

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6098571号
(P6098571)

(45) 発行日 平成29年3月22日(2017.3.22)

(24) 登録日 平成29年3月3日(2017.3.3)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 B 11/24 (2006.01) GO 1 B 11/24 R
 GO 1 B 11/24 K

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2014-99975 (P2014-99975)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成26年5月13日 (2014.5.13)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2015-219008 (P2015-219008A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成27年12月7日 (2015.12.7)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成27年12月21日 (2015.12.21)		弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100108914
			弁理士 鈴木 壯兵衛
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(74) 代理人	100105854
			弁理士 廣瀬 一
		(74) 代理人	100116012
			弁理士 宮坂 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パイプ真円度測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外径の異なるパイプの真円度を測定することが可能なパイプ真円度測定装置であって、パイプの軸方向端面を撮影する撮影装置と、

前記撮影装置によって撮影されるパイプの軸方向端面に対し、予め設定された位置を照明する照明装置と、

前記パイプの径方向中心位置に前記撮影装置を移動するための撮影装置用移動装置と、

前記パイプの軸方向端面の前記予め設定された位置に前記照明装置を移動するための照明装置用移動装置と、

前記パイプの径方向中心位置を求めると共に前記パイプの軸方向端面の前記予め設定された位置を求める位置算出部と、

前記位置算出部で算出された前記パイプの径方向中心位置に前記撮影装置用移動装置によって前記撮影装置を移動すると共に前記位置算出部で算出された前記パイプの軸方向端面の前記予め設定された位置に前記照明装置用移動装置によって前記照明装置を移動する移動部と、

前記撮影装置によって撮影された前記パイプの軸方向端面の画像から前記パイプの外周輪郭を求め、当該パイプの外周輪郭から当該パイプの真円度を算出する真円度算出部とを備えたことを特徴とするパイプ真円度測定装置。

【請求項2】

前記パイプの軸方向端面の予め設定された位置が当該パイプの軸方向端面の中心を通る

10

20

鉛直線と当該パイプの軸方向端面との交点から当該パイプの周方向に中心角で $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の範囲内の角度で傾斜した位置であり、前記照明装置用移動装置は、前記パイプの軸方向端面に対向して配置された照明装置用ガイドレールに沿って前記照明装置を移動することを特徴とする請求項1に記載のパイプ真円度測定装置。

【請求項3】

前記撮影装置用移動装置は、前記パイプの軸方向端面に対向して配置された鉛直向きの撮影装置用ガイドレールに沿って前記撮影装置を移動することを特徴とする請求項1又は2に記載のパイプ真円度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、外径の異なるパイプの真円度を測定することが可能なパイプ真円度測定装置に関し、特に直径が460mmを超える大径のパイプの真円度測定に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

このようなパイプの真円度を測定する方法としては、例えば下記特許文献1に記載されるものがある。この特許文献1に記載されるパイプ真円度測定は、アンビル固定側と寸法測定端子をパイプ外周の直径方向両端部に当接し、パイプを回転させながら寸法測定端子に接続されたデジタル表示ダイヤルゲージで寸法を測定し、その寸法変動からパイプの真円度を測定する。また、下記特許文献2に記載されるパイプ真円度測定は、パイプの軸方向端面加工機にレーザ距離計を取付け、このレーザ距離計をパイプの外周に沿って回転させることでパイプ外周との距離を検出し、その距離変動からパイプの真円度を測定する。また、下記特許文献3に記載されるパイプ真円度測定は、凸面鏡を介して、軸方向に搬送されるパイプを径方向からCCDカメラで撮影し、CCDカメラの各受光素子の光の信号レベルを閾値と比較し、閾値相当の信号レベル位置をパイプの外周位置とし、その外周位置変動からパイプの真円度を測定する。なお、前記特許文献3では、パイプの温度に応じて閾値を変更することが記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

30

【特許文献1】特開平7-35536号公報

【特許文献2】特開平6-185924号公報

【特許文献3】特開2006-297457号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、近年、パイプ真円度の要求がますます厳しくなっており、呼称外径の0.5%以下の厳格製品もある。直径が460mmを超える大径のパイプでは、パイプを拡管する拡管工程があり、真円度品質を確保するためには、この拡管工程の直後にパイプの真円度を測定することが望ましい。しかしながら、拡管工程の直後では、パイプの内周面に水や油等の汚れが残留しており、また周囲環境に水が飛散しているため、前記特許文献1のような接触式の真円度測定は勿論、非接触式であっても、前記特許文献2のようにレーザなどを用いる真円度測定では外乱の影響を受けやすく、高精度の測定が困難である。また、これらの真円度測定では、パイプを一旦静止しなければならないため、工程として追加した場合、生産ラインに影響を及ぼす。また、前記特許文献3に記載される真円度測定は、パイプの外径が160mm~460mmの場合に適用されるものであるから、パイプの外径が460mmを超える大径のパイプでは適用しにくい。また、測定される真円度のバラツキが大きく、2（標準偏差の2倍）で1.1mm程度もあり、真円度厳格製品では適用することができない。

