

(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16日(16.06.2022)



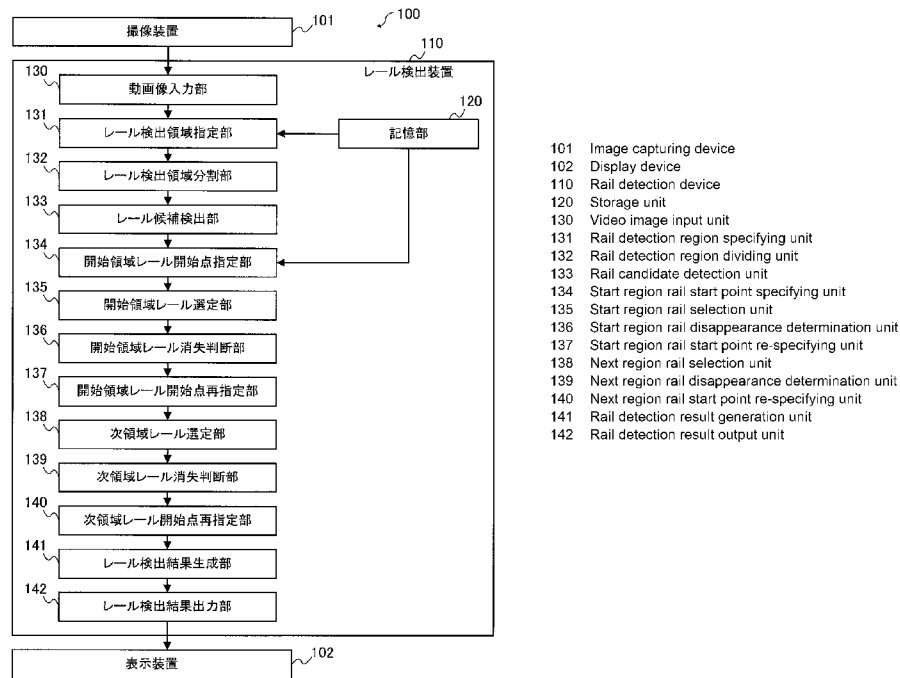
(10) 国際公開番号

WO 2022/123641 A1

- (51) 国際特許分類:
B61L 23/00 (2006.01) *B60R 21/00* (2006.01)
G06T 7/60 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/045568
- (22) 国際出願日: 2020年12月8日(08.12.2020)
- (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:大澤 隼也(OSAWA Shunya); 〒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). 関口 亮太(SEKIGUCHI Ryota); 〒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: 山形 洋一, 外(YAMAGATA Yoichi et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 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: RAIL DETECTION DEVICE AND RAIL DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: レール検出装置及びレール検出方法



(57) Abstract: A rail detection device (110) comprising: a start-region rail-start-point respecifying unit (137) that, unless portions of both of two rails are detected on the basis of rail portions detected from an image, sets a corrected start region by shifting a start region for detecting the rails upward and specifies the lower side of said corrected start region as a corrected start point of the two rails; a rail candidate detection unit (133) that detects a plurality of corrected rail candidates as candidates for edges of the two rails in the corrected start region; a start-region rail selection unit (135) for selecting the

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))

corrected rail candidate the lowest end of which is closest to the corrected start point from among the plurality of corrected rail candidates as an interim corrected rail portion; and a start-region rail disappearance determination unit (136) that, if the distance between the lowermost end of the interim corrected rail portion and the corrected start point is less than a first threshold value, determines said interim corrected rail portion to be a corrected rail portion, and determines whether or not both of the two rails have been detected on the basis of the corrected rail portions.

(57) 要約：レール検出装置(110)は、画像から検出されたレール部分により二本のレールの両方の部分が検出されない場合に、レールを検出する開始領域を上方にずらして、修正開始領域を設定し、その修正開始領域の下辺に二本のレールの修正開始点を指定する開始領域レール開始点再指定部(137)と、修正開始領域において、二本のレールのエッジの候補となる複数の修正レール候補を検出するレール候補検出部(133)と、複数の修正レール候補の内、修正開始点と最下端が最も近い修正レール候補を仮修正レール部分として選定する開始領域レール選定部(135)と、仮修正レール部分の最下端と、修正開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、その仮修正レール部分を修正レール部分として確定し、その修正レール部分により二本のレールの両方が検出されたか否かを判断する開始領域レール消失判断部(136)とを備える。

明 細 書

発明の名称： レール検出装置及びレール検出方法

技術分野

[0001] 本開示は、レール検出装置及びレール検出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、鉄道のレールの検査、又は、レール内に存在する障害物を検出することを目的として、画像からレールを検出する装置が知られている。例えば、特許文献1に記載された装置は、まず、撮像画像から初期エリアと、その上部の探索エリアとを取り出し、初期エリアで特徴量からレールを検出する。そして、その装置は、上部の探索エリアにおいて、初期エリアで検出されたレールの上端からの線分から特徴量に基づいてレールを検出する処理を繰り返してレールを特定する。

[0003] この装置は、カラー画像をグレースケール画像又は二値化画像に変換して、変換された画像の画素毎に、鉄道のレールらしさを示す指標を導出し、その指標に基づいてレールを特定する。ここでの指標は、着目する画素における隣接画素との間の輝度勾配に基づいて導出される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-181254号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の技術は、輝度勾配によりレールの絞り込みを行っているため、レール周辺の影等の障害物によりレールを誤検出することがある。

[0006] そこで、本開示の一又は複数の態様は、レール周辺に影等の障害物があったとしても、レールを精度よく検出できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係るレール検出装置は、二本のレールを含む画像から、前記二本のレールが含まれている領域をレール検出領域として指定するレール検出領域指定部と、前記レール検出領域を上下方向において分割し、隣接する二つが重複するように複数のレール候補検出領域を生成するレール検出領域分割部と、前記複数のレール候補検出領域の内、最も下のレール候補検出領域を開始領域に設定し、前記開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点として指定する開始領域レール開始点指定部と、前記開始領域において前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出するレール候補検出部と、前記複数のレール候補の内、前記開始点と最下端が最も近いレール候補を仮レール部分として選定する開始領域レール選定部と、前記仮レール部分の最下端と、前記開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、前記仮レール部分をレール部分として確定し、前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断する開始領域レール消失判断部と、前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されていない場合に、前記開始領域を上方にずらすことで、修正開始領域を設定し、前記修正開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点である修正開始点として指定する開始領域レール開始点再指定部と、を備え、前記レール候補検出部は、前記修正開始領域において、前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数の修正レール候補として検出し、前記開始領域レール選定部は、前記複数の修正レール候補の内、前記修正開始点と最下端が最も近い修正レール候補を仮修正レール部分として選定し、前記開始領域レール消失判断部は、前記仮修正レール部分の最下端と、前記修正開始点との間の距離が前記第一の閾値未満の場合に、前記仮修正レール部分を修正レール部分として確定し、前記修正レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断することを特徴とする。

[0008] 本開示の一態様に係るレール検出方法は、二本のレールを含む画像から、前記二本のレールが含まれている領域をレール検出領域として指定し、前記

レール検出領域を上下方向において分割し、隣接する二つが重複するように複数のレール候補検出領域を生成し、前記複数のレール候補検出領域の内、最も下のレール候補検出領域を開始領域に設定し、前記開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点として指定し、前記開始領域において前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出し、前記複数のレール候補の内、前記開始点と最下端が最も近いレール候補を仮レール部分として選定し、前記仮レール部分の最下端と、前記開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、前記仮レール部分をレール部分として確定し、前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断し、前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されていない場合に、前記開始領域を上方にずらすことで、修正開始領域を設定し、前記修正開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点である修正開始点として指定し、前記修正開始領域において、前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数の修正レール候補として検出し、前記複数の修正レール候補の内、前記修正開始点と最下端が最も近い修正レール候補を仮修正レール部分として選定し、前記仮修正レール部分の最下端と、前記修正開始点との間の距離が前記第一の閾値未満の場合に、前記仮修正レール部分を修正レール部分として確定し、前記修正レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本開示の一又は複数の態様によれば、レール周辺に影等の障害物があつたとしても、レールを精度よく検出することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]レール検出システムの構成を概略的に示すブロック図である。

[図2]記憶部に記憶されているデータの一例を示す概略図である。

[図3]レール候補検出領域を生成する処理を説明するための概略図である。

[図4]レールとカメラとの関係を説明するための概略図である。

[図5]開始領域においてレールが消失する例を説明するための概略図である。

[図6]開始領域の仮レール部分が消失したか否かを判断する処理例を説明するための概略図である。

[図7]開始領域の開始点を再指定する処理を説明するための概略図である。

[図8]レール候補を絞り込む処理を説明するための概略図である。

[図9]次領域で開始点を特定する処理を説明するための概略図である。

[図10]次領域のレールが消失する例を説明するための概略図である。

[図11]次領域と、前領域との間の重複領域を増やす処理を説明するための概略図である。

[図12]レール検出装置のハードウェア構成を概略的に示すブロック図である。

[図13]ある1フレームの画像において、レールを検出する処理を示す第一のフローチャートである。

[図14]ある1フレームの画像において、レールを検出する処理を示す第二のフローチャートである。

[図15]開始領域レール選定部での処理を示すフローチャートである。

[図16]開始領域レール消失判断部での処理を示すフローチャートである。

[図17]開始領域におけるレール再選定処理を示すフローチャートである。

[図18]次領域レール選定部での処理を示すフローチャートである。

[図19]次領域レール消失判断部での処理を示すフローチャートである。

[図20]次領域におけるレール再選定処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 図1は、実施の形態に係るレール検出装置を備えるレール検出システム100の構成を概略的に示すブロック図である。

レール検出システム100は、撮像装置101と、表示装置102と、レール検出装置110とを備える。

[0012] 撮像装置101は、動画像を撮像して、その動画像を示す動画データをレール検出装置110に与える。撮像装置101を、以下、単にカメラともい

う。

表示装置 102 は、レール検出装置 110 での検出結果を示す画面画像を表示する。

[0013] レール検出装置 110 は、撮像装置 101 から得られる動画データで示される画像から、レールを検出する装置である。例えば、レール検出装置 110 は、画像からレールの部分であるレール部分を検出して、そのレール部分をつなぎ合わせることで、レールを検出する。具体的には、レール検出装置 110 は、二本のレールを含む画像を複数の領域に分割し、その複数の領域から二本のレールの複数の部分である複数のレール部分を検出する。そして、レール検出装置 110 は、その複数のレール部分を連結することで二本のレールを検出する。

[0014] レール検出装置 110 は、記憶部 120 と、動画像入力部 130 と、レール検出領域指定部 131 と、レール検出領域分割部 132 と、レール候補検出部 133 と、開始領域レール開始点指定部 134 と、開始領域レール選定部 135 と、開始領域レール消失判断部 136 と、開始領域レール開始点再指定部 137 と、次領域レール選定部 138 と、次領域レール消失判断部 139 と、次領域レール開始点再指定部 140 と、レール検出結果生成部 141 と、レール検出結果出力部 142 とを備える。

[0015] 記憶部 120 は、レール検出装置 110 での処理に必要なデータを記憶する。

例えば、記憶部 120 は、レール検出領域指定部 131 及び開始領域レール開始点指定部 134 で用いるカメラ設置位置情報、カメラ内部パラメータ及びレール情報を記憶する。

[0016] 図 2 は、記憶部 120 に記憶されているデータの一例を示す概略図である。

図 2 に示されているように、記憶部 120 は、レールから見たカメラ設置高さ（垂直）、レールから見たカメラ設置横幅（水平）、カメラ焦点距離（垂直）、カメラ焦点距離（水平）、レール軌間及びレール頭部幅を記憶して

