(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1月13日(13.01.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/009273 A1

(51) 国際特許分類:
B61L 23/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/026432

(22) 国際出願日： 2020年7月6日(06.07.2020)

(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: 冨田 将司 (**TOMIDA, Masashi**); 〒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). 稲葉 行俊(**INABA, Yukitoshi**); 〒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). 川西 亮輔(**KAWANISHI, Ryosuke**); 〒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).

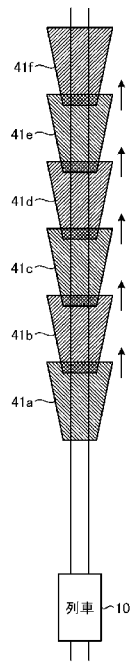
(74) 代理人:高村 順(**TAKAMURA, Jun**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, 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.

(54) **Title:** OBSTACLE DETECTION DEVICE AND OBSTACLE DETECTION METHOD

(54) 発明の名称： 障害物検出装置および障害物検出方法

[図3]



10 Train

(57) **Abstract:** An obstacle detection device (30) mounted on a train (10) comprises: a sensor (31) that monitors a monitoring region and outputs monitoring results; an obstacle detection unit (32) that determines whether or not there is an obstacle in the path of the train (10) on the basis of the monitoring results and outputs the detection results; a monitoring distance determination unit (33) that uses the detection results to determine a monitoring distance from the train (10) to a reference that is in front of the train (10) and monitored by the sensor (31); and a monitoring region determination unit (34) that uses the monitoring distance to determine the monitoring region to be monitored by the sensor (31). When changing the monitoring distance, the monitoring distance determination unit (33) acquires the monitoring region from the monitoring region determination unit (34), and changes the monitoring distance in such a manner that a part of a first monitoring region that has been monitored overlaps with a part of a second monitoring region that is based on the changed monitoring distance so that there is no region not being monitored by the sensor (31)in the path of the train (10).

WO 2022/009273 A1

[続葉有]

(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)）

(57) 要約：列車（１０）に搭載される障害物検出装置（３０）であって、監視領域を監視し、監視結果を出力するセンサ（３１）と、監視結果に基づいて、列車（１０）の進路上の障害物の有無を判定し、検出結果を出力する障害物検出部（３２）と、検出結果を用いて、列車（１０）から列車（１０）の前方であってセンサ（３１）が監視する基準までの監視距離を決定する監視距離決定部（３３）と、監視距離を用いて、センサ（３１）が監視する監視領域を決定する監視領域決定部（３４）と、を備え、監視距離決定部（３３）は、監視距離を変更する場合、監視領域決定部（３４）から監視領域を取得し、列車（１０）の進路上においてセンサ（３１）が監視していない領域が発生しないように、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更する。

明　細　書

発明の名称 ： 障害物検出装置および障害物検出方法

技術分野

[0001] 本開示は、列車に搭載される障害物検出装置および障害物検出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、列車は、カメラ、レーダなどのセンサを備え、進路上に障害物があるか否かを監視している。このような技術が、特許文献１において開示されている。カメラ、レーダなどのセンサは、各機器で設定される焦点などの関係で、列車の進路上の全ての範囲を精度良く監視することは困難である。そのため、列車は、制動距離などを考慮して列車から基準となる距離を決め、基準となる距離に基づいて領域を絞って監視を行うことで、有効な監視を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１９－１８８８４６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記従来の技術によれば、センサの視野を妨害する何らかの原因で障害物の検出ができない場合、列車は、監視処理を障害物の検出が可能な距離に変更する必要がある。センサの視野を妨害する何らかの原因とは、例えば、霧、暴風雨などの天候条件であり、線路周辺の建物、自然物などの遮蔽物の存在である。この場合、列車は、監視距離を変更することによって、列車の進路上において監視していない領域が発生する可能性があり、進路上の障害物を見落としてしまうおそれがある、という問題があった。

[0005] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、列車の進路上の障害物を見落とすことなく監視距離を変更可能な障害物検出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

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示は、列車に搭載される障害物検出装置である。障害物検出装置は、監視領域を監視し、監視結果を出力するセンサと、監視結果に基づいて、列車の進路上の障害物の有無を判定し、検出結果を出力する障害物検出部と、検出結果を用いて、列車から列車の前方であってセンサが監視する基準までの監視距離を決定する監視距離決定部と、監視距離を用いて、センサが監視する監視領域を決定する監視領域決定部と、を備える。監視距離決定部は、監視距離を変更する場合、監視領域決定部から監視領域を取得し、列車の進路上においてセンサが監視していない領域が発生しないように、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更する、ことを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、障害物検出装置は、列車の進路上の障害物を見落とすことなく監視距離を変更できる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１に係る障害物検出装置を備える列車の構成例を示す図

[図2]実施の形態１に係る障害物検出装置が監視領域を監視した場合において列車と監視領域との間に障害物が存在した状態の例を示す図

[図3]実施の形態１に係る障害物検出装置が監視距離を変更したときの監視領域の変化のイメージを示す図

[図4]実施の形態１に係る障害物検出装置の動作を示すフローチャート

[図5]実施の形態１に係る障害物検出装置が備える処理回路をプロセッサおよびメモリで構成する場合の例を示す図

[図6]実施の形態１に係る障害物検出装置が備える処理回路を専用のハードウェアで構成する場合の例を示す図

[図7]実施の形態２に係る障害物検出装置を備える列車の構成例を示す図

[図8]実施の形態２に係る障害物検出装置の監視距離決定部が遮蔽物の存在によって監視距離を短くしている状態を示す図

[図9]実施の形態２に係る障害物検出装置の監視距離決定部が遮蔽物が存在しなくなったことによって監視距離を元に戻すときの監視距離の変化のイメージを示す図

[図10]実施の形態２に係る障害物検出装置の動作を示すフローチャート

[図11]実施の形態３に係る障害物検出装置を備える列車の構成例を示す図

[図12]実施の形態３に係る障害物検出装置の監視距離決定部において障害物がないときに決定された監視距離に基づく監視領域と列車との位置関係を示す図

[図13]実施の形態３に係る障害物検出装置の監視距離決定部において障害物追跡時に決定された監視距離に基づく監視領域と列車との位置関係を示す図

[図14]実施の形態３に係る障害物検出装置の動作を示すフローチャート

[図15]実施の形態４に係る障害物検出装置を備える列車の構成例を示す図

[図16]実施の形態４に係る障害物検出装置の動作を示すフローチャート

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の実施の形態に係る障害物検出装置および障害物検出方法を図面に基づいて詳細に説明する。

[0010] 実施の形態１．

図１は、実施の形態１に係る障害物検出装置３０を備える列車１０の構成例を示す図である。列車１０は、列車制御装置２０と、障害物検出装置３０と、を備える。列車１０は、運用中、障害物検出装置３０を用いて進路上に障害物があるか否かを監視する。

[0011] 列車制御装置２０は、列車１０の走行を制御する。具体的には、列車制御装置２０は、地上に設置された図示しない地上子、列車１０に搭載された図示しない車上子および速度発電機などを用いて、列車１０の位置および速度を検出する。列車制御装置２０は、検出した列車１０の位置を示す列車位置情報、および検出した列車１０の速度を示す列車速度情報を障害物検出装置

３０に出力する。列車制御装置２０における列車１０の位置検出方法は、従来同様の一般的なものである。また、列車制御装置２０は、後述する障害物検出部３２から障害物を検出した旨の検出結果を取得した場合、列車１０を停止または減速させる制御を行う。

[0012] 障害物検出装置３０は、列車１０に搭載され、列車１０の進路上に障害物があるか否かを監視する。障害物検出装置３０の構成について説明する。図１に示すように、障害物検出装置３０は、センサ３１と、障害物検出部３２と、監視距離決定部３３と、監視領域決定部３４と、を備える。

[0013] センサ３１は、後述する監視領域決定部３４から取得した監視領域において監視を行い、物体を検出する。物体には、列車１０の進路上で列車１０の走行の障害となる障害物が含まれる。障害物とは、例えば、踏切の遮断中に線路内に入り込んだ自動車または人、崖からの落石、駅のホームから転落した乗客、踏切で取り残された車椅子などである。センサ３１は、これらの障害物を検出可能な計測器であり、例えば、２つ以上のカメラを備えたステレオカメラ、ＬｉＤＡＲ（Light Detection And Ranging）、ＲＡＤＡＲ（Radio Detection And Ranging）などである。センサ３１は、２つ以上の計測器を備える構成であってもよい。

[0014] センサ３１は、監視領域を監視して得られた結果である監視結果を障害物検出部３２に出力する。監視結果は、センサ３１が監視領域を監視した結果であり、例えば、２次元画像、３次元画像などである。センサ３１は、列車１０の先頭車両に搭載される。列車１０が複数の車両で構成される場合、進行方向に応じて先頭車両が変更になるため、センサ３１は両端の車両に搭載される。例えば、列車１０が１号車から１０号車で構成される１０両編成の場合、進行方向に応じて１号車または１０号車が先頭車両となる。この場合、センサ３１は、列車１０の１号車および１０号車に設置される。障害物検出装置３０は、列車１０の進行方向の先頭車両に設置されたセンサ３１を使用する。

[0015] 障害物検出部３２は、センサ３１から取得した監視結果に基づいて、列車

１０の進路上の障害物の有無を判定する。障害物検出部３２は、監視結果において障害物の有無、すなわち障害物が検出されたか否かを示す検出結果を、列車制御装置２０および監視距離決定部３３に出力する。検出結果は、単に障害物が検出されたか否かを示す情報のみであってもよいし、障害物が検出された場合には障害物の位置の情報を含めてもよい。ここで、センサ３１は、列車１０から監視領域までの列車１０の進路上を監視している。列車１０と監視領域との間に障害物があった場合、監視結果には、鮮明ではないが、障害物が存在することを示す情報が含まれる可能性がある。そのため、障害物検出部３２は、監視領域以外の領域に障害物が存在する可能性があることを示す情報を検出結果として、列車制御装置２０および監視距離決定部３３に出力してもよい。

[0016] 監視距離決定部３３は、障害物検出部３２から取得した検出結果を用いて、列車１０から列車１０の前方であってセンサ３１が監視する基準までの監視距離を決定する。監視距離決定部３３は、取得した検出結果が、障害物が検出されていないことを示すものであった場合、センサ３１の性能、列車１０の速度などによって規定された監視距離に決定する。監視距離決定部３３は、取得した検出結果が、障害物が検出されたことを示すものであった場合、障害物の位置などによって算出した監視距離に決定する。監視距離決定部３３は、決定した監視距離を監視領域決定部３４に出力する。監視距離決定部３３は、列車制御装置２０から取得した列車位置情報、列車速度情報などを用いて、監視距離を決定してもよい。また、監視距離決定部３３は、決定した監視距離、列車１０の制動距離などに基づいて、列車制御装置２０とともに、列車１０において推奨される速度である推奨列車速度を算出する。

[0017] 監視領域決定部３４は、監視距離決定部３３から取得した監視距離を用いて、センサ３１が監視する監視領域を決定する。監視領域決定部３４は、例えば、監視距離に対して列車１０の進行方向の前後方向に規定された第１の距離を付加し、監視距離に対して列車１０の進行方向とは垂直な方向である列車１０の左右方向に規定された第２の距離を付加し、付加した範囲で示さ

れる領域を監視領域として決定する。監視領域決定部３４は、監視距離決定部３３を介して列車制御装置２０から列車位置情報および列車速度情報を取得し、列車位置情報、列車速度情報などを用いて、第１の距離および第２の距離を変化させてもよい。また、監視領域決定部３４は、監視領域の高さ方向について範囲を設定してもよい。監視領域の形状および範囲は、列車１０に近い側および列車１０から遠い側で同じであってもよいし、異なっていてもよい。監視領域決定部３４は、決定した監視領域をセンサ３１に出力する。

[0018] つづいて、障害物検出装置３０の動作について説明する。本実施の形態において、監視距離決定部３３は、障害物検出部３２から取得した検出結果などによって監視距離を変更する場合、監視領域決定部３４から監視領域を取得する。監視距離決定部３３は、列車１０の進路上においてセンサ３１が監視していない領域が発生しないように、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更する。監視距離決定部３３は、例えば、障害物検出部３２から監視領域以外の領域に障害物が存在する可能性があることを示す検出結果を取得した場合、障害物が存在するか否かを確認するため、現在の監視距離より手前、すなわち短くなるように監視距離を決定する。

[0019] 監視距離決定部３３は、監視距離を短くした後、障害物が移動したことなどによって列車１０の進路上から障害物がなくなった場合、監視距離を元の監視距離に戻す。このとき、監視距離決定部３３は、急激に監視距離を変更すると、列車１０の進路上においてセンサ３１が監視していない領域が発生する可能性がある。そのため、監視距離決定部３３は、列車１０の進路上においてセンサ３１が監視していない領域が発生しないように、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更する。なお、監視距離決定部３３は、監視領域決定部３４で決定される監視領域について、前回の監視距離を用いて決定された監視領域の大きさ、および変更後の最新の監視距離を用いて決定される

