

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5629478号
(P5629478)

(45) 発行日 平成26年11月19日(2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日(2014.10.10)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 B 11/26 (2006.01) GO 1 B 11/26 H
 GO 6 T 1/00 (2006.01) GO 6 T 1/00 3 0 0

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-46049 (P2010-46049)	(73) 特許権者	390021577 東海旅客鉄道株式会社
(22) 出願日	平成22年3月3日(2010.3.3)		愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号
(65) 公開番号	特開2011-180049 (P2011-180049A)	(73) 特許権者	000006105 株式会社明電舎
(43) 公開日	平成23年9月15日(2011.9.15)		東京都品川区大崎2丁目1番1号
審査請求日	平成25年2月28日(2013.2.28)	(74) 代理人	100078499 弁理士 光石 俊郎
		(74) 代理人	100074480 弁理士 光石 忠敬
		(74) 代理人	100102945 弁理士 田中 康幸
		(74) 代理人	100120673 弁理士 松元 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パンタグラフ監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

列車の屋根上を撮影する撮影手段と、前記撮影手段によって撮影された入力画像を画像処理することによりパンタグラフの状態を監視する画像処理手段とを備えたパンタグラフ監視装置において、

前記画像処理手段が、前記入力画像から前記パンタグラフのホーンの形状を検査直線として検出する検査直線検出手段、前記検査直線と前記検査直線の状態を検査するための比較対象である基準直線との間の検査角度を算出する検査角度計算手段、及び、前記検査角度が予め設定したホーン角度範囲に含まれるか否かに基づいて前記ホーンの状態を監視するホーン折れ判断手段を有するパンタグラフホーン形状検査処理手段を備え、

10

前記検査直線検出手段が、前記入力画像上の前記ホーンに対して設定される複数の検査点に基づいて前記検査直線を取得する検査直線設定部を有するとともに、

前記パンタグラフホーン形状検査処理手段が、前記入力画像を取り込む画像データ入力手段と、パンタグラフ検出情報を取得するパンタグラフ検出情報入力手段と、検査小領域の大きさ、探索領域の大きさ、ホーン角度範囲からなる検査設定情報を出力する検査設定手段と、前記ホーン折れ判断部における判断結果を出力する結果データ出力手段とを有し、

且つ、前記複数の検査点が、左右の前記ホーンそれぞれの根元、中央、先端に設定されたホーン根元検査点、ホーン中央検査点、ホーン先端検査点であり、

前記検査直線が、左右それぞれの前記ホーン根元検査点と前記ホーン中央検査点を通る

20

第一検査直線、及び、前記ホーン中央検査点と前記ホーン先端検査点とを通る第二検査直線であり、

前記検査角度が、前記第一検査直線と前記基準直線とのなす角度である第一検査角度、及び、前記第二検査直線と前記基準直線とのなす角度である第二検査角度である
ことを特徴とするパンタグラフ監視装置。

【請求項 2】

前記検査角度計算手段が、前記基準直線を前記入力画像上の前記パンタグラフの位置に応じて設定する基準直線計算部を有することを特徴とする請求項 1 に記載のパンタグラフ監視装置。

【請求項 3】

前記ホーン折れ判断手段が、前記検査直線の傾きが予め設定したホーン角度範囲に含まれるか否かに基づいて前記ホーンの折れの有無を判断するように構成されたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のパンタグラフ監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、列車の屋根上を撮影した画像を解析してパンタグラフの状態を検査する装置に関し、特にパンタグラフのホーンの折れの有無を画像処理により検出するパンタグラフ監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、列車の屋根上を撮影した画像を解析してパンタグラフの状態を検査する装置として、すり板の厚さを計測する装置が提案されている。例えば、特許文献 1 では、フラッシュランプを照射して斜め上方からパンタグラフを撮影した画像を用い、すり板上面とすり板と舟体との結合面ラインを撮影画像の輝度差から検出し、すり板上面のエッジと結合面ラインのエッジの間の距離としてすり板の厚さを求める装置が開示されている。

【0003】

また、特許文献 2 では、ストロボ照射して水平よりもやや斜め下方からパンタグラフを撮影した画像を用い、画像中から濃淡エッジを検出し、そのエッジを繋ぐことによってすり板上面座標値とすり板下面座標値を求め、これらの座標値の差分からすり板の厚さを求める装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 312832 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 150271 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1, 2 に記載されている装置は、パンタグラフを撮影した画像を解析することにより、パンタグラフの舟体に設置されているすり板の厚さを計測する装置である。このため、パンタグラフの状態としてすり板の摩耗具合を検査することができる。すり板の摩耗は、電気列車への電力供給のため架線とすり板が走行中に常時接触することによりすり板が徐々に削れることで発生するものである。

【0006】

しかしながら、パンタグラフに発生する異常はすり板の摩耗だけではない。パンタグラフのより大きな異常としては、図 15 に示すようなパンタグラフ 1 a のホーン 1 b に発生する折れがある。ホーン 1 b に折れが発生した状態で列車が走行を続けると、パンタグラフ 1 a と接触する架線及び架線を支える周辺構造物に大きな損傷を与える可能性がある。

そのため、ホーン 1 b に折れが発生した場合には列車を止めて、架線及び周辺構造物の損

10

20

30

40

50

傷を抑える必要がある。

【0007】

このようなことから本発明は、列車の屋根上を撮影した画像を解析して、パンタグラフのホーンの折れの有無を検出することを可能としたパンタグラフ監視装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するための第1の発明に係るパンタグラフ監視装置は、

列車の屋根上を撮影する撮影手段と、前記撮影手段によって撮影された入力画像を画像処理することによりパンタグラフの状態を監視する画像処理手段とを備えたパンタグラフ監視装置において、

前記画像処理手段が、前記入力画像から前記パンタグラフのホーンの形状を検査直線として検出する検査直線検出手段、前記検査直線と前記検査直線の状態を検査するための比較対象である基準直線との間の検査角度を算出する検査角度計算手段、及び、前記検査角度が予め設定したホーン角度範囲に含まれるか否かに基づいて前記ホーンの状態を監視するホーン折れ判断手段を有するパンタグラフホーン形状検査処理手段を備え、

前記検査直線検出手段が、前記入力画像上の前記ホーンに対して設定される複数の検査点に基づいて前記検査直線を取得する検査直線設定部を有するとともに、

前記パンタグラフホーン形状検査処理手段が、前記入力画像を取り込む画像データ入力手段と、パンタグラフ検出情報を取得するパンタグラフ検出情報入力手段と、検査小領域の大きさ、探索領域の大きさ、ホーン角度範囲からなる検査設定情報を出力する検査設定手段と、前記ホーン折れ判断部における判断結果を出力する結果データ出力手段とを有し、

且つ、前記複数の検査点が、左右の前記ホーンそれぞれの根元、中央、先端に設定されたホーン根元検査点、ホーン中央検査点、ホーン先端検査点であり、

前記検査直線が、左右それぞれの前記ホーン根元検査点と前記ホーン中央検査点を通る第一検査直線、及び、前記ホーン中央検査点と前記ホーン先端検査点とを通る第二検査直線であり、

前記検査角度が、前記第一検査直線と前記基準直線とのなす角度である第一検査角度、及び、前記第二検査直線と前記基準直線とのなす角度である第二検査角度であることを特徴とする。

【0013】

また、第2の発明に係るパンタグラフ監視装置は、第1の発明に係るパンタグラフ監視装置において、前記検査角度計算手段が、前記基準直線を前記入力画像上の前記パンタグラフの位置に応じて設定する基準直線計算部を有することを特徴とする。

