

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6965795号
(P6965795)

(45) 発行日 令和3年11月10日 (2021. 11. 10)

(24) 登録日 令和3年10月25日 (2021. 10. 25)

(51) Int. Cl. F 1
G O 1 B 11/24 (2006.01) G O 1 B 11/24 K

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-40842 (P2018-40842)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成30年3月7日 (2018. 3. 7)		日本製鉄株式会社
(65) 公開番号	特開2019-158361 (P2019-158361A)		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(43) 公開日	令和1年9月19日 (2019. 9. 19)	(74) 代理人	100090697
審査請求日	令和2年11月6日 (2020. 11. 6)		弁理士 中前 富士男
		(74) 代理人	100127155
			弁理士 来田 義弘
		(74) 代理人	100176142
			弁理士 清井 洋平
		(72) 発明者	大角 洸平
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	田坂 隆弘
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離計校正方法及びそれに用いる校正治具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パスラインを搬送方向である Y 方向に搬送される計測対象物の上方から、Y 方向に直交する X 方向に長いライン光を垂直に照射し、前記計測対象物で反射したライン状の反射光 α を検出して該計測対象物までの距離を求める 2 次元距離計の配置を校正する距離計校正方法であって、

第 1、第 2 のマークが間隔を空けて設けられた第 1 高さ領域、及び、前記第 1 高さ領域と高さが異なる第 2 高さ領域を有する校正治具を、前記 2 次元距離計が目標位置に正しく配されている場合に前記ライン光が照射されて前記校正治具で反射されるライン状の治具反射光が前記第 1 のマークの第 1 基準点及び前記第 2 のマークの第 2 基準点を通る位置、かつ、前記目標位置に対し X 方向に所定の関係となる位置に配置する工程と、

配置の校正対象である前記 2 次元距離計から前記ライン光を照射して、前記第 1、第 2 のマークと前記第 2 高さ領域を通る反射光 β を検出する工程と、

検出した前記反射光 β を基に前記 2 次元距離計から前記第 1 高さ領域までの距離と、前記 2 次元距離計から前記第 2 高さ領域までの距離とを計測して、前記ライン光の照射方向の傾きを求め、前記第 1 基準点に対する前記反射光 β の該第 1 のマークを通る箇所の Y 方向の位置関係と、前記第 2 基準点に対する前記反射光 β の該第 2 のマークを通る箇所の Y 方向の位置関係とを検出して、前記 2 次元距離計の Y 方向の位置ずれ、並びに、前記ライン光の長手方向の X 方向に対する傾きを検知し、前記校正治具に対する前記反射光 β の X 方向の位置関係を検出して、前記 2 次元距離計の X 方向の位置ずれを検知する工程とを有し

10

20

、
前記第 1 のマークは Y 方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違し、前記第 2 のマークは Y 方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違することを特徴とする距離計校正方法。

【請求項 2】

前記第 1 高さ領域は、前記第 1 のマークが設けられた第 1 の部位と前記第 2 のマークが設けられた第 2 の部位とが間隔を空けて設けられ、前記第 2 高さ領域は、平面視して前記第 1、第 2 の部位の間に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の距離計校正方法。

【請求項 3】

前記第 1、第 2 のマークはそれぞれ、前記第 1 高さ領域に、周囲の色とは異なる色で描かれて設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の距離計校正方法。

10

【請求項 4】

前記第 1、第 2 のマークはそれぞれ、前記第 1 高さ領域に形成された溝であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の距離計校正方法。

【請求項 5】

パスラインを搬送方向である Y 方向に搬送される計測対象物の上方から、Y 方向に垂直な X 方向に長いライン光を Y 方向及び X 方向に対し垂直に照射し、前記計測対象物で反射したライン状の反射光を検出して該計測対象物までの距離を求める 2 次元距離計の配置を校正するのに用いられる校正治具であって、

前記ライン光が照射される第 1 高さ領域と、前記第 1 高さ領域と高さが異なり、前記ライン光が照射される第 2 高さ領域とを備え、

20

前記第 1 高さ領域には、第 1 基準点を具備する第 1 のマーク及び第 2 基準点を具備する第 2 のマークが間隔を空けて設けられ、

前記第 1 基準点及び前記第 2 基準点が X 方向に沿った状態に配置されて、前記第 1 のマークは Y 方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違し、前記第 2 のマークは Y 方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違することを特徴とする校正治具。

【請求項 6】

前記第 1 高さ領域は、前記第 1 のマークが設けられた第 1 の部位と前記第 2 のマークが設けられた第 2 の部位とが間隔を空けて設けられ、前記第 2 高さ領域は、平面視して前記第 1、第 2 の部位の間に配置されていることを特徴とする請求項 5 記載の校正治具。

【請求項 7】

30

前記第 1、第 2 のマークはそれぞれ、前記第 1 高さ領域に、周囲の色とは異なる色で描かれて設けられていることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の校正治具。

【請求項 8】

前記第 1、第 2 のマークはそれぞれ、前記第 1 高さ領域に形成された溝であることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の校正治具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、搬送中の計測対象物までの距離を求める 2 次元距離計の配置を校正する距離計校正方法、及び、それに用いる校正治具に関する。

40

【背景技術】

【0002】

計測対象物の上下にそれぞれレーザ距離計を配置して、計測対象物の厚みを計測する設備においては、レーザ距離計の位置や傾きが計測精度に大きな影響を与えることから、レーザ距離計の位置や傾きを測定し、校正することが重要である。レーザ距離計の位置や傾きの測定についての具体例は、例えば特許文献 1～3 に記載されている。

