

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-9446

(P2017-9446A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1B	11/00	(2006.01)	GO1B	11/00	H	2F065		
GO1B	11/02	(2006.01)	GO1B	11/02	H	2F112		
GO1C	3/06	(2006.01)	GO1C	3/06	110V	5B057		
B60M	1/28	(2006.01)	B60M	1/28	R			
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T	1/00	330Z			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-125341 (P2015-125341)
 (22) 出願日 平成27年6月23日 (2015. 6. 23)

(71) 出願人 000006105
 株式会社明電舎
 東京都品川区大崎2丁目1番1号
 (74) 代理人 100078499
 弁理士 光石 俊郎
 (74) 代理人 230112449
 弁護士 光石 春平
 (74) 代理人 100102945
 弁理士 田中 康幸
 (74) 代理人 100120673
 弁理士 松元 洋
 (74) 代理人 100182224
 弁理士 山田 哲三

最終頁に続く

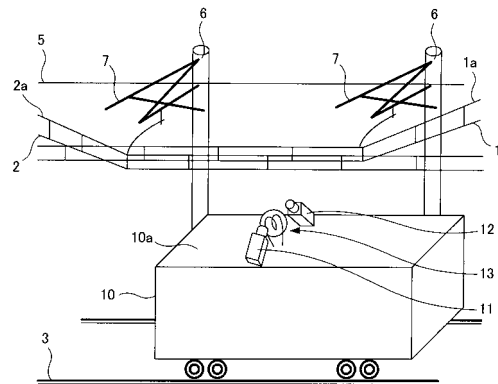
(54) 【発明の名称】 線条計測装置及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ラインカメラのみで広範囲の高さ及び偏位の計測を可能とする線条計測装置を提供する。

【解決手段】 車両10の屋根上10aの枕木方向両端に、それぞれ車両10の枕木方向中心に向けて傾斜して配置され、線条を撮像する、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12と、第1ラインカメラ11による撮像画像及び第2ラインカメラ12による撮像画像から、計測対象である線条の線条情報及び摺動面情報を検出し、線条情報及び摺動面情報を用いて、撮像画像間の線条の対応付けを行うことで、線条の高さ及び偏位を算出する、画像処理部とを備える、線条計測装置を用いる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の屋根上の枕木方向両端に、それぞれ該車両の枕木方向中心に向けて傾斜して配置され、線条を撮像する、第 1 ラインカメラ及び第 2 ラインカメラと、

前記第 1 ラインカメラによる撮像画像及び前記第 2 ラインカメラによる撮像画像から、計測対象である線条の線条情報及び摺動面情報を検出し、該線条情報及び該摺動面情報を用いて、該撮像画像間の該線条の対応付けを行うことで、該線条の高さ及び偏位を算出する、画像処理部とを備える

ことを特徴とする、線条計測装置。

【請求項 2】

前記画像処理部は、

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前記対応付けを行う

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の線条計測装置。

【請求項 3】

前記画像処理部は、

前記第 1 ラインカメラによる撮像画像及び前記第 2 ラインカメラによる撮像画像から、前記摺動面情報をそれぞれ検出する、摺動面抽出部と、

前記第 1 ラインカメラによる撮像画像及び前記第 2 ラインカメラによる撮像画像から、前記線条情報をそれぞれ検出する、線条抽出部と、

前記線条情報から線条結合情報を作成する結合部と、

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在する場合は、該摺動面情報を用いて、前記対応付けを行い、計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前記対応付けを行う、対応付け部と、

前記第 1 ラインカメラによる撮像画像と前記第 2 ラインカメラによる撮像画像の対応付けされた前記線条結合情報同士をステレオ計測し、前記線条の高さ及び偏位を算出する、ステレオ計測部とを備える

ことを特徴とする、請求項 2 に記載の線条計測装置。

【請求項 4】

線条を撮像する第 1 ラインカメラ及び第 2 ラインカメラを、車両の屋根上の枕木方向両端に、それぞれ該車両の枕木方向中心に向けて傾斜して配置し、

前記第 1 ラインカメラによる撮像画像及び前記第 2 ラインカメラによる撮像画像から、計測対象である線条の線条情報及び摺動面情報を検出し、該線条情報及び該摺動面情報を用いて、該撮像画像間の該線条の対応付けを行うことで、該線条の高さ及び偏位を算出する

ことを特徴とする、線条計測方法。

【請求項 5】

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前記対応付けを行う

ことを特徴とする、請求項 4 に記載の線条計測方法。

【請求項 6】

前記第 1 ラインカメラによる撮像画像及び前記第 2 ラインカメラによる撮像画像から、前記摺動面情報をそれぞれ検出し、

前記第 1 ラインカメラによる撮像画像及び前記第 2 ラインカメラによる撮像画像から、前記線条情報をそれぞれ検出し、

前記線条情報から線条結合情報を作成し、

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在する場合は、該摺動面情報を用いて、前記対応付けを行い、計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前

10

20

30

40

50

記対応付けを行い、

前記第1ラインカメラによる撮像画像と前記第2ラインカメラによる撮像画像の対応付けされた前記線条結合情報同士をステレオ計測し、前記線条の高さ及び偏位を算出することを特徴とする、請求項5に記載の線条計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄道分野における架線を管理する分野のものであり、特に、電車の屋根上に設置されたラインカメラで取得したデータを画像処理し、線条の中から架線の高さ及び偏位を測定する、線条計測装置及び方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

架線を含む線条の高さ及び偏位を計測する技術として、例えば下記特許文献1, 2に開示されるものがある。

【0003】

下記特許文献1には、ラインカメラを電車の屋根上に設置し、電車を走行させながら、これらのセンサデータを取得して、架線の摩耗及び偏位を計測する技術が開示されている。

【0004】

下記特許文献2には、ラインカメラとレーザ距離計を電車の屋根上に設置し、電車を走行させながらこれらのセンサデータを取得して、架線の高さ及び偏位を計測する技術が開示されている。

20

【0005】

ところで、架線の位置情報の管理（架線位置測定）が必要とされている範囲は、車両中心より偏位 ± 900 mmである。その理由は次のとおりである。

【0006】

通常、架線は、パンタグラフを通じて電車に集電するためにパンタグラフの「中心」より左右 ± 250 mm（新幹線では ± 300 mm）の位置にある。しかし、オーバーラップ周辺のエアセクション設備や二つの軌道が交差する渡り線設備付近では、パンタグラフの「端」が第二架線（本線以外の架線）に接触する虞があり、そのため、車両中心より偏位 ± 900 mmの範囲の架線位置測定が必要となるのである。