いる。これらの数値は、事前に取得されているものとする。

ここで、レールから見たカメラ設置高さ（垂直）及びレールから見たカメラ設置横幅（水平）をカメラ設置位置ともいい、カメラ焦点距離（垂直）及びカメラ焦点距離（水平）を、単に、カメラ焦点距離ともいう。

レール軌間は、二本のレールの間の幅であり、レール頭部幅は、一本のレールの頭部の幅である。

[0017] 図1に戻り、動画像入力部130は、撮像装置101からの動画データの入力を受け付ける。

レール検出領域指定部131は、二本のレールを含む画像から、その二本のレールが含まれている領域をレール検出領域として指定する。

例えば、レール検出領域指定部131は、動画データで示される一フレームの画像から、レール検出領域を指定する。ここでは、撮像装置101の位置が固定であるため、画像においてレールが含まれる領域はある程度決まっている。このため、レール検出領域指定部131は、画像の予め定められた領域をレール検出領域として指定する。例えば、撮像装置101の位置及び向きから、画像の上部にレールが存在することはないので、レール検出領域指定部131は、画像の下部のある一定領域を、レール検出領域に指定する。

[0018] レール検出領域分割部132は、レール検出領域指定部131により指定されたレール検出領域を分割して、隣接する二つが重複するように複数のレール候補検出領域を生成する。これにより、レール検出装置110は、分割されたレール候補検出領域毎にレール候補を検出し、検出されたレール候補から確定されたレール部分をつなぎ合わせることで、レールを検出することができる。ここで、レール検出領域分割部132は、隣り合っている二つのレール候補検出領域が重複した領域を含むようにする。

[0019] 例えば、レール検出領域分割部132は、レール検出領域を上下方向において複数の分割領域に分割する。そして、レール検出領域分割部132は、連続する三つ以上の分割領域を含み、隣接する二つのレール候補検出領域が

、少なくとも一つの分割領域において重複するように複数のレール候補検出領域を生成する。

[0020] 図3は、レール候補検出領域を生成する処理を説明するための概略図である。

まず、レール検出領域分割部132は、一フレームの画像におけるレール検出領域DAを、その上下方向において、予め定められた数の領域である分割領域R01～R07に分割する。ここでは、分割領域R01～R07の各々は、同じ大きさとする。

[0021] そして、レール検出領域分割部132は、連続する複数の分割領域により、レール候補検出領域を生成する。

図3では、レール検出領域分割部132は、三つの分割領域R01～R03により、レール候補検出領域R11を生成し、三つの分割領域R03～R05により、レール候補検出領域R12を生成し、三つの分割領域R05～R07により、レール候補検出領域R13を生成する。

[0022] ここで、レール検出領域分割部132は、隣り合っている二つのレール候補検出領域が互いに重複領域を備えるように、レール候補検出領域を生成する。例えば、図3では、レール候補検出領域R11及びレール候補検出領域R12は、分割領域R03において重複している。また、レール候補検出領域R12及びレール候補検出領域R13は、分割領域R05において重複している。

[0023] 以上から、レール検出領域分割部132は、レール検出領域を少なくとも六つ以上に分割することで、六つ以上の分割領域を生成する。そして、レール検出領域分割部132は、少なくとも一つの分割領域が重複するように、少なくとも三つ以上の分割領域により少なくとも二つ以上のレール候補検出領域を生成することが望ましい。

[0024] 図1に戻り、レール候補検出部133は、レール検出領域分割部132により生成されたレール候補検出領域の各々から、レール候補を検出する。レール候補は、例えば、Hough変換等の直線検出手法、又は、スプライン

補間を用いた曲線検出手法等の線を検出する手法により検出される線である。

これについては、例えば、下記の文献に詳細に記載されている。

R. O. Duda and P. E. Hart, "Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures," Comm. Assoc. Comput. March. 15, 1972, pp. 11-15

[0025] 例えば、レール候補検出部133は、レール候補検出領域において二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出する。

[0026] 開始領域レール開始点指定部134は、レール検出領域分割部132により生成された複数のレール候補検出領域の内、最も下に配置されているレール候補検出領域を開始領域として設定する。

[0027] そして、開始領域レール開始点指定部134は、開始領域において、記憶部120に記憶されているカメラ設置位置、カメラ焦点距離、レール軌間及びレール頭部幅より、レールの開始点として4点を指定する。

記憶部120に記憶されている情報を用いると、画像中のターゲットのx y座標が以下(1)式及び(2)式で算出できる。

[0028] ターゲット位置y座標(pixel) =
垂直画角÷2 - ((ターゲット高さ-カメラ高さ)÷ターゲット距離)×焦点距離(垂直) (1)

[0029] ターゲット位置x座標(pixel) =
水平画角÷2 + ((ターゲット水平位置-カメラ中心水平位置)÷ターゲット距離)×焦点距離(水平) (2)

[0030] ここで、ターゲットがレールである場合の、これらの式で使用される変数を説明する。

図4は、レールとカメラとの関係を説明するための概略図である。

図4には、左レールLRと、右レールRRと、撮像装置101としてのカ

メラ 101 # が示されている。

[0031] 図 4 に示されているカメラ高さ h は、記憶部 120 に記憶されているレールから見たカメラ設置高さ（垂直）である。

ターゲット高さは、レールの高さで、ここでは、レールの頭部を基準にカメラ 101 # の高さを決めているため、「0」となる。

カメラ中心水平位置 w_1 は、記憶部 120 に記憶されているレールから見たカメラ設置横幅（水平）である。

ターゲット水平位置 w_2 は、記憶部 120 に記憶されているレール頭部幅である。

[0032] ここで、画像最下部の y 座標（pixel）は既知なので、左レールの左端をターゲットとすると、上記（1）式によりターゲット距離が算出できる。そして、（2）式により、ターゲット位置 x 座標（pixel）が算出できる。

また、レール軌間、レール頭部幅も固定で既知であるため、開始領域のレールの開始点とする 4 点の x 座標及び y 座標が算出できる。

[0033] 開始点の算出については、例えば、下記の文献に詳細に記載されている。

Gideon P. Stein, "Vision-based ACC with a Single Camera: Bounds on Range and Range Rate Accuracy," Mobile Eye 2003 IEEE, 2003

[0034] なお、動画像が入力される場合、フレーム間でのレールの変位は限りなく小さいため、開始領域レール開始点指定部 134 は、フレーム毎に、記憶部 120 に記憶されている情報から、開始領域における開始点を求めるのではなく、前フレームの開始領域の開始点を、次のフレームにおける開始点としてもよい。

[0035] 即ち、記憶部 120 に記憶されているデータは、予め取得されている情報であり、画角も固定であれば、開始領域レール開始点指定部 134 は、開始領域の下辺の予め定められた位置の点を二本のレールの開始点として指定す

ることとなる。

[0036] 図 1 に戻り、開始領域レール選定部 135 は、開始領域レール開始点指定部 134 で指定した開始点と最下端が最も近いレール候補を、開始領域の仮のレール部分である仮レール部分として選定する。

[0037] 開始領域レール消失判断部 136 は、仮レール部分の最下端と、開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、その仮レール部分をレール部分として確定する。そして、開始領域レール消失判断部 136 は、確定されたレール部分により二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断する。

[0038] 具体的には、開始領域レール消失判断部 136 は、開始領域レール選定部 135 で選定された開始領域の仮レール部分が消失条件を満たすかどうかを判断する。

図 5 は、開始領域においてレールが消失する例を説明するための概略図である。

図 5 に示されているように、カメラ設置位置によって、開始領域 SR において、開始領域レール開始点指定部 134 で指定した開始点 P1～P4 が、車体又は影等の障害物で隠れる場合がある。

このような場合に、開始領域レール消失判断部 136 は、開始領域 SR の仮レール部分が消失したと判断する。

[0039] 図 6 は、開始領域の仮レール部分が消失したか否かを判断する処理例を説明するための概略図である。

まず、開始領域レール消失判断部 136 は、四つの開始点 P1～P4 から順番に、一つの開始点を対象開始点 TP として選択する。

そして、対象開始点 TP に最も距離の近いレール候補である仮レール部分を、対象仮レール部分 TT とする。

次に、開始領域レール消失判断部 136 は、対象開始点 TP と、対象仮レール部分 TT との距離を、下記の (3) 式で算出する。

$$\text{距離} = | (\text{対象仮レール部分の最下端の } x \text{ 座標}) - (\text{対象開始点の } x \text{ 座標}) | \quad (3)$$

[0040] 対象仮レール部分の最下端の x 座標は、図6では、開始領域SRの最下辺と、対象仮レール部分TTとの交点Pの x 座標になっている。

なお、ここでは、開始点と、対象仮レール部分の最下端との距離を、 x 座標だけを用いて簡略的に算出しているが、本実施の形態は、このような例に限定されない。例えば、 x 座標及び y 座標を用いて、2点間の距離が算出されてもよい。

[0041] そして、開始領域レール消失判断部136は、以上のようにして算出された距離が、予め定められた閾値（第一の閾値）以上である場合には、その対象開始点においては、対象仮レール部分をレール部分として確定しない。ここでの閾値は、レール頭部の幅に基づいて定められてもよい。例えば、閾値は、レール頭部幅とすることで、このような幅以上の場合には、レール部分が適切に検出されていないものと判断することができる。

これは、例えば、図6に示されているように、対象開始点TPを中心として、閾値を示す円Cの内部に、対象仮レール部分TTの最下端が存在しない場合には、そのような対象仮レール部分は、レール部分とはならないことを示している。

[0042] そして、開始領域レール消失判断部136は、四つの開始点P1～P4から確定されたレール部分が以下の条件1又は2を満たす場合に、レール消失と判断する。条件1及び条件2が、消失条件となる。

条件1：レール部分が一つ以下、言い換えると、レール部分の数が、0又は1であること。

条件2：レール部分が二つの場合には、レール部分の最下端の x 座標の間の距離が、予め定められた閾値（第三の閾値）未満であること。

ここで、条件2の閾値（第三の閾値）は、レール軌間に基づいて、左右の二本のレールが検出されているか否かを判断できる値とすればよい。例えば、レール軌間又はレール軌間よりも予め定められた長さだけ短い値を閾値とすればよい。

[0043] 以上により、レール部分が三つ以上、言い換えると、レール部分の数が、

3又は4の場合には、左右の二本のレールが検出されているため、レール消失とは判断されない。この場合には、上記の条件1及び条件2がともに満たされていないものと判断することができる。

[0044] 図1に戻り、開始領域レール開始点再指定部137は、開始領域レール消失判断部136がレール消失と判断した場合に、開始領域を次のレール候補検出領域にずらして、開始点を新たに指定する。

[0045] 例えば、開始領域レール開始点再指定部137は、レール部分により二本のレールの両方の部分が検出されていない場合に、開始領域を上方にずらす。ここで、上方にずらされた開始領域を、修正開始領域ともいう。そして、開始領域レール開始点再指定部137は、修正開始領域の下辺の予め定められた位置の点を、二本のレールの開始点として指定する。ここで指定される開始点を修正開始点ともいう。

[0046] 具体的には、開始領域レール開始点再指定部137は、開始領域の一つ上のレール候補検出領域を修正開始領域として設定する。

[0047] 図7は、開始領域の開始点を再指定する処理を説明するための概略図である。

例えば、開始領域レール開始点再指定部137は、レール候補検出領域R11を開始領域SRに指定した場合に、レール消失と判断されたときには、次のレール候補検出領域R12を開始領域に指定する。