特許文献 1 には、レーザ距離計から所定の位置に配した第 1 校正板までの距離を計測した後、第 1 校正板を第 1 校正板とは厚みが異なる第 2 校正板に変え、レーザ距離計から第 2 校正板までの距離を計測し、2 つの計測値から、レーザ距離計の傾きの偏差（ずれ）を求める方法が記載されている。

50

【0003】

特許文献2には、厚みの異なる2つの部位を有する校正板の厚みを計測し、その計測結果を基準にして、被測定物（計測対象物）の厚みの計測値を補正する方法が記載されている。

特許文献3には、2つの厚み計測装置を被測定物（計測対象物）の移動方向に配置し、一方の厚み計測装置で基準板を用いて校正值を求め、他方の厚み計測装置で計測した被測定物の厚みを、校正值を基に補正して、温度ドリフトによる厚み計測誤差を除去する方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2009-31120号公報

【特許文献2】特開2012-229955号公報

【特許文献3】特開2013-137197号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、近年、計測対象物の厚み計測を行うにあたり、計測対象物の上下に対向して配置するレーザ距離計に2次元レーザ距離計（以下、「2次元距離計」とも言う）を採用する技術が開発されている。そのような2次元距離計を使用する厚み計測技術においては、特許文献1～3に記載された技術を適用することができなかつたり、当該技術の適用により校正作業が非効率になったりするという課題があった。

20

本発明は、かかる事情に鑑みてなされるもので、2次元距離計を用いた厚み計測に対し効率的に校正が行える距離計校正方法及びそれに用いる校正治具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】

【0006】

前記目的に沿う第1の発明に係る距離計校正方法は、パスラインを搬送方向であるY方向に搬送される計測対象物の上方から、Y方向に直交するX方向に長いライン光を垂直（鉛直）に照射し、前記計測対象物で反射したライン状の反射光 α を検出して該計測対象物までの距離を求める2次元距離計の配置を校正する距離計校正方法であって、第1、第2のマークが間隔を空けて設けられた第1高さ領域、及び、前記第1高さ領域と高さが異なる第2高さ領域を有する校正治具を、前記2次元距離計が目標位置に正しく配されている場合に前記ライン光が照射されて前記校正治具で反射されるライン状の治具反射光が前記第1のマークの第1基準点及び前記第2のマークの第2基準点を通る位置、かつ、前記目標位置に対しX方向に所定の関係となる位置に配置する工程と、配置の校正対象である前記2次元距離計から前記ライン光を照射して、前記第1、第2のマークと前記第2高さ領域を通る反射光 β を検出する工程と、検出した前記反射光 β を基に前記2次元距離計から前記第1高さ領域までの距離と、前記2次元距離計から前記第2高さ領域までの距離とを計測して、前記ライン光の照射方向の傾きを求め、前記第1基準点に対する前記反射光 β の該第1のマークを通る箇所のY方向の位置関係と、前記第2基準点に対する前記反射光 β の該第2のマークを通る箇所のY方向の位置関係とを検出して、前記2次元距離計のY方向の位置ずれ、並びに、前記ライン光の長手方向のX方向に対する傾きを検知し、前記校正治具に対する前記反射光 β のX方向の位置関係を検出して、前記2次元距離計のX方向の位置ずれを検知する工程とを有し、前記第1のマークはY方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違し、前記第2のマークはY方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違する。

30

40

【0007】

前記目的に沿う第2の発明に係る校正治具は、パスラインを搬送方向であるY方向に搬送される計測対象物の上方から、Y方向に垂直な（直交する）X方向に長いライン光をY方向及びX方向に対し垂直に照射し、前記計測対象物で反射したライン状の反射光を検出し

50

て該計測対象物までの距離を求める２次元距離計の配置を校正するのに用いられる校正治具であって、前記ライン光が照射される第１高さ領域と、前記第１高さ領域と高さが異なり、前記ライン光が照射される第２高さ領域とを備え、前記第１高さ領域には、第１基準点を具備する第１のマーク及び第２基準点を具備する第２のマークが間隔を空けて設けられ、前記第１基準点及び前記第２基準点がＸ方向に沿った状態に配置されて、前記第１のマークはＹ方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違し、前記第２のマークはＹ方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違する。

【発明の効果】

【０００８】

第１の発明に係る距離計校正方法は、第１、第２のマークが間隔を空けて設けられた第１高さ領域、及び、第１高さ領域と高さが異なる第２高さ領域を有し、第１のマークのＹ方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違し、第２のマークのＹ方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違する校正治具を用いて２次元距離計の各種位置ずれを検知するので、２次元距離計を用いた厚み計測に対し効率的な校正を行うことが可能である。また、第２の発明に係る校正治具も、同様の構成を具備するので、２次元距離計を用いた厚み計測に対し効率的な校正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明の一実施の形態に係る距離計校正方法が適用される設備の説明図である。

【図２】同設備の説明図である。

【図３】（Ａ）、（Ｂ）はそれぞれ、同設備での反射光の反射の様子を示す説明図である。

【図４】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ、２次元距離計が目標位置に配置されていない状態を示す説明図である。

【図５】（Ａ）、（Ｂ）はそれぞれ、本発明の一実施の形態に係る距離計校正方法に用いられる校正治具の説明図であり、（Ｃ）は同校正治具が使用される様子を示す説明図である。

