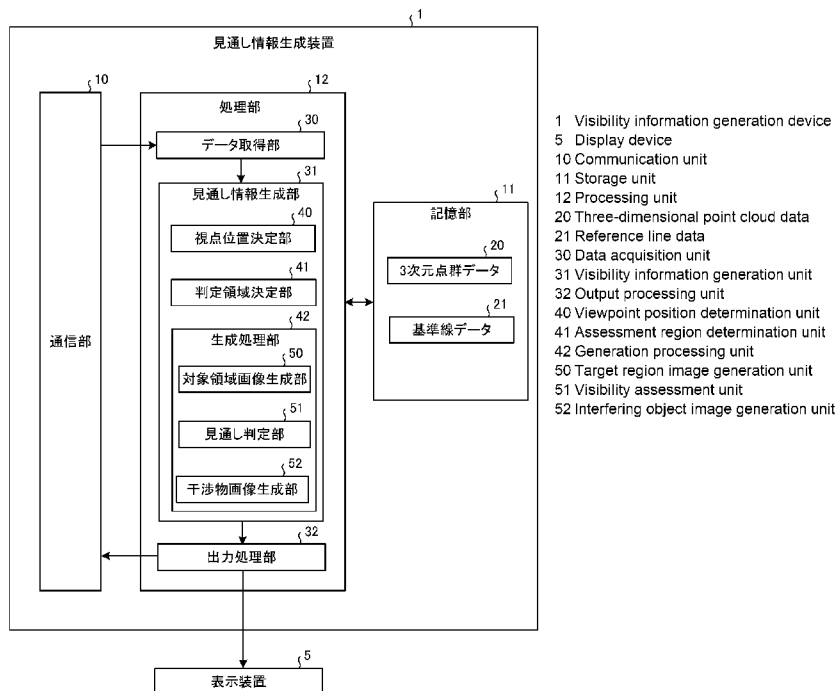
(10) 国際公開番号

WO 2022/113243 A1

- (51) 国際特許分類:
B61L 23/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/044080
- (22) 国際出願日: 2020年11月26日(26.11.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 入江 恵(IRIE, Megumi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, 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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: VISIBILITY INFORMATION GENERATION DEVICE, VISIBILITY INFORMATION GENERATION METHOD, AND VISIBILITY INFORMATION GENERATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 見通し情報生成装置、見通し情報生成方法、および見通し情報生成プログラム



(57) Abstract: This visibility information generation device (1) comprises a data acquisition unit (30), a visibility information generation unit (31), and an output processing unit (32). The data acquisition unit (30) acquires three-dimensional point cloud data representing, as a three-dimensional point cloud, an object in the peripheral region of a travel path on which a mobile body travels. On the basis of the three-dimensional point cloud data acquired by the data acquisition unit

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(30), the visibility information generation unit (31) generates visibility information which is information indicating the visibility state of target equipment in the peripheral region from a viewpoint position distanced from the target equipment. The output processing unit (32) outputs the visibility information generated by the visibility information generation unit (31).

(57) 要約：見通し情報生成装置(1)は、データ取得部(30)と、見通し情報生成部(31)と、出力処理部(32)とを備える。データ取得部(30)は、移動体が移動する移動路の周辺領域の物体を3次元点群で表す3次元点群データを取得する。見通し情報生成部(31)は、データ取得部(30)によって取得された3次元点群データに基づいて、周辺領域にある対象設備から離れた視点位置からの対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成する。出力処理部(32)は、見通し情報生成部(31)によって生成された見通し情報を出力する。

明 細 書

発明の名称：

見通し情報生成装置、見通し情報生成方法、および見通し情報生成プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、移動路を移動する移動体からの対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成する見通し情報生成装置、見通し情報生成方法、および見通し情報生成プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、鉄道沿線に設置される鉄道設備である鉄道沿線設備として、列車の運行に支障を与える事態が発生したことを発光信号で現示する特殊信号発光機が知られている。特殊信号発光機には、非常停止ボタンが設けられており、かかる非常停止ボタンが押された場合などに、特殊信号発光機が発光信号を出力する。列車の乗務員は、特殊信号発光機が発光信号を確認すると列車の停止操作をする必要があるため、特殊信号発光機の一定距離以上手前の地点に列車が位置している状態で、特殊信号発光機が発光信号を列車の乗務員が確認できることが必要になる。

[0003] 鉄道沿線には、一般に、建設物、看板、架線柱などの鉄道沿線設備および樹木などが存在するが、樹木が成長したり、鉄道沿線設備が追加で設置されたりすると、特殊信号発光機の見通し状況が悪くなる場合がある。そのため、特殊信号発光機の一定距離以上手前の地点から特殊信号発光機の見通し状況の確認を事前に行う必要があるが、現状の見通し状況の確認は、定期点検などにおいて目視での視認性確認を複数人で行っており、多くの労力が必要となっている。

[0004] そこで、特許文献1では、特殊信号発光機における発光を検出する特殊信号検出装置が提案されている。かかる特殊信号検出装置は、撮像部によって撮像された連続画像を画像領域ごとに分割し、分割した複数のフレームから

なる部分画像から輝度の周波数に対する振幅データを抽出し、抽出した結果に基づき特殊信号発光機の発光信号の有無を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2020-59340号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献1に記載の技術は、特殊信号発光機の発光信号を検出して列車の乗務員に報知する技術であり、移動路を移動する移動体であって対象設備の一定距離以上手前の地点からの対象設備の見通し状況を示す情報を提供するための技術ではない。上記特許文献1に記載の技術では、対象設備の一定距離以上手前の地点からの対象設備の見通しが悪い場合には、対象設備の一定距離以上手前の地点から対象設備を検出することができない可能性がある。

[0007] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、移動路を移動する移動体からの対象設備の見通し状況を精度よく提示することができる見通し情報生成装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示の見通し情報生成装置は、データ取得部と、見通し情報生成部と、出力処理部とを備える。データ取得部は、移動体が移動する移動路の周辺領域の物体を3次元点群で表す3次元点群データを取得する。見通し情報生成部は、データ取得部によって取得された3次元点群データに基づいて、周辺領域にある対象設備から離れた視点位置からの対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成する。出力処理部は、見通し情報生成部によって生成された見通し情報を出力する。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、移動路を移動する移動体からの対象設備の見通し状況を精度よく提示することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1にかかる見通し情報生成装置を含む情報提供システムの構成の一例を示す図

[図2]実施の形態1にかかる見通し情報生成装置の構成の一例を示す図

[図3]実施の形態1にかかる3次元点群データの一例を示す図

[図4]実施の形態1にかかる基準線データの一例を示す図

[図5]実施の形態1にかかる基準線データで示される基準線上の複数の基準点の一例を示す図

[図6]実施の形態1にかかる視点位置決定部による対象設備位置から指定距離手前の位置を決定する処理の一例を示す図

[図7]実施の形態1にかかる視点位置決定部によって第1の直線の傾きが小さい場合に決定される視点位置の一例を示す図

[図8]実施の形態1にかかる視点位置決定部によって第1の直線の傾きが大きい場合に決定される視点位置の一例を示す図

[図9]実施の形態1にかかる視点位置決定部による対象設備位置から指定距離手前の位置を決定する処理の他の例を示す図

[図10]実施の形態1にかかる視点位置決定部による視点位置決定方法の他の例を示す図

[図11]実施の形態1にかかる判定領域決定部によって決定される判定対象領域の一例を示す図

[図12]実施の形態1にかかる判定領域決定部による判定対象領域の決定方法の他の例を示す図

[図13]実施の形態1にかかる3次元点群データで示される3次元点群と判定対象領域との関係の一例を示す図

[図14]実施の形態1にかかる移動体の進行方向から見た判定対象領域の一例を示す図

[図15]実施の形態1にかかる判定対象領域に存在する干渉物の一例を示す図

[図16]実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって生成される判定対象領域の第1の2次元画像の一例を示す図

[図17]実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって生成される判定対象領域の第1の2次元画像の他の例を示す図

[図18]実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって生成される判定対象領域の第2の2次元画像の一例を示す図

[図19]実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって判定対象領域に含まれる3次元点が位置に応じて色分けされた判定対象領域の第1の2次元画像の一例を示す図

[図20]実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって判定対象領域に含まれる3次元点が位置に応じて色分けされた判定対象領域の第2の2次元画像の一例を示す図

[図21]実施の形態1にかかる干渉物画像生成部によって生成される干渉物画像の一例を示す図

[図22]実施の形態1にかかる干渉物画像生成部によって生成される干渉物画像の他の例を示す図

[図23]実施の形態1にかかる見通し情報の一例を示す図

[図24]実施の形態1にかかる見通し情報生成装置の処理部による処理の一例を示すフローチャート

[図25]実施の形態1にかかる見通し情報生成装置の処理部による視点位置決定処理の一例を示すフローチャート

[図26]実施の形態1にかかる見通し情報生成装置の処理部による見通し情報生成処理の一例を示すフローチャート

[図27]実施の形態1にかかる見通し情報生成装置のハードウェア構成の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、実施の形態にかかる見通し情報生成装置、見通し情報生成方法、

および見通し情報生成プログラムを図面に基づいて詳細に説明する。

[0012] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 にかかる見通し情報生成装置を含む情報提供システムの構成の一例を示す図である。図 1 に示すように、実施の形態 1 にかかる情報提供システム 100 は、見通し情報生成装置 1 と、移動路 3 を移動する移動体 4 に配置され、移動路 3 の周辺領域を計測する 3 次元点群計測装置 2 とを備える。

[0013] 図 1 に示す例では、移動路 3 は、鉄道軌道であり、移動体 4 が鉄道軌道を走行する列車である。なお、移動路 3 は、道路などのように鉄道軌道以外の移動路であってもよく、移動体 4 は、道路を走行する自動車のように列車以外の移動体であってもよい。以下においては、3 次元点群計測装置 2 が列車に配置される例を説明する。

[0014] 3 次元点群計測装置 2 は、移動体 4 が移動路 3 を移動している状態で、移動路 3 の周辺領域を計測し、移動路 3 の周辺領域に存在する物体の 3 次元形状を 3 次元点群で表す 3 次元点群データを生成する。3 次元点群計測装置 2 は、例えば、レーザスキャナまたは光切断センサを含む。レーザスキャナは、物体にレーザ光線を照射し、物体に照射したレーザ光線が返ってくるまでの時間を計測し、計測した時間を距離に換算することで物体の 3 次元形状を計測する。光切断センサは、光切断法によって物体の 3 次元形状を計測する。

[0015] 3 次元点群計測装置 2 によって生成された 3 次元点群データは、見通し情報生成装置 1 によって取得される。見通し情報生成装置 1 は、3 次元点群計測装置 2 によって生成された 3 次元点群データを 3 次元点群計測装置 2 から無線通信または有線通信によって取得することができる。また、見通し情報生成装置 1 は、3 次元点群計測装置 2 によって生成された 3 次元点群データが記録された記録媒体から、3 次元点群計測装置 2 によって生成された 3 次元点群データを取得することもできる。

[0016] 見通し情報生成装置 1 は、3 次元点群計測装置 2 から取得した 3 次元点群

データに基づいて、移動路 3 の周辺領域にある対象設備から離れた視点位置からの対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成し、生成した見通し情報を出力する。対象設備は、例えば、特殊信号発光機であるが、例えば、信号機または踏切などのように、特殊信号発光機以外の鉄道沿線設備であってもよい。

[0017] 見通し情報生成装置 1 によって生成される見通し情報は、例えば、3 次元点群データで示される 3 次元点群を構成する複数の 3 次元点のうち、視点位置からの視界内の予め設定された領域にある 3 次元点に関する情報を含む。撮像装置によって撮像された画像では、光または天候に応じた画像の不鮮明さによって見通しの判断が難しい場合があるが、見通し情報生成装置 1 は、3 次元計測によって得られる 3 次元点群データを用いることから、撮像装置によって撮像された画像を用いる場合に比べて、移動体 4 からの対象設備の見通し状況を精度よく提示することができる。

[0018] 以下、見通し情報生成装置 1 についてさらに具体的に説明する。図 2 は、実施の形態 1 にかかる見通し情報生成装置の構成の一例を示す図である。図 2 に示すように、見通し情報生成装置 1 は、通信部 10 と、記憶部 11 と、処理部 12 とを備える。

[0019] 通信部 10 は、不図示のネットワークに通信可能に接続され、不図示のネットワークを介して 3 次元点群計測装置 2 などの外部装置との間で情報の送受信を行う。不図示のネットワークは、例えば、インターネットなどの W A N (Wide Area Network) または L A N (Local Area Network) である。

[0020] 記憶部 11 は、3 次元点群計測装置 2 から送信され通信部 10 で受信される 3 次元点群データ 20 と、移動路 3 に沿った基準線に関するデータである基準線データ 21 とを記憶する。なお、基準線データ 21 は、処理部 12 による 3 次元点群データ 20 の解析によって生成されて記憶部 11 に記憶されてもよく、外部装置から送信され通信部 10 で受信されて処理部 12 によって記憶部 11 に記憶されてもよい。処理部 12 は、例えば、3 次元点群データ 20 で示される 3 次元点群から移動路 3 を検出し、検出した移動路 3 に沿