そして、開始領域レール開始点再指定部137は、指定した開始領域において、開始領域レール開始点指定部134と同様に、四つの開始点を指定する。

[0048] 修正開始点が指定されると、レール候補検出部133は、修正開始領域において、二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出する。ここで検出される複数のレール候補を、複数の修正レール候補ともいう。

そして、開始領域レール選定部135は、複数の修正レール候補の内、修正開始点と最下端が最も近い修正レール候補をレール部分として選定する。

ここで選定されるレール部分を仮修正レール部分ともいう。

また、開始領域レール消失判断部 136 は、仮修正レール部分の最下端と、修正開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、その仮修正レール部分をレール部分として確定する。ここで確定されるレール部分を修正レール部分ともいう。

さらに、開始領域レール消失判断部 136 は、修正レール部分により二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断する。

[0049] 以上のように、開始領域レール開始点再指定部 137 は、レール消失と判断されると、開始領域を、複数のレール候補検出領域の内、下から上に順番にずらしていく。これにより、障害物の影響を避けることができるようになる。

なお、開始領域でレール部分が確定された場合、レール候補検出部 133 は、開始領域又は修正開始領域を前領域とし、その前領域の一つ上のレール候補検出領域を次領域とする。そして、レール候補検出部 133 は、次領域において二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出する。ここで検出されるレール候補を次レール候補ともいう。

さらに、レール候補検出部 133 は、次領域でレール部分が確定した場合に、その次領域を前領域とするとともに、その次領域の一つ上のレール候補検出領域、言い換えると、その次領域と重複し、レール部分の確定が行われていないレール候補検出領域を、次領域とする。そして、レール候補検出部 133 は、次領域において二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出する。

[0050] 次領域レール選定部 138 は、次領域においてレール候補を選定する。

例えば、次領域レール選定部 138 は、次領域の下辺と、レール部分又は修正レール部分との交点をレールの開始点として指定する。ここで指定された開始点を次開始点ともいう。

そして、次領域レール選定部 138 は、複数の次レール候補の内、レール部分又は修正レール部分との傾きの差が第二の閾値未満の次レール候補を選

択次レール候補とする。

さらに、次領域レール選定部 138 は、選択次レール候補の内、次開始点と最下端が最も近い選択次レール候補を仮次レール部分として選定する。

[0051] 具体的には、次領域レール選定部 138 は、次領域で検出されたレール候補と、前領域で確定されたレール部分との傾き差を、閾値を用いて比較して、次領域のレール候補を絞り込む。ここで、絞り込まれたレール候補を選択レール候補又は選択次レール候補ともいう。

例えば、次領域レール選定部 138 は、下記の（４）式のようにして算出される、前領域のレール部分に対応する直線と、レール候補に対応する直線との傾きの差である傾き差を、閾値と比較することで、レール候補を絞り込む。

$$\text{傾き差} = | (\text{前領域のレール部分の傾き}) - (\text{次領域でのレール候補の傾き}) | \quad (4)$$

[0052] 図 8 は、レール候補を絞り込む処理を説明するための概略図である。

図 8 において、符号 DT は、前領域において確定されたレール部分を示している。符号 CT1 及び CT2 は、次領域において検出されているレール候補を示している。

図 8 においては、レール部分 DT に対して、レール候補 CT1 及びレール候補 CT2 は、その傾き差が閾値以上であるため、選択レール候補又は選択次レール候補から除外される。この時の閾値は、レールのカーブの最大曲率（半径 R：160 m）から算出されてもよい。

[0053] そして、次領域レール選定部 138 は、前領域で確定されたレール部分と、次領域の最下辺との交点を開始点として、絞り込まれたレール候補の内、その開始点と最下端が最も距離の近いレール候補を、仮レール部分とする。

[0054] 図 9 は、次領域で開始点を特定する処理を説明するための概略図である。

図 9 に示されているように、前領域 RT で確定されたレール部分 DT と、次領域 NR の最下端との交点 P が、開始点として特定される。

[0055] 図 1 に戻り、次領域レール消失判断部 139 は、仮次レール部分の最下端

と、次開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、仮次レール部分をレール部分として確定する。ここで確定されるレール部分を次レール部分ともいう。

そして、次領域レール消失判断部 139 は、次レール部分により二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断する。

[0056] 例えば、次領域レール消失判断部 139 は、次領域レール選定部 138 で選定された仮レール部分が消失条件を満たすかどうかを判断する。

図 10 は、次領域のレールが消失する例を説明するための概略図である。

図 10 に示されているように、前領域 PR で確定されたレール部分 DT1 ~ DT4 と、次領域 NR の最下辺との交点を開始点とする場合、開始点が影又はレール周辺の電気設備等の障害物で隠れる場合がある。消失条件は、例えば、開始領域レール消失判断部 136 と同様に、開始点に対して予め定められた閾値の範囲内を仮レール部分が通るか否かを、距離差から判断すればよい。

[0057] 図 1 に戻り、次領域レール開始点再指定部 140 は、次レール部分により二本のレールの両方の部分が検出されていない場合に、次領域を下方にずらす。ここでずらされた次領域を修正次領域ともいう。例えば、次領域レール開始点再指定部 140 は、次領域の一つ下の分割領域が含まれるように修正次領域を設定すればよい。この場合、一つのレール候補検出領域が、一つの分割領域の分だけ下に移動してしまうため、レール検出領域分割部 132 は、再度、レール候補検出領域を設定し直す。

そして、次領域レール開始点再指定部 140 は、修正次領域の下辺と、レール部分又は修正レール部分との交点を開始点として指定する。ここで指定される開始点を修正次開始点ともいう。

[0058] 例えば、次領域レール開始点再指定部 140 は、次領域レール消失判断部 139 でレールが消失したと判断された場合、次領域と、前領域との間の重複領域が増える様に次領域を再設定するとともに、開始点を再設定する。

図 11 は、次領域と、前領域との間の重複領域を増やす処理を説明するた

めの概略図である。

図 1 1 に示されているように、前領域 P R に対して、一つの分割領域分（図 1 1 では、分割領域 R O 2）、次領域 N R が前領域 P R 側にずらされている。これにより、前領域 P R と、次領域 N R と重複領域に障害物 O B があつたとしても、その障害物 O B を避けて、次領域の開始点を指定することができる。

[0059] 図 1 に戻り、次領域レール開始点再指定部 1 4 0 により、修正次領域が設定され、修正次開始点が制定されると、レール候補検出部 1 3 3 は、修正次領域において二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出する。ここで検出されるレール候補を修正次レール候補ともいう。

また、次領域レール選定部 1 3 8 は、複数の修正次レール候補の内、レール部分又は修正レール部分との傾きの差が第二の閾値未満の修正次レール候補を選択レール候補として選択する。ここで選択される選択レール候補を選択修正次レール候補ともいう。

さらに、次領域レール選定部 1 3 8 は、選択修正次レール候補の内、修正次開始点と最下端が最も近い選択修正次レール候補を仮レール部分として選定する。ここで選定される仮レール部分を仮修正次レール部分ともいう。

そして、次領域レール消失判断部 1 3 9 は、仮修正次レール部分の最下端と、修正次開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、仮修正次レール部分をレール部分として確定する。ここで確定されるレール部分を修正次レール部分ともいう。

次領域レール消失判断部 1 3 9 は、修正次レール部分により二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断する。

[0060] レール検出結果生成部 1 4 1 は、以上のようにして検出されたレール部分をつなぎ合わせることでレールを検出し、検出されたレールを示すレール検出結果を生成する。

レール検出結果出力部 1 4 2 は、レール検出結果を表示装置 1 0 2 に出力

する。

[0061] 図12は、レール検出装置110のハードウェア構成を概略的に示すブロック図である。

レール検出装置110は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサ151と、メモリ152と、HDD (Hard Disc Drive) 又はSSD (Solid State Drive) 等の補助記憶装置153と、インターフェース (以下、I/Fという) 154と、I/F155とを備えるコンピュータ150により実現することができる。

[0062] 例えば、レール検出領域指定部131、レール検出領域分割部132、レール候補検出部133、開始領域レール開始点指定部134、開始領域レール選定部135、開始領域レール消失判断部136、開始領域レール開始点再指定部137、次領域レール選定部138、次領域レール消失判断部139、次領域レール開始点再指定部140及びレール検出結果生成部141は、プロセッサ151が、補助記憶装置153に記憶されているプログラムをメモリ152に読み出して、その読み出されたプログラムを実行することで実現することができる。

[0063] また、動画像入力部130は、I/F154により実現することができる。I/F154は、例えば、撮像装置101との間でデータをやりとりするインターフェースである。

レール検出結果出力部142は、I/F155により実現することができる。I/F155は、例えば、表示装置102との間でデータをやりとりするインターフェースである。

なお、記憶部120は、補助記憶装置153により実現することができる。

[0064] なお、撮像装置101は、動画像を取得することのできるカメラにより、表示装置102は、動画像を表示することのできるディスプレイにより実現することができる。

[0065] 図13及び図14は、ある1フレームの画像において、レールを検出する処理を示すフローチャートである。

動画像が入力される場合は、以下処理が繰り返し行われる。

[0066] まず、動画像入力部130は、一フレームの画像の入力を受け付ける（S10）。

次に、レール検出領域指定部131は、入力された画像においてレール検出領域を指定する（S11）。

[0067] レール検出領域分割部132は、レール検出領域を複数の分割領域に分割して、予め定められた数の分割領域によりレール候補検出領域を生成する（S12）。

レール候補検出部133は、生成されたレール候補検出領域において、レール候補を検出する（S13）。

[0068] 次に、開始領域レール開始点指定部134は、開始領域のレールの開始点を指定する（S14）。

開始領域レール選定部135は、指定された開始点に最も近いレール候補を、開始領域の仮レール部分として選定する（S15）。

[0069] 開始領域レール消失判断部136は、仮レール部分の内、レール条件を満たすものを、レール部分として確定して、レールが消失したか否かを判断する（S16）。レールが消失した場合（S16でNo）には、処理はステップS17に進み、レールが消失していない場合には、処理は図14のステップS20に進む。

[0070] ステップS17では、開始領域レール開始点再指定部137は、開始領域及び開始点の再指定が可能か否かを判断する。例えば、開始領域が、レール検出領域において最も上方のレール候補検出領域となっている場合には、開始領域及び開始点の再指定が不可能と判断される。再指定が可能な場合（S17でYes）には、処理はステップS18に進み、再指定が不可能な場合（S17でNo）には、処理は終了する。

[0071] ステップS18では、レール候補検出部133、開始領域レール選定部1

35 及び開始領域レール開始点再指定部 137 により、開始領域におけるレール再選定処理が行われる。ここでの処理については、図 17 を用いて詳細に説明する。

[0072] 図 14 のステップ S20 では、次領域レール選定部 138 は、前領域と次領域とを特定し、次領域のレール候補を選定して、次領域の仮レール部分を特定する。

次に、次領域レール消失判断部 139 は、次領域のレール条件を満たす仮レール部分を特定し、仮レール部分に基づいて、次領域においてレールが消失したか否かを判断する (S21)。レールが消失した場合 (S21 で Yes) には、処理はステップ S22 に進み、レールが消失していない場合 (S21 で No) には、処理はステップ S24 に進む。

[0073] ステップ S22 では、次領域レール開始点再指定部 140 は、次領域及び開始点の再指定が可能か否かを判断する。例えば、次領域をずらしてしまうと、前領域と重なってしまう場合には、次領域及び開始点の再指定が不可能と判断される。再指定が可能な場合 (S22 で Yes) には、処理はステップ S23 に進み、再指定が不可能な場合 (S22 で No) には、処理はステップ S25 に進む。