【図６】（Ａ）、（Ｂ）はそれぞれ、２次元距離計のＹ方向の傾きを示す説明図である。

【図７】（Ａ）はＸ方向に傾いていない２次元距離計の説明図であり、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ反射光のライン光照射方向位置を示す説明図である。

【図８】（Ａ）はＸ方向に傾いている２次元距離計の説明図であり、（Ｂ）は反射光のライン光照射方向位置を示す説明図である。

【図９】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ、撮像部によって撮像された反射光の説明図である。

【図１０】（Ａ）、（Ｂ）はそれぞれ、変形例に係る校正治具の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

図１、図２、図３（Ａ）、（Ｂ）に示すように、本発明の一実施の形態に係る距離計校正方法は、パスラインＧを搬送方向であるＹ方向に搬送される鋼材（計測対象物の一例）Ｓの上方から、Ｙ方向に垂直なＸ方向に長いライン光Ｐ１を垂直（鉛直）に照射し、鋼材Ｓで反射させたライン状の反射光Ｌ１（反射光αの一例）を検出して鋼材Ｓまでの距離を求める２次元距離計１０の配置を校正する方法である。以下、詳細に説明する。

なお、Ｙ方向及びＸ方向に対し垂直で上向きの方をＺ方向とする。

【００１１】

本実施の形態において、鋼材Ｓは、図１、図２に示すように、水平配置された図示しないローラコンベア上に載せられて搬送される。本実施の形態において、パスラインＧは水平に配されており、Ｙ方向はパスラインＧに沿った方向である。

【００１２】

パスラインGの上方には複数の２次元距離計１０がそれぞれ間隔を空けてX方向に並べられ、パスラインGの下方には複数の２次元距離計１１がそれぞれ間隔を空けてX方向に並べられている。

各２次元距離計１０は、搬送中の鋼材Sの上面S１に対し、X方向に長いライン光P１をZ方向に照射するレーザ照射部１２と、反射光L１を撮像する撮像部１３を有している。

【００１３】

隣り合う反射光L１の干渉を避けるべく、図３（Ａ）、（Ｂ）に示すように、X方向に奇数番目に位置する２次元距離計１０、１１によるライン光P１、P２の照射と、X方向に偶数番目に位置する２次元距離計１０、１１によるライン光P１、P２の照射を、異なるタイミングで行われる。

10

レーザ照射部１２からのライン光P１の照射によって、X方向に長いライン状の反射光L１が鋼材Sの上面S１で反射する。

【００１４】

各２次元距離計１１は、図１、図２に示すように、搬送中の鋼材Sの下面S２に対し、X方向に長いライン光P２をZ方向に照射するレーザ照射部１４と、反射光L２（反射光αの一例）を撮像する撮像部１５を有している。レーザ照射部１４からのライン光P２の照射によって、図３（Ａ）、（Ｂ）に示すように、X方向に長いライン状の反射光L２が鋼材Sの下面S２で反射する。

各２次元距離計１０のレーザ照射部１２は各２次元距離計１１のレーザ照射部１４に対向して配置されている。

20

【００１５】

各反射光L１は鋼材SのY方向同位置で反射し、各反射光L２は鋼材SのY方向同位置で反射する。２次元距離計１０、１１は図示しない情報処理部をそれぞれ有し、２次元距離計１０の情報処理部は、撮像部１３の撮像画像から反射光L１を検出し、三角測量の原理を用いて、２次元距離計１０から鋼材Sの上面S１までの距離を計測し、２次元距離計１１の情報処理部も２次元距離計１０の情報処理部と同様の処理によって、２次元距離計１１から鋼材Sの下面S２までの距離を計測する。

【００１６】

各２次元距離計１０、１１は、図１に示すように、アンプ１６を介して厚み導出機１７に接続されており、厚み導出機１７は、各２次元距離計１０から鋼材Sの上面S１までの距離、各２次元距離計１１から鋼材Sの下面S２までの距離、各２次元距離計１０からパスラインGまでの距離、及び、各２次元距離計１１からパスラインGまでの距離を基に、鋼材SのX方向一端から他端までの厚みを導出する。

30

【００１７】

ここで、鋼材Sの厚みを正確に導出するには、各２次元距離計１０、１１がパスラインGに対して目標位置に配置されていることが重要である。本実施の形態において、２次元距離計１０、１１が目標位置に配置されているとは、各２次元距離計１０が同一高さにX方向に等ピッチで配置され、各２次元距離計１１が同一高さにX方向に等ピッチで配置され、更に、各２次元距離計１０がZ方向に沿って下向き、即ち、パスラインGに垂直な方向にライン光P１を照射し、各２次元距離計１１がZ方向に沿って上向き、即ち、パスラインGに垂直な方向にライン光P２を照射するように配置されていることを意味する。

40

【００１８】

２次元距離計１０、１１が目標位置に配置されていないことに起因して発生し得る計測対象物Wに対する厚みの計測誤差には、図４（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）にそれぞれ示すように、１）２次元距離計１０、１１がY方向に傾いていることによるものや、２次元距離計１０、１１がY方向に位置ずれしていることによるもの、２）２次元距離計１０、１１がX方向に傾いていることによるものや、X方向に位置ずれしていることによるもの、３）２次元距離計１０、１１がXY平面（パスラインG）内の回転方向にずれていることによるものが存在する。

【００１９】

50

そこで、図5 (A)、(B)、(C)に示すように、各2次元距離計10、11から校正治具20にライン光P1、P2を照射して、各2次元距離計10、11のY方向の傾き、Y方向の位置ずれ、X方向の傾き、X方向の位置ずれ並びにXY平面内の回転方向のずれを検出し、その検出結果に基づいて、各2次元距離計10、11の配置を校正する。