30

【0007】

なお、上述の「偏位」、「線条」、「オーバーラップ」、「エアセクション」、「渡り線」及び「摺動面」については、以下の如く定義される。

【0008】

「偏位」とは、線条の水平方向の位置で、パンタグラフの中央からの距離を指す。

【0009】

「線条」とは、空中に架設された線で、架線、吊架線、及び、き電線などの線がある。

【0010】

「オーバーラップ」とは、架線を電氣的又は機械的に区分する設備のことで、エアセクション又はエアジョイントのことを指す。

40

【0011】

「エアセクション」とは、オーバーラップにおいて、前後（車両進行方向手前側と後側）の架線を電氣的に接続せずに区分箇所としたものである。図17はエアセクションを説明する上面図である。図17では、線路3の上方において、本線1と副本線2とが電氣的に接続せずに区分箇所とされてオーバーラップしている様子が示されている。また、「エアジョイント」とは、エアセクションを電氣的に接続したものである。

【0012】

「渡り線」とは、分岐器上の2組の架線をパンタグラフの通過に支障のないように交差させた設備。図18は渡り線を説明する上面図である。図18では、分岐器3aが配され

50

た線路3の上方で、本線1に渡り線4が交差している様子が示されている。

【0013】

「摺動面」とは、架線がパンタグラフと接触し摩耗した面のことで、通常、架線は常にパンタグラフに接しているため摺動面が存在する。しかし、エアセクションや渡り線など、第二架線がある設備区間に関しては、管理が必要な車両中心より偏位 ± 900 mm内において、パンタグラフと接しない箇所、すなわち摺動面を持たない箇所がある。

【0014】

また、「架線の管理」とは、架線の高さ、偏位及び摩耗が、定められた管理値以下かどうかを定期的に確認することであり、架線を管理することで事故防止が可能である。

【0015】

「架線の高さ」とは、線路から電車の上方に設備された架線までの高さのことで、通常4500mm（新幹線では5000mm）程度の位置にある。

【0016】

「架線の偏位」とは、架線の水平方向の位置のことで、通常架線はパンタグラフ中心より左右 ± 250 mm（新幹線では ± 300 mm）の位置に存在しており、エアセクションや渡り線設備箇所では、それに加え第二架線が存在する車両中心より偏位 ± 900 mmの位置も管理される。

【0017】

「架線の摩耗」とは、電車(パンタグラフ)が通過頻度に比例して発生する架線の摩耗のことで、この摩耗限界値を超えないように管理される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0018】

【特許文献1】特開2010-127746号公報

【特許文献2】特開2012-8026号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

上記特許文献1は、該文献段落[0035]に「架線高さデータは(略)外部から入力する」と記載されるとおり、別途高さ情報が必要であり、単独では架線の位置(高さ及び偏位)の計測を行うことができない。また、摩耗している架線のみが対象であり、エアセクションや渡り線は計測できない。

【0020】

上記特許文献2は、電車の屋根上にラインカメラ2台とレーザ距離計1台を設置する必要がある。したがって、屋根上へ設置する装置構成が複雑かつ大型になってしまう。また、ステレオ計測の対応点マッチングにレーザ距離計の位置情報を使用しているが、レーザは性質上、検出率及び精度は計測距離に比例し悪くなるため、距離の離れたエアセクションや渡り線等の架線のステレオ計測が困難である。また、レーザのデータ取得周期は、ラインカメラの10倍以上遅く、そのため、営業車両等の高速走行車両への搭載は難しい。

【0021】

本発明は、上述のような技術的状況に鑑みてなされたものであり、ラインカメラのみで広範囲の高さ及び偏位の計測が可能であり、さらに、計測対象が本線に加え車両中心から偏位 ± 900 mm内にある第二架線(本線以外の架線)も計測可能とする、線条計測装置及び方法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】

【0022】

上記課題を解決する第1の発明に係る線条計測装置は、
車両の屋根上の枕木方向両端に、それぞれ該車両の枕木方向中心に向けて傾斜して配置され、線条を撮像する、第1ラインカメラ及び第2ラインカメラと、
前記第1ラインカメラによる撮像画像及び前記第2ラインカメラによる撮像画像から、

10

20

30

40

50

計測対象である線条の線条情報及び摺動面情報を検出し、該線条情報及び該摺動面情報を用いて、該撮像画像間の該線条の対応付けを行うことで、該線条の高さ及び偏位を算出する、画像処理部とを備える

ことを特徴とする。

【0023】

上記課題を解決する第2の発明に係る線条計測装置は、

上記第1の発明に係る線条計測装置において、

前記画像処理部は、

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前記対応付けを行うことを特徴とする。

10

【0024】

上記課題を解決する第3の発明に係る線条計測装置は、

上記第2の発明に係る線条計測装置において、

前記画像処理部は、

前記第1ラインカメラによる撮像画像及び前記第2ラインカメラによる撮像画像から、前記摺動面情報をそれぞれ検出する、摺動面抽出部と、

前記第1ラインカメラによる撮像画像及び前記第2ラインカメラによる撮像画像から、前記線条情報をそれぞれ検出する、線条抽出部と、

前記線条情報から線条結合情報を作成する結合部と、

20

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在する場合は、該摺動面情報を用いて、前記対応付けを行い、計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前記対応付けを行う、対応付け部と、

前記第1ラインカメラによる撮像画像と前記第2ラインカメラによる撮像画像の対応付けされた前記線条結合情報同士をステレオ計測し、前記線条の高さ及び偏位を算出する、ステレオ計測部とを備える

ことを特徴とする。

【0025】

上記課題を解決する第4の発明に係る線条計測方法は、

30

線条を撮像する第1ラインカメラ及び第2ラインカメラを、車両の屋根上の枕木方向両端に、それぞれ該車両の枕木方向中心に向けて傾斜して配置し、

前記第1ラインカメラによる撮像画像及び前記第2ラインカメラによる撮像画像から、計測対象である線条の線条情報及び摺動面情報を検出し、該線条情報及び該摺動面情報を用いて、該撮像画像間の該線条の対応付けを行うことで、該線条の高さ及び偏位を算出する