った線を基準線とすることができる。

- [0021] 図3は、実施の形態1にかかる3次元点群データの一例を示す図である。図3に示すように、3次元点群データ20は、複数の3次元点のデータを含む。3次元点のデータには、3次元直交座標系における3次元点の座標を示すデータが含まれる。図3に示す3次元点群データ20には、座標「X1, Y1, Z1」のデータ、座標「X2, Y2, Z2」のデータ、および座標「X3, Y3, Z3」のデータなどが各々3次元点のデータとして含まれる。
- [0022] 図4は、実施の形態1にかかる基準線データの一例を示す図である。図4に示すように、基準線データ21は、複数の基準点のデータを含む。基準点は基準線上の3次元点である。基準点のデータには、基準点の座標、ロール値、および並び順を示すデータが含まれる。
- [0023] 基準点の座標は、3次元直交座標系における基準点の座標である。ロール値は、移動路3の傾きを示すデータである。かかるロール値は、移動路3のうち移動体4が基準点上にある場合の移動体4の傾きを示すデータとも言える。並び順は、移動体4の移動方向を示す値であり、並び順が小さな基準点から並び順が大きな基準点へ向かう方向が移動体4の移動方向である。
- [0024] 図4に示す基準線データ21には、座標「BX1, BY1, BZ1」、ロール値「R1」、および並び順「1」のデータ、座標「BX2, BY2, BZ2」、ロール値「R2」、および並び順「2」のデータ、および座標「BX3, BY3, BZ3」、ロール値「R3」、および並び順「3」のデータなどが各々基準点のデータとして含まれる。
- [0025] 図2に示す処理部12は、データ取得部30と、見通し情報生成部31と、出力処理部32とを備える。データ取得部30は、3次元点群計測装置2から送信され通信部10で受信された3次元点群データ20を通信部10から取得し、取得した3次元点群データ20を記憶部11に記憶させる。データ取得部30は、見通し情報生成タイミングになると、3次元点群データ20および基準線データ21を記憶部11から取得し、取得した3次元点群データ20および基準線データ21を見通し情報生成部31に通知する。

- [0026] 見通し情報生成部 31 は、データ取得部 30 によって取得された 3 次元点群データ 20 に基づいて、移動路 3 の周辺領域にある対象設備から離れた視点位置からの対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成する。かかる見通し情報生成部 31 は、視点位置決定部 40 と、判定領域決定部 41 と、生成処理部 42 とを備える。
- [0027] 視点位置決定部 40 は、対象設備からの距離と移動路 3 の傾きとに基づいて、視点位置を決定する。例えば、視点位置決定部 40 は、基準線データ 21 で示される基準線に沿った対象設備からの距離に基づいて、視点位置を決定する。視点位置は、例えば、移動体 4 を運転する運転手の標準的な目の位置である。
- [0028] 図 5 は、実施の形態 1 にかかる基準線データで示される基準線上の複数の基準点の一例を示す図である。図 5 に示すように、基準線データ 21 で示される基準線 L_r 上の複数の基準点は、移動体 4 の移動路 3 である一対のレール間の中央に配列される。
- [0029] 図 6 は、実施の形態 1 にかかる視点位置決定部による対象設備位置から指定距離手前の位置を決定する処理の一例を示す図である。図 6 では、「TP」は、対象設備の位置であり、以下において、対象設備位置 TP と記載する。対象設備位置 TP は、3 次元直交座標系における座標「TX, TY, TZ」で表される。
- [0030] 視点位置決定部 40 は、対象設備位置 TP に対応する基準線 L_r 上の位置 BT を算出する第 1 の算出処理と、基準線 L_r 上の距離で、位置 BT から後述する指定距離 D_t だけ離れた基準線 L_r 上の位置 BE を算出する第 2 の算出処理と、後述する視点位置 EP を算出する第 3 の算出処理を行う。
- [0031] まず、第 1 の算出処理について説明する。視点位置決定部 40 は、対象設備位置 TP に最も近い基準点と次に近い基準点とを選択基準点として選択する。そして、視点位置決定部 40 は、2 つの選択基準点を結ぶ直線と直交する平面であって対象設備位置 TP を含む平面と、2 つの選択基準点を結ぶ直線との交点を、位置 BT として算出する。

[0032] 図6に示す例では、対象設備位置TPから最も近い基準点は、基準点P23であり、対象設備位置TPから次に近い基準点は、基準点P24である。視点位置決定部40は、基準点P23と基準点P24とを結ぶ直線と直交する平面であって対象設備位置TPを含む平面と、基準点P23と基準点P24とを結ぶ直線との交点を、位置BTとして算出する。

[0033] 次に、第2の算出処理について説明する。視点位置決定部40は、位置BTから並び順が小さくなる順に基準点を通る直線の長さが指定距離Dtになる基準線Lr上の点を算出し、算出した点の位置を位置BEとして決定する。これにより、位置BTから指定距離Dtだけ手前の位置が位置BEとして決定される。

[0034] 図6に示す例では、視点位置決定部40は、位置BTと基準点P23との距離d1を算出する。視点位置決定部40は、基準点P23と基準点P22との距離d2を算出し、算出した距離d2と距離d1とを加算して積算距離Dを算出する。視点位置決定部40は、基準点P22と基準点P21との距離d3を算出し、算出した距離d3を積算距離Dに積算して新たな積算距離Dを算出する。視点位置決定部40は、同様の処理を繰り返し行う。

[0035] 視点位置決定部40は、積算すると積算距離Dが指定距離Dt以上になる2つの基準点を判定し、判定した2つの基準点のうち並び順が大きい方の基準点までの積算距離Dと指定距離Dtとの差 Δd を算出する。視点位置決定部40は、判定した2つの基準点間を結ぶ直線上の位置であって、並び順が大きい方の基準点からの距離が差 Δd である位置を位置BEとして決定する。

[0036] 図6に示す例では、距離d1から距離d19まで積算すると積算距離Dが指定距離Dt以上になるため、視点位置決定部40は、2つの基準点P5, P6間を結ぶ直線上の位置であって、並び順が大きい方の基準点P6からの距離が差 Δd である位置を位置BEとして決定する。なお、指定距離Dtは、記憶部11に予め記憶されるが、通信部10で受信され通信部10からデータ取得部30によって取得されて記憶部11に記憶されてもよい。

[0037] 次に、第3の算出処理について説明する。視点位置決定部40は、位置B Eに最も近い基準点と次に近い基準点とを選択する。次に、視点位置決定部40は、選択した2つの基準点のロール値から位置B Eのロール値を決定する。基準点のロール値は、上述した基準線データ21に含まれるデータである。

[0038] 視点位置決定部40は、例えば、2つの基準点のうち並び順が大きい基準点のロール値を位置B Eのロール値として決定する。また、視点位置決定部40は、2つの基準点のうち並び順が小さい基準点のロール値を位置B Eのロール値として決定することもできる。また、視点位置決定部40は、2つの基準点のロール値の平均値を位置B Eのロール値として決定することもできる。

[0039] 次に、視点位置決定部40は、選択した2つの基準点を結ぶ直線に直交する平面であって位置B Eを含む平面を算出し、算出した平面上において位置B Eを含み位置B Eのロール値の傾きを持つ直線を第1の直線として算出する。そして、視点位置決定部40は、第1の直線上において位置B Eから距離Lだけ離れた第1の位置を算出し、第1の直線と直交し且つ第1の位置を含む第2の直線上において距離Hだけ離れた第2の位置を算出する。視点位置決定部40は、算出した第2の位置を視点位置E Pとして決定する。視点位置E Pは、3次元直交座標系における座標「E X, E Y, E Z」で表される。

[0040] 図7は、実施の形態1にかかる視点位置決定部によって第1の直線の傾きが小さい場合に決定される視点位置の一例を示す図である。図8は、実施の形態1にかかる視点位置決定部によって第1の直線の傾きが大きい場合に決定される視点位置の一例を示す図である。

[0041] 図7および図8に示す例では、視点位置決定部40は、位置B Eを含み位置B Eのロール値の傾きを持つ第1の直線S L 1上において位置B Eから距離Lだけ離れた第1の位置P B 1を算出し、第1の直線S L 1と直交し且つ第1の位置P B 1を含む第2の直線S L 2上において距離Hだけ離れた第2

の位置 P_{B2} を算出する。第2の直線 SL_2 は、第1の直線 SL_1 と直交し且つ第1の位置 P_{B1} を含む平面上の直線である。

[0042] 視点位置決定部40は、算出した第2の位置 P_{B2} を視点位置 E_P として決定する。なお、距離 L および距離 H は、記憶部11に予め記憶されるが、通信部10で受信され通信部10からデータ取得部30によって取得されて記憶部11に記憶されてもよい。

[0043] 基準線データ21は、図4に示す例に限定されず、基準点のロール値を含まないデータであってもよい。移動体4が列車である場合、移動体4は、一对のレールを移動路3として一对のレール上を走行する。この場合、基準線データ21は、一对のレールに対応する一对の基準線 L_r のデータであり、各基準線 L_r 上の複数の基準点の座標および並び順のデータを含む。

[0044] 視点位置決定部40は、一对の基準線 L_r のうち一方の基準線 L_r 上の複数の基準点から位置 B_E を決定し、位置 B_E に最も近い基準点と次に近い基準点とを選択基準点として選択する。視点位置決定部40は、他方の基準線 L_r 上の隣接する異なる組み合わせの2つの基準点間を結ぶ複数の直線のうち、選択した2つの選択基準点を結ぶ直線に直交する直線と交差する直線の交差位置を位置 O_{BP} として判定する。視点位置決定部40は、位置 B_E と位置 O_{BP} とを結ぶ直線を上述した第1の直線 SL_1 として決定する。

[0045] 図9は、実施の形態1にかかる視点位置決定部による対象設備位置から指定距離手前の位置を決定する処理の他の例を示す図である。図10は、実施の形態1にかかる視点位置決定部による視点位置決定方法の他の例を示す図である。

[0046] 図9に示す例では、視点位置決定部40は、位置 B_E に最も近い基準点 P_5 と次に近い基準点 P_6 とを選択する。視点位置決定部40は、2つの基準点 P_5 、 P_6 を結ぶ直線に直交する直線が、他方の基準線 L_r 上の隣接する2つの基準点 P_5' 、 P_6' 間を結ぶ直線と交差する位置を位置 O_{BP} としてを判定する。視点位置決定部40は、位置 B_E と位置 O_{BP} とを結ぶ直線を上述した第1の直線 SL_1 として決定する。

[0047] そして、図10に示すように、視点位置決定部40は、第1の直線SL1上において位置BEから距離Lだけ離れた第1の位置PB1を算出し、第1の直線SL1と直交し且つ第1の位置PB1を含む第2の直線SL2上において距離Hだけ離れた第2の位置PB2を算出する。視点位置決定部40は、算出した第2の位置PB2を視点位置EPとして決定する。

[0048] 次に、図2に示す判定領域決定部41について説明する。判定領域決定部41は、対象設備位置TPと視点位置EPとを結ぶ直線の回りの予め設定された領域を判定対象領域に決定する。図11は、実施の形態1にかかる判定領域決定部によって決定される判定対象領域の一例を示す図である。

[0049] 図11に示すように、判定領域決定部41は、対象設備位置TPと視点位置EPとを結ぶ直線SL3の回りの予め設定された領域を判定対象領域ARに決定する。図11に示す判定対象領域ARは、対象設備位置TPと視点位置EPとを結ぶ直線SL3を中心線とする半径rの円柱状の領域である。

[0050] 判定領域決定部41によって決定される判定対象領域ARは、図11に示す例に限定されない。例えば、判定領域決定部41は、円柱状の領域に代えて、多角柱状の領域を判定対象領域ARとして決定することもでき、楕円柱状の領域を判定対象領域ARとして決定することもできる。

[0051] 図12は、実施の形態1にかかる判定領域決定部による判定対象領域の決定方法の他の例を示す図である。図12に示す例では、判定領域決定部41によって決定される判定対象領域ARは、対象設備位置TPと視点位置EPとを結ぶ直線SL3を中心線とする四角柱状の領域であり、第1の直線SL1と平行な2つの面AS1、AS2と、第2の直線SL2と平行な2つの面AS3、AS4とで囲まれる領域である。

[0052] 図13は、実施の形態1にかかる3次元点群データで示される3次元点群と判定対象領域との関係の一例を示す図であり、図14は、実施の形態1にかかる移動体の進行方向から見た判定対象領域の一例を示す図である。

[0053] 図13に示す例では、3次元点群と判定対象領域ARとを上方から見た様子を示している。また、図14に示す例では、判定対象領域ARを視点位置

E P付近から見た様子を示しており、図14では、判定対象領域ARは、破線で囲まれる領域である。このように、見通し情報生成装置1では、判定対象領域ARとして、対象設備位置TPと視点位置EPとを結ぶ直線の回りの予め設定された領域が決定される。

[0054] 次に、図2に示す生成処理部42について説明する。生成処理部42は、データ取得部30によって取得された3次元点群データ20と判定領域決定部41によって決定された判定対象領域ARとに基づいて、見通し情報を生成する。見通し情報は、例えば、3次元点群データ20によって示される3次元点群を構成する複数の3次元点のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点がある場合、判定対象領域ARに含まれる3次元点に応じた情報を含む。

[0055] 生成処理部42は、図2に示すように、対象領域画像生成部50と、見通し判定部51と、干渉物画像生成部52とを備える。対象領域画像生成部50は、3次元点群データ20で示される3次元点群のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点を基準面に投影して得られる判定対象領域ARの2次元画像を含む情報を見通し情報として生成する。

[0056] 図15は、実施の形態1にかかる判定対象領域に存在する干渉物の一例を示す図である。図15に示す例では、判定対象領域AR内に干渉物I1と干渉物I2とが各々一部含まれる。干渉物I1は、架線柱であり、干渉物I2は、樹木である。したがって、図15に示す例では、判定対象領域AR内には、干渉物I1を表す3次元点群の一部と、干渉物I2を表す3次元点群の一部とが含まれる。

[0057] 対象領域画像生成部50は、3次元点群データ20で示される3次元点群のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点を $PL1 [mm^2]$ の大きさに図11に示す直線SL3に垂直な面に投影して判定対象領域ARの2次元画像を生成する。また、対象領域画像生成部50は、3次元点群データ20で示される3次元点群のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点を $PL1 [mm^2]$ の大きさに水平面に投影して判定対象領域ARの2次元画像を生成する。

。PL 1は、記憶部 11 に予め記憶されるが、通信部 10 で受信され通信部 10 からデータ取得部 30 によって取得されて記憶部 11 に記憶されてもよい。

[0058] 図 16 は、実施の形態 1 にかかる対象領域画像生成部によって生成される判定対象領域の第 1 の 2 次元画像の一例を示す図である。図 16 に示す第 1 の 2 次元画像 60 は、判定対象領域 AR に含まれる 3 次元点を図 11 に示す直線 SL 3 に垂直な面に投影して得られる判定対象領域 AR の 2 次元画像である。