[0074] ステップ S23 では、レール候補検出部 133、次領域レール選定部 138、次領域レール消失判断部 139 及び次領域レール開始点再指定部 140 により、次領域におけるレール再選定処理が行われる。ここでの処理については、図 20 を用いて詳細に説明する。

[0075] ステップ S24 では、レール検出結果生成部 141 は、終了条件が満たされるか否かを判断する。ここでの終了条件は、レール検出領域の最も上方のレール候補検出領域が次領域として指定されたことである。終了条件が満たされた場合 (S24 で Yes) には、処理はステップ S25 に進み、終了条件が満たされていない場合 (S24 で No) には、処理はステップ S20 に戻る。

[0076] なお、以上に記載したフローチャートでは、レール候補検出部 133 は、

レール検出領域分割部 132 がレール検出領域を分割した後にレール候補を検出しているが、本実施の形態は、このような例に限定されない。例えば、レール候補検出部 133 は、開始領域又は次領域が設定されてから、その開始領域又は次領域において、レール候補を検出してもよい。

[0077] 図 15 は、開始領域レール選定部 135 での処理を示すフローチャートである。

開始領域レール選定部 135 は、開始領域において、開始領域レール開始点指定部 134 で指定された開始領域の開始点を特定する (S30)。

次に、開始領域レール選定部 135 は、開始領域の開始点と、開始領域におけるレール候補とを比較する (S31)。

[0078] そして、開始領域レール選定部 135 は、開始領域の開始点に最も近いレール候補を、仮レール部分に選定する (S32)。

[0079] 図 16 は、開始領域レール消失判断部 136 での処理を示すフローチャートである。

まず、開始領域レール消失判断部 136 は、開始領域レール選定部 135 で選定された仮レール部分を開始領域において特定する (S40)。

[0080] 開始領域レール消失判断部 136 は、開始点と、その開始点に対応する仮レール部分の最下端との距離が、予め定められた閾値以上であるか否かを判断することで、その距離が閾値未満の仮レール部分をレール部分として特定する (S41)。

[0081] 次に、開始領域レール消失判断部 136 は、消失条件が満たされるか否かを判断する (S42)。消失条件が満たされる場合 (S42 で Yes) には、処理はステップ S43 に進み、消失条件が満たされない場合 (S42 で No) には、処理はステップ S44 に進む。

[0082] ステップ S43 では、開始領域レール消失判断部 136 は、開始領域においてレールが消失したと判断する。

一方、ステップ S44 では、開始領域レール消失判断部 136 は、開始領域においてレールが消失していないと判断する。

[0083] 図 1 7 は、開始領域におけるレール再選定処理を示すフローチャートである。

まず、開始領域レール開始点再指定部 1 3 7 は、開始領域を、一つ上のレール候補検出領域にずらし、ずらされた開始領域において、開始点を新たに指定する（S 5 0）。

次に、レール候補検出部 1 3 3 は、開始領域においてレール候補を検出する（S 5 1）。

[0084] 次に、開始領域レール選定部 1 3 5 は、再指定された開始領域の開始点と、ずらされた開始領域におけるレール候補とを比較する（S 5 2）。

[0085] そして、開始領域レール選定部 1 3 5 は、開始領域の開始点に最も近い点から上方に延びているレール候補を、仮レール部分に選定する（S 5 3）。

[0086] 図 1 8 は、次領域レール選定部 1 3 8 での処理を示すフローチャートである。

次領域レール選定部 1 3 8 は、前領域で確定されたレール部分を特定する（S 6 0）。

次に、次領域レール選定部 1 3 8 は、前領域で確定されたレール部分の傾きと、次領域のレール候補の傾きとを比較する（S 6 1）。

[0087] 次領域レール選定部 1 3 8 は、前領域で確定されたレール部分の傾きと、次領域のレール候補の傾きとの傾き差が、予め定められた閾値以上のレール候補を、選択レール候補から除外する（S 6 2）。

[0088] 次領域レール選定部 1 3 8 は、次領域の開始点に最も近い点から上方に延びているレール候補を、仮レール部分に選定する（S 6 3）。

[0089] 図 1 9 は、次領域レール消失判断部 1 3 9 での処理を示すフローチャートである。

まず、次領域レール消失判断部 1 3 9 は、次領域レール選定部 1 3 8 で選定された仮レール部分を次領域において特定する（S 7 0）。

[0090] 次領域レール消失判断部 1 3 9 は、開始点と、その開始点に対応する仮レール部分の最下端との距離が、予め定められた閾値以上であるか否かを判断

することで、その距離が閾値未満の仮レール部分をレール部分として特定する（S 7 1）。

[0091] 次に、次領域レール消失判断部 1 3 9 は、消失条件が満たされるか否かを判断する（S 7 2）。消失条件が満たされる場合（S 7 2 で Y e s）には、処理はステップ S 7 3 に進み、消失条件が満たされない場合（S 7 2 で N o）には、処理はステップ S 7 4 に進む。

[0092] ステップ S 7 3 では、次領域レール消失判断部 1 3 9 は、次領域においてレールが消失したと判断する。

一方、ステップ S 7 4 では、次領域レール消失判断部 1 3 9 は、次領域においてレールが消失していないと判断する。

[0093] 図 2 0 は、次領域におけるレール再選定処理を示すフローチャートである。

まず、次領域レール開始点再指定部 1 4 0 は、次領域を、一つ下の分割領域を含むようにずらし、ずらされた次領域において、開始点を新たに指定する（S 8 1）。

次に、レール候補検出部 1 3 3 は、次領域においてレール候補を検出する（S 8 2）。

[0094] 次に、次領域レール選定部 1 3 8 は、前領域で確定されたレール部分の傾きと、次領域のレール候補の傾きとを比較する（S 8 3）。

次領域レール選定部 1 3 8 は、前領域で確定されたレール部分の傾きと、次領域のレール候補の傾きとの傾き差が、予め定められた閾値以上のレール候補を、選択レール候補から除外する（S 8 4）。

[0095] 次領域レール選定部 1 3 8 は、次領域の開始点に最も近い点から上方に延びているレール候補を、仮レール部分に選定する（S 8 5）。

[0096] 以上のように、本実施の形態によれば、車両の影などにより、画像内にレールが鮮明に写っていない場合でも、その画像からレールを確実に検出することができる。

符号の説明

[0097] 100 レール検出システム、 101 撮像装置、 102 表示装置、
110 レール検出装置、 120 記憶部、 130 動画像入力部、
131 レール検出領域指定部、 132 レール検出領域分割部、
133 レール候補検出部、 134 開始領域レール開始点指定部、 1
35 開始領域レール選定部、 136 開始領域レール消失判断部、 1
37 開始領域レール開始点再指定部、 138 次領域レール選定部、
139 次領域レール消失判断部、 140 次領域レール開始点再指定部
、 141 レール検出結果生成部、 142 レール検出結果出力部。

請求の範囲

[請求項1]

二本のレールを含む画像から、前記二本のレールが含まれている領域をレール検出領域として指定するレール検出領域指定部と、

前記レール検出領域を上下方向において分割し、隣接する二つが重複するように複数のレール候補検出領域を生成するレール検出領域分割部と、

前記複数のレール候補検出領域の内、最も下のレール候補検出領域を開始領域に設定し、前記開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点として指定する開始領域レール開始点指定部と、

前記開始領域において前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出するレール候補検出部と、

前記複数のレール候補の内、前記開始点と最下端が最も近いレール候補を仮レール部分として選定する開始領域レール選定部と、

前記仮レール部分の最下端と、前記開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、前記仮レール部分をレール部分として確定し、前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断する開始領域レール消失判断部と、

前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されていない場合に、前記開始領域を上方にずらすことで、修正開始領域を設定し、前記修正開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点である修正開始点として指定する開始領域レール開始点再指定部と、を備え、

前記レール候補検出部は、前記修正開始領域において、前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数の修正レール候補として検出し、

前記開始領域レール選定部は、前記複数の修正レール候補の内、前記修正開始点と最下端が最も近い修正レール候補を仮修正レール部分

として選定し、

前記開始領域レール消失判断部は、前記仮修正レール部分の最下端と、前記修正開始点との間の距離が前記第一の閾値未満の場合に、前記仮修正レール部分を修正レール部分として確定し、前記修正レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断すること

を特徴とするレール検出装置。

[請求項2]

前記開始領域レール開始点再指定部は、前記複数のレール候補検出領域の内、前記開始領域の一つ上のレール候補検出領域を前記修正開始領域として設定すること

を特徴とする請求項1に記載のレール検出装置。

[請求項3]

前記レール候補検出部は、前記レール部分又は前記修正レール部分により、前記二本のレールが検出された場合に、前記開始領域又は前記修正開始領域を前領域とし、前記複数のレール候補検出領域の内、前記前領域の一つ上のレール候補検出領域を次領域として、前記次領域において前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数の次レール候補として検出し、

前記次領域の下辺と、前記レール部分又は前記修正レール部分との交点を次開始点として指定し、前記複数の次レール候補の内、前記レール部分又は前記修正レール部分との傾きの差が第二の閾値未満の次レール候補を選択次レール候補とし、前記選択次レール候補の内、前記次開始点と最下端が最も近い選択次レール候補を仮次レール部分として選定する次領域レール選定部と、

前記仮次レール部分の最下端と、前記次開始点との間の距離が前記第一の閾値未満の場合に、前記仮次レール部分をレール部分である次レール部分として確定し、前記次レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断する次領域レール消失判断部と、

前記次レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されていない場合に、前記次領域を下方にずらすことで、修正次領域を設定し、前記修正次領域の下辺と、前記レール部分又は前記修正レール部分との交点を修正次開始点として指定する次領域レール開始点再指定部と、をさらに備え、

前記レール候補検出部は、前記修正次領域において前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数の修正次レール候補として検出し、

前記次領域レール選定部は、前記複数の修正次レール候補の内、前記レール部分又は前記修正レール部分との傾きの差が前記第二の閾値未満の修正次レール候補を選択修正次レール候補とし、前記選択修正次レール候補の内、前記修正次開始点と最下端が最も近い選択修正次レール候補を仮修正次レール部分として選定し、

次領域レール消失判断部は、前記仮修正次レール部分の最下端と、前記修正次開始点との間の距離が前記第一の閾値未満の場合に、前記仮修正次レール部分をレール部分である修正次レール部分として確定し、前記修正次レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断すること

を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のレール検出装置。

[請求項4] 前記レール検出領域分割部は、前記レール検出領域を上下方向において複数の分割領域に分割し、前記複数の分割領域から、連続する三つ以上の分割領域を含み、隣接する二つのレール候補検出領域が、少なくとも一つの分割領域において重複するように前記複数のレール候補検出領域を生成することを特徴とする請求項 3 に記載のレール検出装置。

[請求項5] 前記次領域レール開始点再指定部は、前記複数の分割領域の内、前記次領域の一つ下の分割領域が含まれるように前記修正次領域を設定すること

を特徴とする請求項4に記載のレール検出装置。

[請求項6]

前記開始領域レール消失判断部は、

二本以上の前記レール部分が確定し、二本の前記レール部分の間隔が第三の閾値以上である場合に、前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたと判断し、

二本以上の前記修正レール部分が確定し、二本の前記修正レール部分の間隔が前記第三の閾値以上である場合に、前記修正レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたと判断すること

を特徴とする請求項1又は2に記載のレール検出装置。

[請求項7]

前記次領域レール消失判断部は、

二本以上の前記次レール部分が確定し、二本の前記次レール部分の間隔が第三の閾値以上である場合に、前記次レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたと判断し、

二本以上の前記修正次レール部分が確定し、二本の前記修正次レール部分の間隔が前記第三の閾値以上である場合に、前記修正次レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたと判断すること