ことを特徴とする。

【0026】

上記課題を解決する第5の発明に係る線条計測方法は、

上記第4の発明に係る線条計測方法において、

40

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前記対応付けを行うことを特徴とする。

【0027】

上記課題を解決する第6の発明に係る線条計測方法は、

上記第5の発明に係る線条計測方法において、

前記第1ラインカメラによる撮像画像及び前記第2ラインカメラによる撮像画像から、前記摺動面情報をそれぞれ検出し、

前記第1ラインカメラによる撮像画像及び前記第2ラインカメラによる撮像画像から、前記線条情報をそれぞれ検出し、

50

前記線条情報から線条結合情報を作成し、

計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在する場合は、該摺動面情報を用いて、前記対応付けを行い、計測対象である前記線条に前記摺動面情報が存在しない場合は、該線条が摺動面を有する架線と交差する時間情報、及び、該架線の摺動面情報を用いて、前記対応付けを行い、

前記第1ラインカメラによる撮像画像と前記第2ラインカメラによる撮像画像の対応付けされた前記線条結合情報同士をステレオ計測し、前記線条の高さ及び偏位を算出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0028】

10

本発明に係る線条計測装置及び方法によれば、ラインカメラのみで広範囲の高さ及び偏位の計測が可能であり、さらに、計測対象が本線に加え車両中心から偏位±900mm内にある第二架線（本線以外の架線）も計測可能となる。

【0029】

また、本発明に係る線条計測装置及び方法では、ラインカメラ単独でのステレオ計測のため、距離が離れた渡り線やエアセクション等の架線のステレオ計測の検出率及び精度が低下しにくい。

【0030】

さらに、本発明に係る線条計測装置及び方法では、ラインカメラ単独でのステレオ計測のため、営業車両等の高速走行車両への搭載が可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の実施例に係る線条計測装置の装置構成を説明する概略図である。

【図2】本発明の実施例に係る線条計測装置による撮像範囲及び計測対象領域を説明する模式図である。

【図3】ラインカメラを鉛直方向に設置した場合の撮像範囲及び計測対象領域を説明する模式図である。

【図4】第1ラインカメラを鉛直方向に設置した場合と斜めに設置した場合との撮像範囲画角比較図である。

【図5】第2ラインカメラを鉛直方向に設置した場合と斜めに設置した場合との撮像範囲画角比較図である。

30

【図6】エアセクション設備の撮像画像図の一例である。(a)は、第1ラインカメラの撮像画像図、(b)は、第2ラインカメラの撮像画像図である。

【図7】エアセクション設備の摺動面検出結果のデータ図の一例である。(a)は、第1ラインカメラの撮像画像に基づく図であり、(b)は、第2ラインカメラの撮像画像に基づく図である。

【図8】エアセクション設備の線条検出結果のデータ図の一例である。(a)は、第1ラインカメラの撮像画像に基づく図であり、(b)は、第2ラインカメラの撮像画像に基づく図である。

【図9】本発明の実施例に係る線条計測装置の機能構成を説明する概略図である。

40

【図10A】エアセクション設備における本線の対応付け結果を示すデータ図である。(a)は、第1ラインカメラの撮像画像に基づく図であり、(b)は、第2ラインカメラの撮像画像に基づく図である。

【図10B】エアセクション設備における渡り線の対応付け結果を示すデータ図である。(a)は、第1ラインカメラの撮像画像に基づく図であり、(b)は、第2ラインカメラの撮像画像に基づく図である。

【図11】車両が渡り線設備を通過する様子を示した概略図である。

【図12】渡り線設備の撮像画像図の一例である。(a)は、第1ラインカメラによる撮像画像図、(b)は、第2ラインカメラによる撮像画像図である。

【図13A】渡り線設備における本線の対応付け結果を示すデータ図である。(a)は、

50

第 1 ラインカメラの撮像画像に基づく図であり、(b)は、第 2 ラインカメラの撮像画像に基づく図である。

【図 1 3 B】渡り線設備における渡り線の対応付け結果を示す図である。(a)は、第 1 ラインカメラの撮像画像に基づく図であり、(b)は、第 2 ラインカメラの撮像画像に基づく図である。

【図 1 4】架線計測結果の一例を示すグラフである。

【図 1 5】本発明の実施例における画像処理部の動作を説明するフローチャートである。

【図 1 6】本発明の実施例における対応付け部の詳述を説明するフローチャートである。

【図 1 7】エアセクションを説明する上面図である。

【図 1 8】渡り線を説明する上面図である。

10

【図 1 9】各ラインカメラの撮像領域を説明する模式図である。

【図 2 0】第 1 ラインカメラ及び第 3 ラインカメラを使用したステレオ撮像可能領域を説明する模式図である。

【図 2 1】第 2 ラインカメラ及び第 3 ラインカメラを使用したステレオ撮像可能領域を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

本発明に係る線条計測装置及び方法は、電車の屋根上に 2 台のラインカメラを設置し、各ラインカメラで取得したデータを画像処理し、車両中心より偏位 ± 900 mm の範囲において線条の中から架線の高さ及び偏位を測定可能とするものである。

20

【0033】

以下、本発明に係る線条計測装置及び方法を、実施例にて図面を用いて説明する。

【実施例】

【0034】

特願 2014 - 196032 号には、ラインカメラを電車の屋根上の枕木方向両端に各 1 台ずつ、さらに車両中央に 1 台の、計 3 台を設置し、架線の摩耗及び位置を測定する技術が開示されている。この技術は、電車を走行させながら、これら電車の屋根上に設置されたラインカメラによるセンサデータを取得して、架線の摩耗及び位置を計測するものである。

【0035】

30

この技術は、上記特許文献 2 の開示する技術に加え、広角レンズを車両中央に置いた 3 台のラインカメラ構成により、渡り線などの第二架線の管理範囲(例：車両中心より偏位 ± 900 mm)の撮像領域を確保することができる。撮像領域を図 19 ~ 21 に示す。

【0036】

図 19 は、各ラインカメラの撮像領域を説明する模式図である。図 19 に示すように、車両の屋根上 30a において、枕木方向一端に配置された第 1 ラインカメラ 31 と中央に配置された第 3 ラインカメラ 33、並びに、枕木方向他端に配置された第 2 ラインカメラ 32 と第 3 ラインカメラ 33 は、それぞれ撮像領域の重なる領域がある。この領域はステレオ撮像を行うことができるため、「ステレオ撮像可能領域」と呼称する。

【0037】

40

図 20 は、第 1 ラインカメラ 31 及び第 3 ラインカメラ 33 を使用したステレオ撮像可能領域を説明する模式図である。図 21 は、第 2 ラインカメラ 32 及び第 3 ラインカメラ 33 を使用したステレオ撮像可能領域を説明する模式図である。