監視領域の大きさが同一であることを想定している。そのため、監視領域決定部３４は、監視距離決定部３３から取得した前回の監視距離と最新の監視距離とが異なる場合、最新の監視距離を用いて決定する監視領域の大きさが、前回の監視距離を用いて決定した監視領域の大きさと同一になるように、監視領域を決定する。

[0020] 図２は、実施の形態１に係る障害物検出装置３０が監視領域を監視した場合において列車１０と監視領域との間に障害物５０が存在した状態の例を示す図である。図２は、障害物検出装置３０が、検出した物体が障害物５０の可能性があるとして監視距離を短くし、監視領域を監視領域４０から監視領域４１に変更した状態を示している。図３は、実施の形態１に係る障害物検出装置３０が監視距離を変更したときの監視領域の変化のイメージを示す図である。図３は、障害物検出装置３０が、障害物５０がいなくなったことによって監視距離を変更し、監視領域を監視領域４１ａから監視領域４１ｂ、監視領域４１ｃ、監視領域４１ｄ、監視領域４１ｅ、監視領域４１ｆの順に変更している状態を示している。図３において、監視領域４１ａ，４１ｂの関係は、監視領域４１ａが第１の監視領域となり、監視領域４１ｂが第２の監視領域となる。他の隣接する監視領域同士も同様である。なお、図２および図３において、列車１０の進行方向は図の下側から上側に向かう方向である。このように、障害物検出装置３０において、監視距離決定部３３は、列車１０の進路上においてセンサ３１が監視していない領域が発生しないように監視距離を変更する。

[0021] なお、監視距離決定部３３が監視距離を変更する具体例として、列車１０と監視領域との間に障害物が存在した場合について説明したが、これに限定されない。例えば、前述のように、監視領域は、列車１０の進行方向のみではなく、列車１０の左右方向も含まれる。この場合、センサ３１で検出される物体には、列車１０の進路の沿線にある信号機、建物などの構造物、および列車１０の進路の沿線にある樹木、崖などの自然物である沿線地物が含まれる。障害物検出部３２は、センサ３１から取得した監視結果に基づいて、

監視領域以外において、障害物または沿線地物を特定できなくても何らかの物体が存在すると判定した場合、監視領域以外の領域に障害物または沿線地物が存在する可能性があることを示す情報を検出結果として、列車制御装置２０および監視距離決定部３３に出力してもよい。監視距離決定部３３は、障害物検出部３２から監視領域以外の領域に障害物または沿線地物が存在する可能性があることを示す検出結果を取得した場合、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更してもよい。

[0022] 本実施の形態の障害物検出装置３０の動作を、フローチャートを用いて説明する。図４は、実施の形態１に係る障害物検出装置３０の動作を示すフローチャートである。列車１０が起動すると、障害物検出装置３０において、監視距離決定部３３は、監視距離を仮決定する（ステップＳ１０１）。監視距離決定部３３は、例えば、あらかじめ規定された監視距離に仮決定する。監視距離決定部３３は、仮決定した監視距離を監視領域決定部３４に出力する。監視領域決定部３４は、仮決定された監視距離を用いて、監視領域を仮決定する（ステップＳ１０２）。監視領域決定部３４は、例えば、仮決定された監視距離にあらかじめ規定された距離を付加して、監視領域を仮決定する。監視領域決定部３４は、仮決定した監視領域をセンサ３１に出力する。

[0023] センサ３１は、監視領域決定部３４から取得した監視領域で監視を行う（ステップＳ１０３）。列車１０の起動直後、センサ３１は、監視領域決定部３４から前述の手法に基づく監視領域を取得できない。そのため、センサ３１は、列車１０の起動直後は、仮決定された監視領域で監視を行う。センサ３１は、監視結果を障害物検出部３２に出力する。障害物検出部３２は、センサ３１から取得した監視結果に基づいて、障害物の有無を判定する（ステップＳ１０４）。障害物があった場合（ステップＳ１０４：Ｙｅｓ）、障害物検出部３２は、障害物が検出されたことを示す検出結果を列車制御装置２０および監視距離決定部３３に出力する（ステップＳ１０５）。障害物がなかった場合（ステップＳ１０４：Ｎｏ）、障害物検出部３２は、障害物が検

出されなかったことを示す検出結果を列車制御装置２０および監視距離決定部３３に出力する（ステップＳ１０６）。

[0024] 監視距離決定部３３は、障害物検出部３２から取得した検出結果を用いて、監視距離を決定する（ステップＳ１０７）。監視距離決定部３３は、決定した監視距離を監視領域決定部３４に出力する。また、監視距離決定部３３は、障害物検出部３２から取得した検出結果を用いて、列車制御装置２０とともに列車１０の推奨列車速度を算出する（ステップＳ１０８）。なお、監視距離決定部３３は、ステップＳ１０７およびステップＳ１０８の動作について、順番を入れ替えてもよいし、並行して行ってもよい。監視領域決定部３４は、監視距離決定部３３から取得した監視距離を用いて、監視領域を決定する（ステップＳ１０９）。監視領域決定部３４は、決定した監視領域をセンサ３１に出力する。

[0025] 障害物検出装置３０は、列車１０の運用が終了したか否かを判定する（ステップＳ１１０）。列車１０の運用が終了していない場合（ステップＳ１１０：Ｎｏ）、障害物検出装置３０は、ステップＳ１０３に戻って前述の動作を繰り返す。列車１０の運用が終了した場合（ステップＳ１１０：Ｙｅｓ）、障害物検出装置３０は、動作を終了する。

[0026] つづいて、障害物検出装置３０のハードウェア構成について説明する。障害物検出装置３０において、センサ３１は前述のようにステレオカメラ、ＬＩＤＡＲなどの計測器である。障害物検出部３２、監視距離決定部３３、および監視領域決定部３４は、処理回路により実現される。処理回路は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサおよびメモリであってもよいし、専用のハードウェアであってもよい。

[0027] 図５は、実施の形態１に係る障害物検出装置３０が備える処理回路をプロセッサおよびメモリで構成する場合の例を示す図である。処理回路がプロセッサ９１およびメモリ９２で構成される場合、障害物検出装置３０の処理回路の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファーム

ウェアはプログラムとして記述され、メモリ９２に格納される。処理回路では、メモリ９２に記憶されたプログラムをプロセッサ９１が読み出して実行することにより、各機能を実現する。すなわち、処理回路は、障害物検出装置３０の処理が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ９２を備える。また、これらのプログラムは、障害物検出装置３０の手順および方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。

[0028] ここで、プロセッサ９１は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、またはＤＳＰ（Digital Signal Processor）などであってもよい。また、メモリ９２には、例えば、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、フラッシュメモリ、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable ＲＯＭ）、ＥＥＰＲＯＭ（登録商標）（Electrically ＥＰＲＯＭ）などの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、またはＤＶＤ（Digital Versatile Disc）などが該当する。

[0029] 図６は、実施の形態１に係る障害物検出装置３０が備える処理回路を専用のハードウェアで構成する場合の例を示す図である。処理回路が専用のハードウェアで構成される場合、図６に示す処理回路９３は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、またはこれらを組み合わせたものが該当する。障害物検出装置３０の各機能を機能別に処理回路９３で実現してもよいし、各機能をまとめて処理回路９３で実現してもよい。

[0030] なお、障害物検出装置３０の各機能について、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。このように、処理回路は、専用のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。

[0031] 以上説明したように、本実施の形態によれば、障害物検出装置３０において、監視距離決定部３３は、障害物検出部３２から取得した検出結果を用いて、監視距離を変更する場合、監視領域決定部３４から監視領域を取得し、列車１０の進路上においてセンサ３１が監視していない領域が発生しないように、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更する。これにより、障害物検出装置３０は、列車１０の進路上の障害物を見落とすことなく、監視距離を変更することができる。

[0032] 実施の形態２.

実施の形態２では、障害物検出装置は、現在の監視条件におけるセンサ３１の監視可能な領域を考慮して、監視距離を決定する。

[0033] 図７は、実施の形態２に係る障害物検出装置３０ａを備える列車１０ａの構成例を示す図である。列車１０ａは、列車制御装置２０と、障害物検出装置３０ａと、を備える。列車１０ａは、運用中、障害物検出装置３０ａを用いて進路上に障害物があるか否かを監視する。障害物検出装置３０ａは、列車１０ａに搭載され、列車１０ａの進路上に障害物があるか否かを監視する。障害物検出装置３０ａは、センサ３１と、障害物検出部３２と、監視距離決定部３３ａと、監視領域決定部３４と、監視可能領域判定部３５と、を備える。監視可能領域判定部３５は、非遮蔽領域判定部３６と、監視可能距離判定部３７と、を備える。

[0034] 非遮蔽領域判定部３６は、障害物以外の物体であって列車１０ａの進路以外の位置でセンサ３１の監視を妨げる遮蔽物による監視妨害を受けない非遮蔽領域を判定する。遮蔽物とは、例えば、列車１０ａの進路の沿線にある構造物、列車１０ａの進路の沿線にある自然物などの沿線地物である。非遮蔽領域判定部３６は、例えば、沿線地物の３Ｄ地図情報を保持し、３Ｄ地図情報、および列車制御装置２０または監視距離決定部３３ａから取得した列車１０ａの列車位置情報を用いて、非遮蔽領域を判定する。また、非遮蔽領域判定部３６は、センサ３１がレーザセンサなどでレーザの反射波を利用する

計測器の場合、レーザからの反射波の有無によって非遮蔽領域を判定してもよい。非遮蔽領域判定部３６は、例えば、センサ３１が監視領域を監視した監視結果において、レーザの反射波が戻ってこなかった領域には物体がないとして、非遮蔽領域とみなすことができる。また、非遮蔽領域判定部３６は、センサ３１がステレオカメラの場合には視差マップを作成して距離を割り出して、非遮蔽領域を判定してもよい。また、非遮蔽領域判定部３６は、列車１０ａの進路の前方に柱状の遮蔽物が複数存在する場合、部分的に遮蔽物より遠方が見えても監視状態は不安定なため、遮蔽されていない領域に内接する最大の凸包を生成し、生成した凸包を非遮蔽領域としてもよい。

[0035] 監視可能距離判定部３７は、現在の監視条件におけるセンサ３１による監視可能な距離である監視可能距離を判定する。センサ３１は、前述のようにステレオカメラ、ＬＩＤＡＲなどの計測器である場合、天候条件、例えば、霧、暴風雨などによって監視可能な距離が影響を受ける。そのため、監視可能距離判定部３７は、センサ３１から取得した監視結果に基づいて、監視可能距離を判定する。監視可能距離判定部３７は、例えば、監視結果において列車１０ａの進路の沿線にある架線柱が検出できた場合、架線柱同士の平均的な間隔から、検出できた架線柱の数によって監視可能距離を推定することができる。また、監視可能距離判定部３７は、図示しない外部のネットワークなどから列車１０ａが走行する地域の気象情報などを取得して、監視可能距離の判定に利用してもよい。

[0036] 監視可能領域判定部３５は、非遮蔽領域判定部３６で判定された非遮蔽領域、および監視可能距離判定部３７で判定された監視可能距離に基づいて、現在の監視条件におけるセンサ３１の監視可能領域を判定する。監視可能領域判定部３５は、判定した監視可能領域を監視距離決定部３３ａに出力する。

[0037] 監視距離決定部３３ａは、監視可能領域判定部３５で判定された監視可能領域の範囲内で監視距離を決定する。監視距離決定部３３ａは、例えば、監視可能領域判定部３５で判定された、前回の監視条件におけるセンサ３１の

監視可能領域と、現在の監視条件におけるセンサ３１の監視可能領域とが異なる場合、第１の監視領域の一部と第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更する。

[0038] 図８は、実施の形態２に係る障害物検出装置３０ａの監視距離決定部３３ａが遮蔽物の存在によって監視距離を短くしている状態を示す図である。図８は、障害物検出装置３０ａが、遮蔽物であるトンネル６０によって監視可能領域が監視可能領域６１ａで示すように狭くなっている場合に、監視領域を監視領域４０から監視領域４１に変更した状態を示している。図９は、実施の形態２に係る障害物検出装置３０ａの監視距離決定部３３ａが、遮蔽物が存在しなくなったことによって監視距離を元に戻すときの監視距離の変化のイメージを示す図である。図９は、障害物検出装置３０ａが、遮蔽物であるトンネル６０を通過したことによって監視可能領域が本来の監視可能領域６１ｂになったことによって監視距離を変更し、監視領域を監視領域４１ａから監視領域４１ｂ、監視領域４１ｃ、監視領域４１ｄ、監視領域４１ｅ、監視領域４１ｆの順に変更している状態を示している。なお、図８および図９において、列車１０ａの進行方向は図の左下側から右上側に向かう方向である。このように、障害物検出装置３０ａにおいて、監視距離決定部３３ａは、列車１０ａの進路上においてセンサ３１が監視していない領域が発生しないように監視距離を変更する。