【0014】

また、第3の発明に係るパンタグラフ監視装置は、第1又は第2の発明に係るパンタグラフ監視装置において、前記ホーン折れ判断手段が、前記検査直線の傾きが予め設定したホーン角度範囲に含まれるか否かに基づいて前記ホーンの折れの有無を判断するように構成されたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

第1の発明に係るパンタグラフ監視装置によれば、列車の屋根上を撮影する撮影手段と、撮影手段によって撮影された入力画像を画像処理することによりパンタグラフの状態を監視する画像処理手段とを備えたパンタグラフ監視装置において、画像処理手段が、入力画像からパンタグラフのホーンの形状を検査直線として検出する検査直線検出手段、検査直線と検査直線の状態を検査するための比較対象である基準直線との間の検査角度を算出する検査角度計算手段、及び、検査角度が予め設定したホーン角度範囲に含まれるか否かに基づいてホーンの状態を監視するホーン折れ判断手段を有するパンタグラフホーン形状検査処理手段を備え、前記検査直線検出手段が、前記入力画像上の前記ホーンに対して設

定される複数の検査点に基づいて前記検査直線を取得する検査直線設定部を有するとともに、前記パンタグラフホーン形状検査処理手段が、前記入力画像を取り込む画像データ入力手段と、パンタグラフ検出情報を取得するパンタグラフ検出情報入力手段と、検査小領域の大きさ、探索領域の大きさ、ホーン角度範囲からなる検査設定情報を出力する検査設定手段と、前記ホーン折れ判断部における判断結果を出力する結果データ出力手段とを有し、且つ、前記複数の検査点が、左右の前記ホーンそれぞれの根元、中央、先端に設定されたホーン根元検査点、ホーン中央検査点、ホーン先端検査点であり、前記検査直線が、左右それぞれの前記ホーン根元検査点と前記ホーン中央検査点を通る第一検査直線、及び、前記ホーン中央検査点と前記ホーン先端検査点を通る第二検査直線であり、前記検査角度が、前記第一検査直線と前記基準直線とのなす角度である第一検査角度、及び、前記第二検査直線と前記基準直線とのなす角度である第二検査角度であるので、列車の屋根上を撮影した画像を解析してホーンの折れを高精度かつ確実に検出してホーンの折れの有無を検出することができ、架線および架線を支える周辺構造物の損傷を防止することができる。

10

【0020】

また、第2の発明に係るパンタグラフ監視装置によれば、検査角度計算手段が、基準直線を入力画像上のパンタグラフの位置に応じて設定する基準直線計算部を有するので、比較的軽微なホーンの折れを検出することができる。

【0021】

また、第3の発明に係るパンタグラフ監視装置によれば、ホーン折れ判断手段が、検査直線の傾きが予め設定したホーン角度範囲に含まれるか否かに基づいてホーンの折れの有無を判断するように構成されたので、ホーンの折れの有無からなるパンタグラフの損傷情報を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施例1に係るパンタグラフ監視装置の設置例を示す説明図である。

【図2】本発明の実施例3における監視カメラの設置例を示す説明図である。

【図3】本発明の実施例1に係るパンタグラフホーン形状検査処理部の概略構成を示すブロック図である。

【図4】図4(a)は本実施例に係る基準パンタグラフ画像の一例を示す説明図、図4(b)は本実施例に係る検査パンタグラフ画像の一例を示す説明図である。

30

【図5】本発明の実施例1における検査直線及び検査角度の例を示す説明図である。

【図6】本発明の実施例2に係るパンタグラフホーン形状検査処理部の概略構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の実施例2におけるホーン検査範囲の設定例を示す説明図である。

【図8】本発明の実施例2における検査直線の抽出例を示す説明図である。

【図9】本発明の実施例3に係るパンタグラフホーン形状検査処理部の概略構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施例3において検査点を設定する例を示す説明図である。

【図11】本発明の実施例3に係るパンタグラフホーン検査処理の流れを示すフローチャートである。

40

【図12】本発明の実施例3において基準直線を設定する例を示す説明図である。

【図13】図13(a)はパンタグラフの上面図、図13(b)はパンタグラフの正面図、図13(c)はパンタグラフの側面図である。

【図14】画像上の位置によるパンタグラフの見え方の変化の一例を示す説明図である。

【図15】パンタグラフのホーンの折れの一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図面を参照しつつ本発明に係るパンタグラフ監視装置の詳細を説明する。

【実施例1】

50

【 0 0 2 4 】

図 1 乃至図 5 に基づいて本発明に係るパンタグラフ監視装置の第 1 の実施例について説明する。図 1 は本実施例に係るパンタグラフ監視装置の設置例を示す説明図、図 2 は本実施例における監視カメラの設置例を示す説明図、図 3 は本実施例に係るパンタグラフホーン形状検査処理部の概略構成を示すブロック図、図 4 (a) は本実施例に係る基準パンタグラフ画像の一例を示す説明図、図 4 (b) は本実施例に係る検査パンタグラフ画像の一例を示す説明図、図 5 は本実施例における検査直線及び検査角度の例を示す説明図である。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、本実施例においてパンタグラフ監視装置は、列車 1 の接近を検知するためのセンサ 2、列車 1 の屋根上を照らす照明装置 3、列車 1 の屋根上の照明装置 3 によって照らされる領域を撮影する撮影手段としての監視カメラ 4、及びこれらセンサ 2、照明装置 3 及び監視カメラ 4 に接続された画像処理手段としての画像処理装置 5 から構成されている。

10

【 0 0 2 6 】

センサ 2 は、例えばレール 6 の振動等を測定するものであり、レール 6 に取り付けられるとともに列車接近警報手段としての列車接近警報部 (図示せず) に接続されている。列車接近警報部は、センサ 2 の出力に応じて列車 1 の接近の有無を検知するものであり、列車 1 が接近していると判断した場合には警報として列車接近信号を画像処理装置 5 の後述する撮影処理部 5 A へ送信する。

20

【 0 0 2 7 】

照明装置 3 は、センサ 2 に対して列車 1 の進行方向前方に設置され、撮影処理部 5 A からの信号に基づいて点灯及び消灯を行うように構成されている。

【 0 0 2 8 】

監視カメラ 4 は、照明装置 3 と概ね同位置に、列車 1 の屋根上の照明装置 3 によって照らされた領域を撮影するように設置され、図 2 に示すように、監視カメラ 4 のレンズの焦点位置を基準座標系の原点 O、線路 6 の枕木 9 方向を X 軸方向、列車の進行方向を Y 軸方向、鉛直方向を Z 軸方向とすると、カメラ光軸を Z 軸方向に、カメラの画像センサ横軸を X 軸方向に、監視カメラ 4 の画像センサ縦軸を Y 軸方向に向けて設置される。ここで、図 2 中に示す符号 H はレンズ焦点位置からパンタグラフまでの鉛直距離である。さらに、本実施例において監視カメラ 4 は、撮影処理部 5 A からの信号に基づいて撮影の開始、終了を行うように構成されている。この監視カメラ 4 によって撮影した画像は画像処理装置 5 の後述するパンタグラフ検索処理部 5 B へ送信される。

30

【 0 0 2 9 】

なお、照明装置 3 及び監視カメラ 4 が設置される位置は、センサ 2 から所定の距離だけ離間した位置、例えば、センサ 2 の出力に基づいて監視カメラ 4 を起動したときに、列車 1 がこの監視カメラ 4 の視野内に進入する直前にこの監視カメラ 4 による撮影を開始することができる位置とする。

【 0 0 3 0 】

画像処理装置 5 は、パンタグラフ 1 a の撮影を制御する撮影処理部 5 A と、監視カメラ 4 によって撮影された画像中からパンタグラフ 1 a を検出するパンタグラフ検索処理部 5 B と、監視カメラ 4 によってパンタグラフ 1 a の画像を解析してパンタグラフホーンの折れを検出するパンタグラフホーン形状検査処理部 5 C とから構成されている。