【0038】

図 20 にグレーゾーンで示すように、第 1 ラインカメラ 31 と第 3 ラインカメラ 33 のパターンで片側 900 mm の撮像領域を確保し、図 21 にグレーゾーンで示すように、第 2 ラインカメラ 32 と第 3 ラインカメラ 33 のパターンによりもう片側 900 mm の撮像領域を確保している。

【0039】

また、架線の本線位置情報を取得することにより渡り線の高さ情報が限定されるため、

50

ステレオ計測の対応点を制約することができ、渡り線の線条計測が可能となる。

【0040】

しかしながら、第1ラインカメラ31あるいは第2ラインカメラ32と、第3ラインカメラ33とによるステレオ撮像では、ラインカメラ間の距離が短いためステレオ分解能が低いという問題がある。

【0041】

また、第1ラインカメラ31と第2ラインカメラ32とは、各々が担当する撮像範囲で切り替えて使用するため、処理が複雑になる。

【0042】

また、本線からの高さ情報を制限することで渡り線を計測するが、高さ制約ができるのは渡り線のみ(条件:「渡り線は、本線高さから30mm以内に設置されている」)で、エアセクション等の車両中心より偏位±900mm位置が高い位置にある対象や、複雑な構造の設備は、高さを制限する手法による位置計測が困難である問題がある。

【0043】

ここで、本実施例に係る線条計測装置の装置構成を図1に示す。図1では、線路3上を走行する車両10が、吊架線1a, 2aによってそれぞれ吊架された本線1及び副本線2のエアセクション設備部分を通過する様子を表している。なお、吊架線1a, 2aは電柱6に取り付けられた曲引金具7によって支持され、電柱6には曲引金具7の他、き電線5が取り付けられている。

【0044】

本実施例に係る線条計測装置では、図1に示すように、車両10の屋根上10aの枕木方向両端に設置され、それぞれ車両10の枕木方向中心に向けて傾斜して配置され、線条を撮像する、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12を備え、さらに、後述する画像処理部9を備える。

【0045】

これにより、エアセクション(及び渡り線)等の広範囲のステレオ撮像領域(例:車両中心より偏位±900mm)を確保することができる。なお、本実施例に係る線条計測装置は、図1に示すように、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12の間に線条を照らすための照明13を設けてもよい。

【0046】

本実施例に係る線条計測装置のように、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12を車両10の枕木方向中心に向けて傾けた場合のステレオ計測可能な領域を図2に、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12を傾けずに鉛直方向に向けた場合のステレオ計測可能な領域を図3に、それぞれ示す。

【0047】

図3に示すように、通常、車両10の屋根上10aの限定された設置環境下で、第1, 2ラインカメラ11, 12を鉛直方向に向けて設置すると、エアセクション及び渡り線等の設備では、既に説明したごとく広範囲なステレオ撮像領域が必要なため(図中の「計測対象領域」)、この計測対象領域中に互いの撮像範囲の重ならないステレオ撮像不可領域a, bが生じてしまい、当該箇所についてはステレオ計測できない。

【0048】

一方、本実施例に係る線条計測装置では、図2に示すように、計測対象領域中に互いの撮像範囲の重ならない領域、すなわち、ステレオ計測することができない領域が生じない。

【0049】

この点に関して図4, 5を用いて詳述する。図4は、第1ラインカメラ11を鉛直方向に設置した場合と斜めに設置した場合との撮像範囲画角を比較する図である。図5は、第2ラインカメラ12を鉛直方向に設置した場合と斜めに設置した場合との撮像範囲画角を比較する図である。なお、図4, 5中の破線は、各ラインカメラが鉛直方向に設置された場合の撮像範囲を示しており、実線は、各ラインカメラが斜めに設置された場合の撮像範

10

20

30

40

50

囲を示している。

【0050】

第1ラインカメラ11は、図4のようにステレオ撮像不可領域bがステレオ撮像可能になるように傾けられ、第2ラインカメラ12は、図5のようにステレオ撮像不可領域aがステレオ撮像可能になるように傾けられる。これによって、図2のように（渡り線やエアセクション（偏位±900mm）等の）広範囲の計測対象領域を確保することができる。

【0051】

また、画像処理部9では、ステレオ計測において、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12による撮像画像上にある複数の線条の中から適切な対応付けを行うために、線条情報と摺動面情報を取得（検出）し、検出された線条情報及び摺動面情報を用いて、第1ラインカメラ11と第2ラインカメラ12の撮像画像間の線条の対応付けを行う。これより、従来必要であったレーザ装置や高さ計測装置等の外部装置が不要となり、エアセクションや渡り線等における偏位±900mm範囲の架線位置（高さ及び偏位）を単独測定（算出）することが可能となる。

【0052】

架線位置計測における最大の課題は、ラインカメラ間の線条データ（線条情報）の対応付けである。例えば、図1のエアセクション設備における架線情報を、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12で撮像した場合の画像を図6に示す。図6(a)は、第1ラインカメラ11の撮像画像図、図6(b)は、第2ラインカメラ12の撮像画像図であり、ともに横軸がカメラの画素（pix）、縦軸が時間（ms）を表している。

【0053】

目視による判断では、図6(a)(b)に示す2つの撮像画像の線条（図中の本線1や副本線2等）の対応付けは難しい（この対応付け情報として、上記特許文献2ではレーザ情報を利用し、上記特願2014-196032号では本線の高さ情報を利用していた）。

【0054】

画像処理部9では、この対応付けに摺動面データ（摺動面情報）を利用する。ここで、図7は、エアセクション設備の摺動面検出結果のデータ図の一例である。図7(a)は、第1ラインカメラ11の撮像画像に基づく図であり、図7(b)は、第2ラインカメラ12の撮像画像に基づく図である。図8は、エアセクション設備の線条検出結果のデータ図の一例である。図8(a)は、第1ラインカメラ11の撮像画像に基づく図であり、図8(b)は、第2ラインカメラ12の撮像画像に基づく図である。

【0055】

すなわち、画像処理部9では、図6(a)(b)に示す撮像画像から、摺動面8のデータを図7に示すように検出する。さらに、図6(a)(b)に示す撮像画像から、線条データを図8に示すように検出し、「第1ラインカメラ11の撮像画像と第2ラインカメラ12の撮像画像において、摺動面を有する線条データ同士が、計測対象である」情報に基づき対応付けを行う。これにより、摺動面を一部でも有する架線であれば、全て対応付けが可能となる。

【0056】

図9は、本実施例に係る線条計測装置の機能構成図である。図9に示すように、本実施例に係る線条計測装置は、第1ラインカメラ11、第2ラインカメラ12、及び、画像処理部9を備えている。さらに、画像処理部9は、画像入力部14、摺動面抽出部15、線条抽出部16、結合部17、対応付け部18、ステレオ計測部19、記憶部20、及び、設備データ設定部21を備えている。