[0039] 本実施の形態の障害物検出装置３０ａの動作を、フローチャートを用いて説明する。図１０は、実施の形態２に係る障害物検出装置３０ａの動作を示すフローチャートである。なお、実施の形態１の障害物検出装置３０の動作と同様の部分については、説明を簡略化する。列車１０ａが起動すると、障害物検出装置３０ａにおいて、監視距離決定部３３ａは、監視距離を仮決定する（ステップＳ２０１）。監視領域決定部３４は、仮決定された監視距離を用いて、監視領域を仮決定する（ステップＳ２０２）。センサ３１は、監視領域決定部３４から取得した監視領域で監視を行う（ステップＳ２０３）。センサ３１は、監視結果を障害物検出部３２および監視可能領域判定部３

５に出力する。

[0040] 障害物検出部３２は、センサ３１から取得した監視結果に基づいて、障害物の有無を判定する（ステップＳ２０４）。障害物があった場合（ステップＳ２０４：Ｙｅｓ）、障害物検出部３２は、障害物が検出されたことを示す検出結果を列車制御装置２０および監視距離決定部３３ａに出力する（ステップＳ２０５）。障害物がなかった場合（ステップＳ２０４：Ｎｏ）、障害物検出部３２は、障害物が検出されなかったことを示す検出結果を列車制御装置２０および監視距離決定部３３ａに出力する（ステップＳ２０６）。

[0041] 非遮蔽領域判定部３６は、列車１０ａの進路以外の位置で遮蔽物による監視妨害を受けない非遮蔽領域を判定する（ステップＳ２０７）。監視可能距離判定部３７は、現在の監視条件におけるセンサ３１による監視可能距離を判定する（ステップＳ２０８）。監視可能領域判定部３５は、非遮蔽領域判定部３６で判定された非遮蔽領域、および監視可能距離判定部３７で判定された監視可能距離に基づいて、監視可能領域を判定する（ステップＳ２０９）。監視可能領域判定部３５は、判定した監視可能領域を監視距離決定部３３ａに出力する。

[0042] 監視距離決定部３３ａは、障害物検出部３２から取得した検出結果、および監視可能領域判定部３５から取得した監視可能領域を用いて、監視距離を決定する（ステップＳ２１０）。また、監視距離決定部３３ａは、障害物検出部３２から取得した検出結果、および監視可能領域判定部３５から取得した監視可能領域を用いて、列車制御装置２０とともに列車１０ａの推奨列車速度を算出する（ステップＳ２１１）。なお、監視距離決定部３３ａは、ステップＳ２１０およびステップＳ２１１の動作について、順番を入れ替えてもよいし、並行して行ってもよい。監視領域決定部３４は、監視距離決定部３３ａから取得した監視距離を用いて、監視領域を決定する（ステップＳ２１２）。監視領域決定部３４は、監視領域をセンサ３１に出力する。

[0043] 障害物検出装置３０ａは、列車１０ａの運用が終了したか否かを判定する（ステップＳ２１３）。列車１０ａの運用が終了していない場合（ステップ

Ｓ２１３：Ｎｏ）、障害物検出装置３０ａは、ステップＳ２０３に戻って前述の動作を繰り返す。列車１０ａの運用が終了した場合（ステップＳ２１３：Ｙｅｓ）、障害物検出装置３０ａは、動作を終了する。

[0044] 障害物検出装置３０ａのハードウェア構成について、監視距離決定部３３ａおよび監視可能領域判定部３５は、処理回路により実現される。処理回路は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサおよびメモリであってもよいし、専用のハードウェアであってもよい。

[0045] 以上説明したように、本実施の形態によれば、障害物検出装置３０ａにおいて、監視距離決定部３３ａは、監視結果および監視可能領域を用いて、監視距離を決定する。これにより、障害物検出装置３０ａは、実施の形態１の効果に加えて、さらに、センサ３１が遠方を監視できない状態のときには遠方の監視を行わず、監視可能な領域で監視を行うことで、不必要な監視を回避することができる。

[0046] 実施の形態３．

実施の形態３では、障害物検出装置は、障害物検出部３２で検出された障害物を追跡するように、監視距離を決定する。

[0047] 図１１は、実施の形態３に係る障害物検出装置３０ｂを備える列車１０ｂの構成例を示す図である。列車１０ｂは、列車制御装置２０と、障害物検出装置３０ｂと、を備える。列車１０ｂは、運用中、障害物検出装置３０ｂを用いて進路上に障害物があるか否かを監視する。障害物検出装置３０ｂは、列車１０ｂに搭載され、列車１０ｂの進路上に障害物があるか否かを監視する。障害物検出装置３０ｂは、センサ３１と、障害物検出部３２と、監視距離決定部３３ｂと、監視領域決定部３４ｂと、障害物追跡部３８と、を備える。実施の形態３において、障害物検出部３２は、検出結果を列車制御装置２０、監視距離決定部３３ｂ、および障害物追跡部３８に出力する。

[0048] 障害物追跡部３８は、障害物検出部３２で検出された障害物の時系列の検出結果を用いて、同一の障害物を対応付けて追跡する。障害物追跡部３８は、障害物の位置を示す追跡情報を監視距離決定部３３ｂおよび監視領域決定

部３４ｂに出力する。障害物追跡部３８は、追跡情報に障害物の大きさ、形状、障害物の移動速度などの情報を含めてもよい。

[0049] 監視距離決定部３３ｂは、障害物検出部３２から取得した検出結果、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、監視距離を決定する。監視距離決定部３３ｂは、例えば、列車１０ｂから追跡情報で示される障害物の位置までの距離を監視距離として決定する。監視距離決定部３３ｂは、障害物が移動していない場合、または障害物が列車１０ｂの速度よりも遅い速度で遠ざかっている場合、または障害物が列車１０ｂの方に移動している場合、監視距離を短くするように変化させる。

[0050] 監視領域決定部３４ｂは、監視距離決定部３３ｂから取得した監視距離、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、監視領域を決定する。監視領域決定部３４ｂは、列車１０ｂと障害物との距離に応じて、監視領域のサイズを変更してもよいし、追跡情報に障害物の大きさ、形状などの情報が含まれている場合、障害物の大きさ、形状などに応じて、監視領域のサイズ、形状などを変更してもよい。

[0051] 図１２は、実施の形態３に係る障害物検出装置３０ｂの監視距離決定部３３ｂにおいて障害物がないときに決定された監視距離に基づく監視領域と列車１０ｂとの位置関係を示す図である。図１２は、障害物検出装置３０ｂが、障害物がない場合において一定の監視距離に基づく監視領域４１が監視している状態を示している。図１３は、実施の形態３に係る障害物検出装置３０ｂの監視距離決定部３３ｂにおいて障害物追跡時に決定された監視距離に基づく監視領域と列車１０ｂとの位置関係を示す図である。図１３は、障害物検出装置３０ｂが、障害物５０の位置に応じて監視距離を変更したことによって、列車１０ｂと監視領域４１との距離が近づいている状態を示している。なお、図１２および図１３において、列車１０ｂの進行方向は図の右側から左側に向かう方向である。このような場合でも、障害物検出装置３０ｂにおいて、監視距離決定部３３ｂは、列車１０ｂの進路上においてセンサ３１が監視していない領域が発生しないように監視距離を変更する。すなわち

、監視距離決定部３３ｂは、障害物追跡部３８において、列車１０ｂと障害物５０との距離が変更された場合についても、第１の監視領域の一部と第２の監視領域の一部とが重なるように監視距離を変更する。

[0052] 本実施の形態の障害物検出装置３０ｂの動作を、フローチャートを用いて説明する。図１４は、実施の形態３に係る障害物検出装置３０ｂの動作を示すフローチャートである。なお、実施の形態１の障害物検出装置３０の動作と同様の部分については、説明を簡略化する。列車１０ｂが起動すると、障害物検出装置３０ｂにおいて、監視距離決定部３３ｂは、監視距離を仮決定する（ステップＳ３０１）。監視領域決定部３４ｂは、仮決定された監視距離を用いて、監視領域を仮決定する（ステップＳ３０２）。センサ３１は、監視領域決定部３４ｂから取得した監視領域で監視を行う（ステップＳ３０３）。

[0053] 障害物検出部３２は、センサ３１から取得した監視結果に基づいて、障害物の有無を判定する（ステップＳ３０４）。障害物があった場合（ステップＳ３０４：Ｙｅｓ）、障害物検出部３２は、障害物が検出されたことを示す検出結果を列車制御装置２０、監視距離決定部３３ｂ、および障害物追跡部３８に出力する（ステップＳ３０５）。障害物がなかった場合（ステップＳ３０４：Ｎｏ）、障害物検出部３２は、障害物が検出されなかったことを示す検出結果を列車制御装置２０、監視距離決定部３３ｂ、および障害物追跡部３８に出力する（ステップＳ３０６）。

[0054] 障害物追跡部３８は、障害物検出部３２で検出された障害物の時系列の検出結果を用いて、同一の障害物を対応付けて追跡する（ステップＳ３０７）。障害物追跡部３８は、追跡情報を監視距離決定部３３ｂおよび監視領域決定部３４ｂに出力する。

[0055] 監視距離決定部３３ｂは、障害物検出部３２から取得した検出結果、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、監視距離を決定する（ステップＳ３０８）。また、監視距離決定部３３ｂは、障害物検出部３２から取得した検出結果、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用い

て、列車制御装置２０とともに列車１０ｂの推奨列車速度を算出する（ステップＳ３０９）。なお、監視距離決定部３３ｂは、ステップＳ３０８およびステップＳ３０９の動作について、順番を入れ替えてもよいし、並行して行ってもよい。監視領域決定部３４ｂは、監視距離決定部３３ｂから取得した監視距離、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、監視領域を決定する（ステップＳ３１０）。

[0056] 障害物検出装置３０ｂは、列車１０ｂの運用が終了したか否かを判定する（ステップＳ３１１）。列車１０ｂの運用が終了していない場合（ステップＳ３１１：Ｎｏ）、障害物検出装置３０ｂは、ステップＳ３０３に戻って前述の動作を繰り返す。列車１０ｂの運用が終了した場合（ステップＳ３１１：Ｙｅｓ）、障害物検出装置３０ｂは、動作を終了する。

[0057] 障害物検出装置３０ｂのハードウェア構成について、障害物追跡部３８は、処理回路により実現される。処理回路は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサおよびメモリであってもよいし、専用のハードウェアであってもよい。

[0058] 以上説明したように、本実施の形態によれば、障害物検出装置３０ｂにおいて、監視距離決定部３３ｂは、監視結果および追跡情報を用いて、監視距離を決定する。これにより、障害物検出装置３０ｂは、実施の形態１の効果に加えて、さらに、障害物の状態に応じて監視を行うことができる。

[0059] 実施の形態４.