40

【 0 0 3 1 】

撮影処理部 5 A は、センサ 2、照明装置 3、及び監視カメラ 4 を制御して通過する列車 1 の屋根上を撮影する処理を行う部分である。

【 0 0 3 2 】

パンタグラフ検出処理部 5 B は、撮影処理部 5 A により撮影した列車 1 の屋根上の画像からパンタグラフ 1 a の画像を検出し、この画像上のパンタグラフ 1 a の位置等をパンタグラフ検出情報として画像のデータとともに出力する処理を行う部分である。

50

【 0 0 3 3 】

パンタグラフホーン形状検査処理部 5 C は、パンタグラフ検索処理部 5 B により検出されたパンタグラフ 1 a が撮影されている画像のデータを解析して、パンタグラフホーンの折れの有無を検出する処理を行う部分である。

【 0 0 3 4 】

ここで、撮影処理部 5 A 及びパンタグラフ検索処理部 5 B における処理は既知の手法（例えば、特願 2 0 0 9 - 0 1 4 8 5 0 等参照）を用いるものとし、詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 5 】

以下、パンタグラフホーン形状検査処理部 5 C について詳細に説明する。パンタグラフホーン形状検査処理部 5 C は、図 3 に示すように、画像データ入力部 5 a、パンタグラフ検出情報入力部 5 b、設定部 5 c、記憶部 5 d、検査小領域設定部 5 e、検査点探索領域設定部 5 f、検査点検出部 5 g、検査直線設定部 5 h、検査角度計算部 5 i、ホーン折れ判断部 5 j、及び、結果データ出力部 5 k を備えている。

【 0 0 3 6 】

画像データ入力部 5 a は、データベース（図示せず）から取り出した図 4 (a) に示すような基準パンタグラフ画像 7 のデータと、監視カメラ 4 から取得した図 4 (b) に示すような検査パンタグラフ画像 8 のデータとを、パンタグラフ検索処理部 5 B から入力し、これらを画像データとして記憶部 5 d に保管する。ここで、基準パンタグラフ画像 7 はパンタグラフ 1 a を撮影した画像の中から選択されたパンタグラフホーンに折れない画像であり、予めデータベースに登録しておくものとする。また、検査パンタグラフ画像 8 は撮影処理部 5 A により制御され監視カメラ 4 で撮影された画像のうち、パンタグラフ検索処理部 5 B において検査対象とするパンタグラフ 1 a を検出した画像である。

【 0 0 3 7 】

パンタグラフ検出情報入力部 5 b は、パンタグラフ検索処理部 5 B から、検査パンタグラフ画像 8 上のパンタグラフ 1 a の位置等からなるパンタグラフ検出情報を入力し、これを記憶部 5 d に保管する。

【 0 0 3 8 】

設定部 5 c は、記憶部 5 d から基準パンタグラフ画像 7 のデータを入力し、この基準パンタグラフ画像 7 上のホーン 1 b に対して検査基準点 P（図 8 では、 P_{L1} 、 P_{L2} 、 P_{L3} 、 P_{R1} 、 P_{R2} 、 P_{R3} ）を設定する。また、検査小領域サイズ W_{A1} 、 W_{A2} 、探索領域サイズ W_{B1} 、 W_{B2} 、ホーン角度範囲を設定し、各設定データを検査設定情報としてまとめ、検査設定情報として記憶部 5 d に保管する。ここで、検査基準点 P は、図 4 (a) に示すように、基準パンタグラフ画像 7 上の左右のホーン 1 b それぞれの根元、中央、先端の三箇所に設定される。以下、これらをそれぞれホーン根元検査基準点 P_{L1} 、 P_{R1} 、ホーン中央検査基準点 P_{L2} 、 P_{R2} 、ホーン先端検査基準点 P_{L3} 、 P_{R3} と呼称し、総称する場合に検査基準点 P と呼称する。また、検査小領域サイズ W_{A1} 、 W_{A2} は後述する検査小領域 A の大きさを決定するパラメータ、探索領域サイズ W_{B1} 、 W_{B2} は後述する検査点探索領域 B の大きさを決定するパラメータである。また、ホーン角度範囲はホーン 1 b の折れの有無を判断するために設定されたものであり、検査パンタグラフ画像 8 でのパンタグラフ 1 a の長手方向軸 1 4 と後述する検査直線 L_1 とのなす角である検査角度 の正常な範囲である。

【 0 0 3 9 】

記憶部 5 d は、各処理部から出力されるデータを入力し保管するとともに、各処理部からの要求に応じて必要なデータを所望の処理部へ出力する。

【 0 0 4 0 】

検査小領域設定部 5 e は、記憶部 5 d から検査基準点 P 及び検査小領域サイズ W_{A1} 、 W_{A2} の情報を入力し、検査基準点 P を中心とした矩形領域である検査小領域 A を設定する。検査小領域 A の情報は記憶部 5 d に保管される。ここで、検査小領域は、図 4 (a) に示すように、基準パンタグラフ画像 7 上に設定したホーン根元検査基準点 P_{L1} 、 P_{R1} 、ホーン中央検査基準点 P_{L2} 、 P_{R2} 、ホーン先端検査基準点 P_{L3} 、 P_{R3} それぞれを中心とする領

10

20

30

40

50

域であり、以下、それぞれホーン根元小領域 A_{L1} , A_{R1} 、ホーン中央小領域 A_{L2} , A_{R2} 、ホーン先端小領域 A_{L3} , A_{R3} と呼称し、総称する場合に検査小領域 A と呼称する。

【0041】

検査点探索領域設定部 5 f は、記憶部 5 d から探索領域サイズ W_{B1} , W_{B2} の情報とパンタグラフ検出情報を入力し、検査パンタグラフ画像 8 上の適切な位置に検査点探索領域 B を設定する。検査点探索領域 B の情報は記憶部 5 d に保管される。ここで、図 4 (b) に示すように、検査点探索領域 B は検査パンタグラフ画像 8 から上記ホーン根元検査基準点 P_{L1} , P_{R1} 、ホーン中央検査基準点 P_{L2} , P_{R2} 、ホーン先端検査基準点 P_{L3} , P_{R3} に対応する点を抽出するために設定される領域である。より詳しくは、検査点探索領域 B は検査パンタグラフ画像 8 に対し、パンタグラフ検出情報から得られたパンタグラフ 1 a の位置に基づいて推定される左右それぞれのホーン 1 b の根元、中央、先端の位置を含むように設定される。以下、ホーン 1 b の根元、中央、先端に対して設定される検査点探索領域を、それぞれホーン根元探索領域 B_{L1} , B_{R1} 、ホーン中央探索領域 B_{L2} , B_{R2} 、ホーン先端探索領域 B_{L3} , B_{R3} と呼称し、総称する場合に検査点探索領域 B と呼称する。

10

【0042】

検査点検出部 5 g は、記憶部 5 d から基準パンタグラフ画像 7 と検査パンタグラフ画像 8 の各画像データ、検査小領域 A 、及び検査点探索領域 B の情報を入力し、領域相関法により検査パンタグラフ画像 8 上に検査点 Q を検出する。検査点 Q の情報は記憶部 5 d に保管される。ここで、図 4 (b) に示すように、検査点 Q は検査基準点 P に対応する検査パンタグラフ画像 8 上の点である。以下、ホーン根元検査基準点 P_{L1} , P_{R1} 、ホーン中央検査基準点 P_{L2} , P_{R2} 、ホーン先端検査基準点 P_{L3} , P_{R3} に対応する点を、それぞれホーン根元検査点 Q_{L1} , Q_{R1} 、ホーン中央検査点 Q_{L2} , Q_{R2} 、ホーン先端検査点 Q_{L3} , Q_{R3} と呼称し、これらを総称する場合に検査点 Q と呼称する。