【0057】

画像入力部14は、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12によって撮像した画像データを取得する。

【0058】

摺動面抽出部15は、画像処理により、既に説明したごとく、図6から摺動面データを

10

20

30

40

50

図 7 に示すように検出する。

【 0 0 5 9 】

線条抽出部 1 6 は、画像処理により、既に説明したごとく、図 6 から線条データを図 8 に示すように検出する。このとき、線条データは点群の集まりであり、データ間に関連性はないため、以下ではこれを「線条点群データ（線条点群情報）」と呼称する。また、図 8 では、電柱 6 等の外乱がある箇所が欠損となる。

【 0 0 6 0 】

結合部 1 7 は、線条点群データから下記の手順で線条を結合した、「線条結合データ」を作成する。

【 0 0 6 1 】

すなわち、結合部 1 7 は、まず連続している線条点群データを結合し、パーツを作成する。このとき、重なっている箇所や欠損している箇所は別のパーツとして区別する。次に、各パーツの長さ、角度、近似二次曲線係数、及び、開始終了座標等の情報を利用してパーツ間を結合し、バラバラであった線条点群データを線条結合データ（線条結合情報）にする。

【 0 0 6 2 】

対応付け部 1 8 は、まず、摺動面データを有する線条結合データを計測対象の架線とし、第 1 ラインカメラ 1 1 の撮像画像と第 2 ラインカメラ 1 2 の撮像画像の線条結合データ間同士の対応付けを行う。

【 0 0 6 3 】

図 1 0 A は、エアセクション設備における本線 1 の対応付け結果を示す図である。図 1 0 A (a) は、第 1 ラインカメラ 1 1 の撮像画像に基づく図であり、図 1 0 A (b) は、第 2 ラインカメラ 1 2 の撮像画像に基づく図である。また、図 1 0 B は、エアセクション設備における副本線 2 の対応付け結果を示す図である。図 1 0 B (a) は、第 1 ラインカメラ 1 1 の撮像画像に基づく図であり、図 1 0 B (b) は、第 2 ラインカメラ 1 2 の撮像画像に基づく図である。そして、それぞれ横軸がラインカメラの画素数 (p i x)、縦軸が時間 (m s) を表している。図 1 0 A 及び図 1 0 B に示すように、摺動面 8 を一部に有する架線について対応付けが可能となる。

【 0 0 6 4 】

一方、図 1 1 は、車両 1 0 が、本線 1 と渡り線 4 とが交差する渡り線設備を通過する様子を示した概略図である。なお、渡り線 4 も本線 1 (及び既出の副本線 2) と同様、吊架線 4 a に吊架されている。

【 0 0 6 5 】

図 1 1 に示す渡り線設備の撮像画像図の一例を、図 1 2 に示す。図 1 2 (a) は、第 1 ラインカメラ 1 1 による撮像画像図、図 1 2 (b) は、第 2 ラインカメラ 1 2 による撮像画像図であり、ともに横軸がカメラの画素 (p i x)、縦軸が時間 (m s) を表している。

【 0 0 6 6 】

渡り線設備では、図 1 2 のように計測対象の架線である渡り線 4 が摺動面 8 を持たない場合もある。そのため、渡り線 4 を計測する場合には、摺動面 8 を持たない架線と摺動面 8 を持つ架線とが交差する時間情報を利用する。

【 0 0 6 7 】

摺動面データを持つ架線 (本線 1) と交差する架線は、図 1 2 のように渡り線 4 以外にも渡り線の吊架線 4 a 等の候補がある。これらは、第 1 ラインカメラ 1 1 による撮像画像の図 1 2 (a) では A 部分と B 部分、第 2 ラインカメラ 1 2 による撮像画像の図 1 2 (b) では C 部分と D 部分でそれぞれ交差するが、これだけでは撮像画像間で渡り線 4 同士の対応付けを行うことはできない。

【 0 0 6 8 】

渡り線設備において、渡り線 4 が本線 1 と交差する際には、本線 1 の高さとはほぼ等しい高さを交差するという特徴があり、撮像画像上では、摺動面 8 を有する架線との交差する

10

20

30

40

50

時間情報はほぼ一致するため、第1ラインカメラ11による撮像画像の図12(a)のB部分と第2ラインカメラ12による撮像画像の図12(b)のC部分との交差箇所を有する架線が、渡り線4であることがわかる。これにより、一本の架線として登録してあれば、渡り線4も対応付け可能となる。

【0069】

図13Aは、渡り線設備における本線1の対応付け結果を示すデータ図である。図13A(a)は、第1ラインカメラ11の撮像画像に基づく図であり、図13A(b)は、第2ラインカメラ12の撮像画像に基づく図である。また、図13Bは、渡り線設備における渡り線4の対応付け結果を示すデータ図である。図13B(a)は、第1ラインカメラ11の撮像画像に基づく図であり、図13B(b)は、第2ラインカメラ12の撮像画像

10

【0070】

このようにして、図13A(a)(b)及び図13B(a)(b)に示すように、対応付け部18では、本線1だけでなく、渡り線4も対応付けを可能とする。

【0071】

そのため、対応付け部18では、計測対象が渡り線4であるか否かの条件分岐(すなわち、摺動面データが存在しないか存在するかの条件分岐)により上述のように対応付け方法を変更し、計測対象が渡り線4の場合には、(摺動面8を有し渡り線4と交差する架線の)摺動面情報、及び、(摺動面8を有し渡り線4と交差する架線と渡り線4との)交差

20

箇所の時間情報による対応付けを行う。

以上が対応付け部18についての説明である。

【0072】

ステレオ計測部19は、第1ラインカメラ11による撮像画像と第2ラインカメラ12による撮像画像の対応付けされた線条結合データ同士をステレオ計測し、架線計測結果を示す図14のグラフのように、線条の高さ及び偏位を算出し出力する。高さ及び偏位の算出については、上記特許文献2の段落[0025]~[0028]部分と同様に行う。

【0073】

なお、記憶部20は各データを記憶し、設備データ設定部21は、渡り線なのかエアセクションなのかの設備の種類や第二架線(本線以外の架線)が進行方向に対して左右どちらから進入してくるかの設備の方向の設備情報を入力するものである。

30

【0074】

図15は、画像処理部9全体の動作を説明するフローチャートである。図16は、対応付け部18の動作を詳述するフローチャートである。以下、画像処理部9の動作手順について、図15, 16のフローチャートを用いて説明する。