【0020】

校正治具20は、間隔を空けて設けられた同じ大きさの直方体のブロック21、22と、ブロック21、22の間に設けられたブロック23を備えている。

校正治具20は、図5 (B)、(C)に示すように、ブロック21の対向する面24 (第1の部位) 及び面25をそれぞれ上下に配し、ブロック22の対向する面26 (第2の部位) 及び面27をそれぞれ上下に配し、ブロック23の対向する面28 (第2高さ領域) 及び面29をそれぞれ上下に配し、ブロック21、23、22がX方向に順に配された状態で用いられる。この状態で、面24～29は水平に配置され、面24、26は同じ高さに配置され、面25、27は同じ高さに配置され、面28は面24、26より低い位置に配され、面29は面25、27より高い位置に配される。

10

【0021】

本実施の形態では、図5 (A)、(B)に示すように、ブロック21の面24及びブロック22の面26を合わせて、第1高さ領域30が構成されており、第1高さ領域30は面24、26が間隔を空けて設けられている。面28 (即ち、第2高さ領域) は、平面視して面24、25の間に配置され、第1高さ領域30と高さが異なる。

ブロック21には、面24、25にマーク31 (第1のマーク) 及びマーク32がそれぞれ設けられ、ブロック22には、面26、27にマーク33 (第2のマーク) 及びマーク34がそれぞれ設けられている。従って、マーク31、33は間隔を空けて設けられ、マーク32、34は間隔を空けて設けられていることになる。

20

【0022】

マーク31～34は、校正治具20のマーク31～34の周囲の色とは異なる色で面24～27のY方向に同一位置に描かれた図形であり、大きさ及び形状がそれぞれ等しく、その図形は具体的に、Xの字に縦線を加えたもので、縦線はその一端がXの字の中心 (Xの字の交点であり、マーク31～34それぞれの中心となる) に配され、Y方向に所定長さ延びている。よって、マーク31 (マーク32、33、34についても同じ) のY方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違する。

30

【0023】

故に、マーク31～34はそれぞれ、Y方向の任意の位置に配された部分の配置を基に、その部分のY方向位置が特定可能である。

以下、マーク31のXの字の中心を基準点35 (第1基準点) とし、マーク32のXの字の中心を基準点36とし、マーク33のXの字の中心を基準点37 (第2基準点) とし、マーク34のXの字の中心を基準点38とする。

【0024】

校正治具20を用いた距離計校正方法は、図5 (A)、(C)に示すように、パスラインGの上下にそれぞれ設けられた2次元距離計10、11が目標位置に正しく配されている場合に、当該2次元距離計10からライン光P1が照射されて校正治具20で反射されるライン状の治具反射光L1' が基準点35、37を通り、当該2次元距離計11からライン光P2が照射されて校正治具20で反射されるライン状の治具反射光L2' が基準点36、38を通る位置、かつ、2次元距離計10、11の目標位置に対しX方向に所定の関係となる位置に校正治具20を配置する。このとき、校正治具20は、面24～29がそれぞれ水平であり、基準点35、37がX方向に沿い、基準点36、38がX方向に沿った配置となる。

40

【0025】

次に、図5 (C)に示すように、校正治具20の上下にそれぞれ配置されている実際の2次元距離計10、11 (配置の校正対象である2次元距離計10、11) からライン光P1、P2をそれぞれ照射して、マーク31、33及び面28を通る反射光L1' (反射光

50

β の一例) を校正治具 20 の面 24、28、26 で反射させ、マーク 32、34 及び面 29 を通る反射光 L2' (反射光 β の一例) を校正治具 20 の面 25、29、27 で反射させ、2次元距離計 10、11 の各情報処理部で撮像部 13、15 の撮像画像を基に反射光 L1'、L2' をそれぞれ検出する。

【0026】

そして、検出した反射光 L1' を基に、2次元距離計 10 の情報処理部で、三角測量の原理を用いて 2次元距離計 10 から面 24、26 (即ち、第 1 高さ領域 30) までの距離と、2次元距離計 10 から面 28 (即ち、第 2 高さ領域) までの距離とを計測して、ライン光 P1 の照射方向の X 方向及び Y 方向それぞれに対する傾きを求め、検出した反射光 L2' を基に、2次元距離計 11 の情報処理部で、三角測量の原理を用いて 2次元距離計 11 から面 25、27 までの距離と、2次元距離計 11 から面 29 までの距離とを計測して、ライン光 P2 の照射方向の X 方向及び Y 方向それぞれに対する傾きを求める。以下、2次元距離計 10 から面 24、26、28 までの距離を基に、ライン光 P1 の照射方向の X 方向及び Y 方向それぞれに対する傾きが検知できる点について説明する。

10

【0027】

2次元距離計 10 が目標位置に配置されており、Y 方向に傾いていない場合、図 6 (A) に示すように、2次元距離計 10 の情報処理部で検出した反射光 L1' を基に算出される面 24、26 の高さ位置と面 28 の高さ位置の差は、面 24、26 の高さ位置と面 28 の高さ位置の実際の差 (以下、「実際の高さ位置の差」とも言う) と等しくなる。