[0059] 第 1 の 2 次元画像 60 には、判定対象領域 AR に含まれ基準面に 2 次元点として投影された 3 次元点と、視点位置 EP と、視点位置 EP を中心とする半径 r_1 の円形の枠線と、視点位置 EP を中心とする半径 r_2 の円形の枠線と、視点位置 EP を中心とする半径 r の円形の枠線とが含まれる。半径 r_1 の円形の枠線は、判定対象領域 AR の外縁を示す。半径 r_1 は、半径 r および半径 r_2 よりも短く、半径 r_2 は、半径 r よりも短い。半径 r_1 は、例えば、半径 r の $1/3$ の長さであり、半径 r_2 は、例えば、半径 r の $2/3$ の長さである。

[0060] 第 1 の 2 次元画像 60 は、移動体 4 が指定距離 D_t だけ手前に位置する状態で移動体 4 の乗務員が対象設備を見た場合に、対象設備の位置を中心としてどのくらい離れた位置に干渉物があるかを示す画像である。図 16 に示すように、第 1 の 2 次元画像 60 では、視点位置 EP を中心とする半径 r の円内に判定対象領域 AR に含まれる 3 次元点が 2 次元点として配置されるため、第 1 の 2 次元画像 60 によって視点位置 EP からの対象設備の見通し状況を精度よく表すことができる。

[0061] 上述した第 1 の 2 次元画像 60 は、判定対象領域 AR が円柱状の領域である場合の例であるが、判定対象領域 AR が四角柱状の領域である場合も、同様に対象領域画像生成部 50 によって第 1 の 2 次元画像 60 が生成される。図 17 は、実施の形態 1 にかかる対象領域画像生成部によって生成される判定対象領域の第 1 の 2 次元画像の他の例を示す図である。

[0062] 図17に示す第1の2次元画像60には、四角柱状の領域である判定対象領域ARに含まれ基準面に2次元点として投影された3次元点と、視点位置EPと、視点位置EPを中心とする異なる大きさの四角形の枠線とが含まれる。図17に示す第1の2次元画像60では、運転手の両目の目線付近に判定対象領域ARの中央領域を設定することができるため、より現実に近い状況で見通し状況を精度よく表すことができる。

[0063] 図18は、実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって生成される判定対象領域の第2の2次元画像の一例を示す図である。図18に示す第2の2次元画像61は、3次元点群データ20で示される3次元点群のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点を水平面に投影して得られる2次元画像である。

[0064] 第2の2次元画像61には、判定対象領域ARに含まれ基準面に2次元点として投影された3次元点と、長方形の枠と、視点位置EPと、対象設備位置TPと、視点位置EPと対象設備位置TPとの間の距離である指定距離Dtとが含まれる。第2の2次元画像61は、判定対象領域ARを上方から見た2次元画像であり、かかる第2の2次元画像61によって視点位置EPからどのくらいの距離に干渉物があるかを表すことができる。

[0065] また、対象領域画像生成部50は、判定対象領域ARに含まれる3次元点を直線SL3からの距離に応じて色分けして基準面に投影して得られる2次元画像を第1の2次元画像60および第2の2次元画像61として生成することもできる。図19は、実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって判定対象領域に含まれる3次元点が位置に応じて色分けされた判定対象領域の第1の2次元画像の一例を示す図である。

[0066] 図19に示す第1の2次元画像60には、図16に示す第1の2次元画像60と同様に、判定対象領域ARに含まれ基準面に2次元点として投影された3次元点と、視点位置EPと、半径r1の円と、半径r2の円と、半径rの円とが含まれる。また、図19に示す第1の2次元画像60では、判定対象領域ARに含まれる3次元点が視点位置EPを含む直線SL3からの距離

に応じて色分けされている。図19では、3次元点の円内の塗り潰し状態の違いで色の違いが表されている。図19に示す例で、半径 r_1 の円内の領域の3次元点と、半径 r_1 の円外であって半径 r_2 の円内の領域の3次元点と、半径 r_2 の円外であって半径 r の円内の領域の3次元点とがそれぞれ異なる色で表されている。

[0067] 図20は、実施の形態1にかかる対象領域画像生成部によって判定対象領域に含まれる3次元点が位置に応じて色分けされた判定対象領域の第2の2次元画像の一例を示す図である。図20に示す第2の2次元画像61には、図18に示す第2の2次元画像61と同様に、判定対象領域ARに含まれ基準面に2次元点として投影された3次元点と、長方形の枠と、視点位置EPと、対象設備位置TPと、指定距離Dtとが含まれる。

[0068] 図20に示す第2の2次元画像61では、図18に示す第2の2次元画像61と同様に、判定対象領域ARに含まれ基準面に2次元点として投影された3次元点が視点位置EPを含む直線SL3からの距離に応じて色分けされている。

[0069] なお、図示しないが、判定対象領域ARが多角柱状の領域である場合も、同様に対象領域画像生成部50によって、判定対象領域ARに含まれ基準面に2次元点として投影された3次元点が直線SL3からの距離に応じて色分けされた判定対象領域ARの第1の2次元画像60および第2の2次元画像61が生成される。

[0070] 次に、生成処理部42の見通し判定部51について説明する。見通し判定部51は、判定対象領域ARに含まれる3次元点の分布に基づいて、見通しの程度を判定する。見通しの程度は、視点位置EPからの対象設備がどの程度見通せるかを示す。見通し判定部51によって判定された見通しの程度を示す情報は、対象領域画像生成部50によって見通し情報に追加される。

[0071] 見通し判定部51は、例えば、3次元点群データ20で示される3次元点群のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点を $PL2$ [mm^2] の大きさで水平面に投影して判定対象領域ARの2次元画像を生成する。 $PL2$ は、記

憶部 11 に予め記憶されるが、通信部 10 で受信され通信部 10 からデータ取得部 30 によって取得されて記憶部 11 に記憶されてもよい。

[0072] 見通し判定部 51 は、判定対象領域 AR の 2 次元画像に含まれる各 3 次元点の面積の合計値を合計面積として算出し、判定対象領域 AR の面積に対する合計面積の比である面積比 S_r を算出する。見通し判定部 51 は、面積比 S_r の大きさに応じて、見通し状況を判定する。例えば、見通し判定部 51 は、 $0 \leq S_r < S_{th1}$ である場合、見通しが良好な状態であると判定し、 $S_{th1} \leq S_r < S_{th2}$ である場合、一部干渉があるが見通せる状態であると判定し、 $S_{th2} \leq S_r$ である場合、見通しが不良である状態であると判定する。 S_{th1} 、 S_{th2} は閾値である。

[0073] また、見通し判定部 51 は、対象設備位置 TP と視点位置 EP とを結ぶ直線 SL3 からの距離に応じて、重みづけして見通し状況を判定することもできる。例えば、直線 SL3 から半径 r_1 までの距離にある領域を第 1 の領域とし、直線 SL3 から半径 r_2 までの距離にある領域から第 1 の領域を除いた領域を第 2 の領域とし、直線 SL3 から半径 r までの距離にある領域から第 1 の領域および第 2 の領域を除いた領域を第 3 の領域とする。以下、説明の便宜上、第 1 の領域を第 1 の領域 AR1 と記載し、第 2 の領域を第 2 の領域 AR2 と記載し、第 3 の領域を第 3 の領域 AR3 と記載する。

[0074] 見通し判定部 51 は、判定対象領域 AR の 2 次元画像のうち第 1 の領域 AR1 に含まれる 3 次元点の総面積に係数 k_1 を乗算して第 1 の面積値を算出し、判定対象領域 AR の 2 次元画像のうち第 2 の領域 AR2 に含まれる 3 次元点の総面積に係数 k_2 を乗算して第 2 の面積値を算出する。また、見通し判定部 51 は、判定対象領域 AR の 2 次元画像のうち第 3 の領域 AR3 に含まれる 3 次元点の総面積に係数 k_3 を乗算して第 3 面積値を算出する。

[0075] 見通し判定部 51 は、第 1 の面積値と第 2 の面積値と第 3 面積値とを合計して得られた値を上述した面積比 S_r と表すことができる。なお、係数 k_1 、 k_2 、 k_3 は、 $k_1 > k_2 > k_3$ の関係にあり、記憶部 11 に予め記憶されるが、通信部 10 で受信され通信部 10 からデータ取得部 30 によって取

得されて記憶部 11 に記憶されてもよい。

[0076] また、見通し判定部 51 は、例えば、第 1 の領域 $AR1$ に含まれる 3 次元点を $PL2 \times k4$ [mm^2] の大きさに水平面に投影し、第 2 の領域 $AR2$ に含まれる 3 次元点を $PL2 \times k5$ [mm^2] の大きさに水平面に投影し、第 3 の領域 $AR3$ に含まれる 3 次元点を $PL2 \times k6$ [mm^2] の大きさに水平面に投影する。 $k4$, $k5$, $k6$ は、係数であり、 $k4 > k5 > k6$ の関係にある。

[0077] 見通し判定部 51 は、判定対象領域 AR に含まれる各 3 次元点の面積の合計値を合計面積として算出し、判定対象領域 AR の面積に対する合計面積の比である面積比 Sr を算出する。そして、見通し判定部 51 は、上述した判定方法と同様の方法で、面積比 Sr の大きさに応じて、見通し状況を判定する。

[0078] このように、見通し判定部 51 は、直線 $SL3$ からの距離に近いほど大きな重み付けを行うことで、対象設備を見ている状態の乗務員の目線に近い干渉物を見通し状況がより悪くなる要素として判定することができるため、より精度よい判定を行うことができる。

[0079] 上述した例では、見通し判定部 51 は、水平面に投影した判定対象領域 AR を 3 つの領域に分けて、見通し状況を判定するが、水平面に投影した判定対象領域 AR を 2 つの領域または 4 つ以上の領域に分けて、見通し状況を判定することもできる。

[0080] 次に、生成処理部 42 の干渉物画像生成部 52 について説明する。干渉物画像生成部 52 は、3 次元点群データ 20 で示される 3 次元点群のうち判定対象領域 AR に含まれる 3 次元点を着色した状態で 3 次元点群の画像を干渉物画像として生成する。干渉物画像生成部 52 によって生成された干渉物画像は、対象領域画像生成部 50 によって見通し情報に追加される。

[0081] 干渉物画像生成部 52 による 3 次元点の着色方法は、対象領域画像生成部 50 による 3 次元点の着色方法と同様であり、干渉物画像生成部 52 は、判定対象領域 AR に含まれる 3 次元点を直線 $SL3$ からの距離に応じて色分け

を行う。

[0082] 例えば、干渉物画像生成部 5 2 は、半径 r_1 の円内の領域の 3 次元点と、半径 r_1 の円外であって半径 r_2 の円内の領域の 3 次元点と、半径 r_2 の円外であって半径 r の円内の領域の 3 次元点とにそれぞれ異なる色を着ける。

[0083] 図 2 1 は、実施の形態 1 にかかる干渉物画像生成部によって生成される干渉物画像の一例を示す図であり、図 2 2 は、実施の形態 1 にかかる干渉物画像生成部によって生成される干渉物画像の他の例を示す図である。図 2 1 および図 2 2 に示すように、干渉物画像生成部 5 2 は、干渉物に近い位置から干渉物の 3 次元点を含む 3 次元点群を見た画像を干渉物画像 7 0, 7 1 として生成する。

[0084] 図 2 1 に示す干渉物画像 7 0 には、干渉物 1 1 を表す 3 次元点群の画像が含まれており、干渉物 1 1 を表す 3 次元点群を構成する複数の 3 次元点のうち判定対象領域 A R に含まれる 3 次元点が着色されている。かかる干渉物画像 7 0 によって、干渉物 1 1 がどのような状態で判定対象領域 A R に干渉しているかを表すことができる。

[0085] また、図 2 2 に示す干渉物画像 7 1 には、干渉物 1 2 を表す 3 次元点群の画像が含まれており、干渉物 1 2 を表す 3 次元点群を構成する複数の 3 次元点のうち判定対象領域 A R に含まれる 3 次元点が着色されている。かかる干渉物画像 7 1 によって、干渉物 1 2 がどのような状態で判定対象領域 A R に干渉しているかを表すことができる。

[0086] 図 2 1 および図 2 2 に示す例では、説明の便宜上、判定対象領域 A R に含まれる 3 次元点を大きく表示しており、かかる 3 次元点が着色されている。図 2 1 および図 2 2 では、3 次元点の円内の塗り潰し状態の違いで色の違いを表している。

[0087] 図 2 に示す出力処理部 3 2 は、見通し情報生成部 3 1 によって生成された見通し情報を出力する。出力処理部 3 2 は、例えば、見通し情報生成部 3 1 によって生成された見通し情報を不図示のネットワークを介して外部装置へ通信部 1 0 に送信させることで、見通し情報を出力する。また、出力処理部

32は、例えば、見通し情報生成部31によって生成された見通し情報を表示装置5に表示させることで、見通し情報を出力することもできる。

[0088] 見通し情報生成部31によって生成される見通し情報は、対象領域画像生成部50によって生成される第1の2次元画像60および第2の2次元画像61、見通し判定部51によって判定される見通し状況、および干渉物画像生成部52によって生成される干渉物画像70、71の少なくとも1つを含む。

[0089] 例えば、出力処理部32は、対象領域画像生成部50によって生成される第1の2次元画像60および第2の2次元画像61、見通し判定部51によって判定される見通し状況、および干渉物画像生成部52によって生成される干渉物画像70、71を含む見通し情報を出力することができる。

[0090] 図23は、実施の形態1にかかる見通し情報の一例を示す図である。図23に示す見通し情報80は、第1の2次元画像60と、第2の2次元画像61と、干渉物画像70と、干渉物画像71と、確認ポイント82と、見通し状況の判定結果83とを含む。確認ポイント82は、指定距離 D_t であり、視点位置EPと対象設備位置TPとの移動路3に沿った距離を示す。見通し状況の判定結果83は、見通し判定部51によって判定された見通しの程度を示す情報である。

[0091] 見通し情報80には、干渉物画像70に対応付けられた位置に、干渉物I1の3次元点のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点の位置を示す位置情報が配置される。同様に、見通し情報80には、干渉物画像71に対応付けられた位置に、干渉物I2の3次元点のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点の位置を示す位置情報が配置される。かかる位置情報は、見通し情報生成部31によって検出される情報である。