20

【0043】

検査直線設定部 5 h は、記憶部 5 d から検査点 Q の情報を入力し、検査直線 L_1 を設定する。検査直線 L_1 の情報は記憶部 5 d に保管される。ここで、検査直線 L_1 は、図 5 に示すように、検査パンタグラフ画像 8 上の左右のホーン 1 b において相互に隣接する検査点 Q を通る直線である。以下、ホーン根元検査点 Q_{L1} とホーン中央検査点 Q_{L2} を通る直線、ホーン根元検査点 Q_{R1} とホーン中央検査点 Q_{R2} を通る直線をそれぞれ第一検査直線 L_{L1} , L_{R1} 、ホーン中央検査点 Q_{L2} とホーン先端検査点 Q_{L3} を通る直線、ホーン中央検査点 Q_{R2} とホーン先端検査点 Q_{R3} を通る直線をそれぞれ第二検査直線 L_{L2} , L_{R2} と呼称し、総称する場合に検査直線 L_1 と呼称する。

30

【0044】

検査角度計算部 5 i は、記憶部 5 d から検査直線 L_1 の情報とパンタグラフ検出情報を入力し、検査角度 を計算する。検査角度 の情報は記憶部 5 d に保管される。ここで、検査角度 は、図 5 に示すように各検査直線 L_1 とパンタグラフの長手方向に平行なパンタグラフの長手方向軸 L_0 とのなす角度である。以下、パンタグラフの長手方向軸 L_0 と第一検査直線 L_{L1} , L_{R1} とのなす角度を第一検査角度 θ_{L1} , θ_{R1} 、パンタグラフの長手方向軸 L_0 と第二検査直線 L_{L2} , L_{R2} とのなす角度を第二検査角度 θ_{L2} , θ_{R2} と呼称し、総称する場合に検査角度 と呼称する。

40

【0045】

ホーン折れ判断部 5 j は、記憶部 5 d から検査角度 とホーン角度範囲の情報を入力し、ホーン 1 b の折れの有無を検出して、得られたホーン 1 b の折れの有無の情報をホーン折れ検査結果データとしてまとめる。ホーン折れ検査結果データは記憶部 5 d に保管される。

【0046】

結果データ出力部 5 k は、ホーン折れ検査結果データを記憶部 5 d から取り出し、これをパンタグラフホーン形状検査結果として出力する。

【0047】

次に、本実施例に係るパンタグラフ監視装置における舟体検査処理の流れを簡単に説明

50

する。本実施例に係るパンタグラフ監視装置においては、まず、画像データ入力部 5 a 及びパンタグラフ検出情報入力部 5 b において、画像データ及びパンタグラフ検出情報を入力し、設定部 5 c において、検査基準点 P、及び、検査小領域サイズ W_{A1} 、 W_{A2} 、探索領域サイズ W_{B1} 、 W_{B2} 、ホーン角度範囲を設定する。

【0048】

続いて、検査小領域設定部 5 e、検査点探索領域設定部 5 f、検査点検出部 5 g において、予め設定した検査基準点 P、検査小領域サイズ W_{A1} 、 W_{A2} 、探索領域サイズ W_{B1} 、 W_{B2} に基づき検査点 Q の検出を行う。

【0049】

以下に検査点 Q の検出について詳しく説明する。まず、検査点 Q の検出を行う場合は、検査小領域設定部 5 e において検査基準点 P、検査小領域サイズ W_{A1} 、 W_{A2} に基づいて基準パンタグラフ画像 7 に対して検査小領域 A を設定し、検査点探索領域設定部 5 f において探索領域サイズ W_{B1} 、 W_{B2} に基づき検査パンタグラフ画像 8 に対して検査点探索領域 B を設定する。なお、検査探索領域 B の設定位置については、それぞれの検査パンタグラフ画像 8 においてパンタグラフ 1 a の適切な位置に設定されるように、パンタグラフ検出情報を基にパンタグラフ 1 a の画像上の位置に応じて相対的に平行移動し設定するものとする。

【0050】

その後、検査点検出部 5 g により、基準パンタグラフ画像 7 に設定した検査小領域 A の画像データと検査パンタグラフ画像 8 に設定した検査点探索領域 B の画像データとの比較を行い、検査点探索領域 B において検査小領域 A の画像データと最も似ている画像データが存在する位置を検出する。こうして取得した検査パンタグラフ画像 8 上の位置を検査点 Q として設定する。なお、領域相関法における画像データの比較については、絶対値差分、正規化相関、方向符号照合（例えば、F.ULLAH, S.KANEKO and S.IGARASHI, "Orientation Code Matching for Robust Object Search", IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E84-D, No.8, pp.999-1006, 2001等参照）等の手法を用いることができる。

【0051】

検査点 Q を検出したら、続いて、検査直線設定部 5 h により、図 5 に示すように左右それぞれのホーン 1 b に対して検出した検査点 Q について、相互に隣接する点を通る直線 L を設定する。詳しくは、検査パンタグラフ画像 8 において検出した検査点 Q の情報を基に、図 5 に示すように左右のホーン 1 b についてそれぞれ検査直線 L_{L1} 、 L_{L2} 、検査直線 L_{R1} 、 L_{R2} を設定する。このようにして設定した検査直線 L_1 の状態を検査することで、ホーン 1 b の折れの有無を判断する。

【0052】

続いて、検査角度計算部 5 i により、図 5 に示すように左右それぞれのホーン 1 b について検査角度 を計算する。詳しくは、検査直線 L_1 の情報を基に、図 5 に示すように左右のホーン 1 b についてそれぞれ検査角度 を計算する。なお、パンタグラフ 1 a の長手方向軸 L_0 はパンタグラフ検出情報から得られるものとする。

【0053】

続いて、ホーン折れ判断部 5 j により、検査角度 がホーン角度範囲に入るか否かを求め、ホーン 1 b の折れの有無を判断する。ホーン角度範囲については設定部 5 c により予め設定しておくものとする。

【0054】

最後に、結果データ出力部 5 k によりホーン折れ検査結果データを出力する。

上記の処理をパンタグラフホーン形状検査が終了するまで繰り返す。

【0055】

このように構成される本実施例に係るパンタグラフ監視装置によれば、監視カメラ 4 によって列車 1 の屋根上を撮影した画像を用いてパンタグラフ 1 a のホーン 1 b の折れの有無を検出することができる。

【実施例 2】

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

図 6 乃至図 8 に基づいて、本発明の第 2 の実施例を詳細に説明する。図 6 は本実施例に係るパンタグラフホーン形状検査処理部の概略構成を示すブロック図、図 7 は本実施例においてホーン検査範囲を設定する例を示す説明図、図 8 は本実施例において抽出された検査直線の例を示す説明図である。

【 0 0 5 7 】

図 6 に示すように、本実施例は、実施例 1 に比較してパンタグラフホーン形状検査処理部 5 c の構成が異なるものである。その他の構成は実施例 1 において説明したものと概ね同様であり、以下、同一の処理を行う部分には同一の符合を付して重複する説明は省略し、異なる点を中心に説明する。

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すように、本実施例においてパンタグラフホーン形状検査処理部 5 c は、画像データ入力部 5 a、パンタグラフ検出情報入力部 5 b、設定部 5 c、記憶部 5 d、ホーン検査範囲設定部 5 l、鮮鋭化処理部 5 m、直線抽出部 5 n、検査角度計算部 5 i、ホーン折れ判断部 5 j、及び結果データ出力部 5 k を備えている。