実施の形態４では、障害物検出装置は、現在の監視条件におけるセンサ３１の監視可能な領域を考慮し、かつ障害物検出部３２で検出された障害物を追跡するように、監視距離を決定する。

[0060] 図１５は、実施の形態４に係る障害物検出装置３０ｃを備える列車１０ｃの構成例を示す図である。列車１０ｃは、列車制御装置２０と、障害物検出装置３０ｃと、を備える。列車１０ｃは、運用中、障害物検出装置３０ｃを用いて進路上に障害物があるか否かを監視する。障害物検出装置３０ｃは、列車１０ｃに搭載され、列車１０ｃの進路上に障害物があるか否かを監視す

る。障害物検出装置３０ｃは、センサ３１と、障害物検出部３２と、監視距離決定部３３ｃと、監視領域決定部３４ｂと、監視可能領域判定部３５と、障害物追跡部３８と、を備える。実施の形態４において、監視可能領域判定部３５の動作は、実施の形態２の監視可能領域判定部３５の動作と同様である。また、障害物追跡部３８の動作は、実施の形態３の障害物追跡部３８の動作と同様である。

[0061] 監視距離決定部３３ｃは、実施の形態２の監視距離決定部３３ａの機能、および実施の形態３の監視距離決定部３３ｂの機能を併せ持つ。すなわち、監視距離決定部３３ｃは、監視可能領域判定部３５で判定された監視可能領域の範囲内で、障害物検出部３２から取得した検出結果、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、監視距離を決定する。

[0062] 本実施の形態の障害物検出装置３０ｃの動作を、フローチャートを用いて説明する。図１６は、実施の形態４に係る障害物検出装置３０ｃの動作を示すフローチャートである。なお、実施の形態１の障害物検出装置３０の動作と同様の部分については、説明を簡略化する。列車１０ｃが起動すると、障害物検出装置３０ｃにおいて、監視距離決定部３３ｃは、監視距離を仮決定する（ステップＳ４０１）。監視領域決定部３４ｂは、仮決定された監視距離を用いて、監視領域を仮決定する（ステップＳ４０２）。センサ３１は、監視領域決定部３４ｂから取得した監視領域で監視を行う（ステップＳ４０３）。センサ３１は、監視結果を障害物検出部３２および監視可能領域判定部３５に出力する。

[0063] 障害物検出部３２は、センサ３１から取得した監視結果に基づいて、障害物の有無を判定する（ステップＳ４０４）。障害物があった場合（ステップＳ４０４：Ｙｅｓ）、障害物検出部３２は、障害物が検出されたことを示す検出結果を列車制御装置２０、監視距離決定部３３ｃ、および障害物追跡部３８に出力する（ステップＳ４０５）。障害物がなかった場合（ステップＳ４０４：Ｎｏ）、障害物検出部３２は、障害物が検出されなかったことを示す検出結果を列車制御装置２０、監視距離決定部３３ｃ、および障害物追跡

部３８に出力する（ステップＳ４０６）。

[0064] 非遮蔽領域判定部３６は、列車１０ｃの進路以外の位置で遮蔽物による監視妨害を受けない非遮蔽領域を判定する（ステップＳ４０７）。監視可能距離判定部３７は、現在の監視条件におけるセンサ３１による監視可能距離を判定する（ステップＳ４０８）。監視可能領域判定部３５は、非遮蔽領域判定部３６で判定された非遮蔽領域、および監視可能距離判定部３７で判定された監視可能距離に基づいて、監視可能領域を判定する（ステップＳ４０９）。監視可能領域判定部３５は、判定した監視可能領域を監視距離決定部３３ｃに出力する。

[0065] 障害物追跡部３８は、障害物検出部３２で検出された障害物の時系列の検出結果を用いて、同一の障害物を対応付けて追跡する（ステップＳ４１０）。障害物追跡部３８は、追跡情報を監視距離決定部３３ｃおよび監視領域決定部３４ｂに出力する。

[0066] 監視距離決定部３３ｃは、障害物検出部３２から取得した検出結果、監視可能領域判定部３５から取得した監視可能領域、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、監視距離を決定する（ステップＳ４１１）。また、監視距離決定部３３ｃは、障害物検出部３２から取得した検出結果、監視可能領域判定部３５から取得した監視可能領域、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、列車制御装置２０とともに列車１０ｃの推奨列車速度を算出する（ステップＳ４１２）。なお、監視距離決定部３３ｃは、ステップＳ４１１およびステップＳ４１２の動作について、順番を入れ替えてもよいし、並行して行ってもよい。監視領域決定部３４ｂは、監視距離決定部３３ｃから取得した監視距離、および障害物追跡部３８から取得した追跡情報を用いて、監視領域を決定する（ステップＳ４１３）。監視領域決定部３４ｂは、監視領域をセンサ３１に出力する。

[0067] 障害物検出装置３０ｃは、列車１０ｃの運用が終了したか否かを判定する（ステップＳ４１４）。列車１０ｃの運用が終了していない場合（ステップＳ４１４：Ｎｏ）、障害物検出装置３０ｃは、ステップＳ４０３に戻って前

述の動作を繰り返す。列車１０ｃの運用が終了した場合（ステップＳ４１４：Ｙｅｓ）、障害物検出装置３０ｃは、動作を終了する。

[0068] 以上説明したように、本実施の形態によれば、障害物検出装置３０ｃにおいて、監視距離決定部３３ｃは、監視結果、監視可能領域、および追跡情報を用いて、監視距離を決定する。これにより、障害物検出装置３０ｃは、実施の形態１の効果に加えて、さらに、センサ３１が遠方を監視できない状態のときには遠方の監視を行わず、監視可能な領域で監視を行うことで、不必要な監視を回避しつつ、障害物の状態に応じて監視を行うことができる。

[0069] 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、実施の形態同士を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

[0070] １０，１０ａ，１０ｂ，１０ｃ　列車、２０　列車制御装置、３０，３０ａ，３０ｂ，３０ｃ　障害物検出装置、３１　センサ、３２　障害物検出部、３３，３３ａ，３３ｂ，３３ｃ　監視距離決定部、３４，３４ｂ　監視領域決定部、３５　監視可能領域判定部、３６　非遮蔽領域判定部、３７　監視可能距離判定部、３８　障害物追跡部、４０，４１，４１ａ～４１ｆ　監視領域、５０　障害物、６０　トンネル、６１ａ，６１ｂ　監視可能領域。

請求の範囲

[請求項1] 列車に搭載される障害物検出装置であって、

監視領域を監視し、監視結果を出力するセンサと、

前記監視結果に基づいて、前記列車の進路上の障害物の有無を判定し、検出結果を出力する障害物検出部と、

前記検出結果を用いて、前記列車から前記列車の前方であって前記センサが監視する基準までの監視距離を決定する監視距離決定部と、

前記監視距離を用いて、前記センサが監視する前記監視領域を決定する監視領域決定部と、

を備え、

前記監視距離決定部は、前記監視距離を変更する場合、前記監視領域決定部から前記監視領域を取得し、前記列車の進路上において前記センサが監視していない領域が発生しないように、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように前記監視距離を変更する、

ことを特徴とする障害物検出装置。

[請求項2] 現在の監視条件における前記センサの監視可能領域を判定する監視可能領域判定部、

を備え、

前記監視距離決定部は、前記監視可能領域判定部で判定された前記監視可能領域の範囲内で前記監視距離を決定する、

ことを特徴とする請求項１に記載の障害物検出装置。

[請求項3] 前記監視可能領域判定部は、

前記障害物以外の物体であって前記列車の進路以外の位置で前記センサの監視を妨げる遮蔽物による監視妨害を受けない非遮蔽領域を判定する非遮蔽領域判定部と、

前記現在の監視条件における前記センサによる監視可能な距離である監視可能距離を判定する監視可能距離判定部と、

を備えることを特徴とする請求項２に記載の障害物検出装置。

[請求項4] 前記監視距離決定部は、前記監視可能領域判定部で判定された、前回の監視条件における前記センサの監視可能領域と、前記現在の監視条件における前記センサの監視可能領域とが異なる場合、前記第１の監視領域の一部と前記第２の監視領域の一部とが重なるように前記監視距離を変更する、

ことを特徴とする請求項２または３に記載の障害物検出装置。

[請求項5] 前記障害物検出部で検出された前記障害物の時系列の検出結果を用いて、同一の障害物を対応付けて追跡し、前記障害物の位置を示す追跡情報を出力する障害物追跡部、

を備え、

前記監視距離決定部は、前記検出結果および前記追跡情報を用いて、前記監視距離を決定する、

ことを特徴とする請求項１から４のいずれか１つに記載の障害物検出装置。

[請求項6] 前記監視距離決定部は、前記障害物追跡部において、前記列車と前記障害物との距離が変更された場合、前記第１の監視領域の一部と前記第２の監視領域の一部とが重なるように前記監視距離を変更する、

ことを特徴とする請求項５に記載の障害物検出装置。

[請求項7] 前記監視距離決定部は、前記監視距離および前記列車の制動距離に基づいて、前記列車の走行を制御する列車制御装置とともに、前記列車において推奨される速度である推奨列車速度を算出する、

ことを特徴とする請求項１から６のいずれか１つに記載の障害物検出装置。

[請求項8] 列車に搭載される障害物検出装置の障害物検出方法であって、

センサが、監視領域を監視し、監視結果を出力する監視ステップと、

障害物検出部が、前記監視結果に基づいて、前記列車の進路上の障

害物の有無を判定し、検出結果を出力する障害物検出ステップと、

監視距離決定部が、前記検出結果を用いて、前記列車から前記列車の前方であって前記センサが監視する基準までの監視距離を決定する監視距離決定ステップと、

監視領域決定部が、前記監視距離を用いて、前記センサが監視する前記監視領域を決定する監視領域決定ステップと、

を含み、

前記監視距離決定ステップにおいて、前記監視距離決定部は、前記監視距離を変更する場合、前記監視領域決定部から前記監視領域を取得し、前記列車の進路上において前記センサが監視していない領域が発生しないように、監視済みの第１の監視領域の一部と変更後の監視距離に基づく第２の監視領域の一部とが重なるように前記監視距離を変更する、

ことを特徴とする障害物検出方法。

[請求項9] 監視可能領域判定部が、現在の監視条件における前記センサの監視可能領域を判定する監視可能領域判定ステップ、

を含み、

前記監視距離決定ステップにおいて、前記監視距離決定部は、前記監視可能領域判定部で判定された前記監視可能領域の範囲内で前記監視距離を決定する、

ことを特徴とする請求項８に記載の障害物検出方法。

[請求項10] 前記監視可能領域判定部は、非遮蔽領域判定部と、監視可能距離判定部と、を備え、

前記監視可能領域判定ステップは、

前記非遮蔽領域判定部が、前記障害物以外の物体であって前記列車の進路以外の位置で前記センサの監視を妨げる遮蔽物による監視妨害を受けない非遮蔽領域を判定する非遮蔽領域判定ステップと、

前記監視可能距離判定部が、前記現在の監視条件における前記セン

サによる監視可能な距離である監視可能距離を判定する監視可能距離判定ステップと、

を含むことを特徴とする請求項９に記載の障害物検出方法。

[請求項11] 前記監視距離決定ステップにおいて、前記監視距離決定部は、前記監視可能領域判定部で判定された、前回の監視条件における前記センサの監視可能領域と、前記現在の監視条件における前記センサの監視可能領域とが異なる場合、前記第１の監視領域の一部と前記第２の監視領域の一部とが重なるように前記監視距離を変更する、

ことを特徴とする請求項９または１０に記載の障害物検出方法。

[請求項12] 障害物追跡部が、前記障害物検出部で検出された前記障害物の時系列の検出結果を用いて、同一の障害物を対応付けて追跡し、前記障害物の位置を示す追跡情報を出力する障害物追跡ステップ、

を含み、

前記監視距離決定ステップにおいて、前記監視距離決定部は、前記検出結果および前記追跡情報を用いて、前記監視距離を決定する、

ことを特徴とする請求項８から１１のいずれか１つに記載の障害物検出方法。

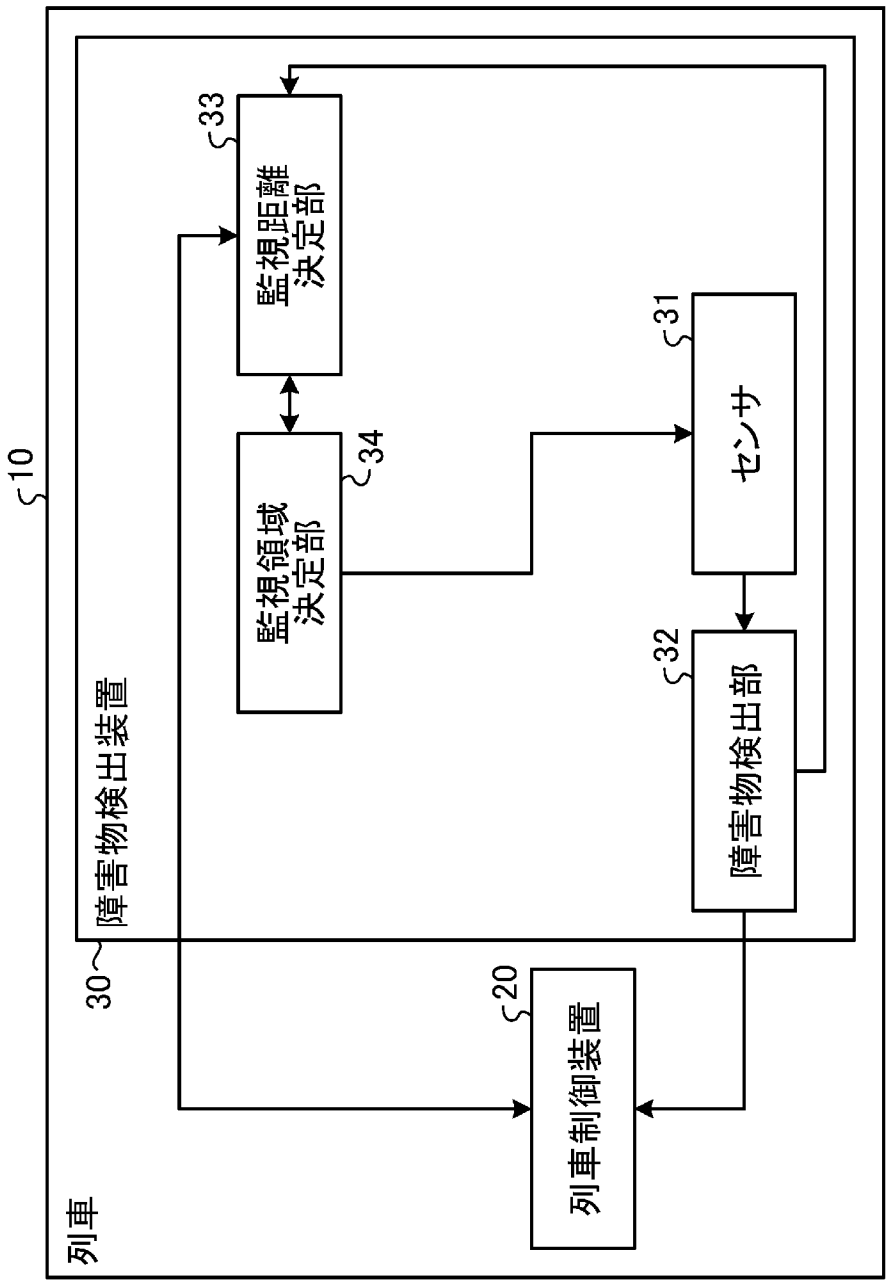
[請求項13] 前記監視距離決定ステップにおいて、前記監視距離決定部は、前記障害物追跡部において、前記列車と前記障害物との距離が変更された場合、前記第１の監視領域の一部と前記第２の監視領域の一部とが重なるように前記監視距離を変更する、