【0075】

図15に示すように、ステップS1では、画像入力部14において、第1ラインカメラ11及び第2ラインカメラ12によって撮像した画像データを取得する。

【0076】

ステップS2では、摺動面抽出部15において、摺動面データを検出する。

40

【0077】

ステップS3では、線条抽出部16において、線条点群データを検出する。

【0078】

ステップS4では、結合部17において、線条点群データから線条結合データを作成する。

【0079】

ステップS5では、対応付け部18において、第1ラインカメラ11の撮像画像と第2ラインカメラ12の撮像画像の線条結合データ間同士の対応付けを行う。

【0080】

ここで、図16に示すように、ステップS5について詳しく説明すると、下記ステップ

50

S 5 1 ~ S 5 3 のようになる。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 5 1 では、対応付け部 1 8 において、計測対象が渡り線 4 であるか否か（すなわち、摺動面データが存在しないか存在するかの条件分岐）を判断する。渡り線 4 であれば（すなわち、摺動面データが存在しなければ）、ステップ S 5 3 へ移行し、渡り線 4 でなければ（すなわち、摺動面データが存在すれば）ステップ S 5 2 へ移行する。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 5 2 では、対応付け部 1 8 において、渡り線 4（計測対象の線条）の摺動面情報のみによる線条結合データ間同士の対応付けを行う。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 5 3 では、対応付け部 1 8 において、摺動面 8 を有し渡り線 4 と交差する架線の摺動面情報、及び、渡り線 4 と該架線との交差箇所の時間情報を用いて、線条結合データ間同士の対応付けを行う。

【 0 0 8 4 】

図 1 5 に示すように、その後ステップ S 6 では、ステレオ計測部 1 9 において、第 1 ラインカメラ 1 1 及び第 2 ラインカメラ 1 2 による撮像画像の対応付けされた線条結合データ同士をステレオ計測し、線条の高さ及び偏位を算出する。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 7 では、算出された線条の高さ及び偏位を出力する。

以上が画像処理部 9 の動作についての説明である。

【 0 0 8 6 】

上記特許文献 1 では、別途高さ情報が必要で、ラインカメラ単独では架線の位置（高さ及び偏位）計測を行うことができない。しかしながら、本実施例では、単独で高さ及び偏位の計測が可能であり、さらに、計測対象が本線に加え車両中心から偏位 ± 900 mm 内にある第二架線（本線以外の架線）も計測可能となる。

【 0 0 8 7 】

上記特許文献 2 では、レーザセンサが必要であるが、レーザは性質上、検出率及び精度は計測距離に比例し悪くなるため、距離の離れた渡り線やエアセクション等の架線のステレオ計測が困難である。しかしながら、本実施例では、ラインカメラ単独でのステレオ計測のため、距離が離れた渡り線やエアセクション等の架線のステレオ計測の検出率及び精度が低下しにくい。また、レーザのデータ取得周期は、ラインカメラの 10 倍以上遅く、そのため、営業車両等の高速走行車両への搭載は難しいが、本実施例では、ラインカメラ単独でのステレオ計測のため、営業車両等の高速走行車両への搭載が可能となる。

【 0 0 8 8 】

上記特願 2014 - 196032 では、高さを限定することで、高さ制約がある渡り線（条件：「本線の高さから 30 mm 以内に設置されている」）の計測を可能とするが、車両中心から偏位 ± 900 mm の位置が高い位置にある設備や、複雑な構造の設備では、高さを制限する手法による位置計測が困難である。しかしながら、本実施例では、摺動面情報を持つ架線との関係性があれば、すべて計測可能となる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 9 】

本発明は、線条計測装置及び方法として好適である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 0 】

- 1 本線
- 1 a （本線の）吊架線
- 2 副本線
- 2 a （副本線の）吊架線
- 3 線路
- 3 a 分岐器

10

20

30

40

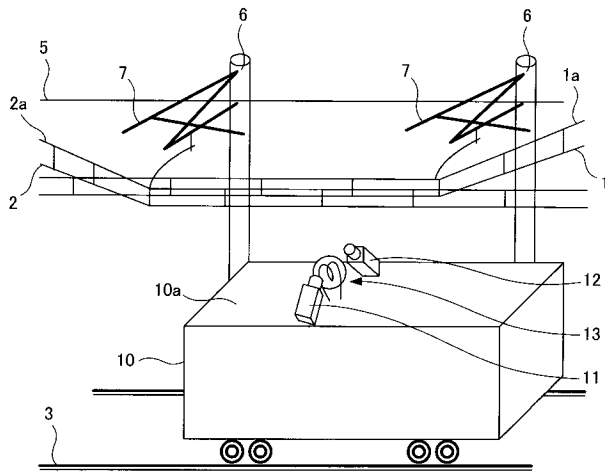
50

- 4 渡り線
- 4 a (渡り線の)吊架線
- 5 き電線
- 6 電柱
- 7 曲引金具
- 8 摺動面
- 9 画像処理部
- 10 車両
- 10 a, 30 a (車両の)屋根上
- 11, 31 第1ラインカメラ
- 12, 32 第2ラインカメラ
- 13 照明
- 14 画像入力部
- 15 摺動面抽出部
- 16 線条抽出部
- 17 結合部
- 18 対応付け部
- 19 ステレオ計測部
- 20 記憶部
- 21 設備データ設定部
- 33 第3ラインカメラ