20

【0028】

これに対し、2次元距離計 10 が Y 方向に傾いて配置されている場合、図 6 (B) に示すように、レーザ照射部 12 のライン光 P1 の照射方向は Y 方向に非垂直となる。実際の高さ位置の差を d 、2次元距離計 10 が Y 方向に傾いている角度を θ とすると、2次元距離計 10 の情報処理部で検出した反射光 L1' を基に算出される面 24、26 の高さ位置と面 28 の高さ位置の差は、 $d / \cos \theta$ になり、2次元距離計 10 の情報処理部で検出した反射光 L1' を基に算出される面 24、26 の高さ位置と面 28 の高さ位置の差は実際の高さ位置の差より大きくなる。

【0029】

本実施の形態では、実際の高さ位置の差、即ち d の値が、厚み導出機 17 に予め登録されており、厚み導出機 17 は、2次元距離計 10 の情報処理部が計測した 2次元距離計 10 から面 24、26 までの距離及び 2次元距離計 10 から面 28 までの距離を基に、面 24、26 の高さ位置と面 28 の高さ位置の差を算出し、その算出値と実際の高さ位置の差を比較する。よって、2次元距離計 10 から面 24、26、28 までの距離を基に、ライン光 P1 の照射方向の Y 方向に対する傾きが検知できる。

30

【0030】

また、2次元距離計 10 が、図 7 (A) に示すように、目標位置に配置されており、X 方向に傾いていない場合、2次元距離計 10 を基準としたライン光 P1 の照射方向の座標位置は、図 7 (B) に示すように、面 24 の X 方向の異なる箇所でも等しくなる。

これに対し、2次元距離計 10 が、図 8 (A) に示すように、X 方向に傾いている場合、2次元距離計 10 を基準としたライン光 P1 の照射方向の座標位置は、図 8 (B) に示すように、面 24 の X 方向の異なる箇所でも相違する。これは、2次元距離計 10 から面 26、28 までの距離についても同様である。

40

【0031】

従って、面 24 (あるいは面 26 又は面 28) の X 方向の異なる箇所について、2次元距離計 10 を基準としたライン光 P1 の照射方向の座標位置を比較することで、2次元距離計 10 のライン光 P1 の照射方向の X 方向に対する傾きを検知することができる。

2次元距離計 11 のライン光 P2 の照射方向の X 方向及び Y 方向それぞれに対する傾きを検知する原理は、2次元距離計 10 のライン光 P1 の照射方向の X 方向及び Y 方向それぞれに対する傾きを検知するのと同様の原理である。

【0032】

50

また、厚み導出機 17 は、基準点 35 に対する反射光 L1' のマーク 31 を通る箇所の Y 方向の位置関係と、基準点 37 に対する反射光 L1' のマーク 33 を通る箇所の Y 方向の位置関係を計測して、2次元距離計 10 の Y 方向の位置ずれ、並びに、ライン光 P1 の長手方向（反射光 L1 の長手方向と同じ）の X 方向に対する傾きを検知し、同様の手順によって、2次元距離計 11 の Y 方向の位置ずれ、並びに、ライン光 P2 の長手方向（反射光 L2 の長手方向と同じ）の X 方向に対する傾きを検知する。

【0033】

2次元距離計 10 が Y 方向に位置がずれていないとき、反射光 L1' が基準点 35、37 を通るため、図 9（A）に示すように、反射光 L1' はマーク 31、33 をそれぞれ一箇所で横切ることとなる。これに対し、2次元距離計 10 が Y 方向に位置がずれているとき、反射光 L1' はマーク 31 の基準点 35 以外の部分及びマーク 33 の基準点 37 以外の部分を通るため、図 9（B）に示すように、反射光 L1' はマーク 31、33 をそれぞれ複数箇所で横切ることとなる。

10

【0034】

厚み導出機 17 は、反射光 L1' がマーク 31、33 をそれぞれ一箇所で横切っているか否かで 2次元距離計 10 の Y 方向の位置ずれを検知する。なお、2次元距離計 11 の Y 方向の位置ずれは、反射光 L2' がマーク 32、34 をそれぞれ一箇所で横切っているか否かによって検知される。

【0035】

そして、2次元距離計 10 が目標位置に配置されており、ライン光 P1 の長手方向が X 方向に沿っているとき、反射光 L1' のマーク 31 を通る Y 方向位置と反射光 L1' のマーク 33 を通る Y 方向位置が等しくなり、図 9（A）、（B）に示すように、反射光 L1' のマーク 31 を横切る数と反射光 L1' のマーク 33 を横切る数が等しく、更に、仮に反射光 L1' がマーク 31、33 をそれぞれ 2 箇所（あるいは 3 箇所）で横切る場合は、マーク 31 を横切る箇所間の距離とマーク 33 を横切る箇所間の距離が等しくなる。

20

【0036】

これに対し、図 4（C）に示すように、2次元距離計 10 が XY 平面内の回転方向にずれており、ライン光 P1 の長手方向が X 方向に沿っていないとき、反射光 L1' のマーク 31 を通る Y 方向位置と反射光 L1' のマーク 33 を通る Y 方向位置が異なる。そのため、反射光 L1' のマーク 31 を横切る数と反射光 L1' のマーク 33 を横切る数が、図 9（C）に示すように、異なるか、あるいは、反射光 L1' がマーク 31、33 を横切る数が同じ場合、マーク 31 を横切る箇所間の距離とマーク 33 を横切る箇所間の距離が異なることとなる。

30

【0037】

従って、ライン光 P1 の長手方向が X 方向に沿っているか否かは、基準点 35 に対する反射光 L1' のマーク 31 を通る箇所の Y 方向の位置関係と、基準点 37 に対する反射光 L1' のマーク 33 を通る箇所の Y 方向の位置関係から検知可能である。同様の手順によって、ライン光 P2 の長手方向が X 方向に沿っているか否かを検知することができる。