ことを特徴とする請求項１２に記載の障害物検出方法。

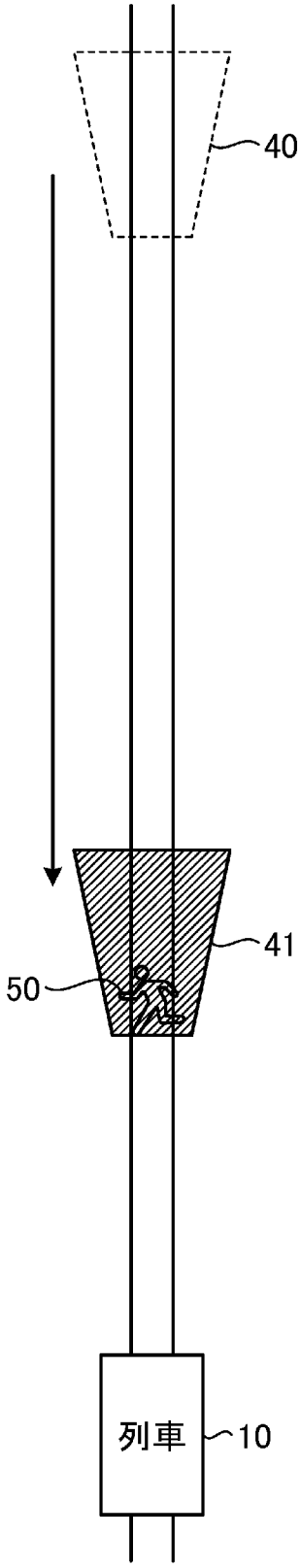
[請求項14] 前記監視距離決定部が、前記監視距離および前記列車の制動距離に基づいて、前記列車の走行を制御する列車制御装置とともに、前記列車において推奨される速度である推奨列車速度を算出する推奨列車速度算出ステップ、

を含むことを特徴とする請求項８から１３のいずれか１つに記載の障害物検出方法。

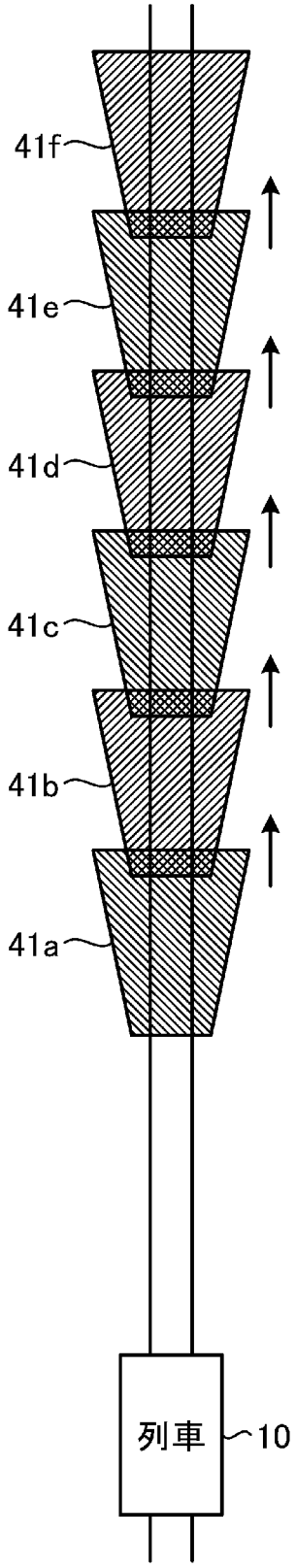
[図1]


列車
10
障害物検出装置
30
監視距離決定部
33
監視領域決定部
34
センサ
31
障害物検出部
32
列車制御装置
20

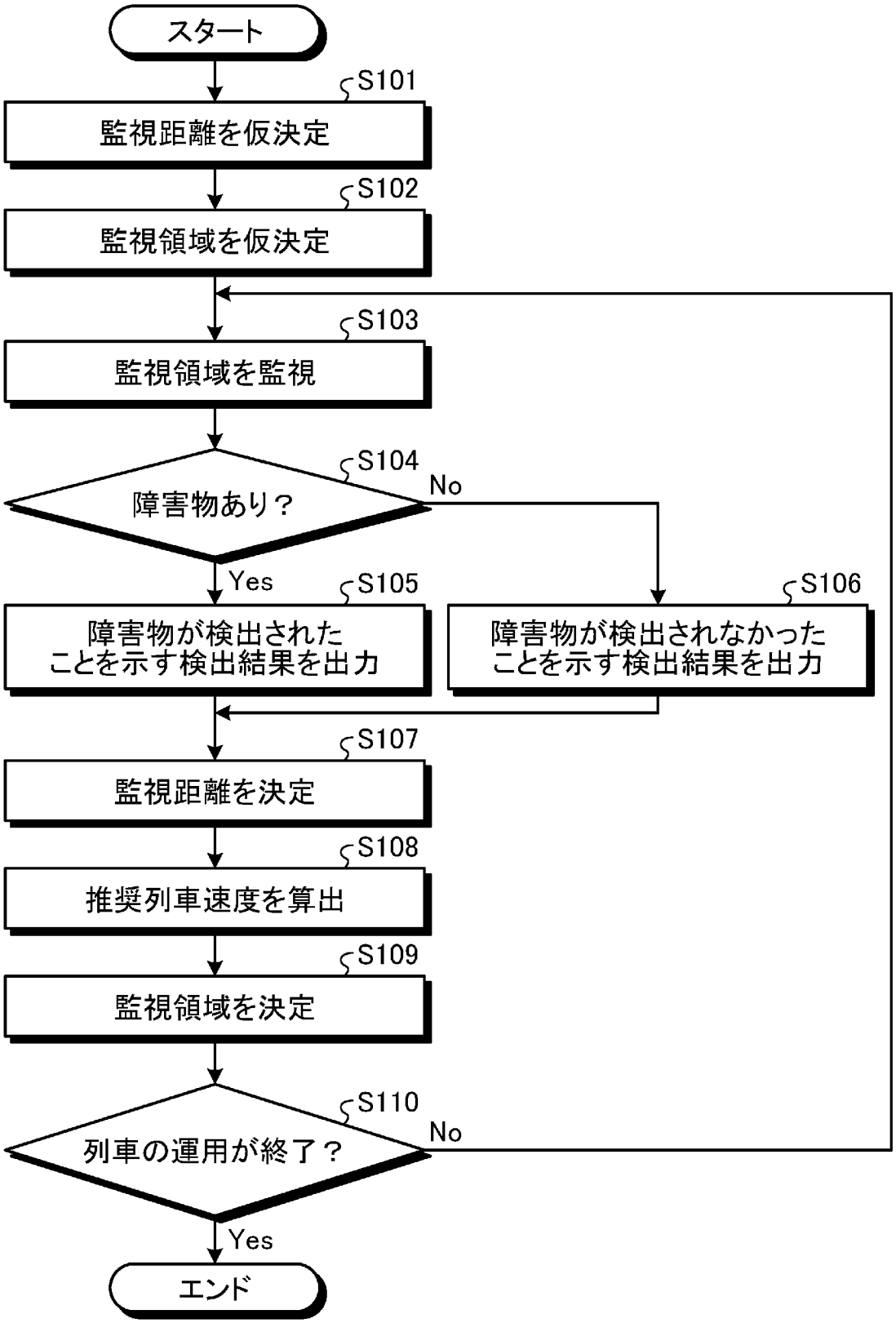
[図2]



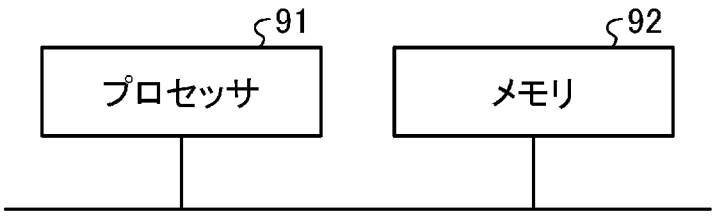
[図3]



[図4]


スタート
S101
監視距離を仮決定
S102
監視領域を仮決定
S103
監視領域を監視
S104
障害物あり？
No
Yes
S105
障害物が検出された
ことを示す検出結果を出力
S106
障害物が検出されなかった
ことを示す検出結果を出力
S107
監視距離を決定
S108
推奨列車速度を算出
S109
監視領域を決定
S110
列車の運用が終了？
No
Yes
エンド

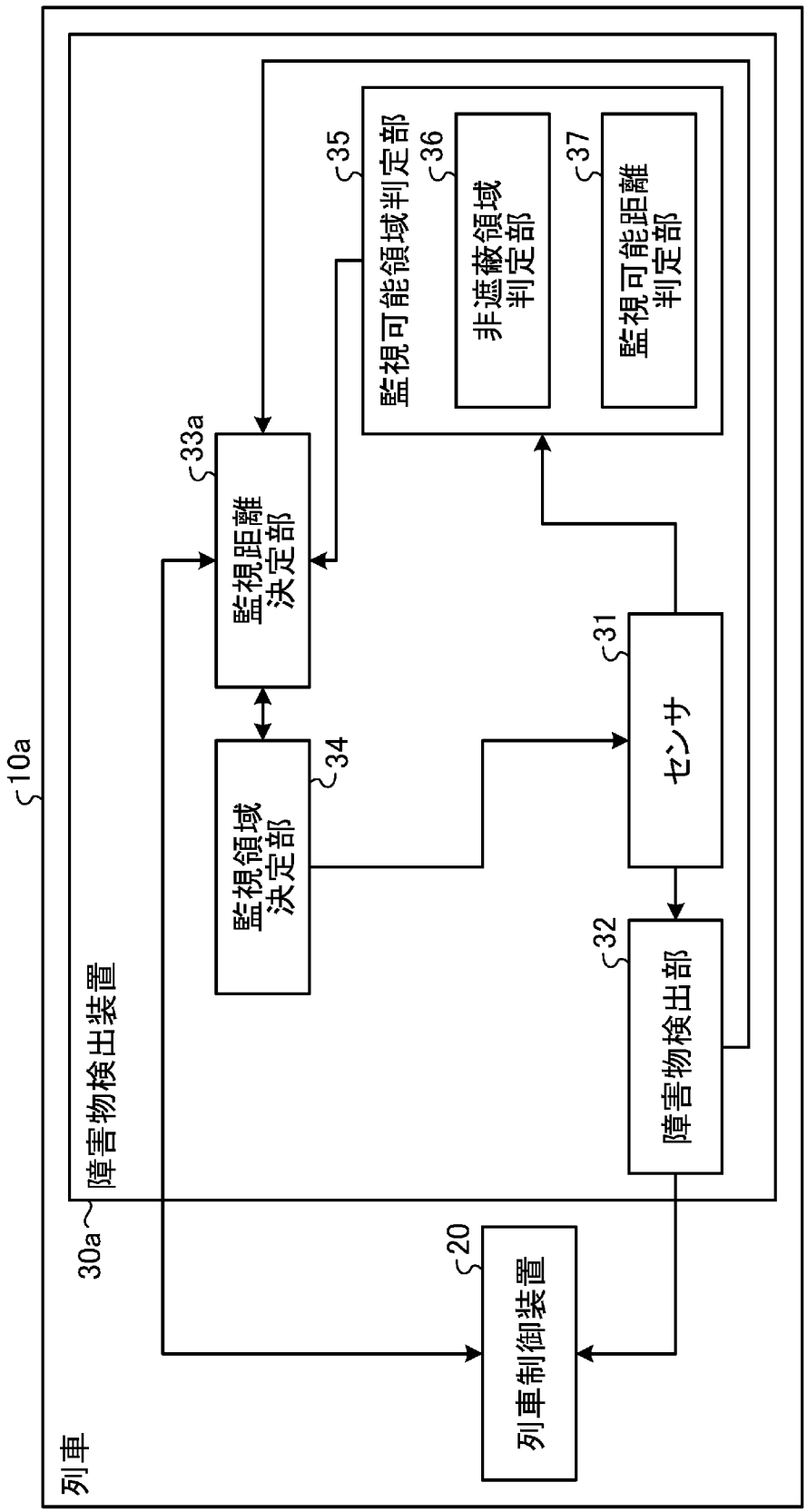
[図5]