を特徴とする請求項3から5の何れか一項に記載のレール検出装置。

[請求項8]

二本のレールを含む画像から、前記二本のレールが含まれている領域をレール検出領域として指定し、

前記レール検出領域を上下方向において分割し、隣接する二つが重複するように複数のレール候補検出領域を生成し、

前記複数のレール候補検出領域の内、最も下のレール候補検出領域を開始領域に設定し、前記開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点として指定し、

前記開始領域において前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数のレール候補として検出し、

前記複数のレール候補の内、前記開始点と最下端が最も近いレール候補を仮レール部分として選定し、

前記仮レール部分の最下端と、前記開始点との間の距離が第一の閾値未満の場合に、前記仮レール部分をレール部分として確定し、前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断し、

前記レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されていない場合に、前記開始領域を上方にずらすことで、修正開始領域を設定し、前記修正開始領域の下辺の予め定められた位置の点を前記二本のレールの開始点である修正開始点として指定し、

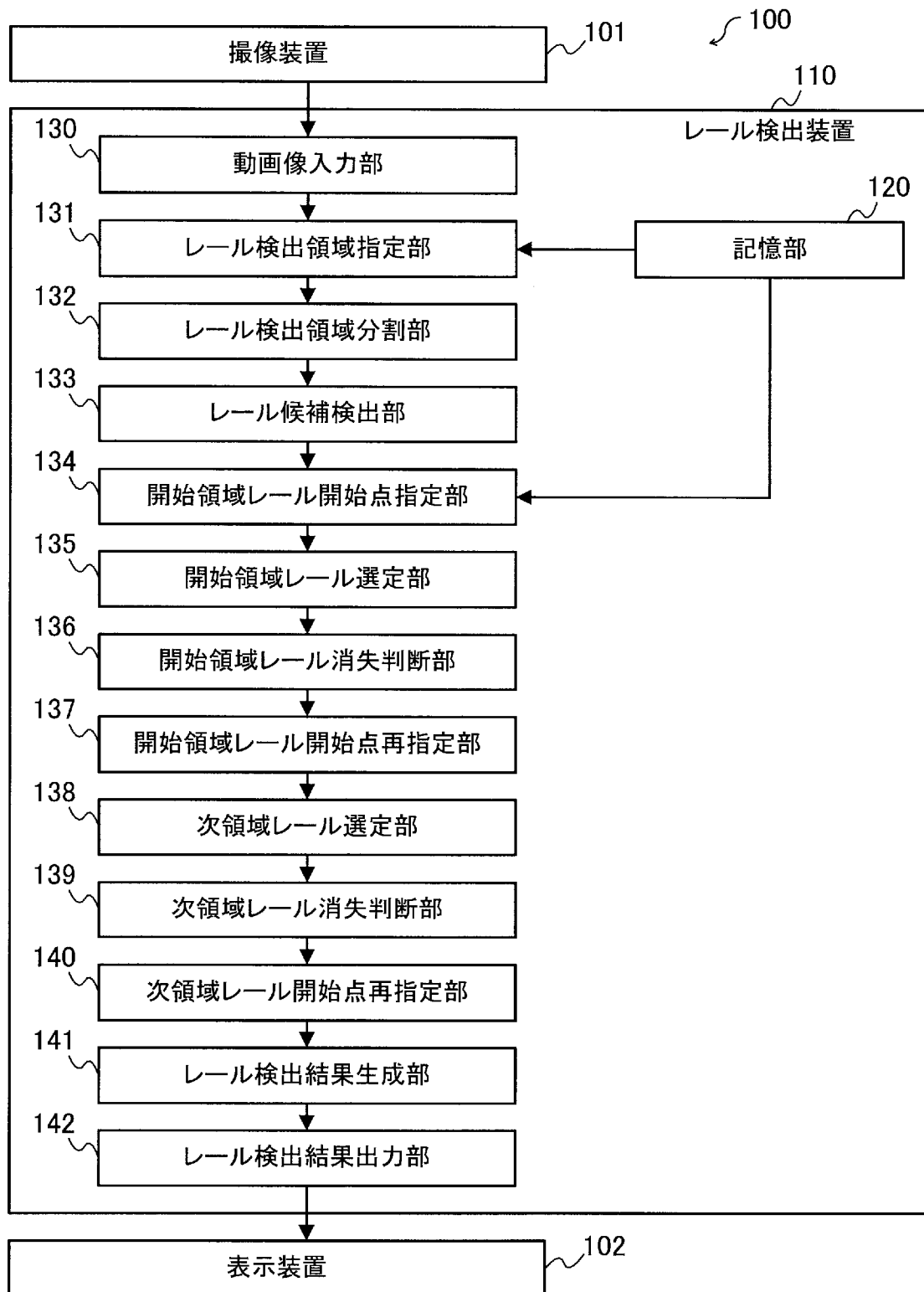
前記修正開始領域において、前記二本のレールのエッジの候補となる複数の線を複数の修正レール候補として検出し、

前記複数の修正レール候補の内、前記修正開始点と最下端が最も近い修正レール候補を仮修正レール部分として選定し、

前記仮修正レール部分の最下端と、前記修正開始点との間の距離が前記第一の閾値未満の場合に、前記仮修正レール部分を修正レール部分として確定し、前記修正レール部分により前記二本のレールの両方の部分が検出されたか否かを判断すること

を特徴とするレール検出方法。

[図1]



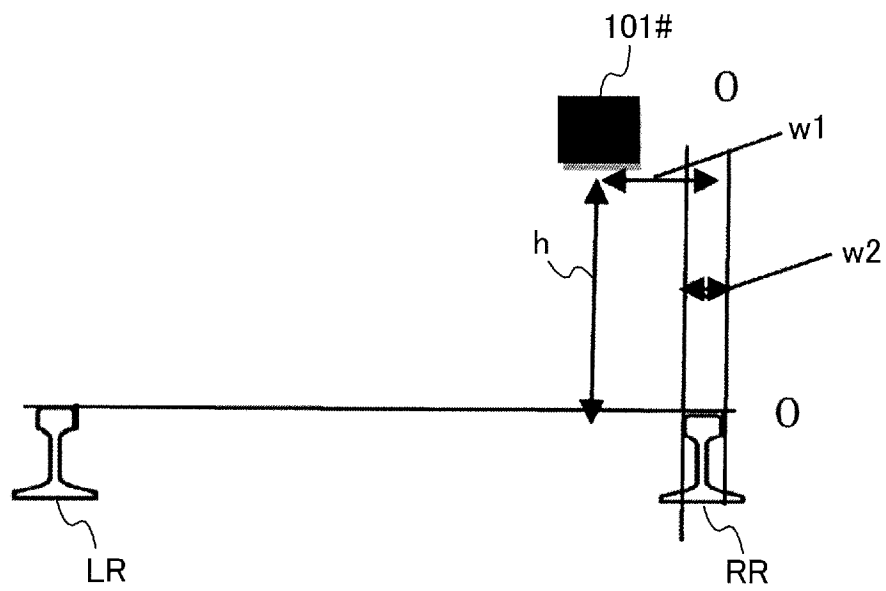
[図2]

レールから見たカメラ設置高さ(垂直)	2650mm
レールから見たカメラ設置横幅(水平)	300mm
カメラ焦点距離(垂直)	6000pixel
カメラ焦点距離(水平)	6000pixel
レール軌間	1067mm
レール頭部幅	65mm

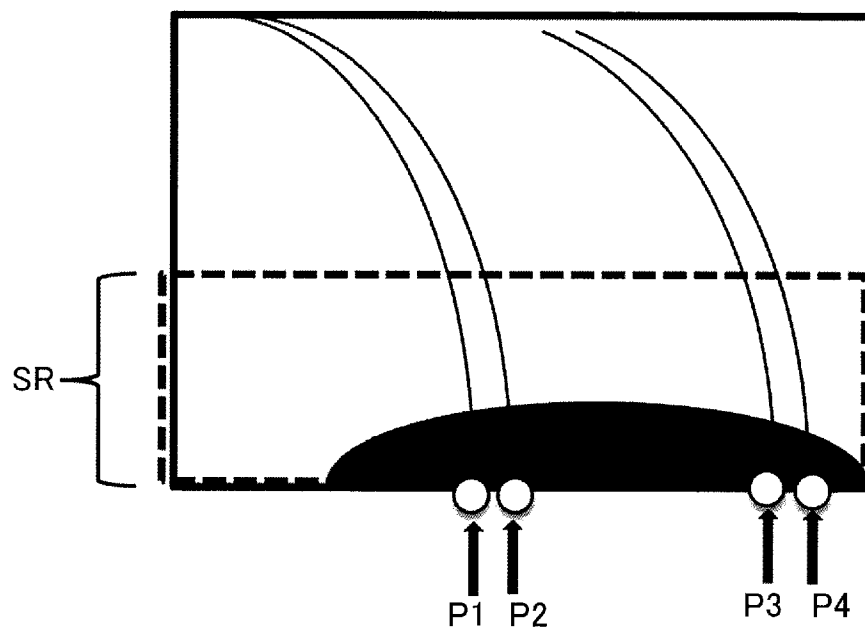
[図3]



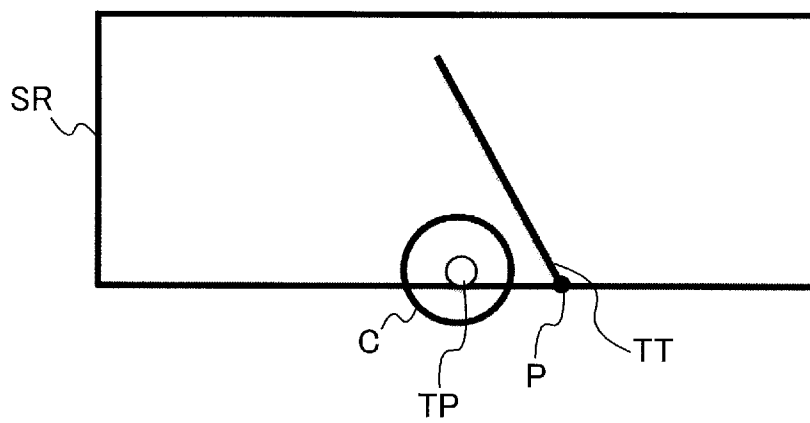
[図4]



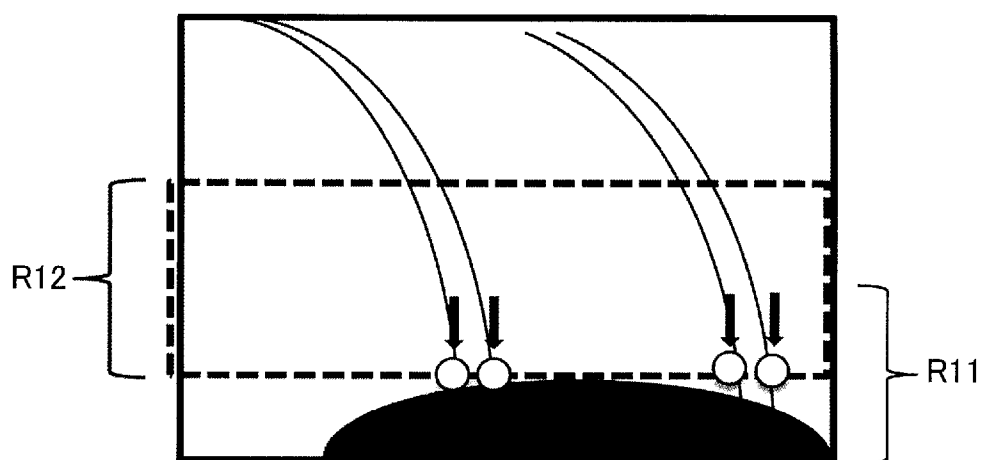
[図5]