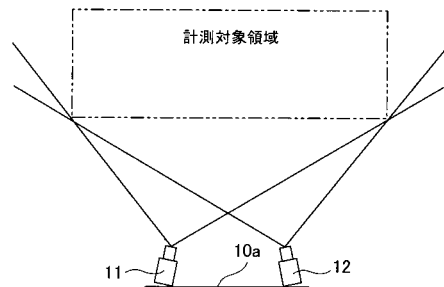
10

20

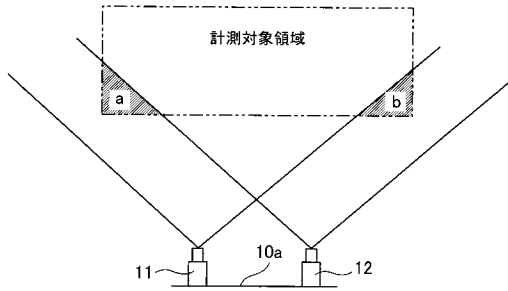
【図1】



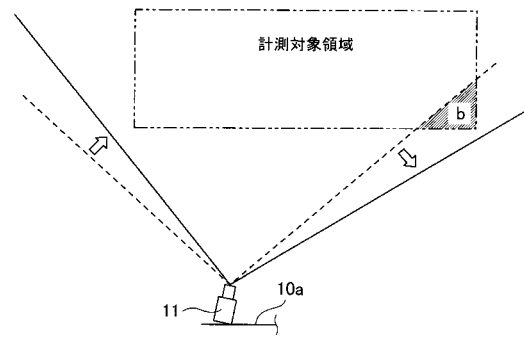
【図2】



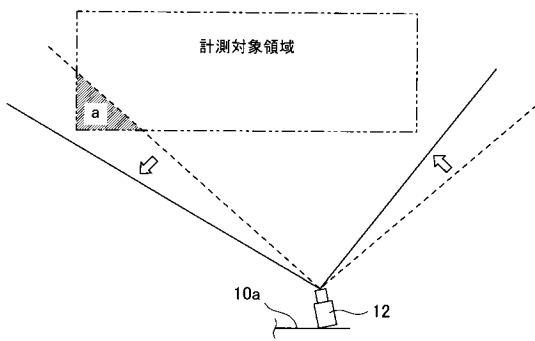
【 図 3 】



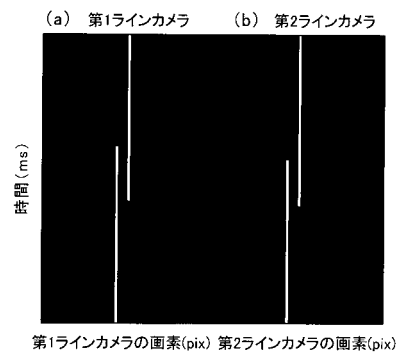
【 図 4 】



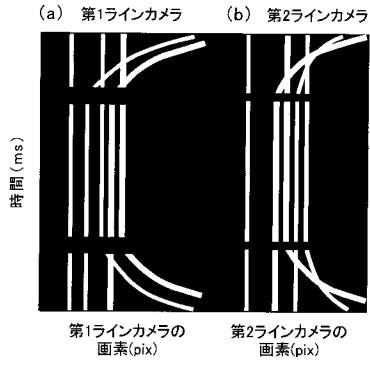
【 図 5 】



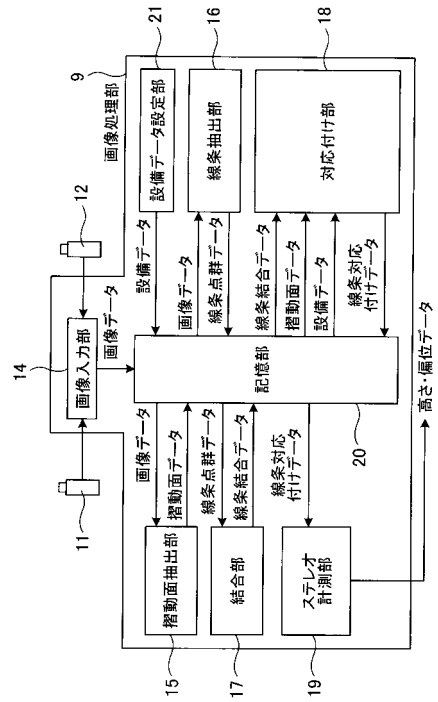
【 図 7 】



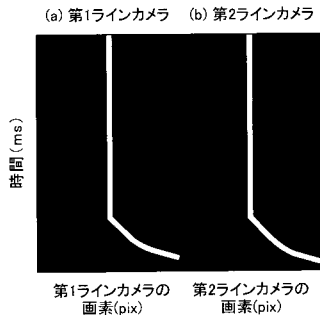
【 図 8 】



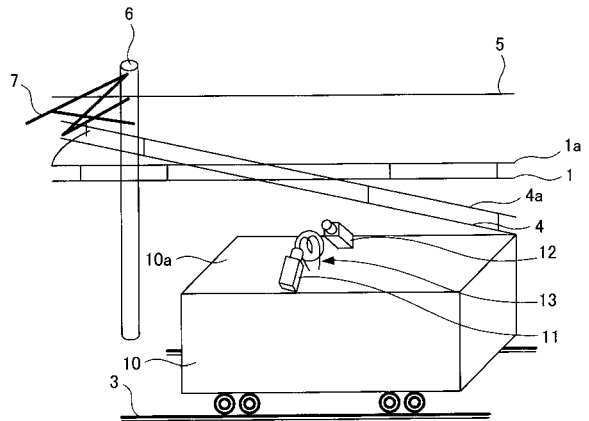
【 図 9 】



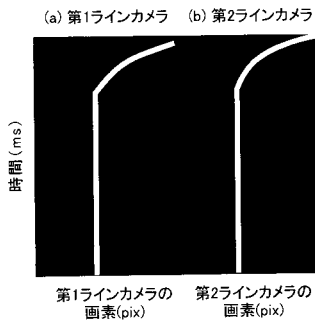
【 図 10 A 】



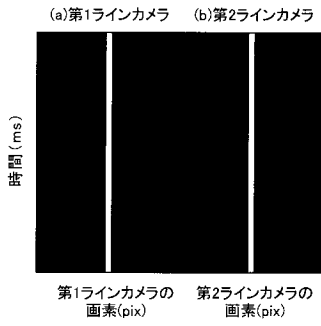
【 図 11 】



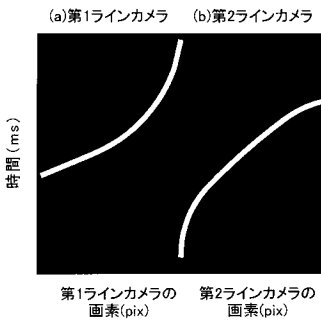
【 図 10 B 】



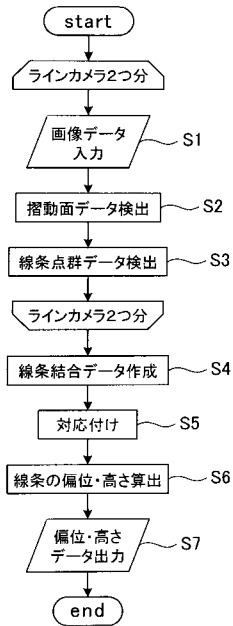
【 図 1 3 A 】



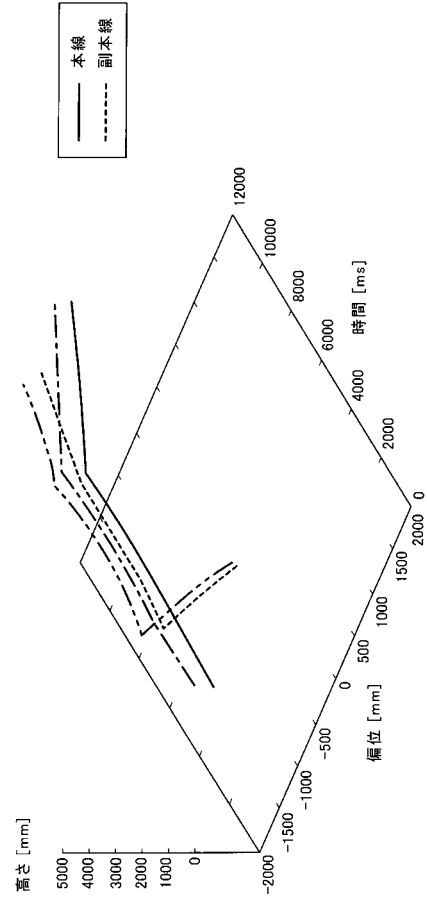
【 図 1 3 B 】



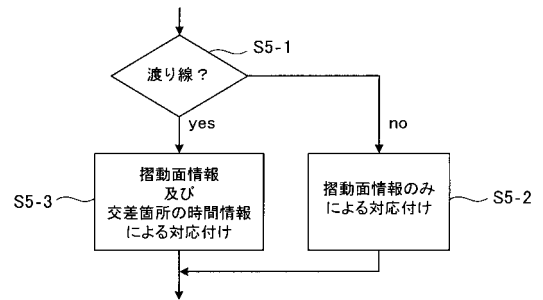