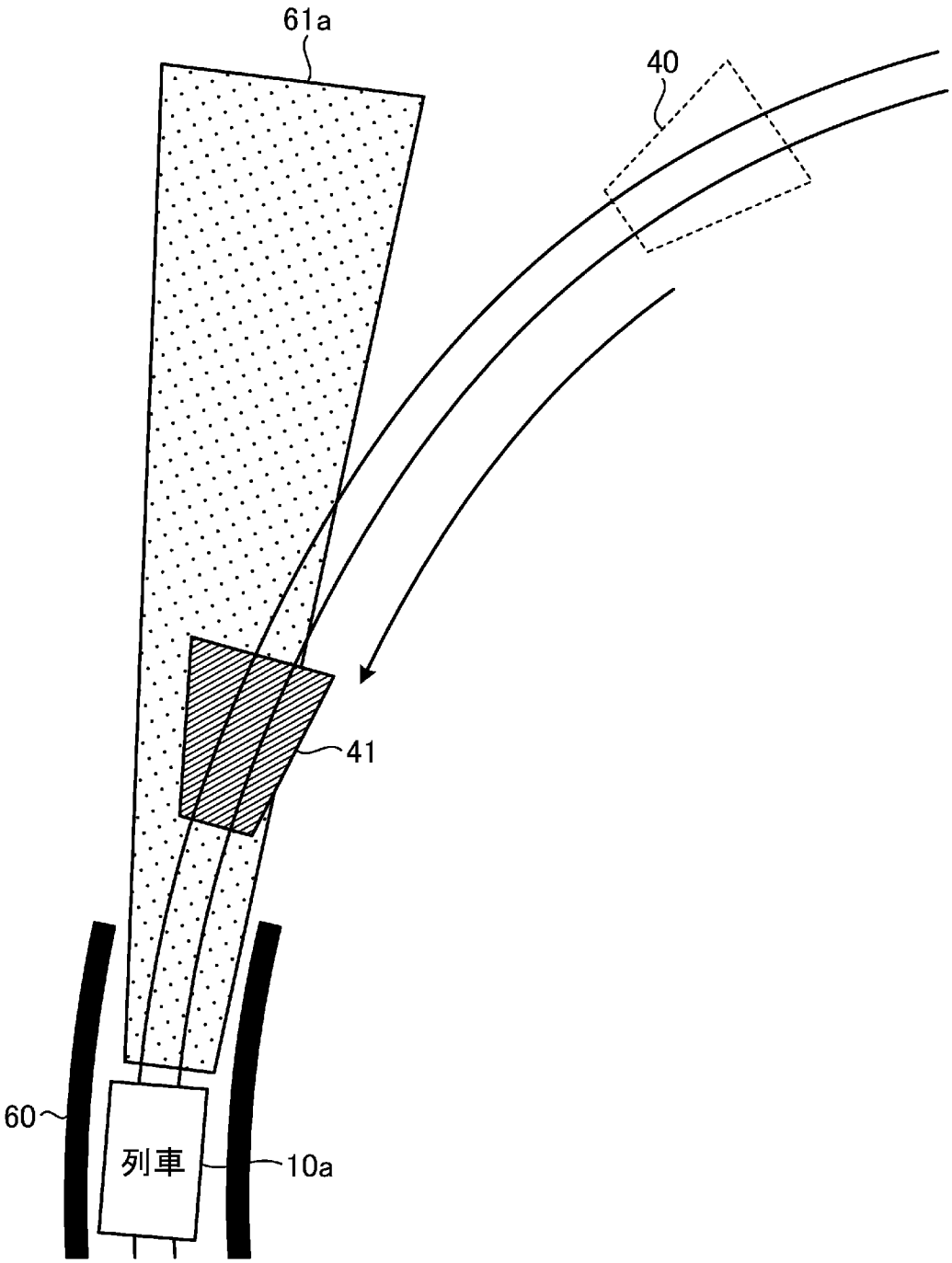
[図6]



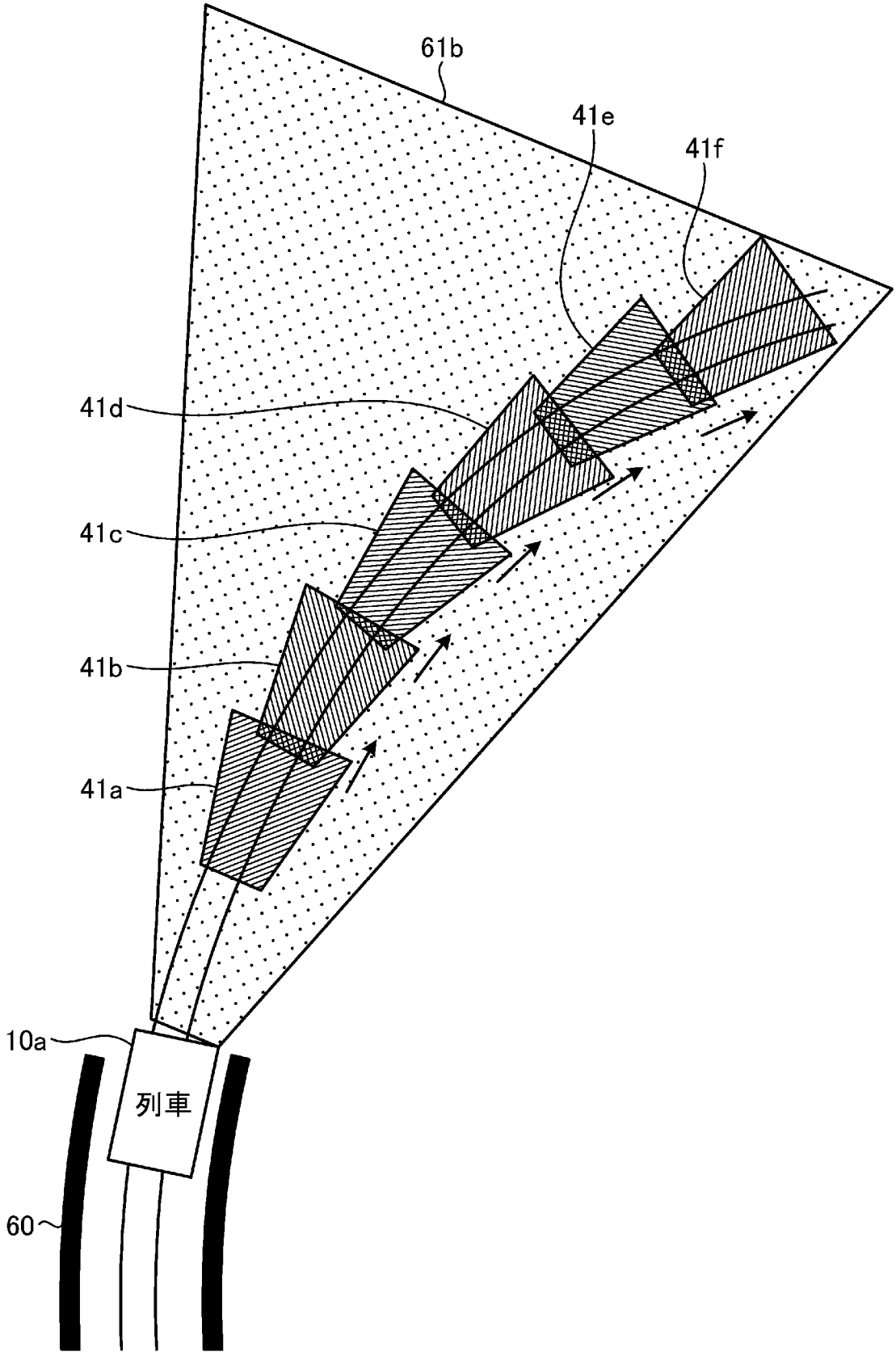
[図7]


列車
10a
障害物検出装置
30a
監視距離決定部
33a
監視領域決定部
34
監視可能領域判定部
35
非遮蔽領域判定部
36
監視可能距離判定部
37
センサ
31
障害物検出部
32
列車制御装置
20

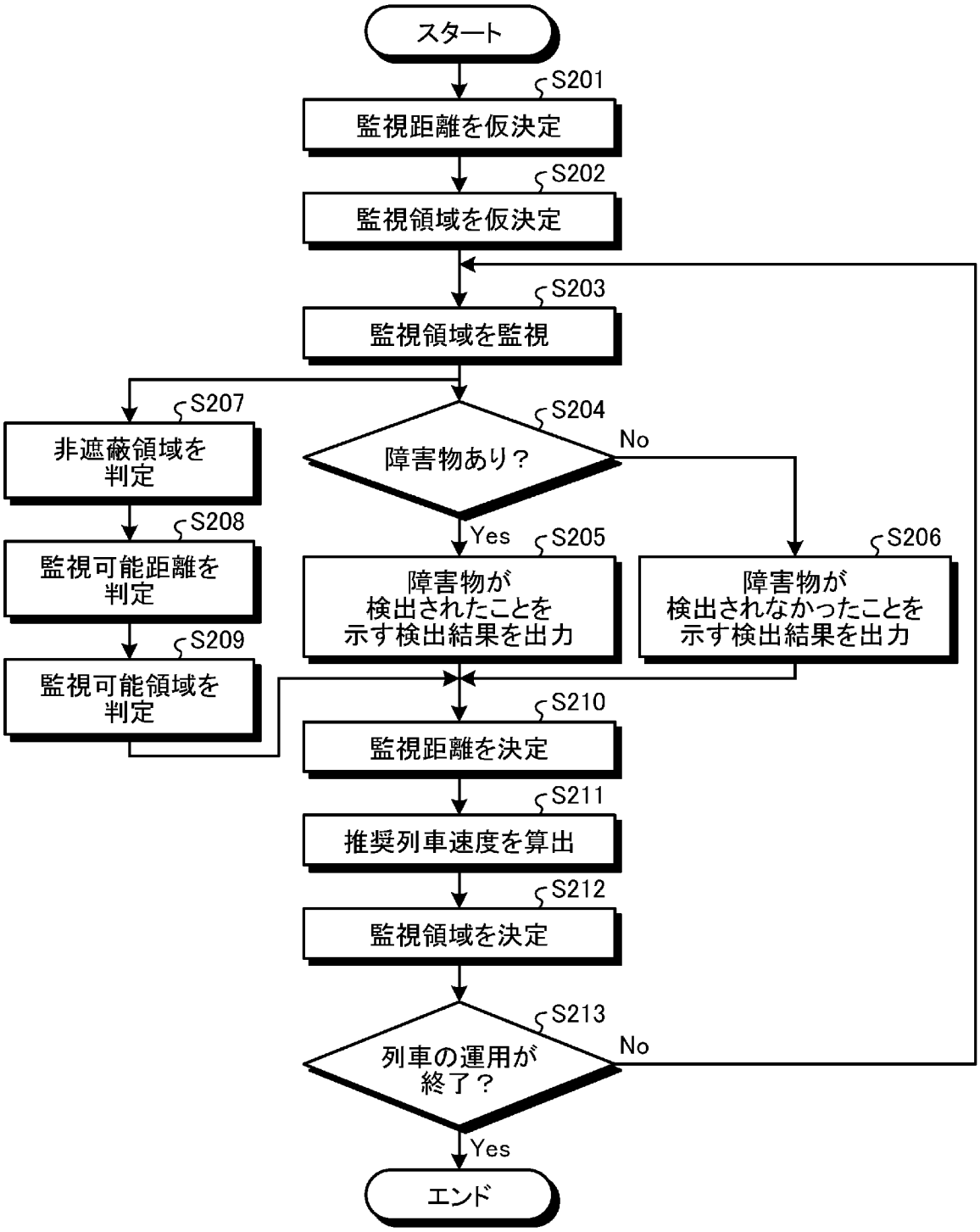
[図8]