【 0 0 5 9 】

設定部 5 c は、ホーン検査範囲サイズ W_{C1} 、 W_{C2} 、直線最小長さ、ホーン角度範囲を設定する。これらの各設定データを検査設定情報としてまとめ、これを記憶部 5 d へ保管する。ここで、ホーン検査範囲サイズ W_{C1} 、 W_{C2} は図 7 に示すように後述するホーン検査範囲 C の大きさを決定するパラメータ、直線最小長さは予め設定される検査直線を検出するための最小の長さである。また、ホーン角度範囲はホーン 1 b の折れの有無を判断するために設定されたものであり、検査パンタグラフ画像 8 でのパンタグラフ 1 a の長手方向軸 1 4 と後述する検査直線 L_2 とのなす角である検査角度 の正常な範囲である。

【 0 0 6 0 】

ホーン検査範囲設定部 5 l は、記憶部 5 d からパンタグラフ検出情報とホーン検査範囲サイズ W_{C1} 、 W_{C2} の情報を入力し、ホーン検査範囲 C を設定する。ホーン検査範囲 C の情報は記憶部 5 d に保管される。ここで、ホーン検査範囲 C は、パンタグラフ検出情報から得られる検査パンタグラフ画像 8 上におけるパンタグラフ 1 a の位置に応じて設定される領域であり、図 7 に示すように、左右のホーン 1 b を囲むように設定される。以下、画像の左側に位置するホーン 1 b に対して設定される範囲、画像の右側に位置するホーン 1 b に対して設定される範囲をそれぞれホーン検査範囲 C_L 、 C_R と呼称し、総称する場合にホーン検査範囲 C と呼称する。

【 0 0 6 1 】

鮮鋭化処理部 5 m は、記憶部 5 d からホーン検査範囲 C_L 、 C_R の情報と検査パンタグラフ画像 8 のデータを入力し、ホーン検査範囲 C_L 、 C_R 内にあるエッジの抽出を行い、これをエッジデータとしてまとめる。エッジデータは記憶部 5 d に保管される。鮮鋭化処理の方法としては、ソーベルフィルタや LOG 等の微分フィルタを使用するものとする。

【 0 0 6 2 】

直線抽出部 5 n は、記憶部 5 d からエッジデータと直線最小長さの情報を入力し、図 8 に示すようにホーン検査範囲 C_L 、 C_R 内から直線最小長さ以上の長さを持つ直線を抽出し、これを検査直線 L_2 としてまとめる。検査直線 L_2 の情報は記憶部 5 d に保管される。なお、直線最小長さよりも短い直線についてはこれを除外する。

【 0 0 6 3 】

検査角度計算部 5 i は、記憶部 5 d から検査直線 L_2 の情報とパンタグラフ検出情報を入力し、各検査直線 L_2 とパンタグラフの長手方向軸 L_0 とのなす角である検査角度 (図 8 では第一検査角度 θ_{L1} 、及び、第二検査角度 θ_{L2}) を計算する。検査角度 の情報は記憶部 5 d に保管される。

【 0 0 6 4 】

ホーン折れ判断部 5 j は、記憶部 5 d から検査角度 とホーン角度範囲の情報を入力し、ホーン 1 b の折れの有無を判断してホーン折れ検査結果データとしてまとめる。ホーン

10

20

30

40

50

折れ検査結果データは記憶部 5 d に保管される。

【 0 0 6 5 】

結果データ出力部 5 k は、ホーン折れ検査結果データを記憶部 5 d から取り出し、これをパンタグラフホーン形状検査結果として出力する。

【 0 0 6 6 】

次に、本実施例に係るパンタグラフ監視装置における舟体検査処理の流れを簡単に説明する。本実施例に係るパンタグラフ監視装置においては、まず、設定部 5 c によりホーン検査範囲サイズ W_{C1} 、 W_{C2} 、直線最小長さ、及びホーン角度範囲を設定する。

【 0 0 6 7 】

続いて、ホーン検査範囲設定部 5 l により、パンタグラフ検出情報入力部 5 b において入力したパンタグラフ検出情報、設定部 5 c により設定したホーン検査範囲サイズ W_{C1} 、 W_{C2} を用いて、ホーン検査範囲 C を設定する。

【 0 0 6 8 】

続いて、図 8 に示すように、鮮鋭化処理部 5 m により検査パンタグラフ画像 8 に対してパンタグラフ 1 a の左右にそれぞれ設定したホーン検査範囲 C_L 、 C_R 内からエッジを抽出し、直線抽出部 5 n により抽出したエッジのデータを基に検査直線 L_L 、 L_R を検出する。その後、図 8 に示すように、検査角度計算部 5 i によりパンタグラフ 1 a の長手方向軸 L_0 と検査直線 L_L 、 L_R とのなす角として検査角度 θ を算出する。

【 0 0 6 9 】

続いて、ホーン折れ判断部 5 j により、検査角度 θ がホーン角度範囲に入るか否かに基づいてホーン 1 b の折れの有無を判断し、最後に、結果データ出力部 5 k によりホーン折れ検査結果データを出力する。上記の処理をパンタグラフホーン形状検査が終了するまで繰り返す。

【 0 0 7 0 】

このように構成される本実施例に係るパンタグラフ監視装置によれば、実施例 1 に示した装置の効果に加え、画像が暗くホーン 1 b 先端部分が見えにくいような環境条件においても、ホーン 1 b から画像処理により直線を抽出することができるため、パンタグラフ 1 a のホーン 1 b の折れの有無を検出することができる。

【実施例 3】

【 0 0 7 1 】

図 9 乃至図 1 3 に基づいて本発明に係るパンタグラフ監視装置の第 3 の実施例を説明する。図 9 は本実施例に係るパンタグラフホーン形状検査処理部の概略構成を示すブロック図、図 1 0 は本実施例における検査点の設定例を示す説明図、図 1 1 は本実施例に係るパンタグラフホーン形状検査処理の流れを示すフローチャート、図 1 2 は本実施例における基準直線の設定例を示す説明図、図 1 3 はパンタグラフを示す説明図、図 1 4 は画像上の位置に対するパンタグラフの形状の変化を示す説明図である。

【 0 0 7 2 】

本実施例は上述した実施例 1 に比較して、パンタグラフホーン形状検査処理部 5 c の構成が異なるものである。以下、図 3 又は図 6 に示し上述したものと同様の処理を行うものについては同一符号を付して重複する説明は省略し、異なる点を中心に説明する。

【 0 0 7 3 】

図 9 に示すように、本実施例においてパンタグラフホーン形状検査処理部 5 c は、画像データ入力部 5 a、パンタグラフ検出情報入力部 5 b、パンタグラフ形状データ入力部 5 o、設定部 5 c、記憶部 5 d、検査直線検出部 5 p、基準直線計算部 5 q、検査角度計算部 5 i、ホーン折れ判断部 5 j、及び、結果データ出力部 5 k を備えている。

【 0 0 7 4 】

パンタグラフ形状データ入力部 5 o は、パンタグラフ 1 a の三次元的な形状データであるパンタグラフ形状データを入力し、記憶部 5 d へ保管する。

【 0 0 7 5 】

設定部 5 c は、実施例 1 又は実施例 2 における処理に加え、レンズ焦点距離 f 、画像 1

10

20

30

40

50

ピクセルあたりの画像センサ上での大きさ a 、レンズ焦点位置からパンタグラフまでの鉛直距離 H を設定する。そして、全ての設定情報を検査設定情報としてまとめ、記憶部 5 d へ保管する。ここで、レンズ焦点距離 f は監視カメラ 4 のレンズの焦点距離である。