【0038】

更に、厚み導出機 17 は、校正治具 20 に対する反射光 L1' の X 方向の位置関係を検出して、2次元距離計 10 の X 方向の位置ずれを検知し、校正治具 20 に対する反射光 L2' の X 方向の位置関係を検出して、2次元距離計 11 の X 方向の位置ずれを検知する。2次元距離計 10 の位置が X 方向にずれていなければ、校正治具 20 に対する反射光 L1' の X 方向の位置関係は所定の位置となる。本実施の形態では、第 1 高さ領域 30 と面 28（即ち、第 2 高さ領域）の段差（高さ位置の差）を利用して、校正治具 20 に対する反射光 L1' の X 方向の位置関係を計測している。

40

具体的には、図 7（B）に示すように、2次元距離計 10 が X 方向に所定の位置に配されているときの反射光 L1' の面 24 で反射されている部分の長さを Q として、厚み導出機 17 が、図 7（C）に示すように、反射光 L1' の面 24 で反射されている部分の長さ Q

50

’を検出する。

【0039】

厚み導出機17は、QとQ’が等しければ、2次元距離計10の位置がX方向にずれていないと判定し、QとQ’が異なれば、2次元距離計10の位置がX方向にずれていると判定する。

なお、比較対象を反射光L1’の面24で反射されている部分の長さにする必要はなく、例えば、比較対象を反射光L1’の面26で反射されている部分の長さにしてもよい。

2次元距離計10と同様の手順によって、2次元距離計11のX方向の位置ずれを検出可能である。

【0040】

10

そして、校正治具20の上下にそれぞれ配置された2次元距離計10、11について、ライン光P1、P2の照射方向のX方向及びY方向それぞれに対する傾き、2次元距離計10、11のX方向及びY方向の位置ずれ、及び、ライン光P1、P2の長手方向のX方向に対する傾きを検知した結果を基に、該当の2次元距離計10、11の配置が調整される。その後、校正治具20をX方向に移動させ、同様の手順で別の2次元距離10、11の配置の計測及び調整がなされる。

【0041】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は、上記した形態に限定されるものでなく、要旨を逸脱しない条件の変更等は全て本発明の適用範囲である。

例えば、第1、第2のマークはそれぞれ第1高さ領域に形成された溝であってもよい。

20

また、第1高さ領域が第1、第2の部位を備えている校正治具を採用する代わりに、例えば、図10(A)、(B)に示すように、上面に第1、第2のマーク41、42が間隔を空けて配された第1高さ領域43のX方向に隣接して第2高さ領域44が設けられた校正治具45を採用してもよい。

【0042】

そして、第1、第2のマークは、第1のマークがY方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違し、第2のマークがY方向の異なる部分の配置がそれぞれ相違していればよく、例えば、図10(A)に示す第1、第2のマーク41、42のような形状であってもよい。図10(A)に示す例の場合、第1のマーク41の中心(Q1の位置)及び第2基準点を第2のマーク42の中心(Q2の位置)をそれぞれ第1基準点及び第2基準点として設定することが可能である。

30

更に、第1、第2のマークは大きさや形状が異なってもよい。

また、下方から鋼材にライン光を照射しない場合、マークが第1高さ領域のみに設けられた校正治具を採用することができる。

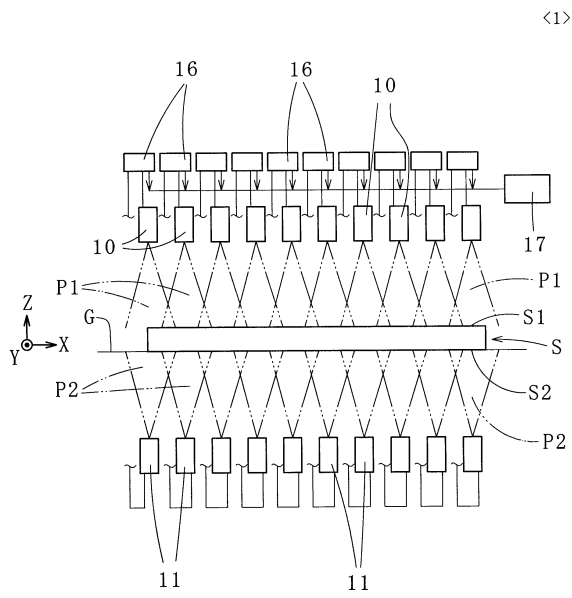
【符号の説明】

【0043】

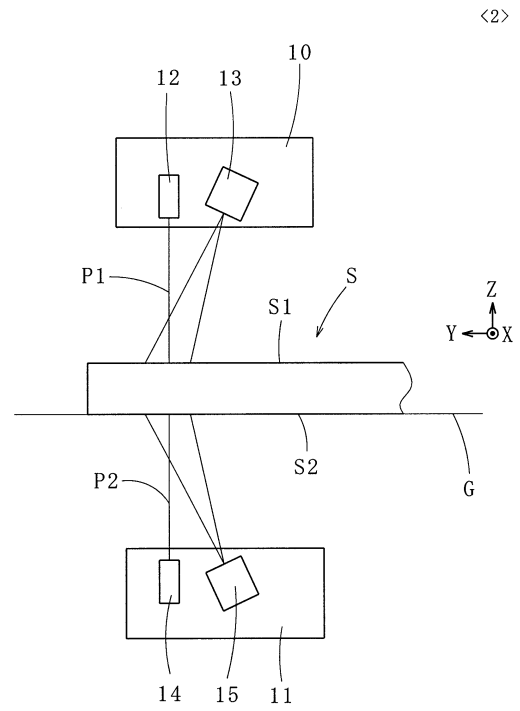
10、11：2次元距離計、12：レーザ照射部、13：撮像部、14：レーザ照射部、15：撮像部、16：アンプ、17：厚み導出機、20：校正治具、21、22、23：ブロック、24～29：面、30：第1高さ領域、31～34：マーク、35～38：基準点、41：第1のマーク、42：第2のマーク、43：第1高さ領域、44：第2高さ領域、45：校正治具、L1、L2：反射光、L1’、L2’：反射光、G：パスライン、P1、P2：ライン光、S：鋼材、W：計測対象物