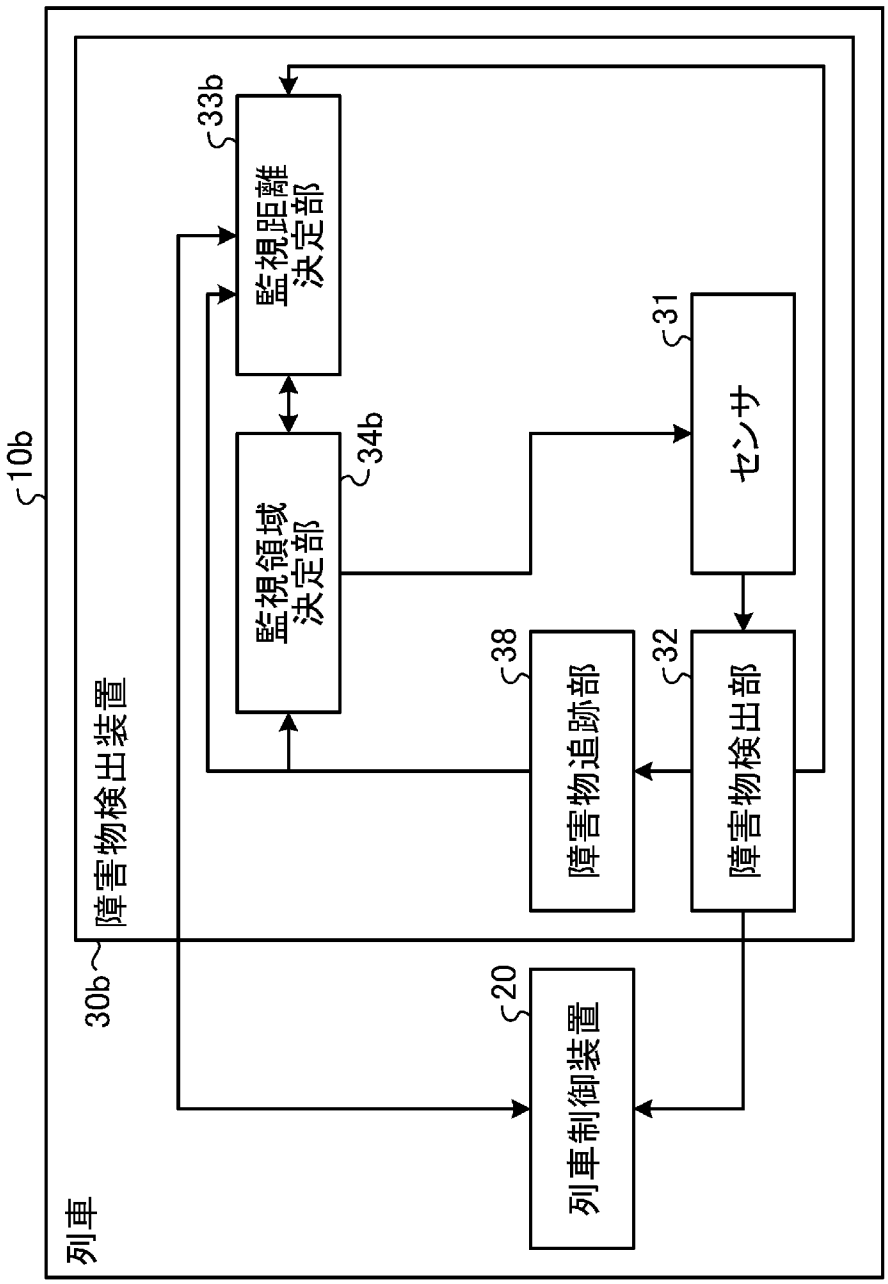
[図9]



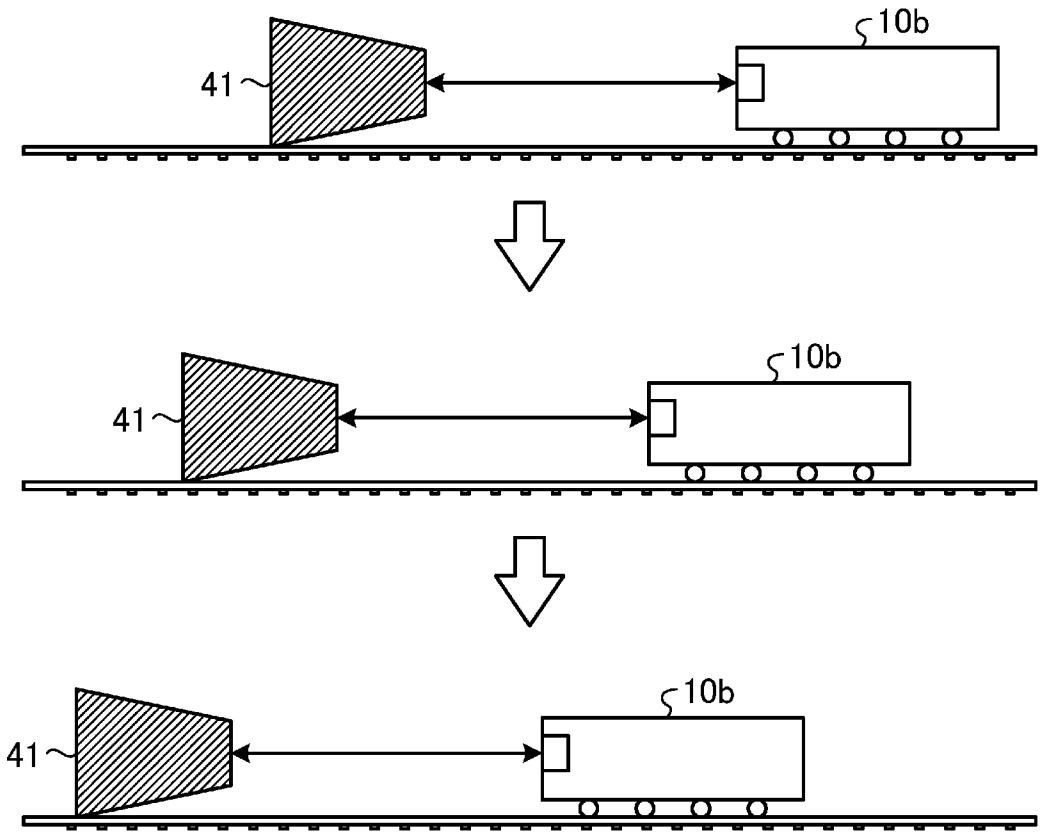
[図10]


スタート
S201
監視距離を仮決定
S202
監視領域を仮決定
S203
監視領域を監視
S204
障害物あり？
No
Yes
S205
障害物が
検出されたことを
示す検出結果を出力
S206
障害物が
検出されなかったことを
示す検出結果を出力
S207
非遮蔽領域を
判定
S208
監視可能距離を
判定
S209
監視可能領域を
判定
S210
監視距離を決定
S211
推奨列車速度を算出
S212
監視領域を決定
S213
列車の運用が
終了？
No
Yes
エンド

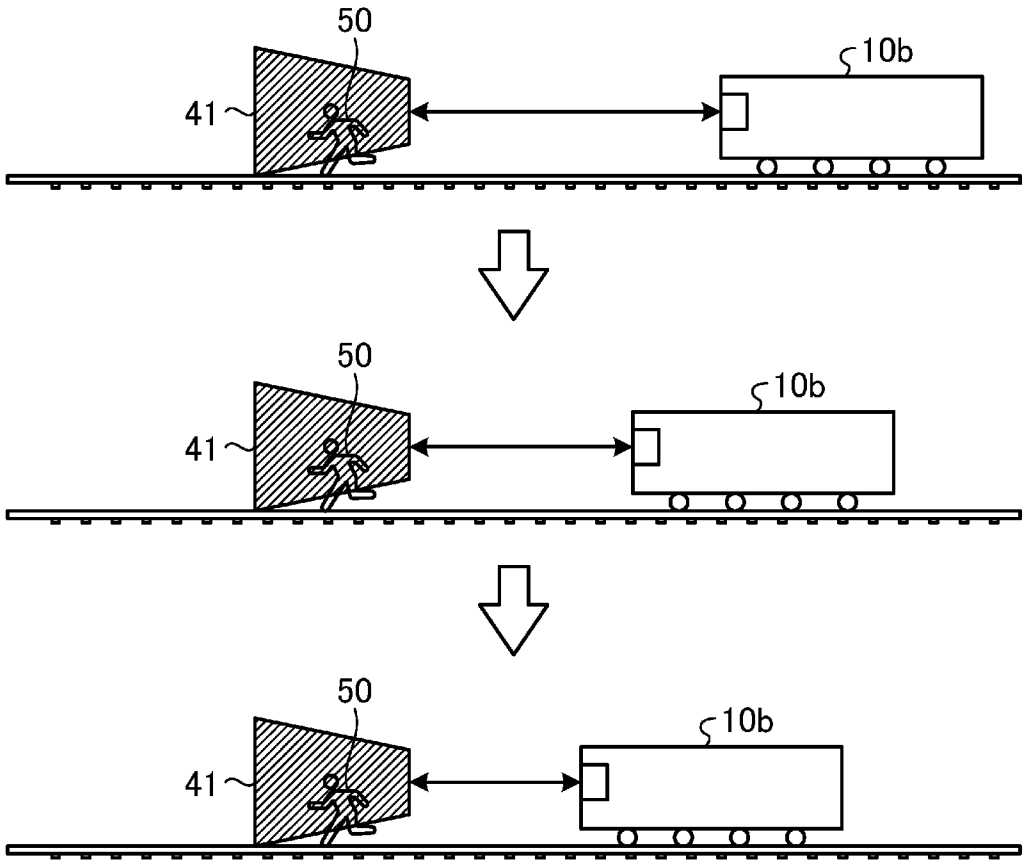
[図11]


列車
10b
障害物検出装置
30b
33b
監視距離
決定部
34b
監視領域
決定部
31
センサ
38
障害物追跡部
32
障害物検出部
20
列車制御装置

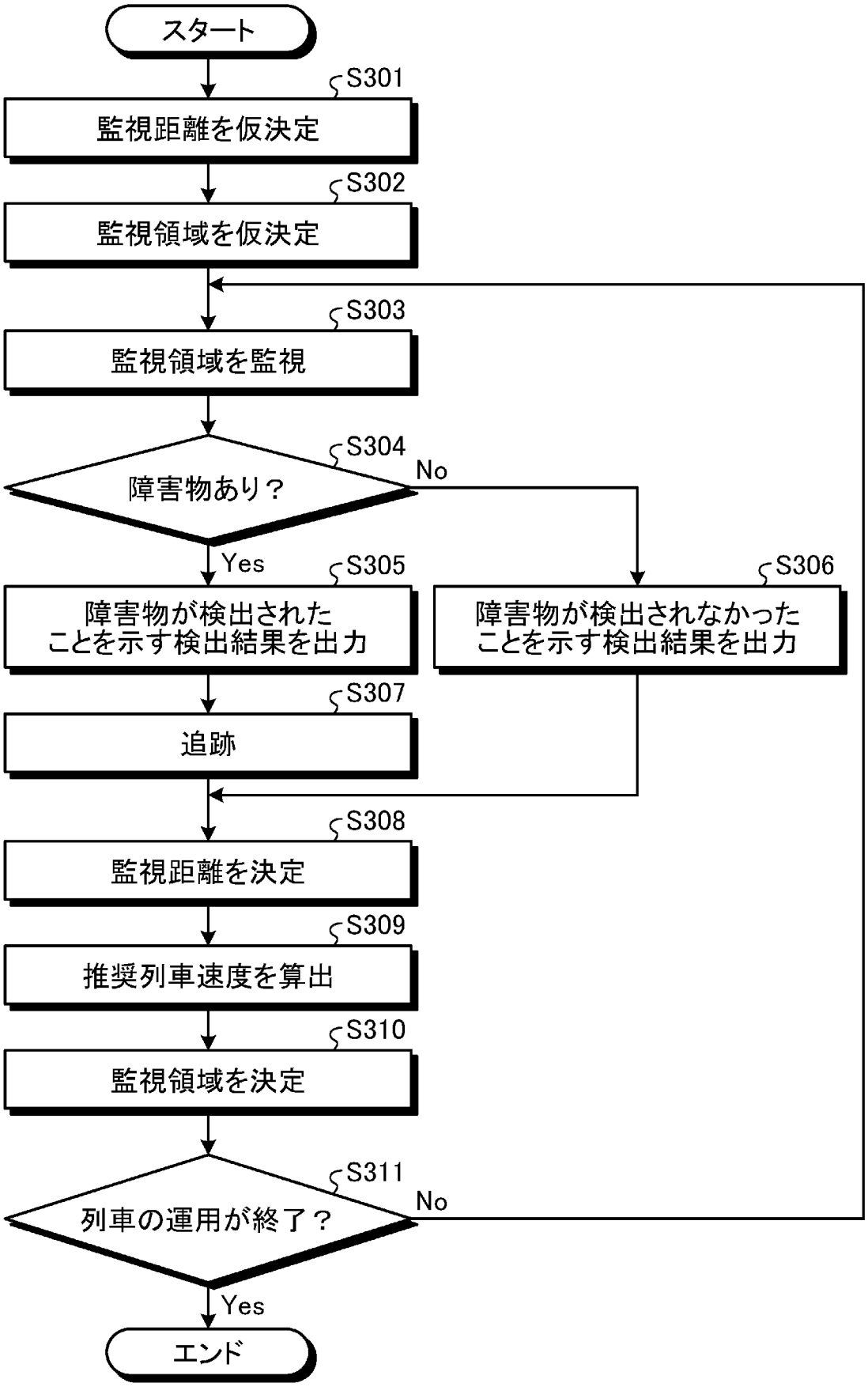
[図12]