[0092] このように、見通し情報80は、第1の2次元画像60と、第2の2次元画像61と、干渉物画像70と、干渉物画像71と、見通し状況の判定結果83とを含むことから、見通し情報80を確認する作業者は、見通し状況を精度よく把握することができる。

[0093] つづいて、フローチャートを用いて見通し情報生成装置 1 の処理部 1 2 による処理を説明する。図 2 4 は、実施の形態 1 にかかる見通し情報生成装置の処理部による処理の一例を示すフローチャートである。

[0094] 図 2 4 に示すように、見通し情報生成装置 1 の処理部 1 2 は、記憶部 1 1 または通信部 1 0 から 3 次元点群データ 2 0 を取得する（ステップ S 1 0）。次に、処理部 1 2 は、視点位置 E P を決定する視点位置決定処理を行う（ステップ S 1 1）。かかるステップ S 1 1 の処理は、図 2 5 に示すステップ S 2 0～S 2 2 の処理であり、後で詳述する。

[0095] 次に、処理部 1 2 は、ステップ S 1 1 で決定された視点位置 E P に基づいて、判定対象領域を決定する（ステップ S 1 2）。そして、処理部 1 2 は、ステップ S 1 0 で取得した 3 次元点群データ 2 0 とステップ S 1 2 で決定した判定対象領域とに基づいて、見通し情報 8 0 を生成する見通し情報生成処理を行う（ステップ S 1 3）。ステップ S 1 3 の処理は、図 2 6 に示すステップ S 3 0～S 3 4 の処理であり、後で詳述する。次に、処理部 1 2 は、ステップ S 1 3 で生成した見通し情報を出力して（ステップ S 1 4）、図 2 4 に示す処理を終了する。

[0096] 図 2 5 は、実施の形態 1 にかかる見通し情報生成装置の処理部による視点位置決定処理の一例を示すフローチャートである。図 2 5 に示すように、処理部 1 2 は、対象設備位置 T P に対応する基準線 L_r 上の位置 B T を算出する（ステップ S 2 0）。

[0097] 次に、処理部 1 2 は、基準線 L_r 上で位置 B T から指定距離 D_t だけ離れた基準線 L_r 上の位置 B E を算出し（ステップ S 2 1）、算出した位置 B E に基づいて、視点位置 E P を算出して（ステップ S 2 2）、図 2 5 に示す処理を終了する。

[0098] 図 2 6 は、実施の形態 1 にかかる見通し情報生成装置の処理部による見通し情報生成処理の一例を示すフローチャートである。図 2 6 に示すように、処理部 1 2 は、判定対象領域 A R に含まれる 3 次元点を基準面に投影する（ステップ S 3 0）。そして、処理部 1 2 は、基準面上に投影された各 3 次元

点を直線SL3からの距離に応じて色分けして、判定対象領域ARの2次元画像を生成する（ステップS31）。

[0099] 次に、処理部12は、判定対象領域ARに含まれる3次元点の分布に基づいて、見通しの程度を判定する（ステップS32）。また、処理部12は、判定対象領域ARに含まれる3次元点を着色した状態で3次元点群の画像を干渉物画像70、71として生成する（ステップS33）。そして、処理部12は、見通し情報80を出力して（ステップS34）、図26の処理を終了する。

[0100] 図27は、実施の形態1にかかる見通し情報生成装置のハードウェア構成の一例を示す図である。図27に示すように、見通し情報生成装置1は、プロセッサ101と、メモリ102と、通信装置103とを備えるコンピュータを含む。

[0101] プロセッサ101、メモリ102、および通信装置103は、例えば、バス104によって互いに情報の送受信が可能である。記憶部11は、メモリ102によって実現される。通信部10は、通信装置103で実現される。プロセッサ101は、メモリ102に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって、データ取得部30、見通し情報生成部31、および出力処理部32などの機能を実行する。プロセッサ101は、例えば、処理回路の一例であり、CPU（Central Processing Unit）、DSP（Digital Signal Processor）、およびシステムLSI（Large Scale Integration）のうち一つ以上を含む。

[0102] メモリ102は、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、フラッシュメモリ、EPROM（Erasable Programmable Read Only Memory）、およびEEPROM（登録商標）（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）のうち一つ以上を含む。また、メモリ102は、コンピュータが読み取り可能なプログラムが記録された記録媒体を含む。かかる記録媒体は、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルメモリ、光ディスク、コンパクトディスク、お

よびDVD (Digital Versatile Disc) のうち一つ以上を含む。なお、見
通し情報生成装置1は、ASIC (Application Specific Integrated Ci
rcuit) およびFPGA (Field Programmable Gate Array) などの集積回
路を含んでいてもよい。

[0103] 以上のように、実施の形態1にかかる見通し情報生成装置1は、データ取
得部30と、見通し情報生成部31と、出力処理部32とを備える。データ
取得部30は、移動体4が移動する移動路3の周辺領域の物体を3次元点群
で表す3次元点群データ20を取得する。見通し情報生成部31は、データ
取得部30によって取得された3次元点群データ20に基づいて、周辺領域
にある対象設備から離れた視点位置EPからの対象設備の見通し状況を示す
情報である見通し情報80を生成する。出力処理部32は、見通し情報生成
部31によって生成された見通し情報80を出力する。これにより、見通し
情報生成装置1は、移動路3を移動する移動体4からの対象設備の見通し状
況を精度よく提示することができる。

[0104] また、データ取得部30は、移動路3に沿った基準線L_rのデータである
基準線データ21を取得する。見通し情報生成部31は、基準線データ21
で示される基準線L_rに沿った対象設備からの距離に基づいて、視点位置E
Pを決定する視点位置決定部40を備える。これにより、見通し情報生成装
置1は、例えば、対象設備から指定距離D_tだけ離れた位置を視点位置EP
として自動的に設定することができ、対象設備から一定距離手前の地点から
対象設備の見通し状況を精度よく提示することができる。

[0105] また、基準線データ21は、移動路3の傾きを示すデータまたは移動路3
の傾きを算出するためのデータを含む。視点位置決定部40は、対象設備か
らの距離と移動路3の傾きとに基づいて、視点位置EPを決定する。これに
より、見通し情報生成装置1は、例えば、移動体4の乗務員からの視点で、
対象設備の見通し状況を精度よく提示することができる。

[0106] また、見通し情報生成部31は、判定領域決定部41と、生成処理部42
とを備える。判定領域決定部41は、対象設備位置TPと視点位置EPとを

結ぶ直線SL3の回りの予め設定された領域を判定対象領域ARに決定する。生成処理部42は、3次元点群データ20と判定対象領域ARとに基づいて、見通し情報80を生成する。これにより、見通し情報生成装置1は、例えば、対象設備位置TPと視点位置EPとを結ぶ直線SL3の回りの予め設定された領域での対象設備の見通し状況を精度よく提示することができる。

[0107] また、生成処理部42は、対象領域画像生成部50を備える。対象領域画像生成部50は、3次元点群データ20で示される3次元点群を構成する複数の3次元点のうち判定対象領域ARに含まれる3次元点を基準面に投影して得られる判定対象領域ARの2次元画像を含む情報を生成する。これにより、見通し情報生成装置1は、対象設備の見通し状況を2次元画像で提示することができる。

[0108] また、基準面は、直線SL3に垂直な面を含む。これにより、見通し情報生成装置1は、視点位置EPからの対象設備の見通し状況を2次元画像で提示することができる。

[0109] また、基準面は、水平面を含む。これにより、見通し情報生成装置1は、判定対象領域ARの存在する3次元の視点位置EPからの距離を把握可能な2次元画像を提示することができる。

[0110] また、対象領域画像生成部50は、判定対象領域ARに含まれる3次元点を直線SL3からの距離に応じて色分けした2次元画像を判定対象領域ARの2次元画像として生成する。これにより、見通し情報生成装置1は、2次元画像に含まれる3次元点の色によって視点位置EPからの対象設備の見通し状況を把握可能な2次元画像を提示することができる。

[0111] また、生成処理部42は、見通し判定部51を備える。見通し判定部51は、判定対象領域ARに含まれる3次元点の分布に基づいて、見通しの程度を判定する。見通し情報80は、見通し判定部51によって判定された見通しの程度を示す情報をさらに含む。これにより、見通し情報生成装置1は、見通しの程度を示す情報を提示することができる。

[0112] また、生成処理部42は、干渉物画像生成部52を備える。干渉物画像生

成部 5 2 は、判定対象領域 A R に含まれる 3 次元点を着色した状態で 3 次元点群の画像を干渉物画像 7 0, 7 1 として生成する。見通し情報 8 0 は、干渉物画像生成部 5 2 によって生成された干渉物画像 7 0, 7 1 をさらに含む。これにより、見通し情報生成装置 1 は、判定対象領域 A R に含まれる 3 次元点を着色した状態で 3 次元点群の画像である干渉物画像 7 0, 7 1 を提示することができる。

[0113] また、判定領域決定部 4 1 は、直線 S L 3 を中心線とする円柱状の領域を判定対象領域 A R として決定する。これにより、見通し情報生成装置 1 は、判定対象領域 A R を容易且つ簡易に設定することができる。

[0114] また、判定領域決定部 4 1 は、直線 S L 3 を中心線とする四角柱状の領域を判定対象領域 A R として決定する。これにより、見通し情報生成装置 1 は、運転手の両目の目線付近に判定対象領域 A R の中央領域を設定することができるため、より現実に近い状況で見通し状況を精度よく表すことができる。

[0115] 以上の実施の形態に示した構成は、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、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

[0116] 1 見通し情報生成装置、2 3 次元点群計測装置、3 移動路、4 移動体、5 表示装置、1 0 通信部、1 1 記憶部、1 2 処理部、2 0 3 次元点群データ、2 1 基準線データ、3 0 データ取得部、3 1 見通し情報生成部、3 2 出力処理部、4 0 視点位置決定部、4 1 判定領域決定部、4 2 生成処理部、5 0 対象領域画像生成部、5 1 見通し判定部、5 2 干渉物画像生成部、6 0 第 1 の 2 次元画像、6 1 第 2 の 2 次元画像、7 0, 7 1 干渉物画像、8 0 見通し情報、8 2 確認ポイント、8 3 見通しの状況の判定結果、1 0 0 情報提供システム、1 0 1 プロセッサ、1 0 2 メモリ、1 0 3 通信装置、1 0 4 バス、A R 判定対象領域、A R 1 第 1 の領域、A R 2 第 2 の領域、A R 3 第 3 の領域

、 $AS1$ 、 $AS2$ 、 $AS3$ 、 $AS4$ 面、 BT 位置、 D 積算距離、 D_t 指定距離、 EP 視点位置、 H 距離、 $I1$ 、 $I2$ 干渉物、 L 距離、 L_r 基準線、 $P5$ 、 $P5'$ 、 $P6$ 、 $P6'$ 、 $P21$ 、 $P22$ 、 $P23$ 、 $P24$ 基準点、 $PB1$ 第1の位置、 $PB2$ 第2の位置、 $SL1$ 第1の直線、 $SL2$ 第2の直線、 S_r 面積比、 TP 対象設備位置、 $d1$ 、 $d2$ 、 $d3$ 、 $d19$ 距離、 $k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ 、 $k4$ 、 $k5$ 、 $k6$ 係数、 r 、 $r1$ 、 $r2$ 半径。

請求の範囲

- [請求項1] 移動体が移動する移動路の周辺領域の物体を3次元点群で表す3次元点群データを取得するデータ取得部と、
- 前記データ取得部によって取得された前記3次元点群データに基づいて、前記周辺領域にある対象設備から離れた視点位置からの前記対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成する見通し情報生成部と、
- 前記見通し情報生成部によって生成された前記見通し情報を出力する出力処理部と、を備える
- ことを特徴とする見通し情報生成装置。
- [請求項2] 前記データ取得部は、
- 前記移動路に沿った基準線のデータである基準線データを取得し、
- 前記見通し情報生成部は、
- 前記基準線データで示される前記基準線に沿った前記対象設備からの距離に基づいて、前記視点位置を決定する視点位置決定部を備える
- ことを特徴とする請求項1に記載の見通し情報生成装置。
- [請求項3] 前記基準線データは、
- 前記移動路の傾きを示すデータまたは前記移動路の傾きを算出するためのデータを含み、
- 前記視点位置決定部は、
- 前記対象設備からの距離と前記移動路の傾きとに基づいて、前記視点位置を決定する
- ことを特徴とする請求項2に記載の見通し情報生成装置。
- [請求項4] 前記見通し情報生成部は、
- 前記対象設備の位置と前記視点位置とを結ぶ直線の回りの予め設定された領域を判定対象領域に決定する判定領域決定部と、
- 前記3次元点群データと前記判定対象領域とに基づいて、前記見通し情報を生成する生成処理部と、を備える

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の見通し情報生成装置。

[請求項5]

前記生成処理部は、

前記 3 次元点群データで示される前記 3 次元点群を構成する複数の 3 次元点のうち前記判定対象領域に含まれる 3 次元点を基準面に投影して得られる前記判定対象領域の 2 次元画像を含む情報を生成する対象領域画像生成部を備える

ことを特徴とする請求項 4 に記載の見通し情報生成装置。

[請求項6]

前記基準面は、

前記直線に垂直な面を含む

ことを特徴とする請求項 5 に記載の見通し情報生成装置。

[請求項7]

前記基準面は、

水平面を含む

ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の見通し情報生成装置。

[請求項8]

前記生成処理部は、

前記判定対象領域に含まれる 3 次元点を前記直線からの距離に応じて色分けした 2 次元画像を前記判定対象領域の 2 次元画像として生成する

ことを特徴とする請求項 4 から 7 のいずれか 1 つに記載の見通し情報生成装置。

[請求項9]

前記生成処理部は、

前記判定対象領域に含まれる 3 次元点の分布に基づいて、前記視点位置からの前記対象設備の見通しの程度を判定する見通し判定部を備え、

前記見通し情報は、

前記見通し判定部によって判定された前記見通しの程度を示す情報をさらに含む

ことを特徴とする請求項 4 から 8 のいずれか 1 つに記載の見通し情

報生成装置。

[請求項10]