【 0 0 7 6 】

検査直線検出部 5 p は、検査設定情報、パンタグラフ検出情報、及び画像データを記憶部 5 d から入力し、検査直線 L_3 (L_1 又は L_2) を検出する。即ち、実施例 1 または実施例 2 において説明した検査パンタグラフ画像 8 を解析して検査直線 L_3 を出力するまでの一連の処理を行う。

【 0 0 7 7 】

基準直線計算部 5 q は、記憶部 5 d から検査設定情報、パンタグラフ検出情報、パンタグラフ形状データを入力し、検査パンタグラフ画像 8 上のパンタグラフ 1 a の位置に応じて、ホーン 1 b の画像中の位置における正常な形状に基づいて得られる直線 (以下、「基準直線」と呼ぶ) L_B を求める。基準直線 L_B は記憶部 5 d に保管される。

【 0 0 7 8 】

検査角度計算部 5 i は、記憶部 5 d から検査直線 L_3 及び基準直線 L_B を入力し、検査直線 L_3 と基準直線 L_B とのなす角度として検査角度 を計算する。検査角度 は記憶部 5 d に保管される。

【 0 0 7 9 】

ホーン折れ判断部 5 j は、記憶部 5 d から検査角度 とホーン角度範囲の情報を入力し、ホーン 1 b の折れの有無を判断して、得られたホーン 1 b の折れの有無の情報をホーン折れ検査結果データとしてまとめる。ホーン折れ検査結果データは記憶部 5 d に保管される。

【 0 0 8 0 】

結果データ出力部 5 k は、ホーン折れ検査結果データを記憶部 5 d から取り出し、これをパンタグラフホーン形状検査結果として出力する。

【 0 0 8 1 】

以下に、図 1 1 を用いて本実施例に係るパンタグラフ監視装置における舟体検査処理の流れを簡単に説明する。図 1 1 に示すように、本実施例に係るパンタグラフホーン形状検査装置においては、まず、設定部 5 c により検査パンタグラフ画像 8 上のパンタグラフ中心位置 P_c を算出する (ステップ S 1)。

【 0 0 8 2 】

続いて、設定部 5 c により検査パンタグラフ画像 8 上のパンタグラフ中心位置 P_c を基準座標系上のパンタグラフ中心位置 P_C (X_p, Y_p, Z_p) へ変換する処理を行う (ステップ S 2)。

【 0 0 8 3 】

基準座標系上のパンタグラフ中心位置 P_C (X_p, Y_p, Z_p) は、まず、パンタグラフ検出情報から得られる検査パンタグラフ画像 8 上のパンタグラフ 1 a の位置に基づいて検査パンタグラフ画像 8 上におけるパンタグラフ 1 a の中心位置 P_c を求め、この中心位置 P_c を座標変換することにより取得することができる。

【 0 0 8 4 】

ここで、検査パンタグラフ画像 8 上のパンタグラフ 1 a の中心位置 P_c から基準座標系上のパンタグラフ 1 a の中心位置 P_C (X_p, Y_p, Z_p) への座標変換は、以下の処理により行う。

【 0 0 8 5 】

すなわち、基準座標系における位置を Q (X, Y, Z)、カメラ画像センサ上の位置を q (x, y)、画像上の位置を w (u, v)、レンズ焦点距離を f 、画像の中心位置を w_p (u_c, v_c)、画像 1 ピクセル辺りの画像センサ上での大きさを a とすると、画像上位置 w (u, v) とカメラ画像センサ上位置 q (x, y) との関係は次式 (1)、(2) で表せる。

$$x = a (u - u_c) \quad \dots (1)$$

10

20

30

40

50

$$y = -a(v - vc) \quad \dots (2)$$

【0086】

また、カメラ画像センサ上位置 $q(x, y)$ と基準座標系上の位置 $Q(X, Y, Z)$ との関係は次式(3)、(4)で表せる。

$$X = -Z(x/f) \quad \dots (3)$$

$$Y = -Z(y/f) \quad \dots (4)$$

【0087】

つまり、レンズ焦点位置 O から測定対象(ここでは、パンタグラフ1a)までの鉛直距離(高さ) H が分かれば、測定対象の画像上位置から基準座標系における三次元位置を求めることができる。またその逆計算も可能である。ここで、本発明において監視カメラ4
10
のレンズ焦点位置からパンタグラフ1aまでの鉛直距離 H は、設計データもしくは装置設置時の計測により既知であるので、その値を予め求めて記憶部5dに保管しておくものとする。

【0088】

このように、上記(1)~(4)式を用いることにより、検査パンタグラフ画像8上のパンタグラフ1aの中心位置 P_c を基準座標系上のパンタグラフ1aの中心位置 $PC(X_p, Y_p, Z_p)$ に座標変換することができる。

【0089】

ステップS2に続いては、設定部5cにより基準座標系上の検査基準点 P の位置を計算する(ステップS3)。基準座標系上の検査基準点 P の位置の計算は以下のように行う。
20
まず、図10に示すように、パンタグラフ1aの左右のホーン1b上にそれぞれ複数の検査基準点 P (本実施例では、左右それぞれのホーン1bに対して根元、中央、先端の三箇所にホーン根元検査基準点 P_{L1}, P_{R1} 、ホーン中央検査基準点 P_{L2}, P_{R2} 、ホーン先端検査基準点 P_{L3}, P_{R3})を設定する。

【0090】

例えば、ホーン根元検査基準点 P_{L1}, P_{R1} 、ホーン中央検査基準点 P_{L2}, P_{R2} 、ホーン先端検査基準点 P_{L3}, P_{R3} が、基準座標系においてパンタグラフ中心の位置 PC からそれぞれ次の位置オフセット $(X1, Y1, Z1)$ 、 $(X2, Y2, Z2)$ 、 $(X3, Y3, Z3)$ を持つ場合、ホーン根元検査基準点 P_{L1}, P_{R1} 、ホーン中央検査基準点 P_{L2}, P_{R2} 、
30
ホーン先端検査基準点 P_{L3}, P_{R3} の基準座標系上での位置はそれぞれ $(X_p + X1, Y_p + Y1, Z_p + Z1)$ 、 $(X_p + X2, Y_p + Y2, Z_p + Z2)$ 、 $(X_p + X3, Y_p + Y3, Z_p + Z3)$ となる。このようにして検査パンタグラフ画像8上におけるパンタグラフ1aの位置に応じて、各検査基準点 P を設定する。なお、検査基準点 P のパンタグラフ中心位置 PC からの位置オフセットのデータについてはパンタグラフの三次元的な形状データであるパンタグラフ形状データから得られる。

【0091】

続いて、このようにして得られた各検査基準点 P の基準座標系における位置を基に、前述した座標変換によって各検査基準点 P の検査パンタグラフ画像8上における位置を求める(ステップS4)。その後、ステップS4において求めた検査パンタグラフ画像8上の検査基準点 P の位置に基づき基準直線 L_B を求める。具体的には、図12に示すように、
40
検査基準点 P_{L1} と P_{L2} 、 P_{R1} と P_{R2} を通る直線としてそれぞれ第一基準直線 L_{BL1}, L_{BR1} 、検査基準点 P_{L2} と P_{L3} 、 P_{R2} と P_{R3} を通る直線としてそれぞれ第二基準直線 L_{BL2}, L_{BR2} を求める(ステップS5)。なお、以下の説明において第一基準直線 L_{BL1}, L_{BR1} 、第二基準直線 L_{BL2}, L_{BR2} を総称する場合は基準直線 L_B と呼称する。