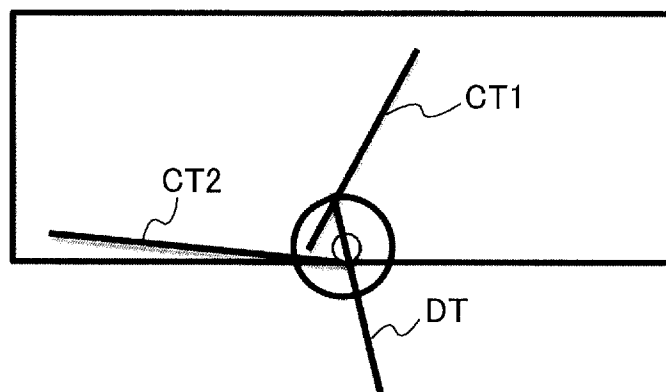
[図6]



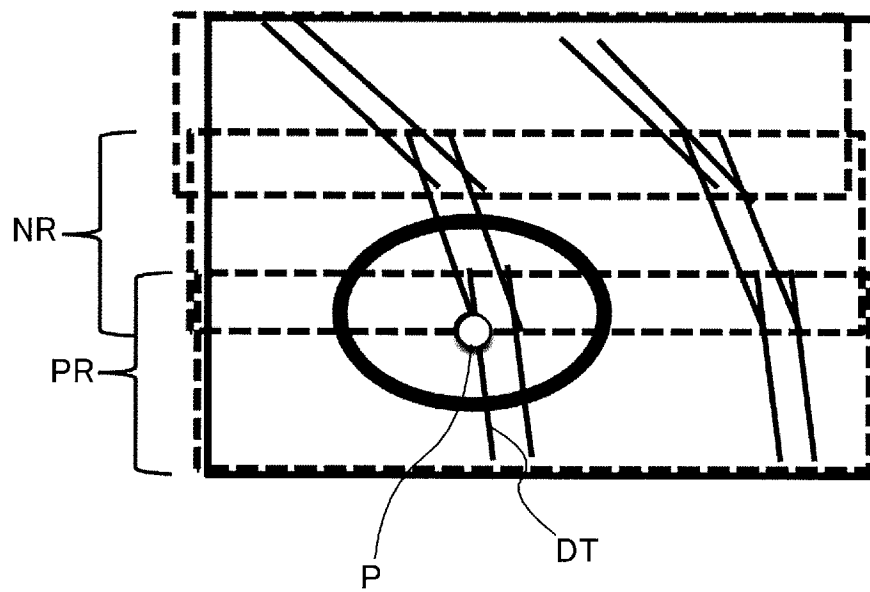
[図7]



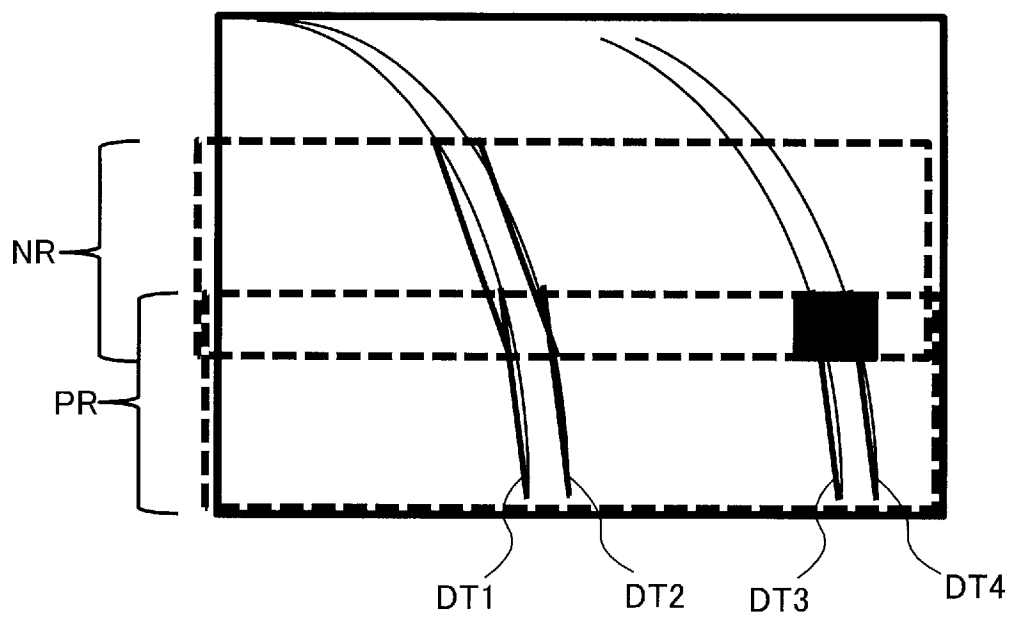
[図8]



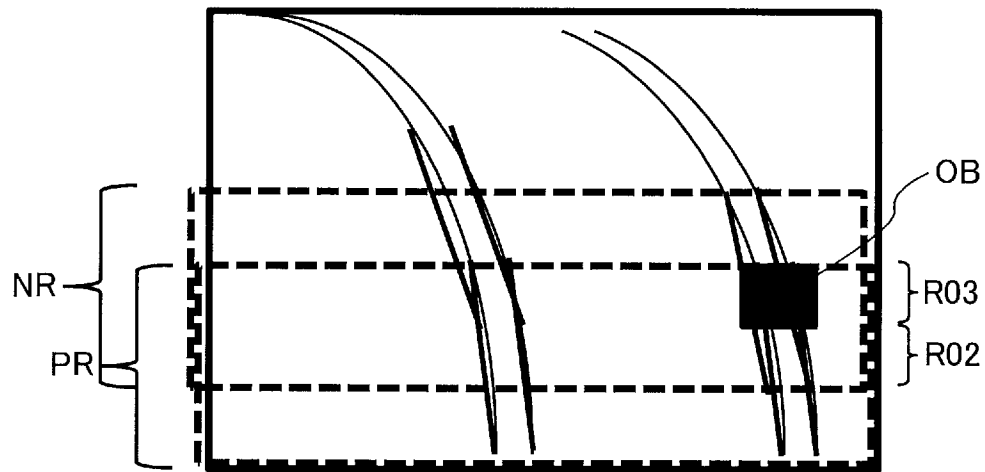
[図9]



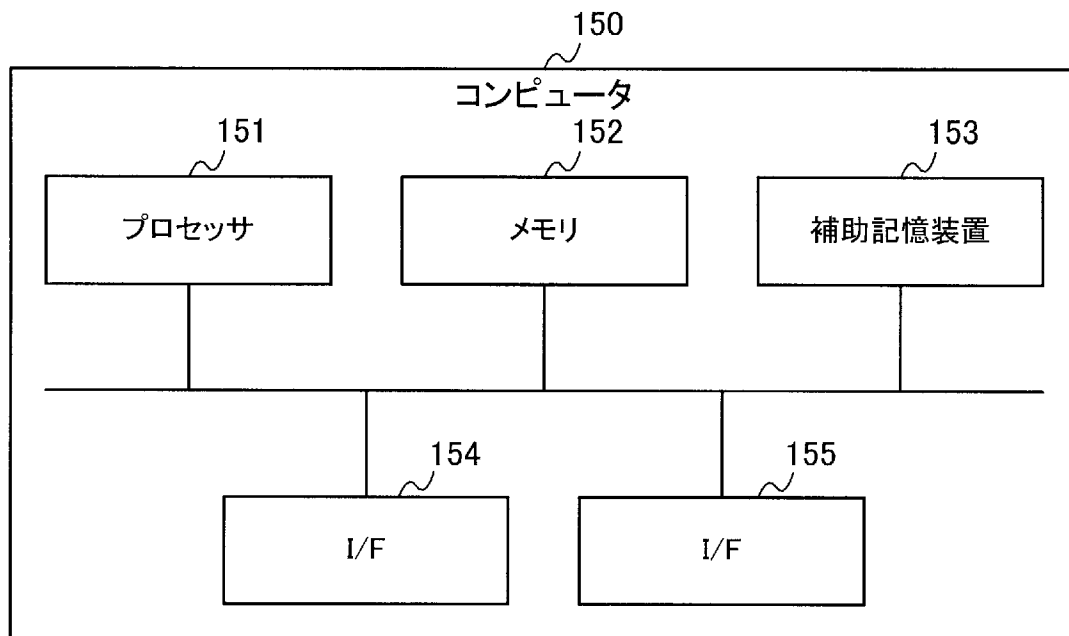
[図10]



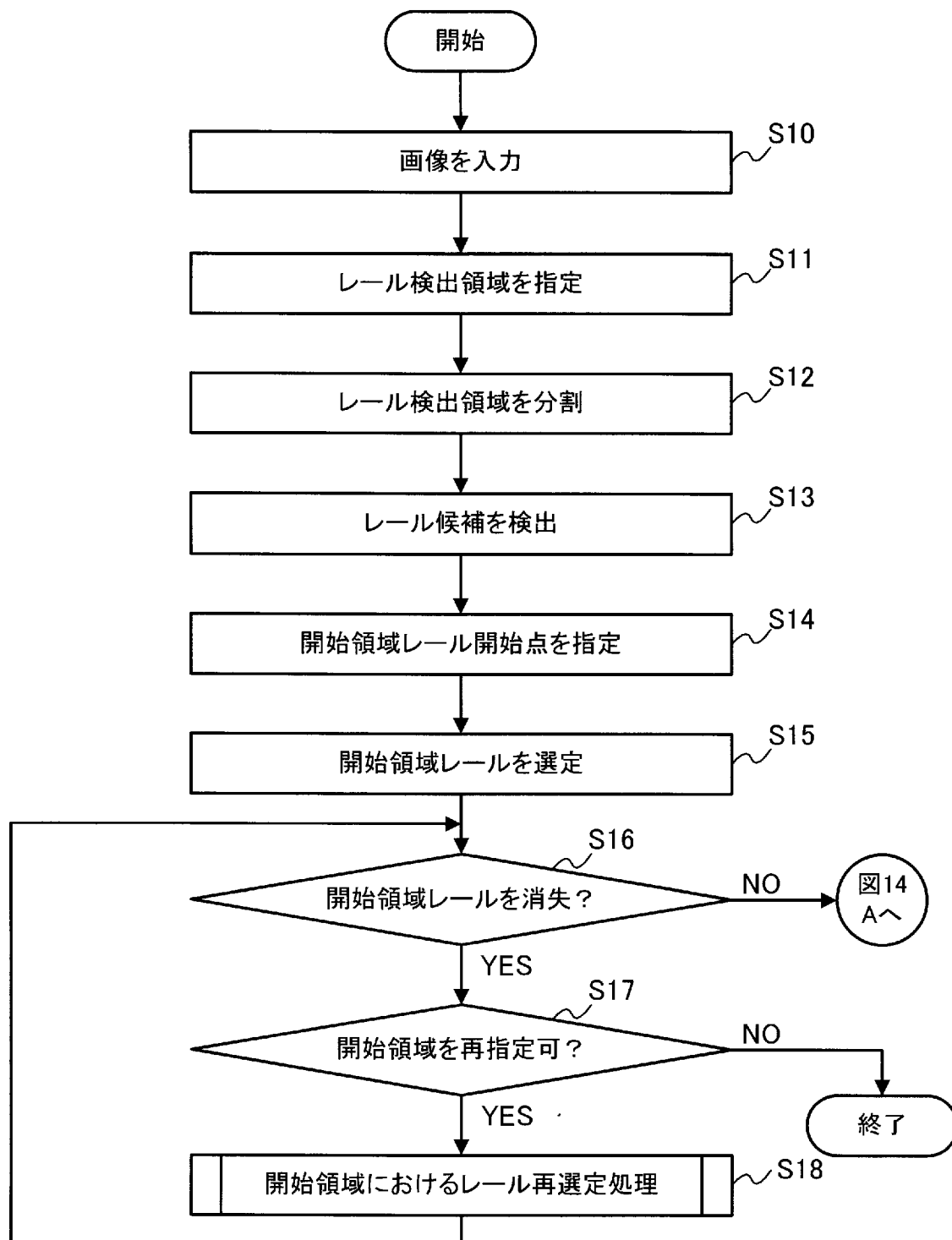
[図11]