前記生成処理部は、

前記判定対象領域に含まれる3次元点を着色した状態で前記3次元点群の画像を干渉物画像として生成する干渉物画像生成部を備え、

前記見通し情報は、

前記干渉物画像生成部によって生成された前記干渉物画像をさらに含む

ことを特徴とする請求項4から9のいずれか1つに記載の見通し情報生成装置。

[請求項11]

前記判定領域決定部は、

前記直線を中心線とする円柱状の領域を前記判定対象領域として決定する

ことを特徴とする請求項4から10のいずれか1つに記載の見通し情報生成装置。

[請求項12]

前記判定領域決定部は、

前記直線を中心線とする四角柱状の領域を前記判定対象領域として決定する

ことを特徴とする請求項4から11のいずれか1つに記載の見通し情報生成装置。

[請求項13]

コンピュータが実行する見通し情報生成方法であって、

移動体が移動する移動路の周辺領域の物体を3次元点群で表す3次元点群データを取得する第1のステップと、

前記第1のステップによって取得された前記3次元点群データに基づいて、前記周辺領域にある対象設備から離れた視点位置からの前記対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成する第2のステップと、

前記第2のステップによって生成された前記見通し情報を出力する第3のステップと、を含む

ことを特徴とする見通し情報生成方法。

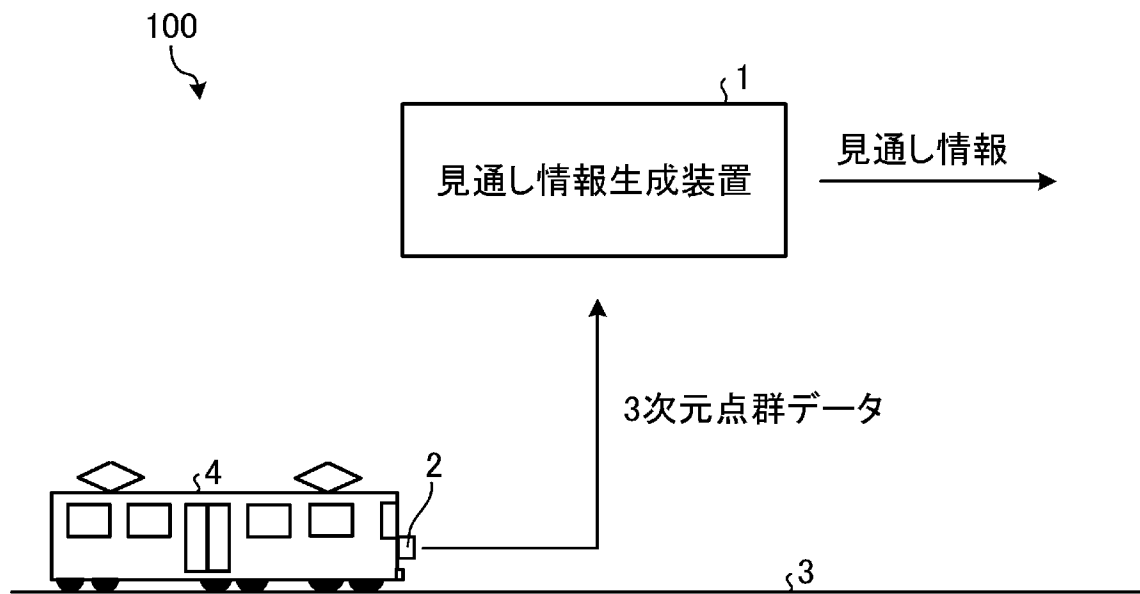
[請求項14] 移動体が移動する移動路の周辺領域の物体を3次元点群で表す3次元点群データを取得する第1のステップと、

前記第1のステップによって取得された前記3次元点群データに基づいて、前記周辺領域にある対象設備から離れた視点位置からの前記対象設備の見通し状況を示す情報である見通し情報を生成する第2のステップと、

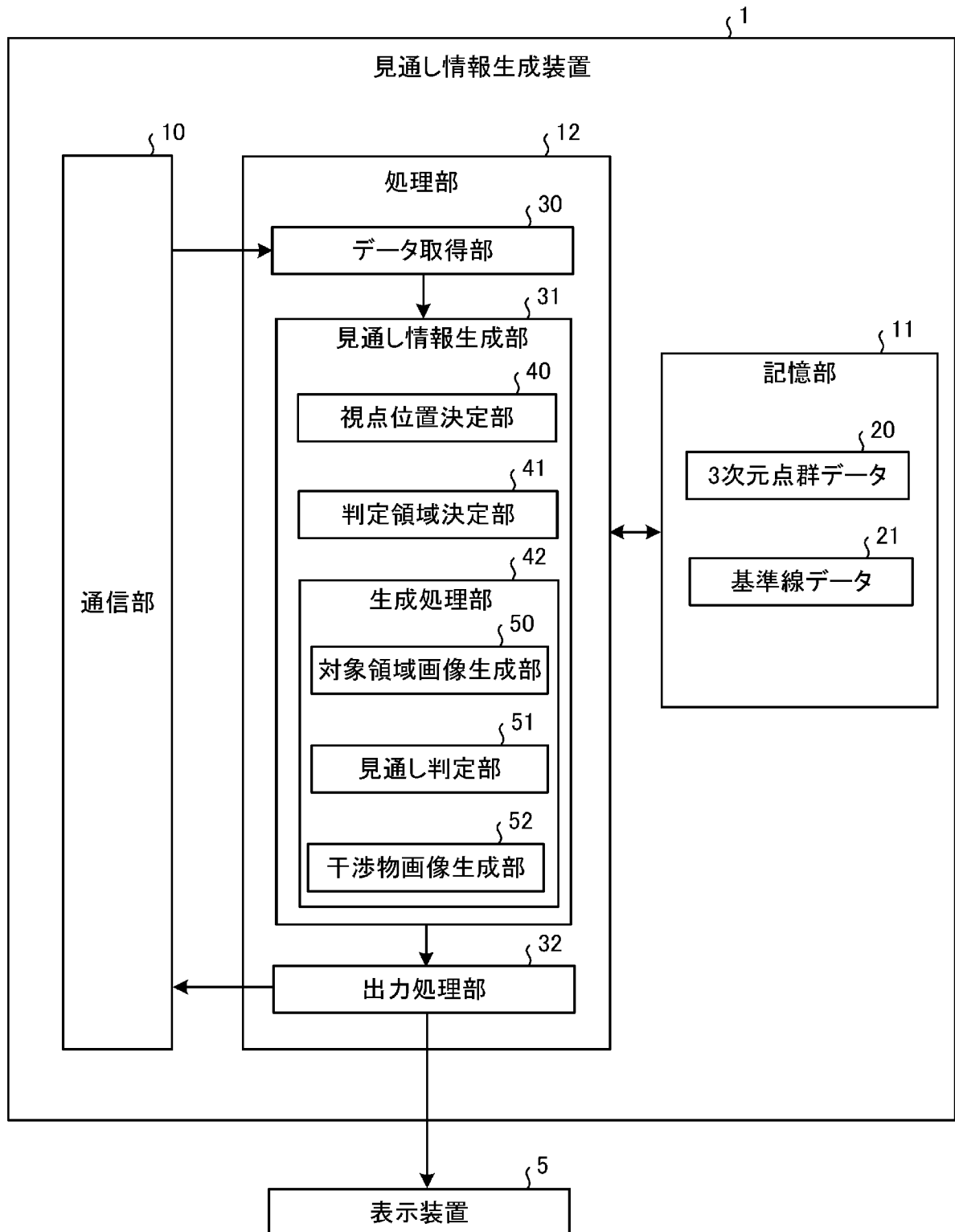
前記第2のステップによって生成された前記見通し情報を出力する第3のステップと、をコンピュータに実行させる

ことを特徴とする見通し情報生成プログラム。

[図1]



[図2]



[図3]

20

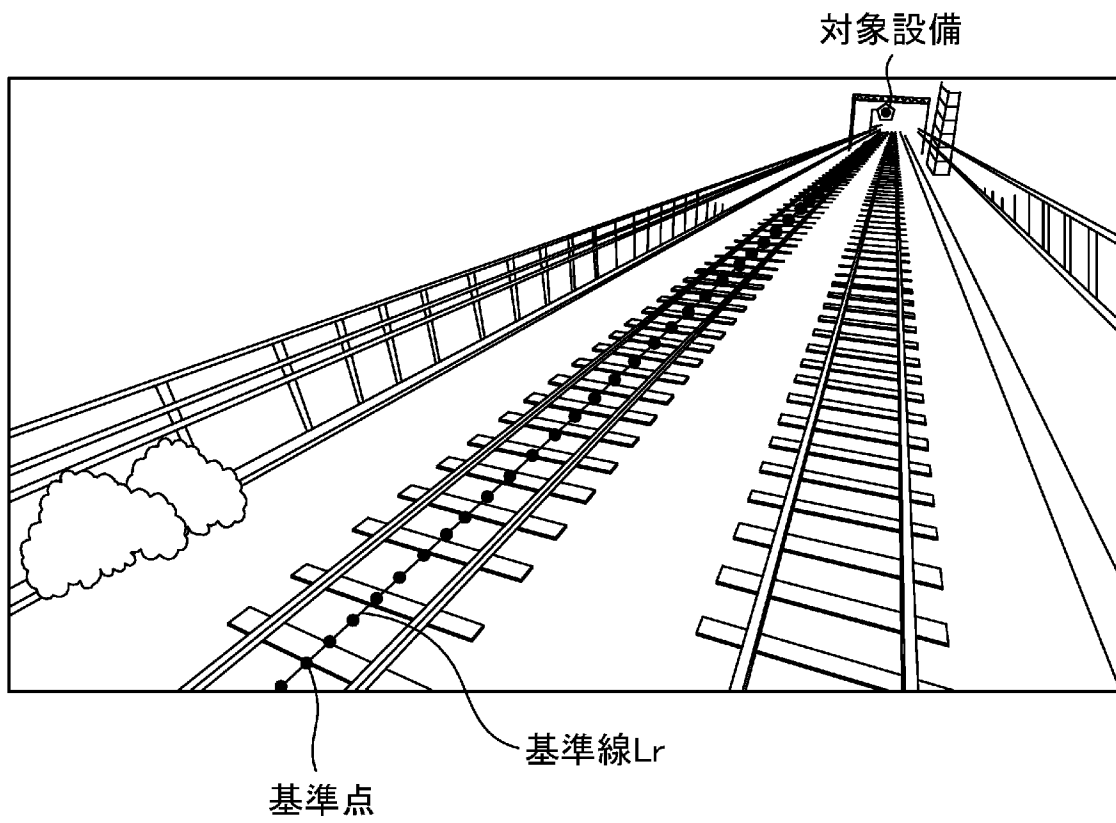
X座標	Y座標	Z座標
X1	Y1	Z1
X2	Y2	Z2
X3	Y3	Z3
⋮	⋮	⋮

[図4]

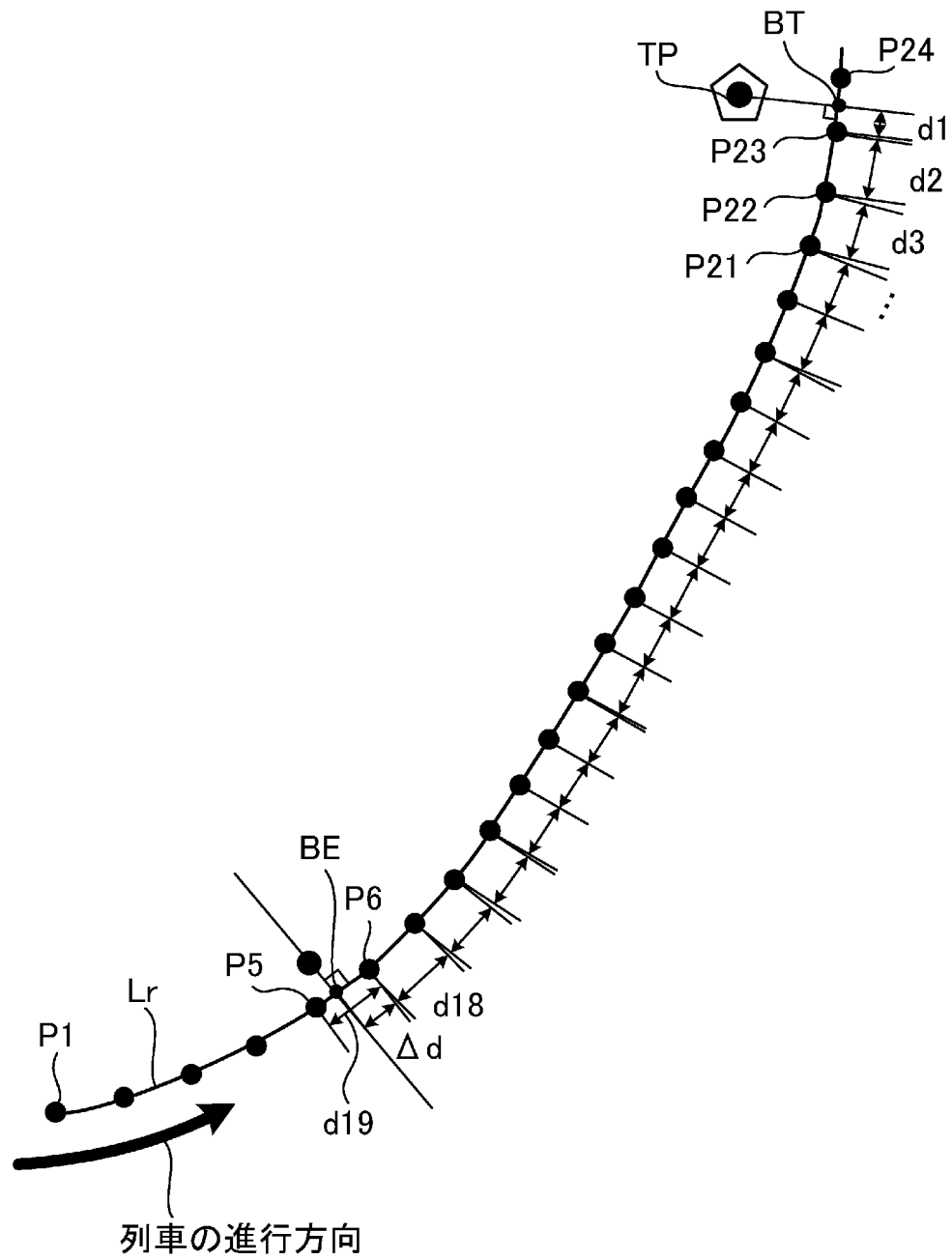
21

X座標	Y座標	Z座標	ロール値	並び順
BX1	BY1	BZ1	R1	1
BX2	BY2	BZ2	R2	2
BX3	BY3	BZ3	R3	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