【0092】

続いて、検査直線検出部5pにより検査パンタグラフ画像8上のパンタグラフ1aのホーン1bから上述した実施例1または実施例2において説明した処理により検査直線 L_3 を検出し(ステップS6)、最後に、ステップS5において検出した基準直線 L_B と、
50
ステップS6において検出した検査直線 L_3 とのなす角度として検査角度を求め、この検査角度がホーン角度範囲に入るか否かを検査することで、ホーン1bの折れの有無を判

断する（ステップS7）。

【0093】

上記ステップS1～ステップS7の処理をパンタグラフホーン形状検査が終了するまで繰り返す。

【0094】

このように構成される本実施例に係るパンタグラフ監視装置によれば、実施例1、実施例2に係るパンタグラフ監視装置による効果に加えて、比較的軽微なホーンの折れを検出することができる。

【0095】

すなわち、パンタグラフ1aのホーン1bは図13に示すように上下方向に折れ曲がった立体的な構造になっている。そのため、正常なパンタグラフ1aを撮影した場合であっても、図14に示すようにパンタグラフ1aの上面を監視カメラ4で撮影した検査パンタグラフ画像8上ではホーン1bの形状が場所によって異なる。そのため、上述した実施例1、実施例2ではホーン1bから抽出した検査直線 L_3 の角度によって異常の有無を判断する許容値であるホーン角度範囲を大きく設定する必要があった。

【0096】

これに対し、本実施例では検査パンタグラフ画像8上のパンタグラフ1aの位置に応じて基準直線 L_B を設定し、この形状と検査直線との検査角度を求めてホーン1bの折れを検出する構成であるので、実施例1、実施例2に比較してより確実にホーン1bの折れを検出することができる。

【0097】

なお、本実施例では、各処理部から出力されるデータを記憶部5dに保管するとともに、各処理部からの要求に応じて必要なデータを記憶部5dから所望の処理部へ出力する例を示したが、例えば、各処理部から出力されるデータを、直接所望の処理部へ入力するようにしてもよく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であることはいうまでもない。

【0098】

また、検査直線検出手段としては、入力画像からパンタグラフのホーンを検査直線として抽出することができればよく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0099】

本発明は、列車の屋根上を撮影した画像を解析してパンタグラフの状態を監視するパンタグラフ関し装置に適用可能であり、特にパンタグラフのホーンの形状を監視するパンタグラフ監視装置に適用して好適なものである。

【符号の説明】

【0100】

1...列車、2...センサ、3...照明装置、4...監視カメラ、5...画像処理装置、5A...撮影処理部、5B...パンタグラフ検索処理部、5C...パンタグラフホーン検査処理部、5a...画像データ入力部、5b...パンタグラフ検出情報入力部、5c...設定部、5d...記憶部、5e...検査小領域設定部、5f...検査点探索領域設定部、5g...検査点検出部、5h...検査直線設定部、5i...検査角度計算部、5j...ホーン折れ判断部、5k...結果データ出力部、5l...ホーン検査範囲設定部、5m...鮮鋭化処理部、5n...直線抽出部、5o...パンタグラフ形状データ入力部、5p...検査直線検出部、5q...基準直線計算部、6...レール、7...基準パンタグラフ画像、8...検査パンタグラフ画像、9...枕木、A...検査小領域、B...検査点探索領域、C...ホーン検査範囲、H...鉛直距離、L...検査直線、 L_B ...基準直線、P...検査点、 W_A ...検査小領域サイズ、 W_B ...検査点探索領域サイズ、 W_C ...ホーン検査範囲サイズ、...検査角度