40

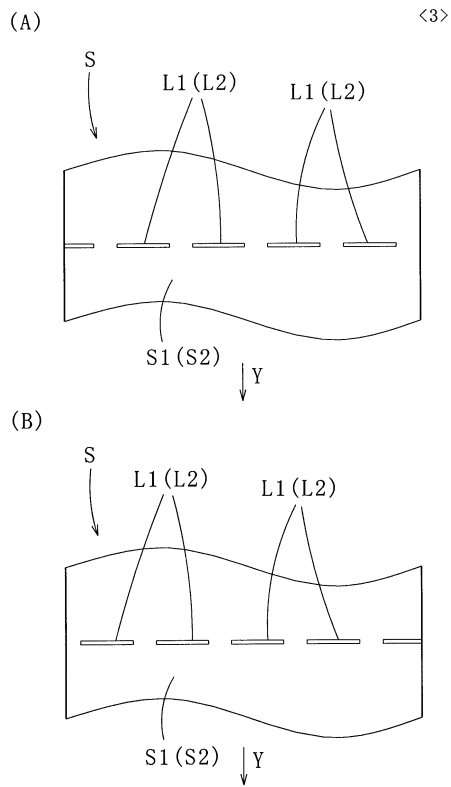
【図 1】



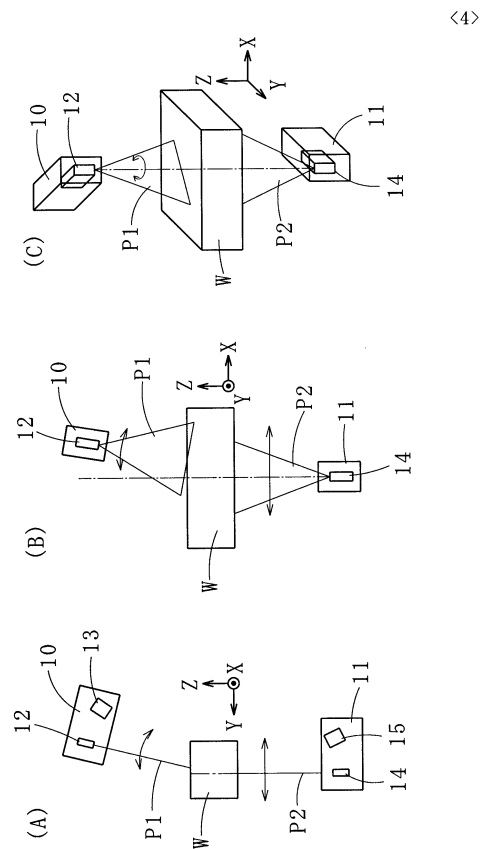
【図 2】



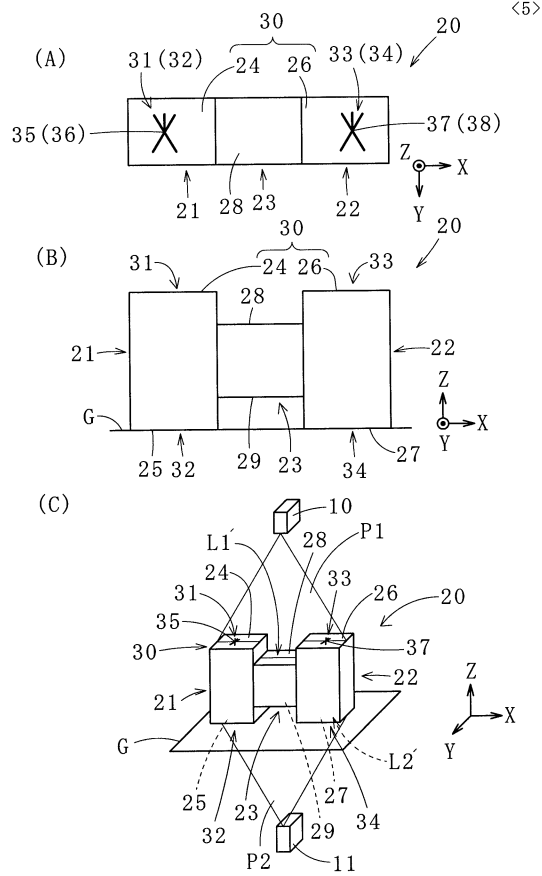
【図 3】



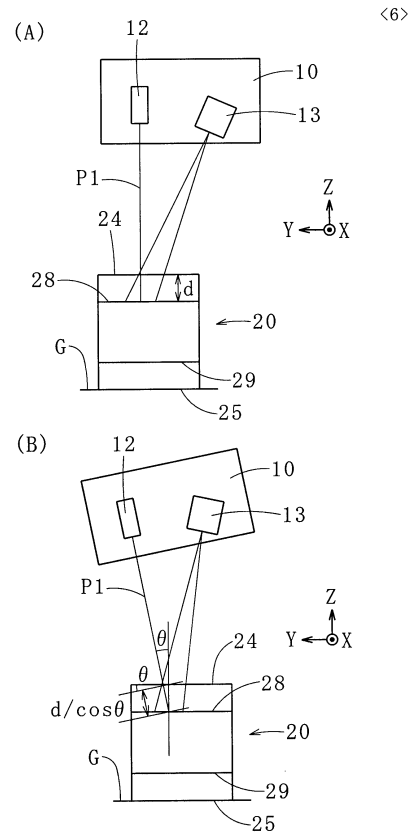
【図 4】



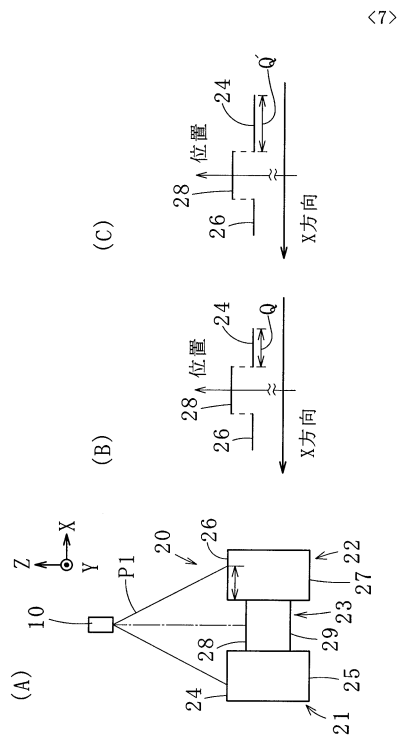
【図 5】



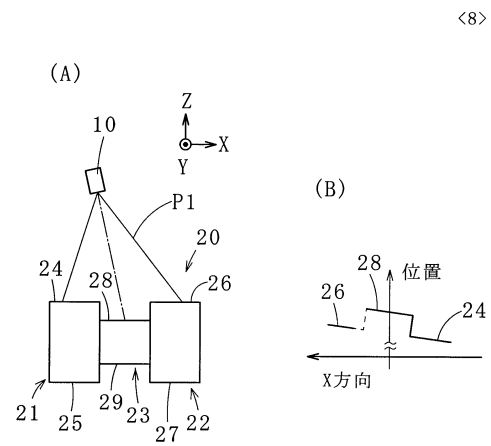
【図 6】



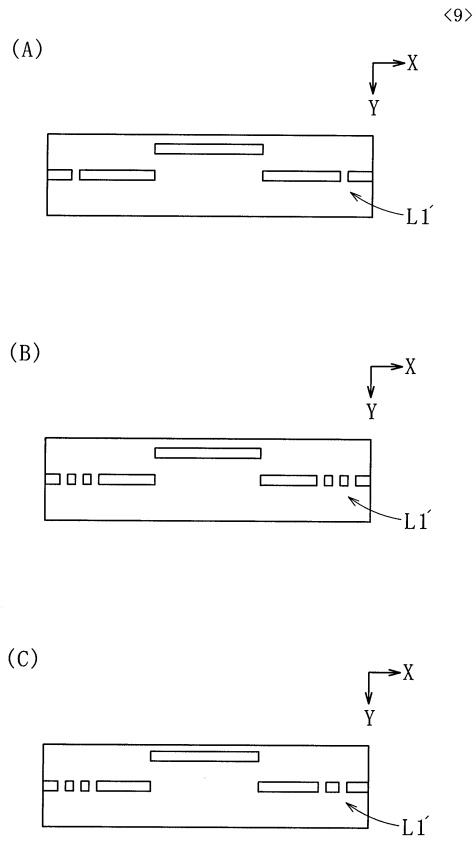
【図 7】



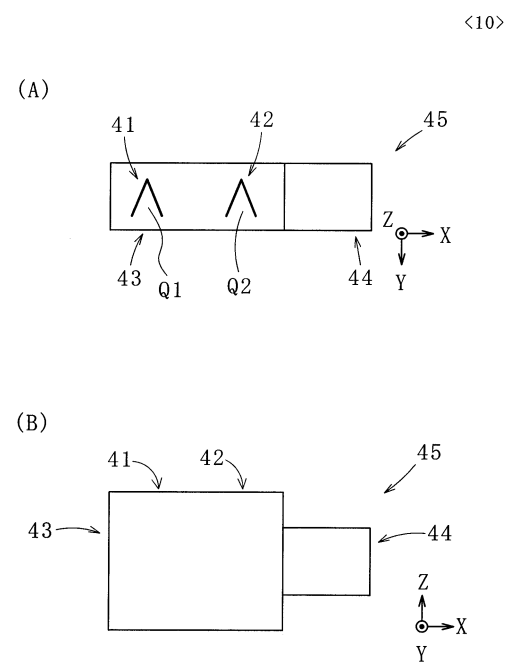
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 大嶋 佑史
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 足立 真彦
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 坂井 辰彦
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 櫻井 仁

- (56)参考文献 特開2018-009888 (JP, A)
特開2012-177596 (JP, A)
特開2007-212159 (JP, A)
特開平08-136224 (JP, A)
米国特許出願公開第2018/0374239 (US, A1)
米国特許出願公開第2005/0068523 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 11/00-11/30