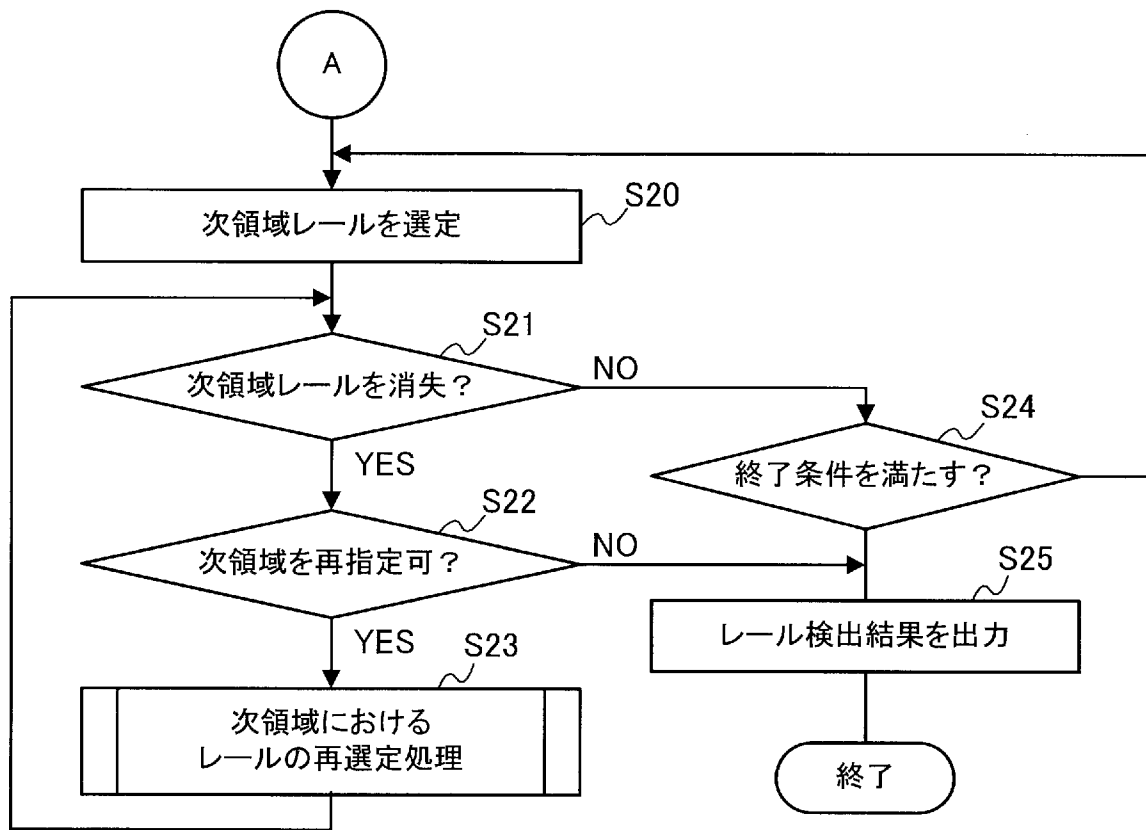
[図12]



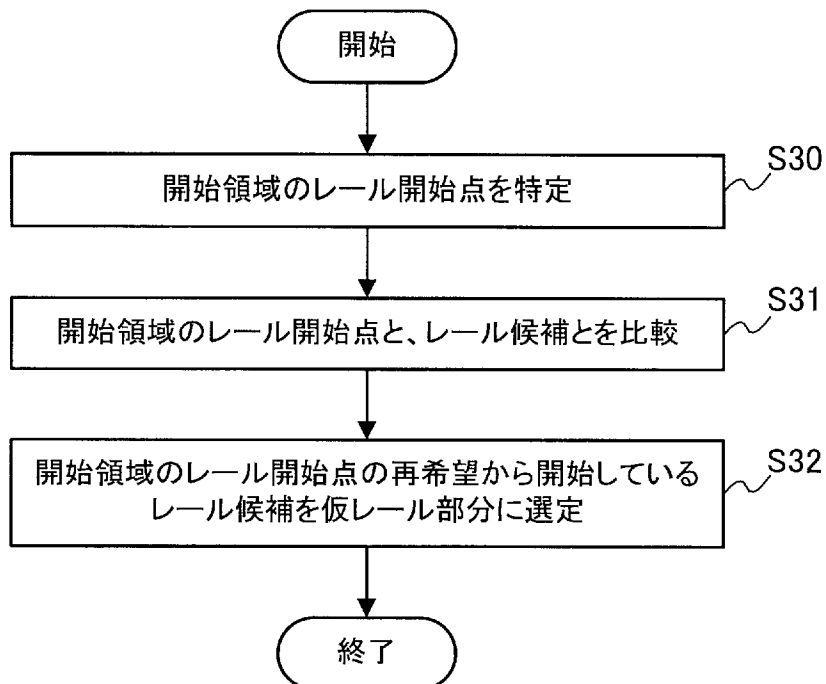
[図13]



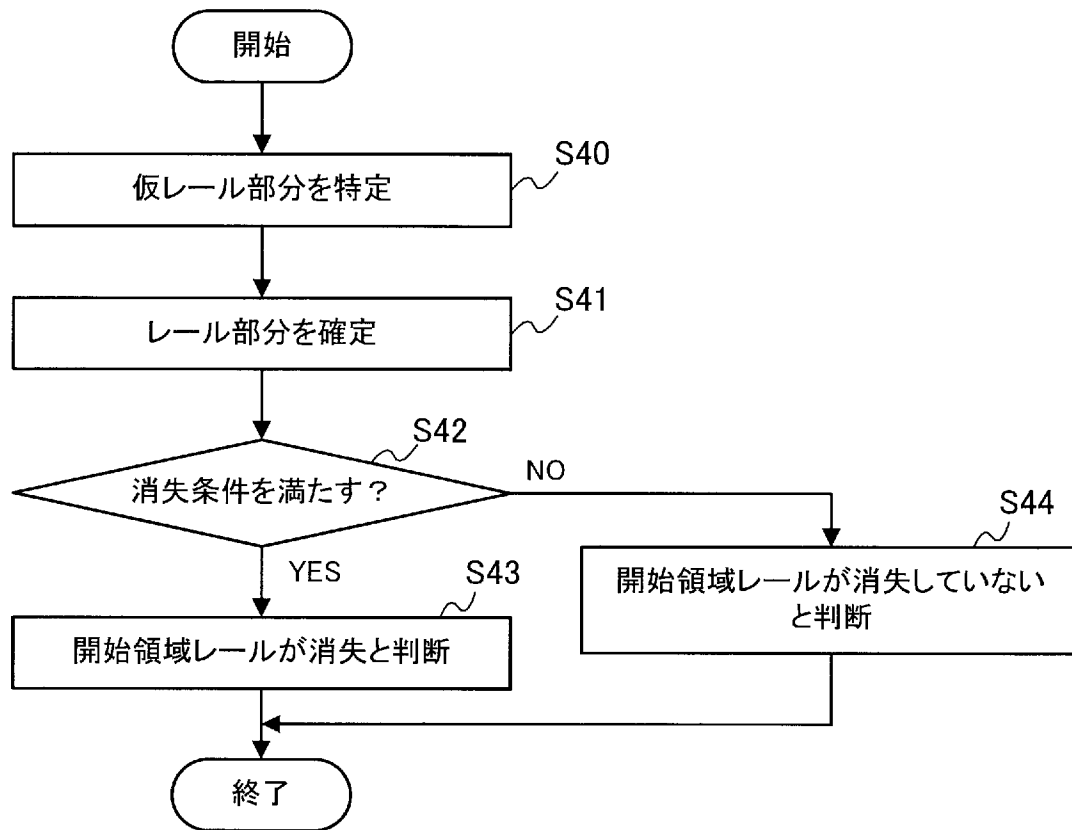
[図14]



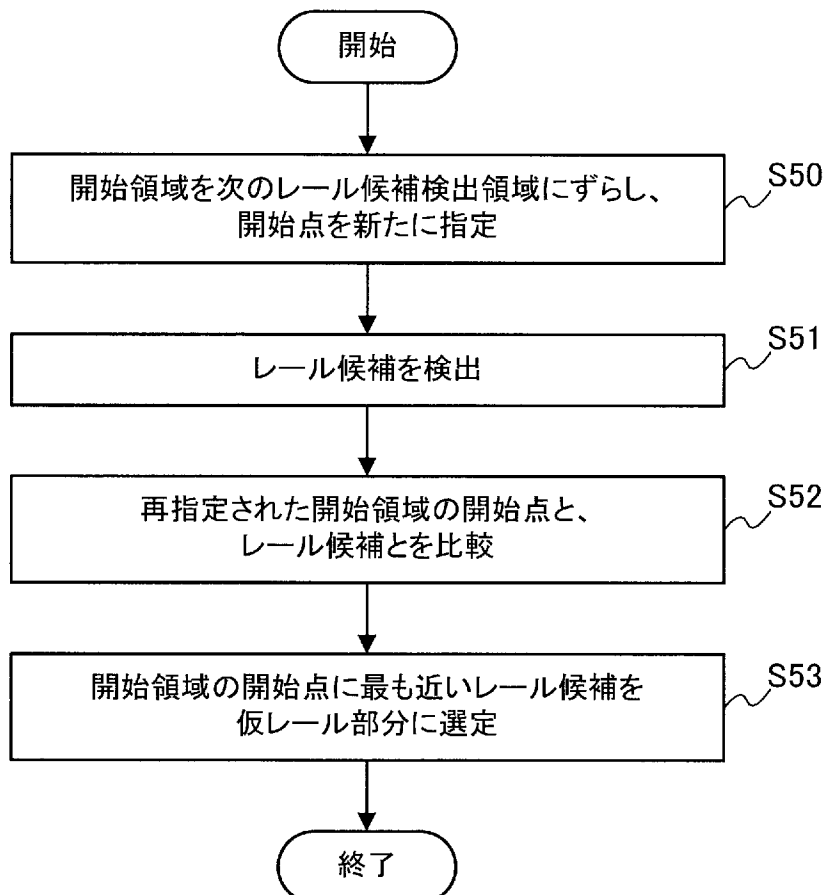
[図15]