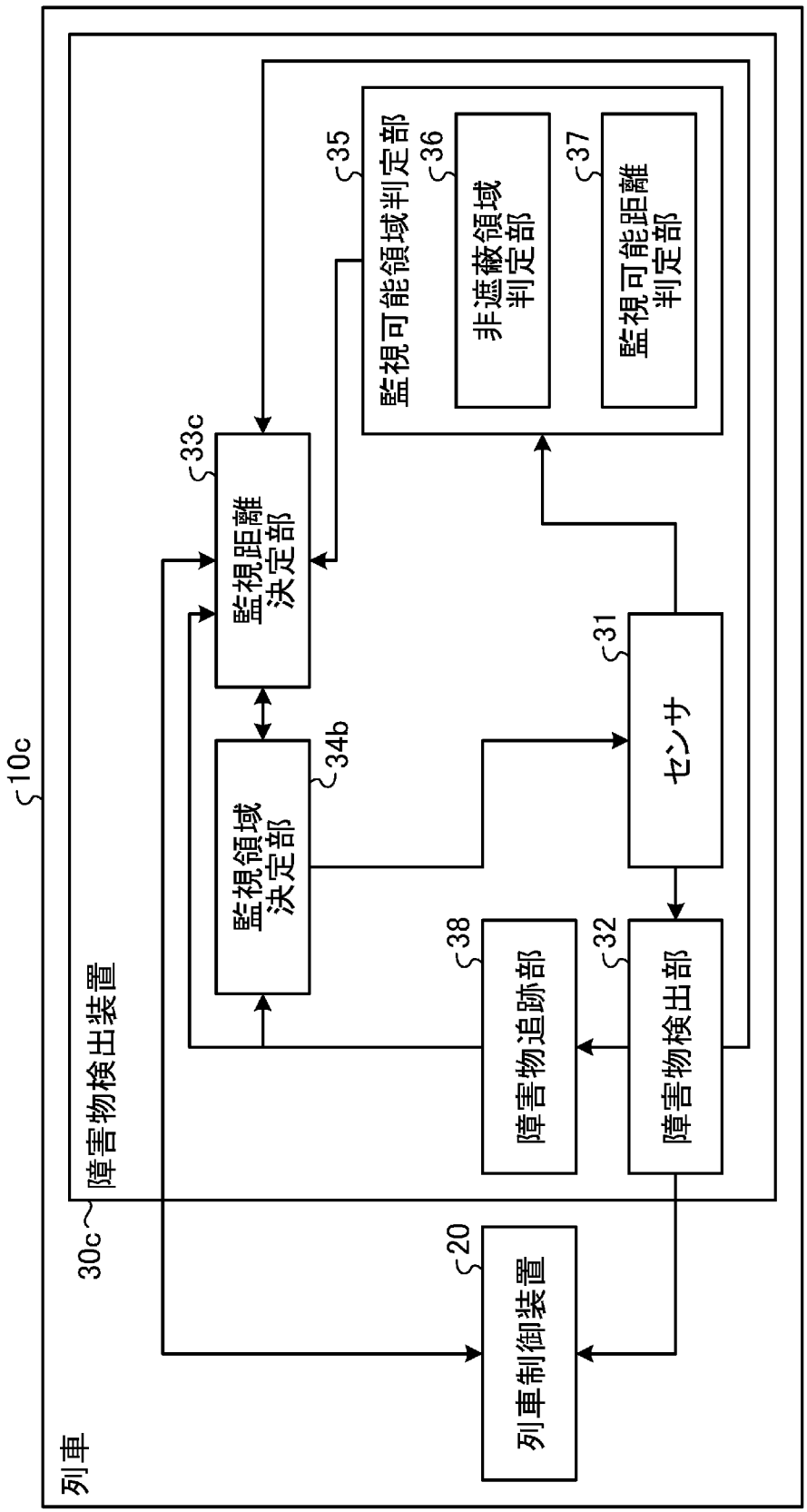
[図13]



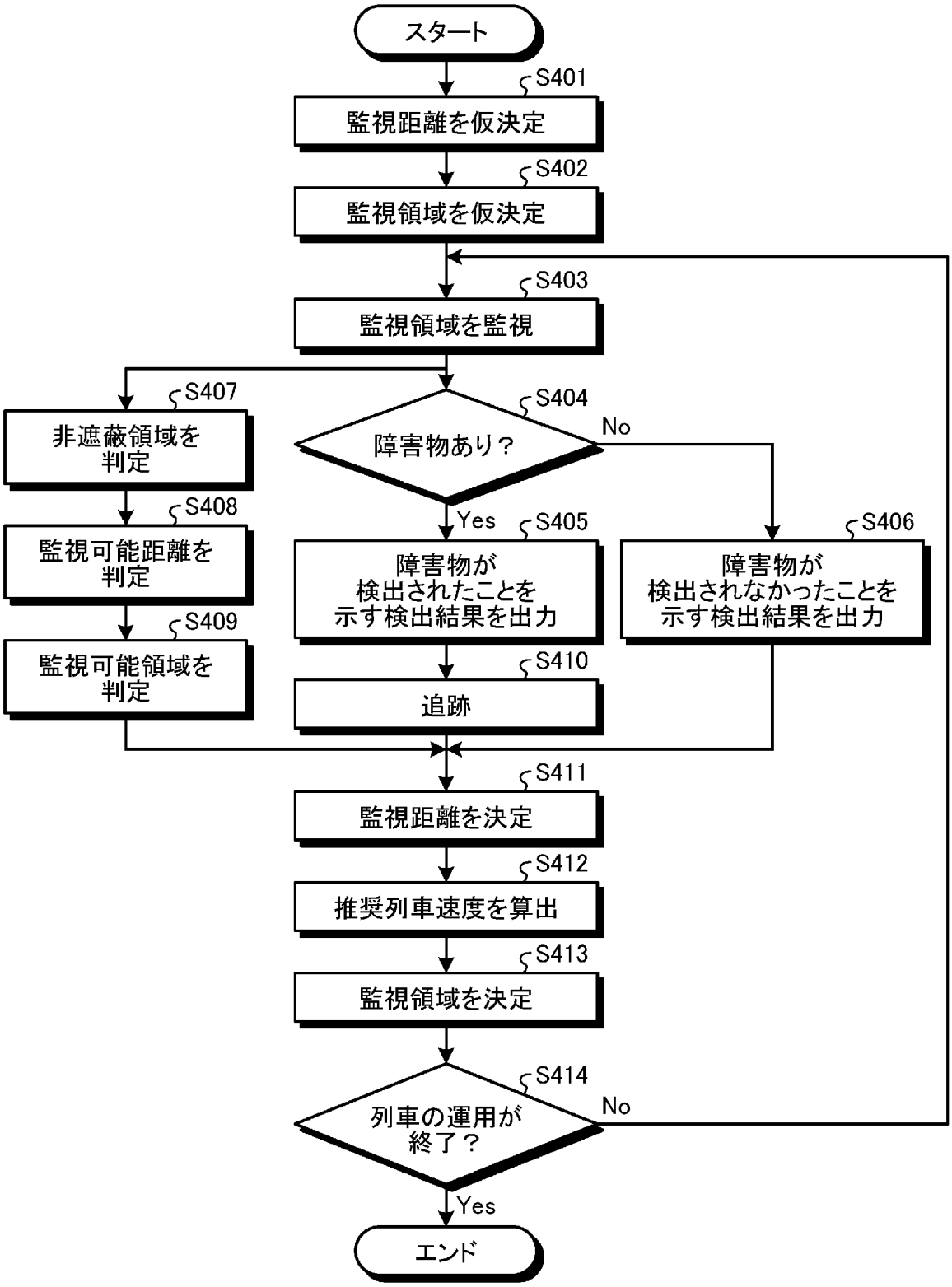
[図14]


スタート
S301
監視距離を仮決定
S302
監視領域を仮決定
S303
監視領域を監視
S304
障害物あり？
No
Yes
S305
障害物が検出された
ことを示す検出結果を出力
S306
障害物が検出されなかった
ことを示す検出結果を出力
S307
追跡
S308
監視距離を決定
S309
推奨列車速度を算出
S310
監視領域を決定
S311
列車の運用が終了？
No
Yes
エンド

[図15]


列車
10c
障害物検出装置
30c
監視距離決定部
33c
監視領域決定部
34b
監視可能領域判定部
35
非遮蔽領域判定部
36
監視可能距離判定部
37
センサ
31
障害物追跡部
38
障害物検出部
32
列車制御装置
20

[図16]


スタート
S401
監視距離を仮決定
S402
監視領域を仮決定
S403
監視領域を監視
S404
障害物あり？
No
Yes
S405
障害物が
検出されたことを
示す検出結果を出力
S406
障害物が
検出されなかったことを
示す検出結果を出力
S407
非遮蔽領域を
判定
S408
監視可能距離を
判定
S409
監視可能領域を
判定
S410
追跡
S411
監視距離を決定
S412
推奨列車速度を算出
S413
監視領域を決定
S414
列車の運用が
終了？
No
Yes
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/026432

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. B61L23/00(2006.01)i
FI: B61L23/00 A

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. Cl. B61L23/00

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	JP 2019-188846 A (THE NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 31 October 2019, entire text, all drawings	1-14
A	JP 2011-002339 A (PANASONIC ELECTRIC WORKS CO., LTD.) 06 January 2011, entire text, all drawings	1-14
A	JP 2016-052133 A (NIKON CORP.) 11 April 2016, entire text, all drawings	1-14
A	JP 2010-030398 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 12 February 2010, entire text, all drawings	1-14
A	JP 2010-061304 A (CALSONIC KANSEI CORP.) 18 March 2010, 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
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28.08.2020	06.10.2020
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

International application No.
PCT/JP2020/026432

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-206318 A (THE NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 05 December 2019, entire text, all drawings	1-14
A	JP 2019-537534 A (RAIL VISION LTD.) 26 December 2019, entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/026432

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-188846 A	31.10.2019	(Family: none)	
JP 2011-002339 A	06.01.2011	(Family: none)	
JP 2016-052133 A	11.04.2016	(Family: none)	
JP 2010-030398 A	12.02.2010	(Family: none)	
JP 2010-061304 A	18.03.2010	(Family: none)	
JP 2019-206318 A	05.12.2019	(Family: none)	
JP 2019-537534 A	26.12.2019	WO 2018/073778 A1 entire text, all drawings EP 3529123 A CN 110062727 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/026432

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B61L 23/00(2006.01)i
FI: B61L23/00 A

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））

B61L23/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2019-188846 A (日本信号株式会社) 31.10.2019 (2019-10-31) 全文、全図	1-14
A	JP 2011-002339 A (パナソニック電工株式会社) 06.01.2011 (2011-01-06) 全文、全図	1-14
A	JP 2016-052133 A (株式会社ニコン) 11.04.2016 (2016-04-11) 全文、全図	1-14
A	JP 2010-030398 A (日産自動車株式会社) 12.02.2010 (2010-02-12) 全文、全図	1-14
A	JP 2010-061304 A (カルソニックカンセイ株式会社) 18.03.2010 (2010-03-18) 全文、全図	1-14
A	JP 2019-206318 A (日本信号株式会社) 05.12.2019 (2019-12-05) 全文、全図	1-14
A	JP 2019-537534 A (レール　ビジョン　リミテッド) 26.12.2019 (2019-12-26) 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。

＊ 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” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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
“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	国際調査報告の発送日
28.08.2020	06.10.2020

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）
吉村　俊厚 3H 4648
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/JP2020/026432

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-188846 A	31.10.2019	（ファミリーなし）	
JP 2011-002339 A	06.01.2011	（ファミリーなし）	
JP 2016-052133 A	11.04.2016	（ファミリーなし）	
JP 2010-030398 A	12.02.2010	（ファミリーなし）	
JP 2010-061304 A	18.03.2010	（ファミリーなし）	
JP 2019-206318 A	05.12.2019	（ファミリーなし）	
JP 2019-537534 A	26.12.2019	WO 2018/073778 A1 全文、全図 EP 3529123 A CN 110062727 A	