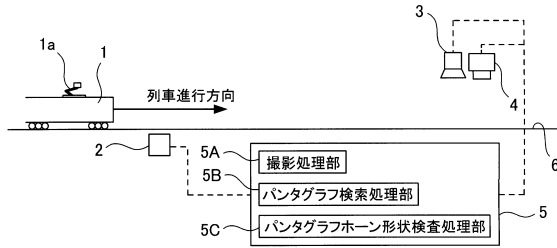
10

20

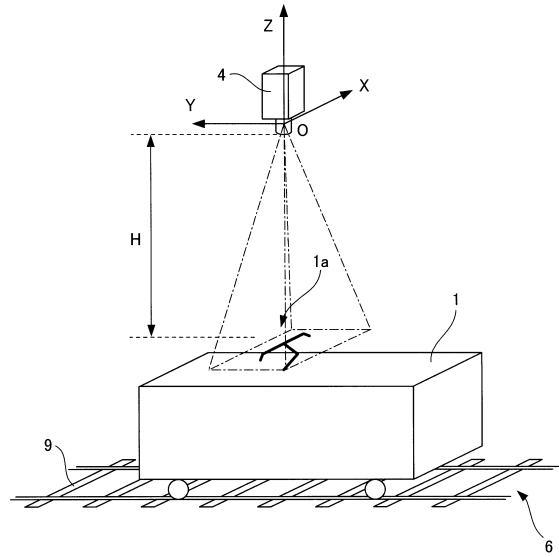
30

40

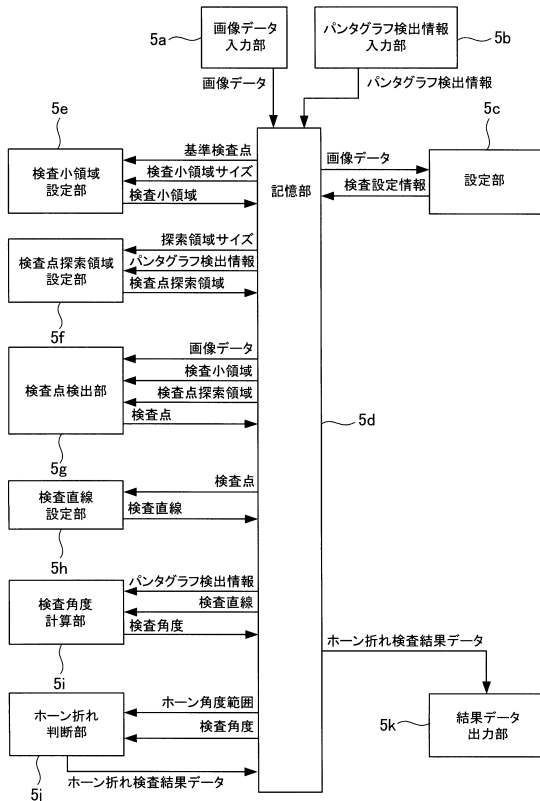
【図1】



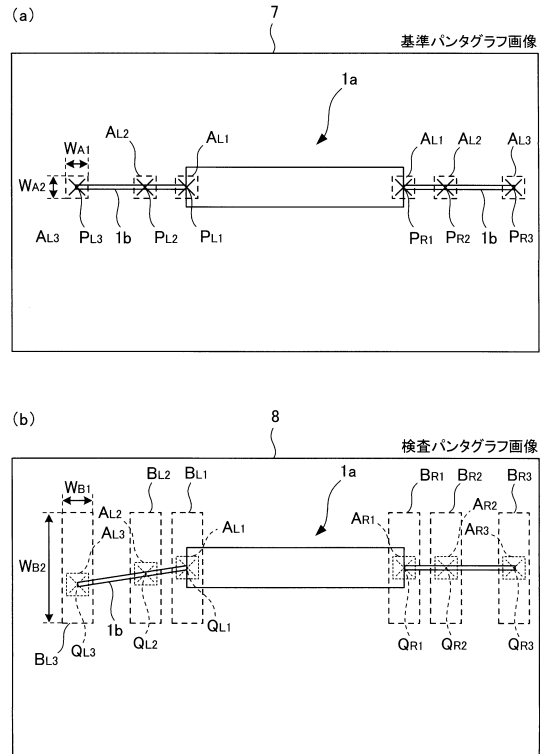
【図2】



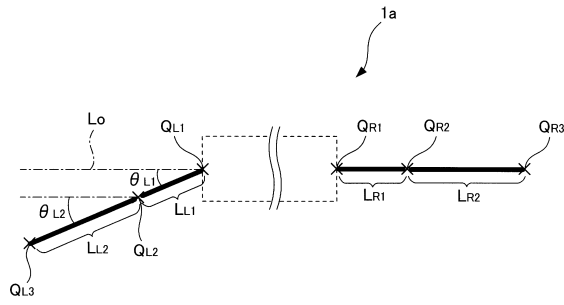
【図3】



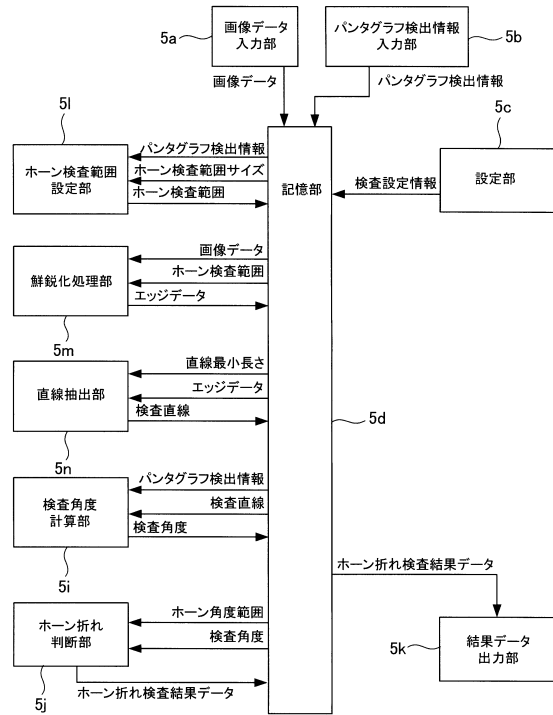
【図4】



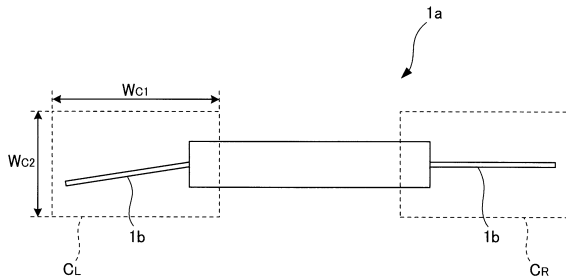
【図5】



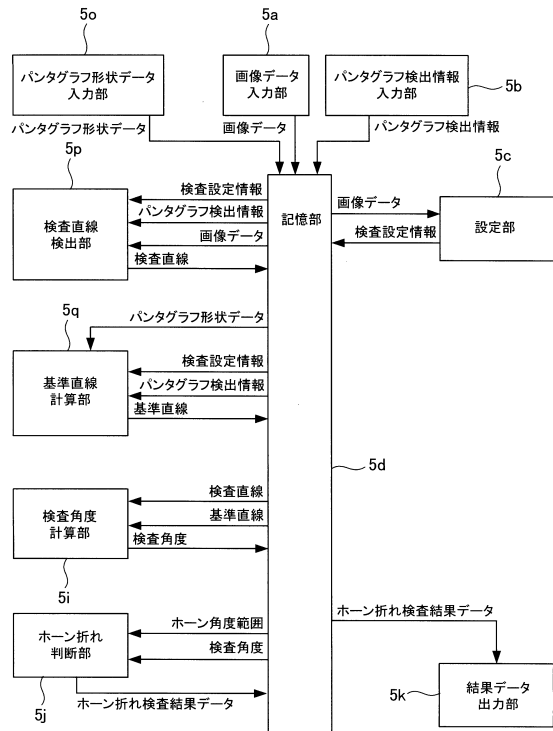
【図6】



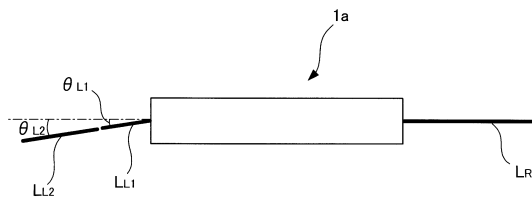
【図7】



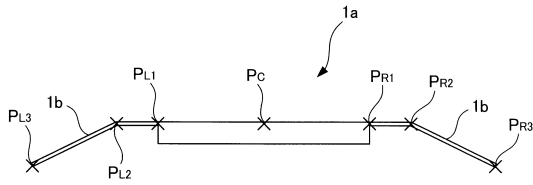
【図9】



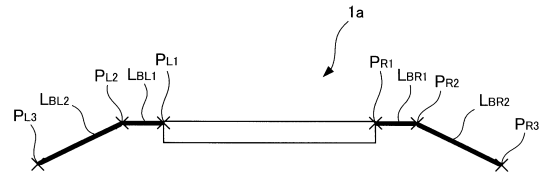
【図8】



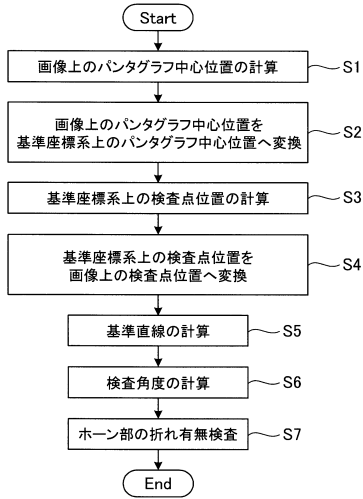
【図10】



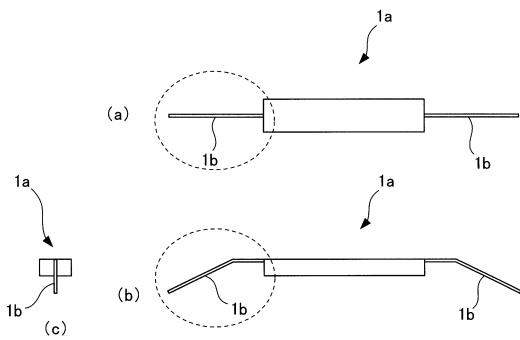
【図12】



【図11】



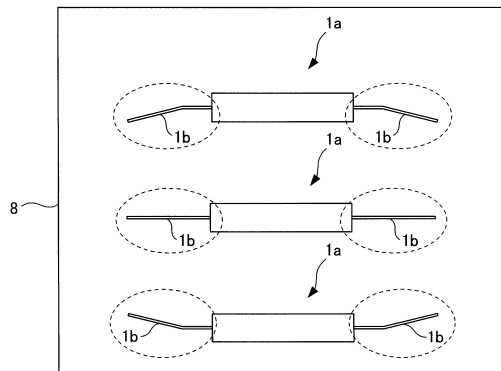
【図13】



【図15】



【図14】



フロントページの続き

- (72)発明者 岸田 光央
愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 東海旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 山下 尚輝
愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 東海旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 藤原 伸行
東京都品川区大崎二丁目1番1号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 下餅原 輝頭
東京都品川区大崎二丁目1番1号 株式会社明電舎内

審査官 神谷 健一

- (56)参考文献 特開2009-294033(JP,A)
特開平08-079904(JP,A)
特開2000-180128(JP,A)
特開平05-292601(JP,A)
特開平08-033105(JP,A)
特開平09-130785(JP,A)
東海道新幹線 品川駅～小田原駅間における停電の原因について,日本,東海旅客鉄道株式会社,2010年2月1日,URL,http://jr-central.co.jp/news/release/_pdf/000007143.pdf

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01B 11/00-11/30
B60L 5/24