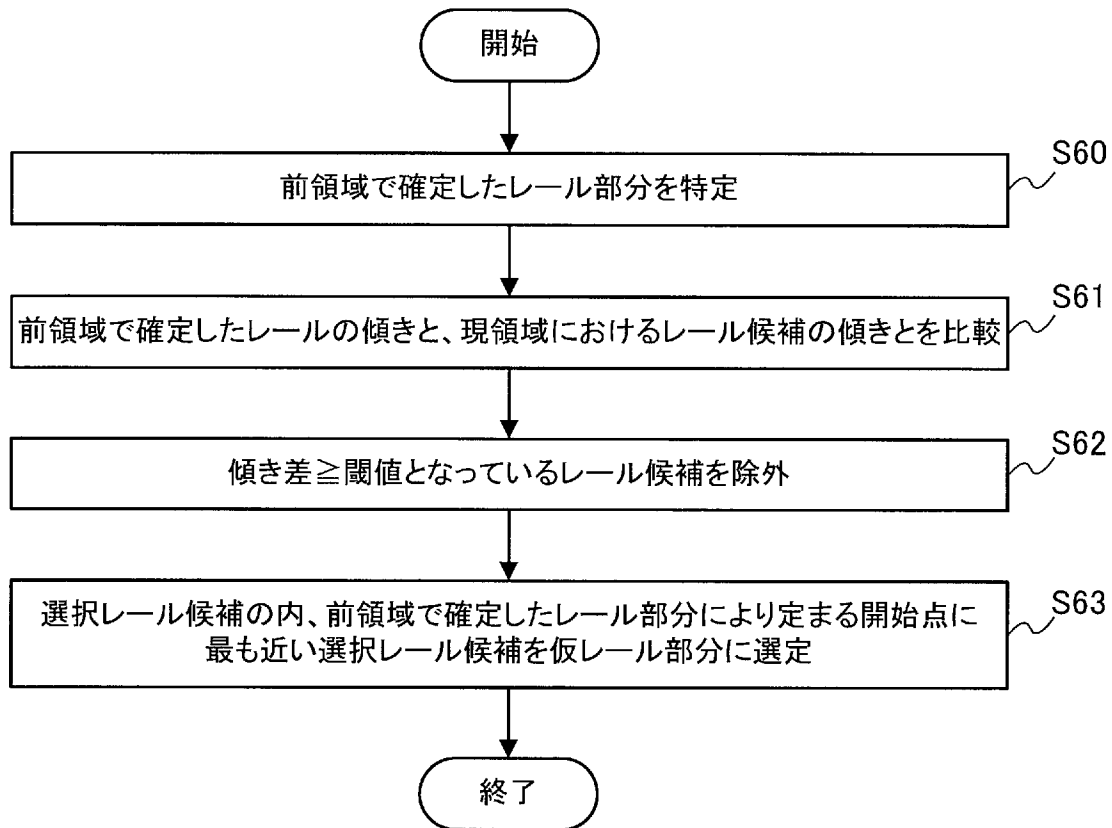
[図16]



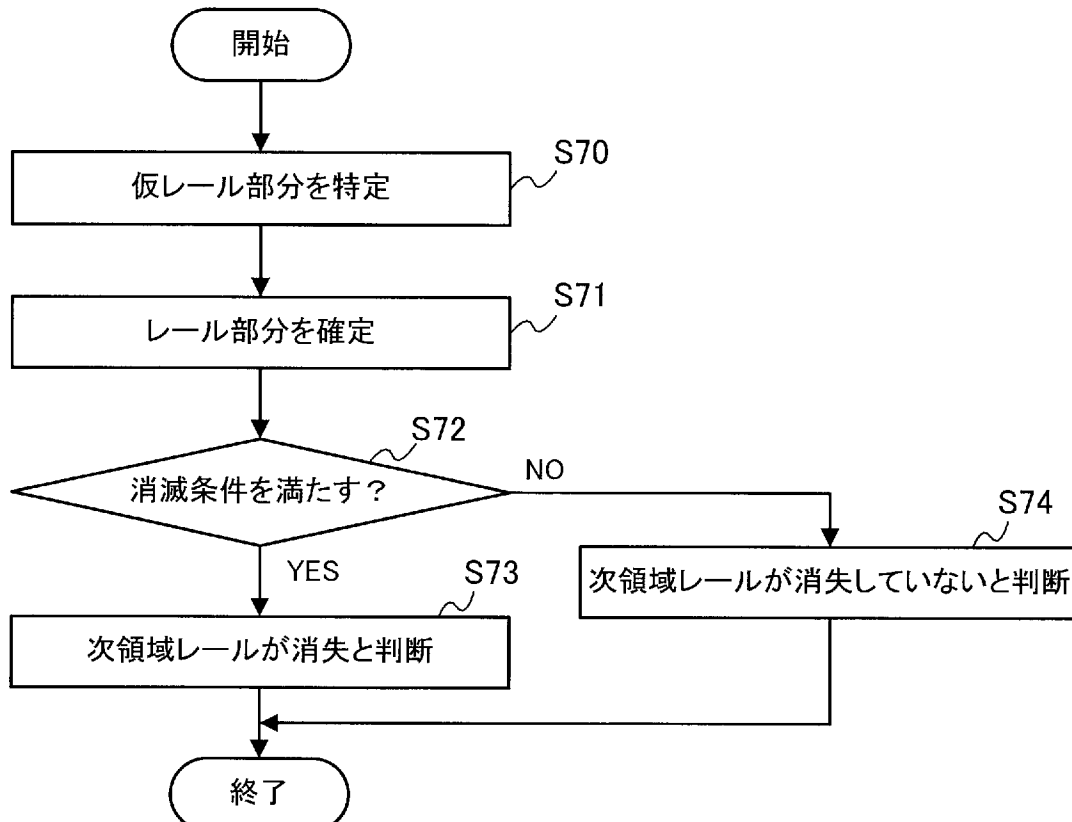
[図17]



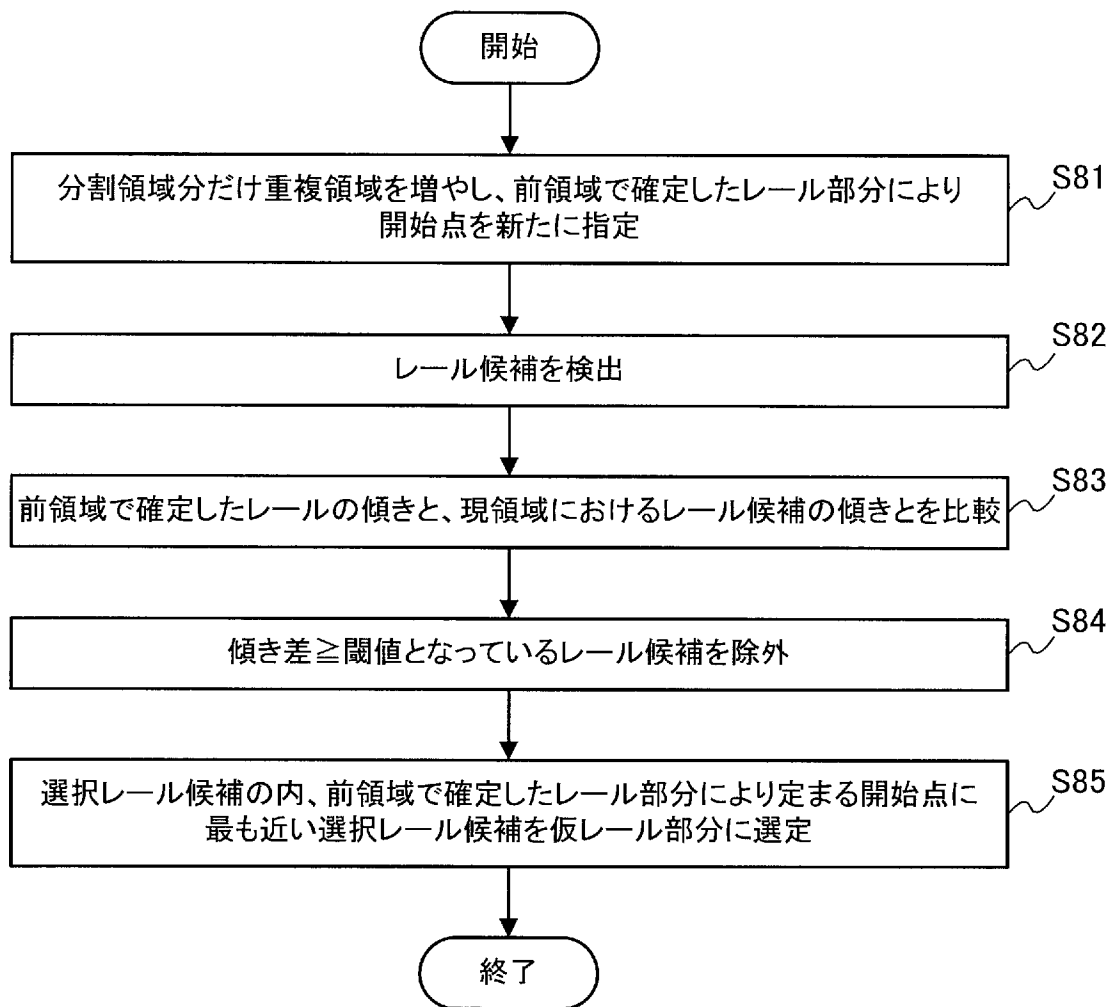
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/045568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B61L23/00 (2006.01) i, G06T7/60 (2017.01) i, B60R21/00 (2006.01) i
FI: B61L23/00 A, G06T7/60 200J, B60R21/00 991

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, G06T7/60, B60R21/00

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 2019-209734 A (TOSHIBA CORP.) 12 December 2019 (2019-12-12), fig. 8, 9	1-8
A	JP 2002-8019 A (FUJI HEAVY INDUSTRIES LTD.) 11 January 2002 (2002-01-11), fig. 8	1-8
A	JP 2002-175534 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 21 June 2002 (2002-06-21), fig. 8	1-8
A	US 2015/0248837 A1 (CORE LOGIC, INC.) 03 September 2015 (2015-09-03), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2008-158673 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 10 July 2008 (2008-07-10), fig. 4-6	1-8

☐ 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
19.01.2021

Date of mailing of the international search report
02.02.2021

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/JP2020/045568

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-209734 A	12.12.2019	(Family: none)	
JP 2002-8019 A	11.01.2002	(Family: none)	
JP 2002-175534 A	21.06.2002	(Family: none)	
US 2015/0248837 A1	03.09.2015	KR 10-1517181 B1	
JP 2008-158673 A	10.07.2008	(Family: none)	

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; G06T 7/60(2017.01)i; B60R 21/00(2006.01)i FI: B61L23/00 A; G06T7/60 200J; B60R21/00 991														
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; G06T7/60; B60R21/00														
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 <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 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			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				
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 2019-209734 A（株式会社東芝）12.12.2019（2019 - 12 - 12） 図8-9	1-8												
A	JP 2002-8019 A（富士重工業株式会社）11.01.2002（2002 - 01 - 11） 図8	1-8												
A	JP 2002-175534 A（住友電気工業株式会社）21.06.2002（2002 - 06 - 21） 図8	1-8												
A	US 2015/0248837 A1（CORE LOGIC, INC.）03.09.2015（2015 - 09 - 03） 全文，全図	1-8												
A	JP 2008-158673 A（トヨタ自動車株式会社）10.07.2008（2008 - 07 - 10） 図4-6	1-8												
☐ 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>* 引用文献のカテゴリー</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、一般的な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>			* 引用文献のカテゴリー	“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、一般的な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	
* 引用文献のカテゴリー	“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、一般的な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 19.01.2021	国際調査報告の発送日 02.02.2021													
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） 富永 達朗 3H 3866 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/JP2020/045568

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-209734	A	12.12.2019	(ファミリーなし)	
JP	2002-8019	A	11.01.2002	(ファミリーなし)	
JP	2002-175534	A	21.06.2002	(ファミリーなし)	
US	2015/0248837	A1	03.09.2015	KR 10-1517181 B1	
JP	2008-158673	A	10.07.2008	(ファミリーなし)	