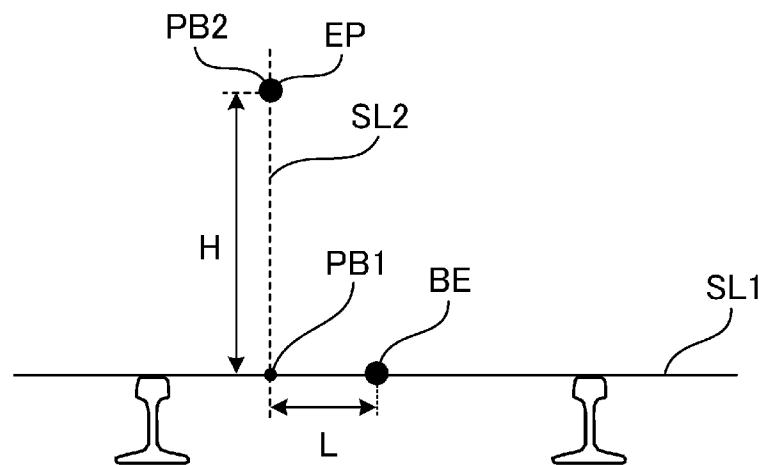
[図5]



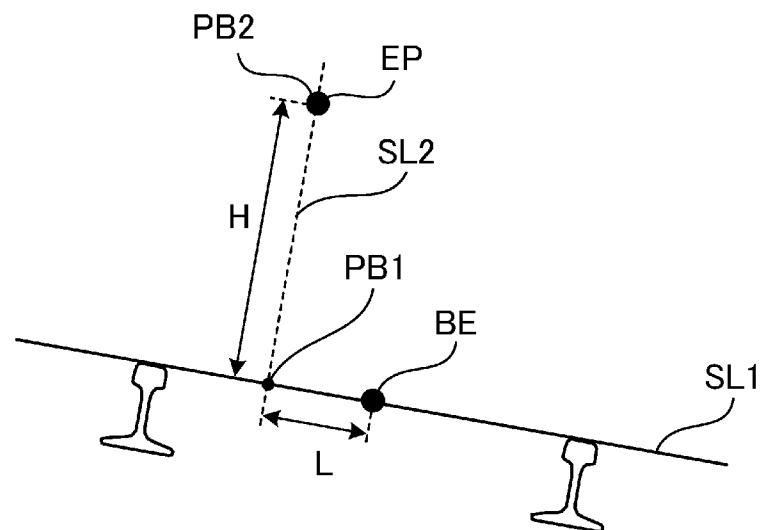
[図6]



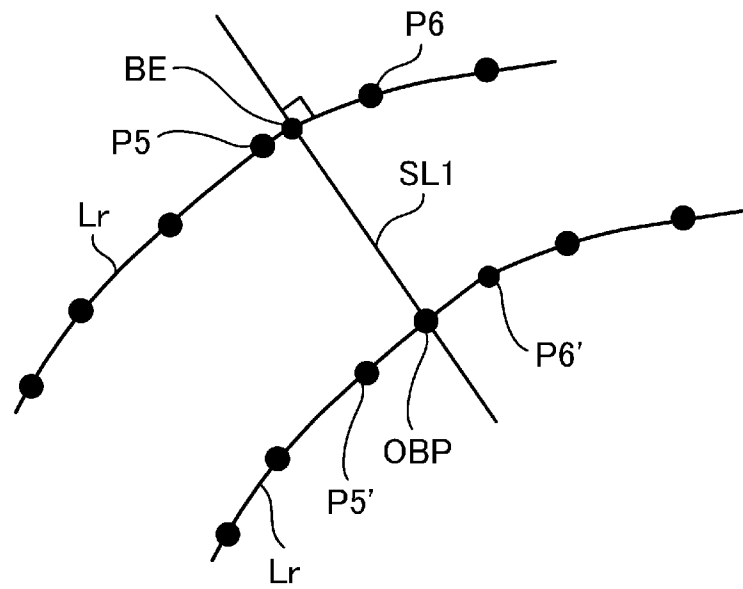
[図7]



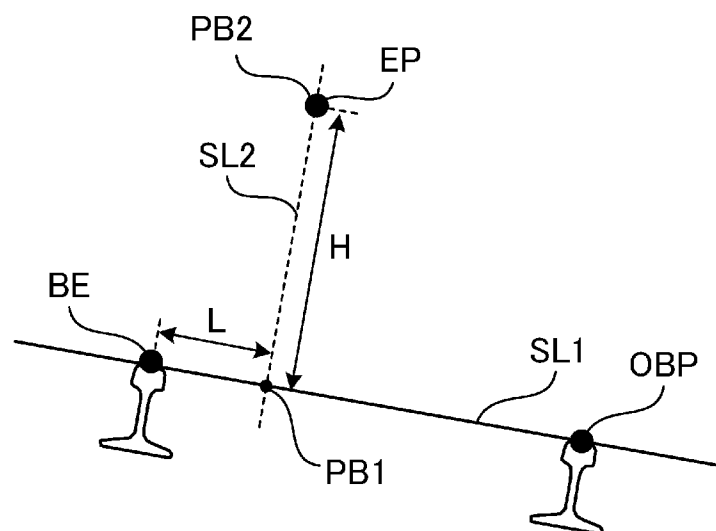
[図8]



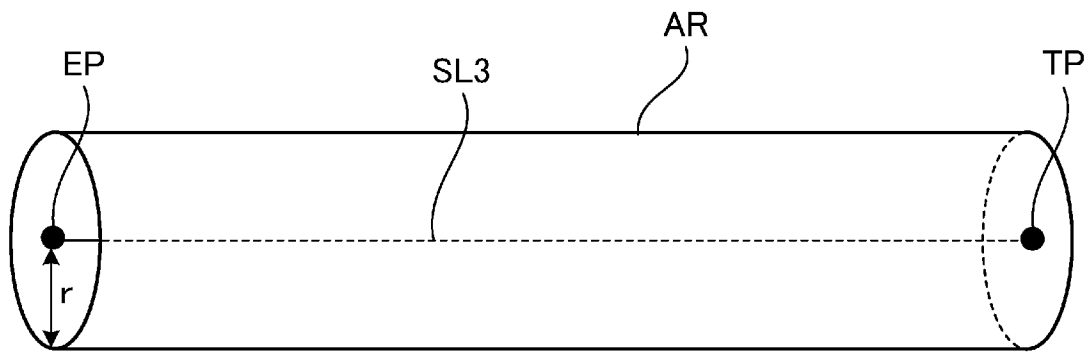
[図9]



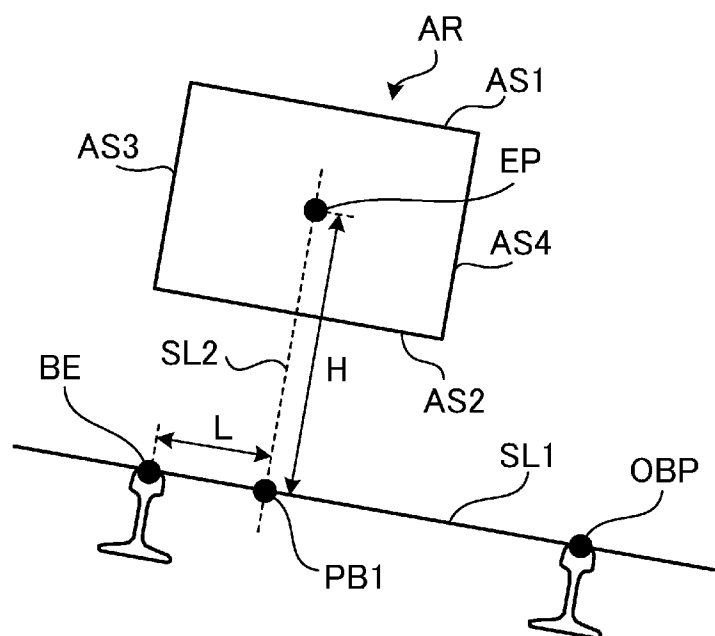
[図10]



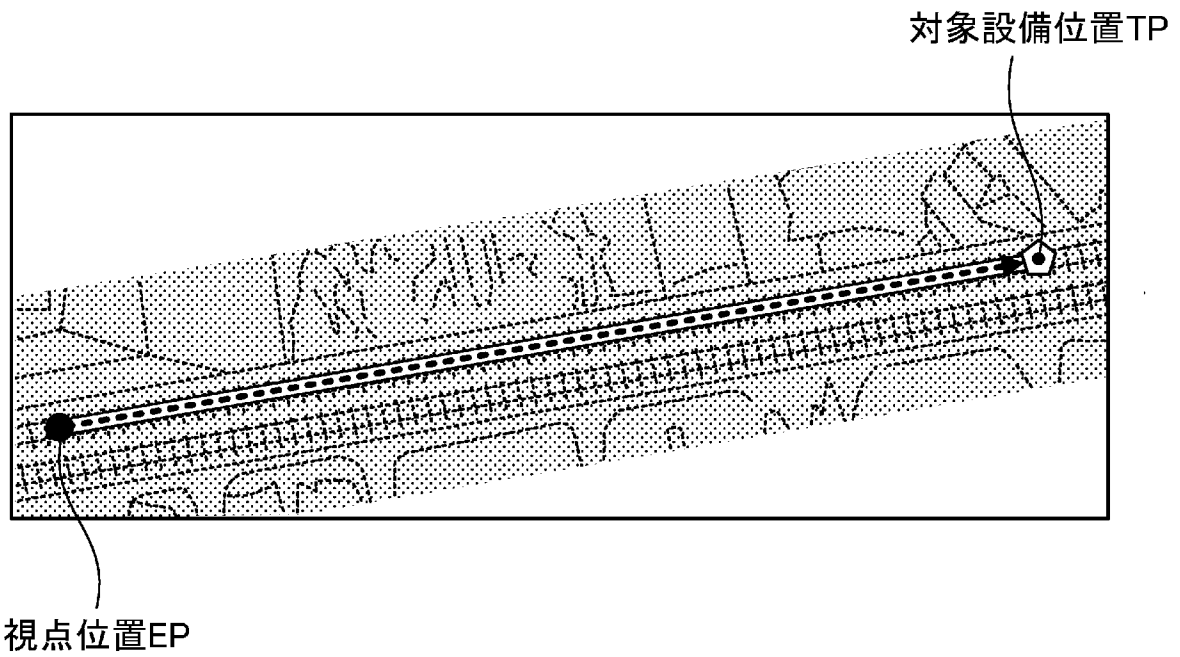
[図11]



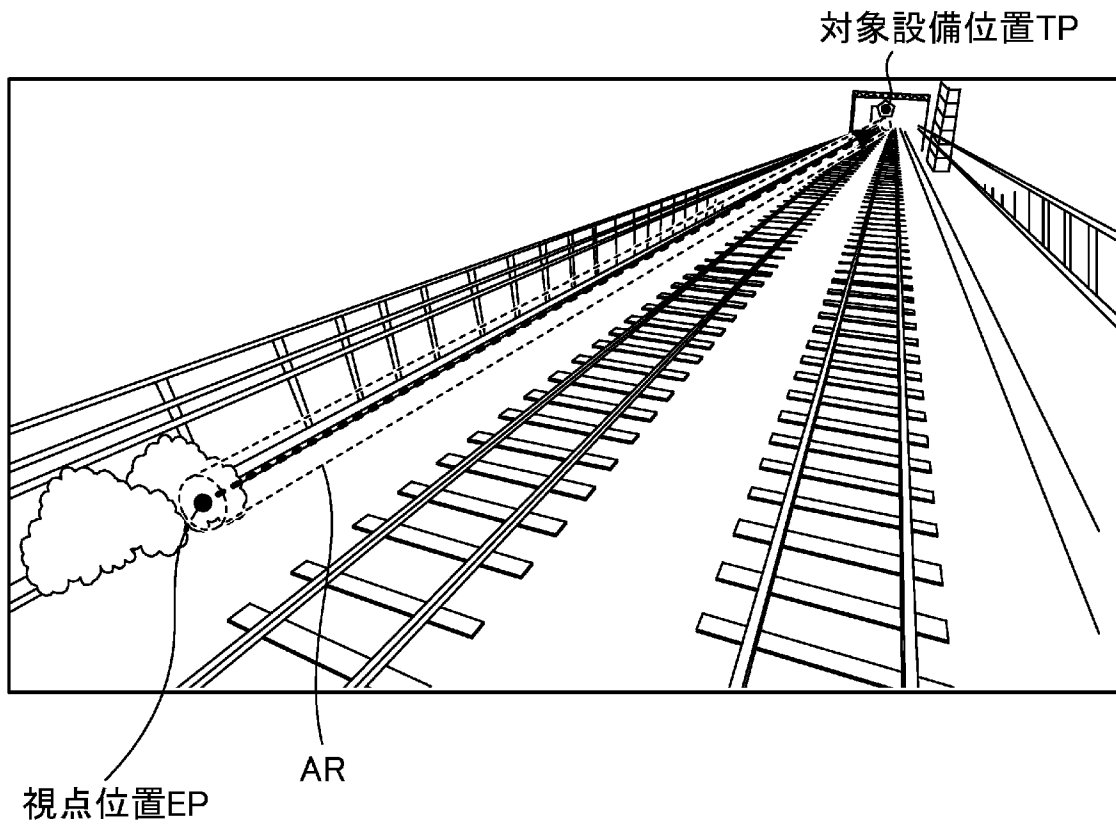
[図12]