【 図 1 5 】



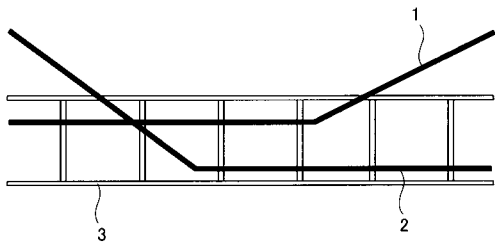
【 図 1 4 】



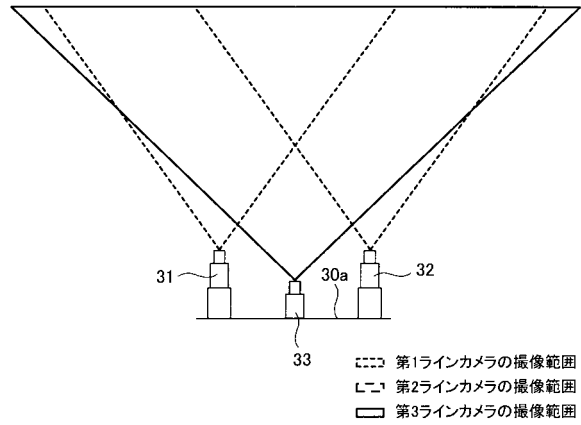
【 図 1 6 】



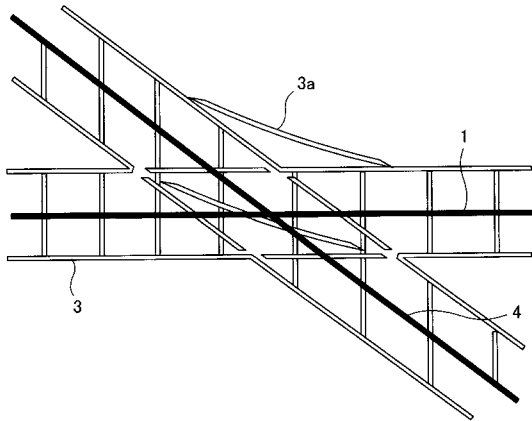
【図17】



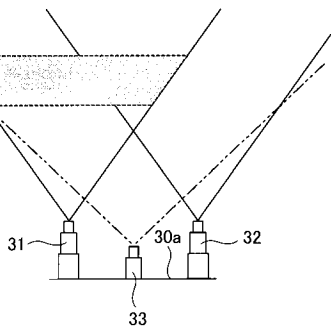
【図19】



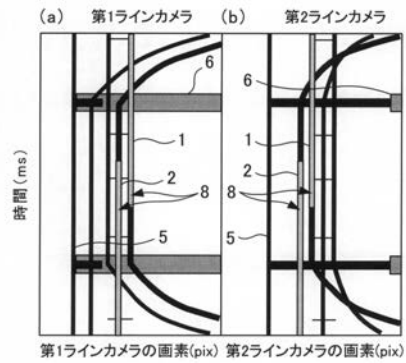
【図18】



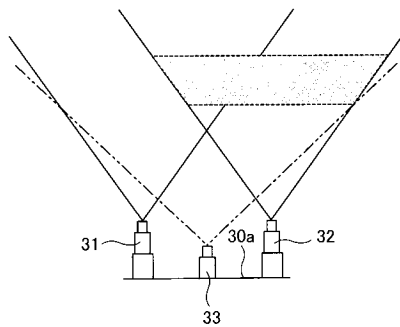
【図20】



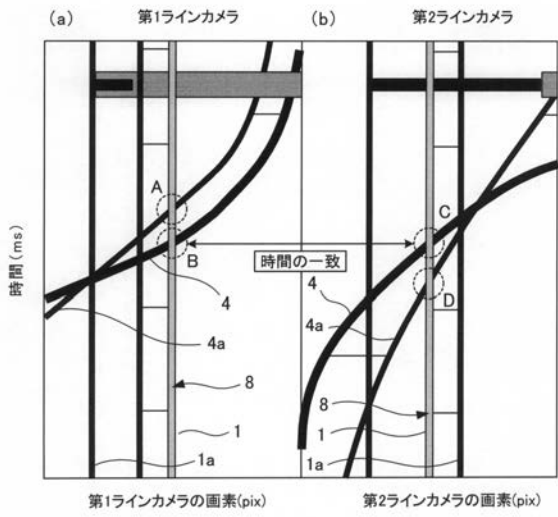
【図6】



【図21】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 川畑 匠朗

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 亀山 悟

東京都品川区大崎二丁目1番1号 株式会社 明電舎内

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA24 BB12 CC34 DD06 FF04 FF05 FF09 HH02 JJ02
JJ05 JJ08 JJ25 MM07 PP02 QQ17 QQ31 QQ38
2F112 AC03 BA06 BA09 CA05 DA28 DA32 FA03 FA35 FA38
5B057 AA16 BA13 CA11 CA16 DA07 DB03 DC04 DC32