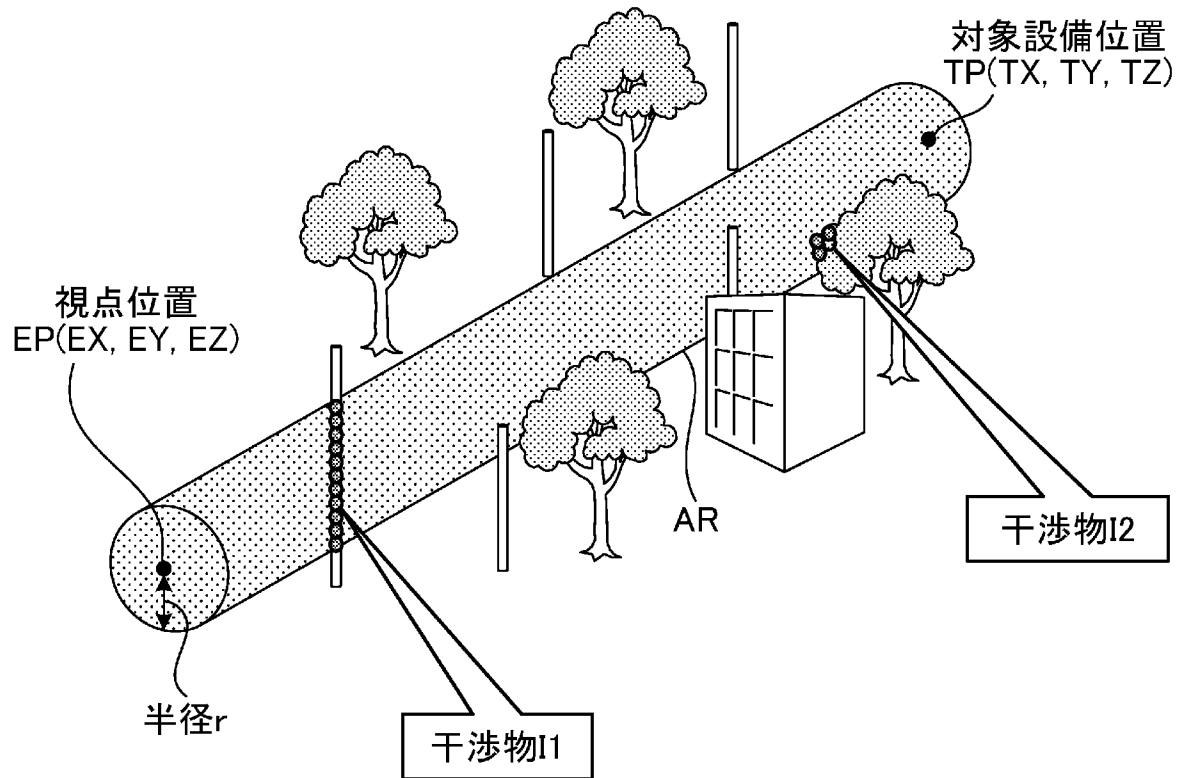
[図13]



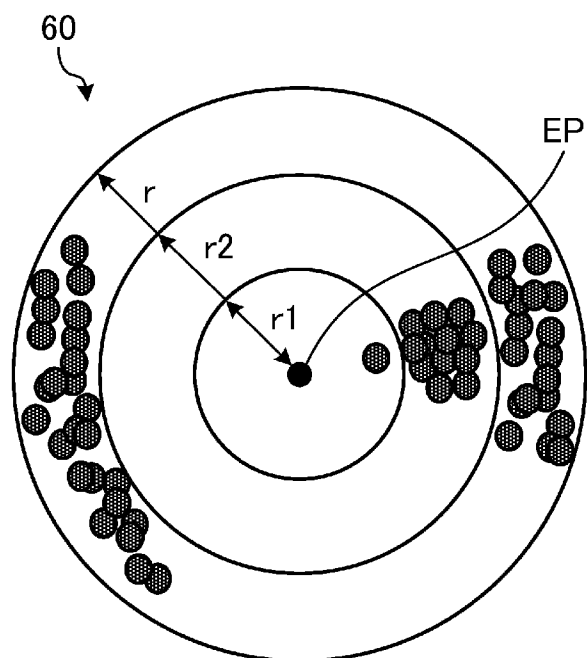
[図14]



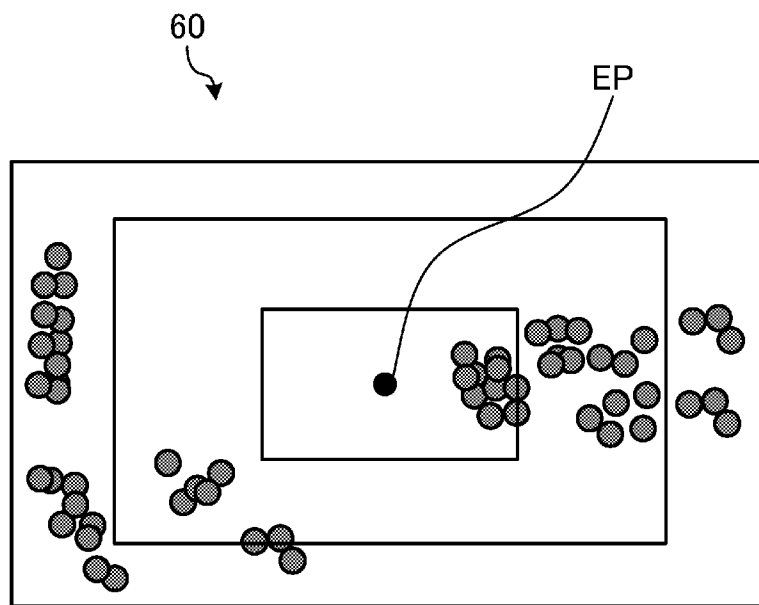
[図15]



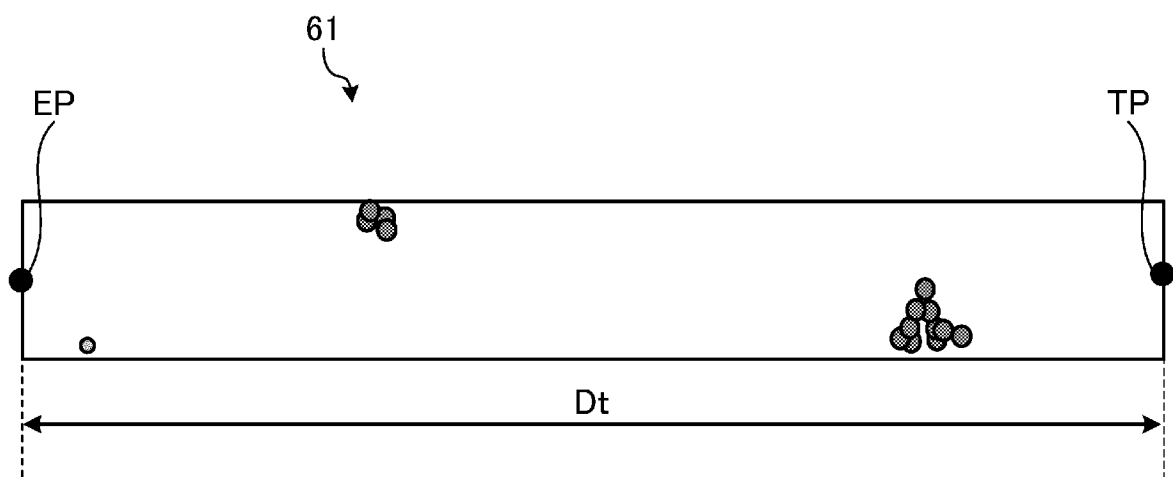
[図16]



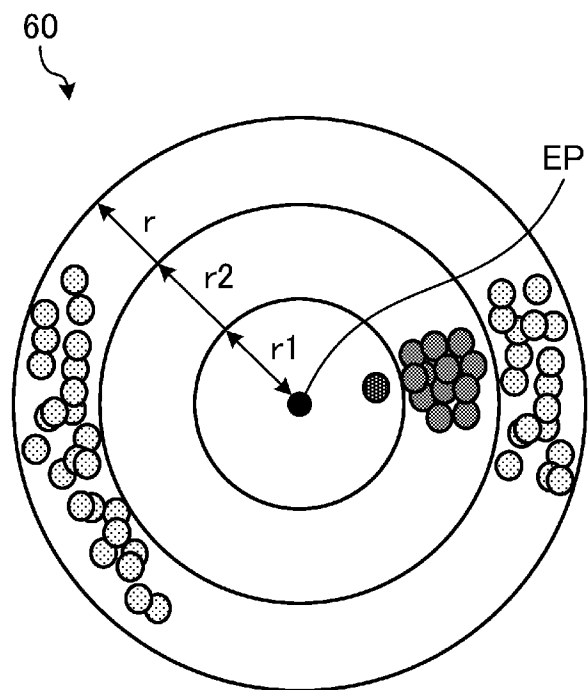
[図17]



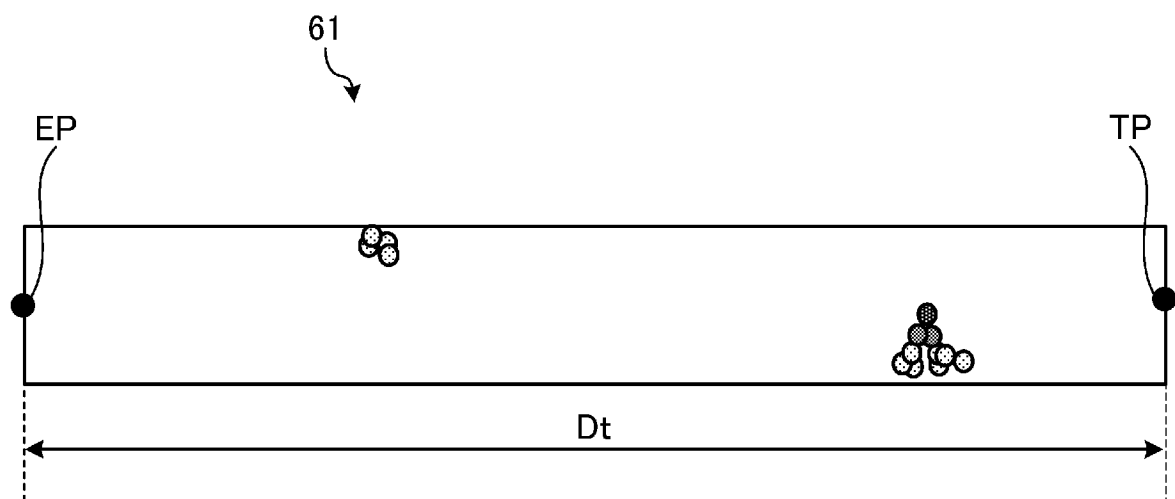
[図18]



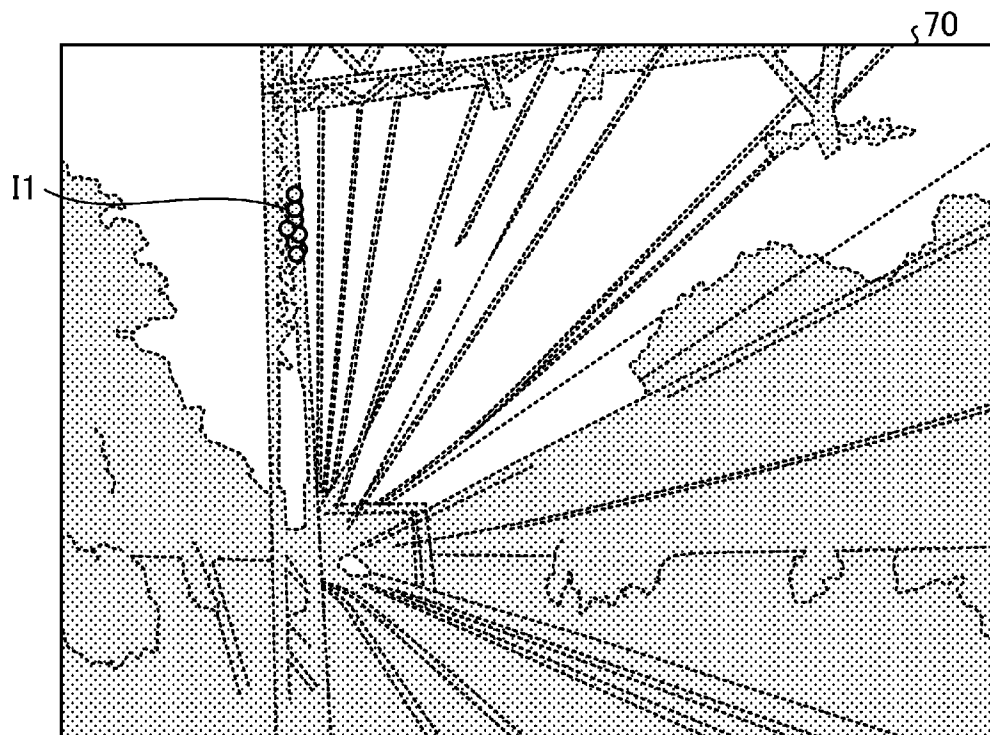
[図19]



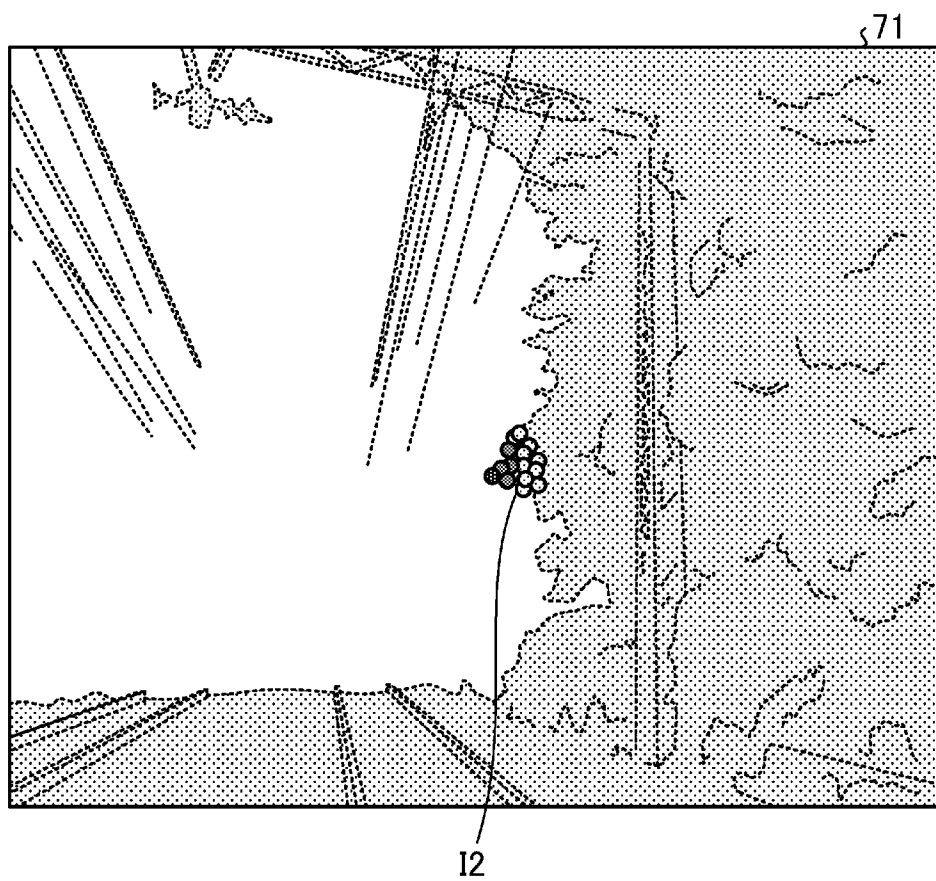
[図20]



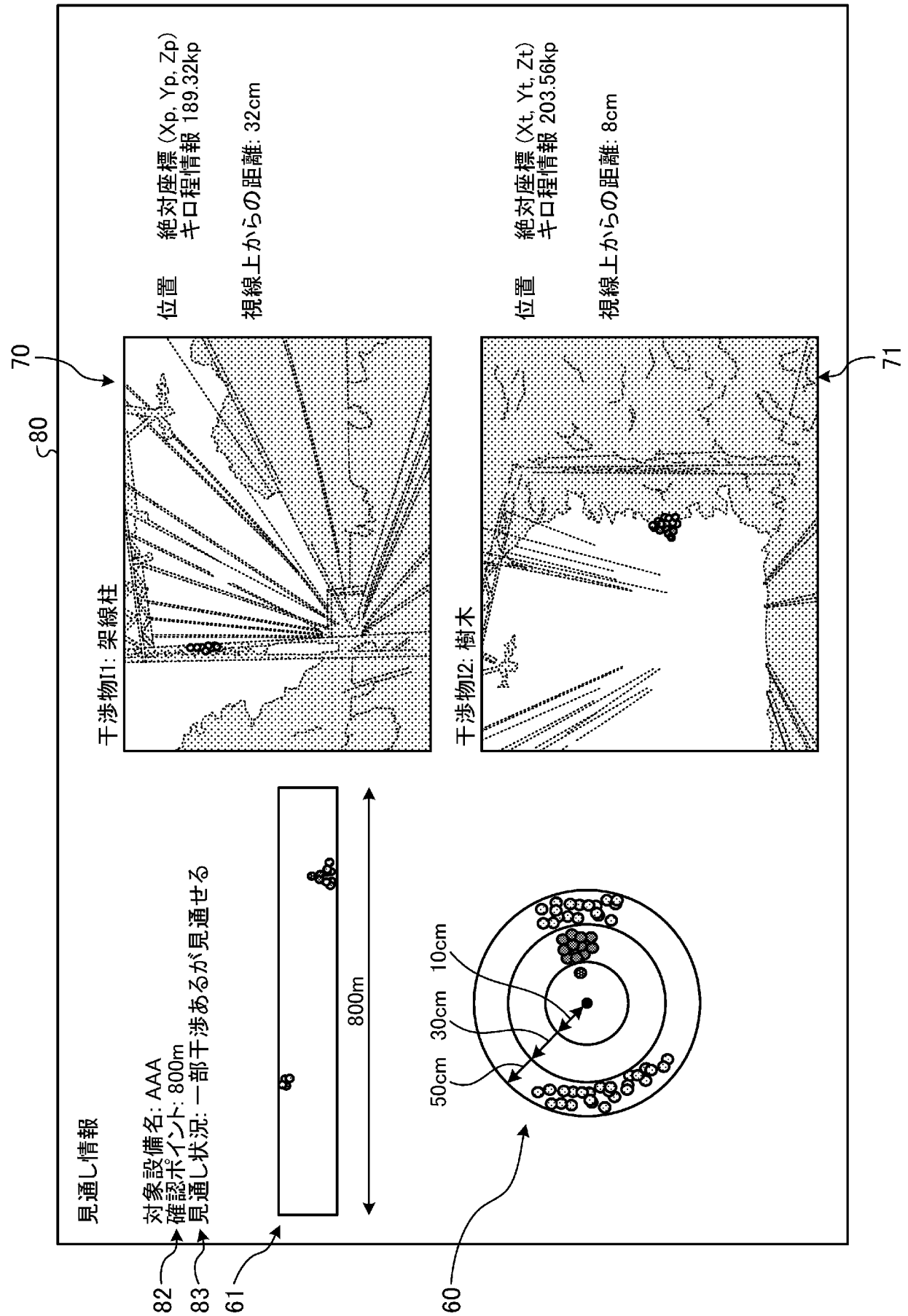
[図21]



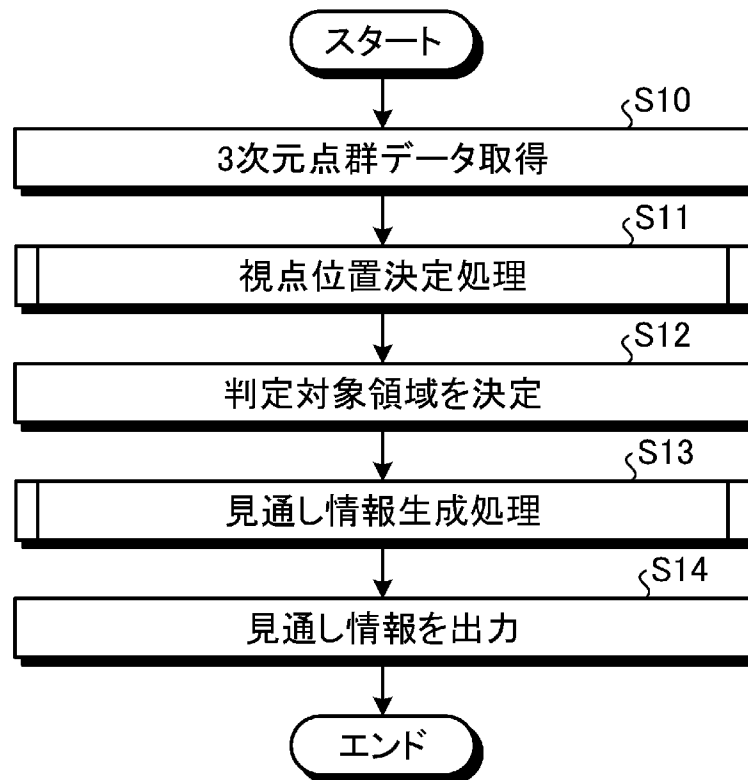
[図22]



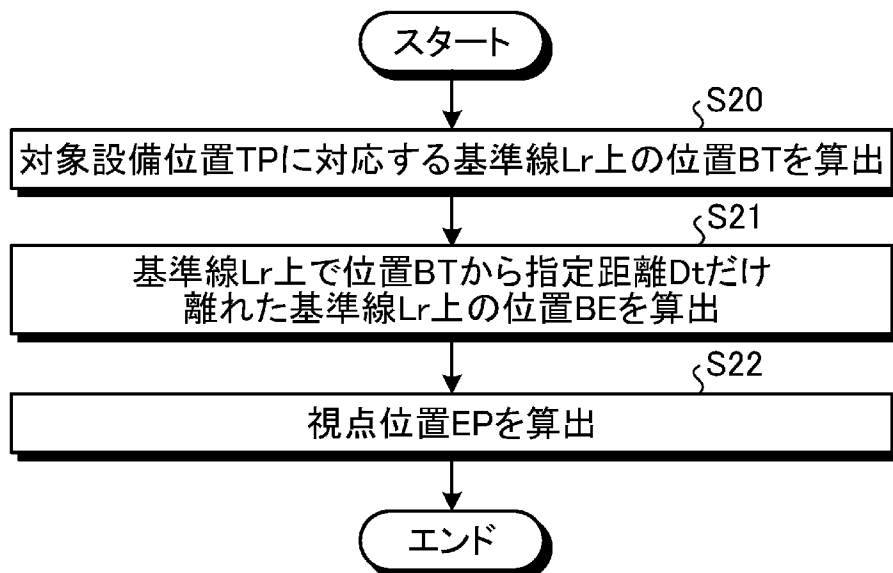
[図23]



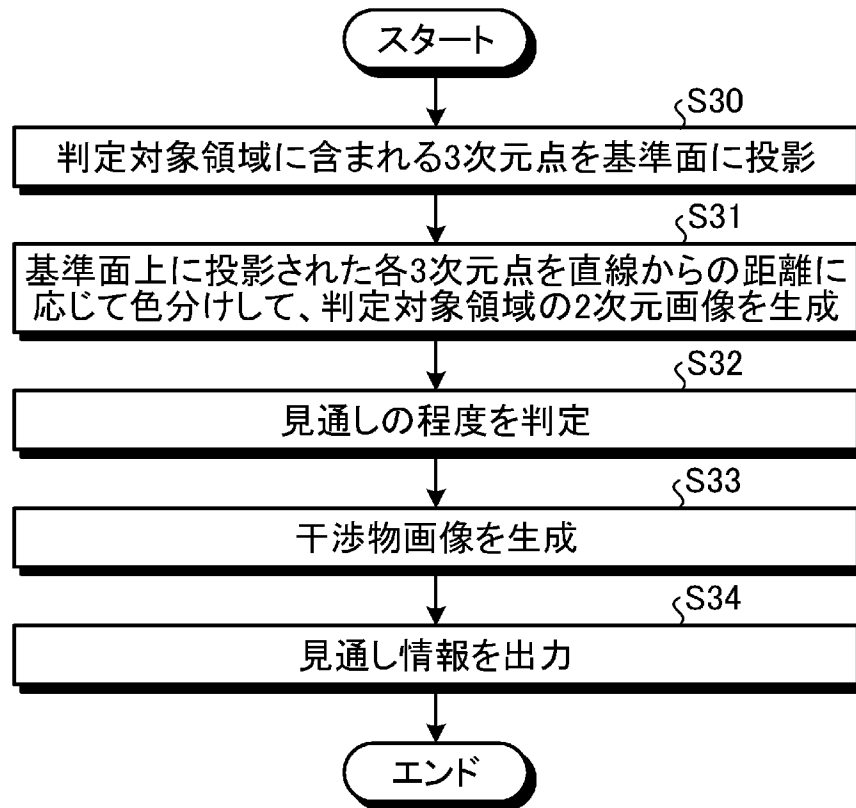
[図24]



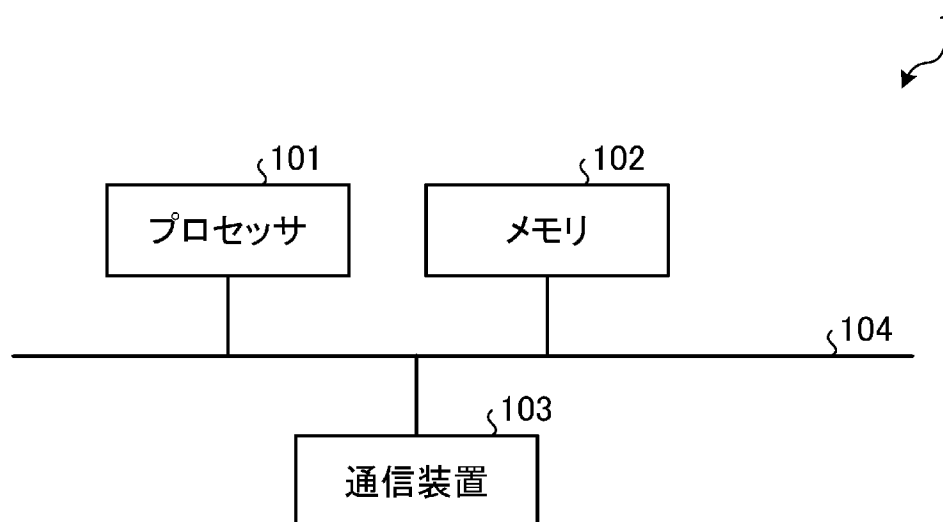
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/044080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B61L 23/04 (2006.01) i

FI: B61L23/04

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)

B61L23/04

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
A	US 2018/0297621 A1 (BAYER CROPSOURCE LP) 18 October 2018 (2018-10-18) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2010-202017 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 16 September 2010 (2010-09-16) entire text, all drawings	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"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

07 January 2021 (07.01.2021)

Date of mailing of the international search report

19 January 2021 (19.01.2021)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/044080

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2018/0297621 A1	18 Oct. 2018	WO 2018/191613 A1 EP 3609766 A1 AU 2018253281 A1 AR 112184 A1 CA 3059970 A1 CN 110662687 A	
JP 2010-202017 A	16 Sep. 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B61L 23/04(2006.01)i FI: B61L23/04														
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）） B61L23/04 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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												
A	US 2018/0297621 A1 (BAYER CROPSCIENCE LP) 18.10.2018 (2018 - 10 - 18) 全文全図	1-14												
A	JP 2010-202017 A (三菱電機株式会社) 16.09.2010 (2010 - 09 - 16) 全文全図	1-14												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 参考文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 参考文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 参考文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.01.2021	国際調査報告の発送日 19.01.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 今井 貞雄 3H 4129 電話番号 03-3581-1101 内線 3316													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/044080

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2018/0297621	A1	18.10.2018	WO	2018/191613	A1	
				EP	3609766	A1	
				AU	2018253281	A1	
				AR	112184	A1	
				CA	3059970	A1	
				CN	110662687	A	
JP	2010-202017	A	16.09.2010	(ファミリーなし)			