40

【0005】

50

本発明は、上記のような問題点に着目してなされたものであり、パイプを静止することなく、非接触で高精度な真円度測定を可能とし、その結果、生産ラインにおける拡管工程の直後でも真円度測定を可能とする真円度測定装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある態様に係るパイプ真円度測定装置は、外径の異なるパイプの真円度を測定することが可能なパイプ真円度測定装置であって、パイプの軸方向端面を撮影する撮影装置と、前記撮影装置によって撮影されるパイプの軸方向端面に対し、予め設定された位置を照明する照明装置と、前記パイプの径方向中心位置に前記撮影装置を移動するための撮影装置用移動装置と、前記パイプの軸方向端面の前記予め設定された位置に前記照明装置を移動するための照明装置用移動装置と、前記パイプの径方向中心位置を求めると共に前記パイプの軸方向端面の前記予め設定された位置を求める位置算出部と、前記位置算出部で算出された前記パイプの径方向中心位置に前記撮影装置用移動装置によって前記撮影装置を移動すると共に前記位置算出部で算出された前記パイプの軸方向端面の前記予め設定された位置に前記照明装置用移動装置によって前記照明装置を移動する移動部と、前記撮影装置によって撮影された前記パイプの軸方向端面の画像から前記パイプの外周輪郭を求め、当該パイプの外周輪郭から当該パイプの真円度を算出する真円度算出部とを備えたことを特徴とするものである。

10

【0007】

また、このパイプ真円度測定装置において、前記パイプの軸方向端面の予め設定された位置が当該パイプの軸方向端面の中心を通る鉛直線と当該パイプの軸方向端面との交点から当該パイプの周方向に中心角で $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の範囲内の角度で傾斜した位置であり、前記照明装置用移動装置は、前記パイプの軸方向端面に対向して配置された照明装置用ガイドレールに沿って前記照明装置を移動することが望ましい。

20

【0008】

また、このパイプ真円度測定装置において、前記撮影装置用移動装置は、前記パイプの軸方向端面に対向して配置された鉛直向きの撮影装置用ガイドレールに沿って前記撮影装置を移動することが望ましい。

【発明の効果】

30

【0009】

而して、本発明のパイプ真円度測定装置によれば、大径のパイプの真円度を測定する場合に、パイプの軸方向端面を撮影装置で撮影すると共に、撮影装置によって撮影されるパイプの軸方向端面の予め設定された位置を照明装置で照明する。外径の異なるパイプでは径方向中心位置が異なるので、夫々のパイプの径方向中心位置に撮影装置用移動装置で撮影装置を移動する。同様に、外径の異なるパイプでは、夫々のパイプの軸方向端面の予め設定された位置が異なるので、夫々のパイプの軸方向端面の予め設定された位置に照明装置用移動装置で照明装置を移動する。その場合、位置算出部は、パイプの径方向中心位置を求めると共にパイプの軸方向端面の予め設定された位置を求める。また、移動部は、算出されたパイプの径方向中心位置に撮影装置用移動装置によって撮影装置を移動すると共に算出されたパイプの軸方向端面の予め設定された位置に照明装置用移動装置によって照明装置を移動する。そして、真円度算出部は、撮影装置によって撮影されたパイプの軸方向端面の画像から当該パイプの外周輪郭を求め、当該パイプの外周輪郭から当該パイプの真円度を算出する。撮影装置によるパイプの軸方向端面の撮影は極めて短時間であるから、パイプを静止させる必要がなく、照明装置によってパイプの軸方向端面の予め設定された位置を照明することで、外径の異なるパイプでも軸方向端面を安定して撮影することができ、画像処理などによって求めるパイプの外周輪郭が安定し、算出されるパイプの真円度の精度を高く維持することができる。その結果、生産ラインにおける拡管工程の直後でもパイプの真円度測定を行うことができる。

40

【0010】

50

また、パイプの軸方向端面の予め設定された位置が当該パイプの軸方向端面の中心を通る鉛直線と当該パイプの軸方向端面との交点から当該パイプの周方向に中心角で $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の範囲内の角度で傾斜した位置であり、照明装置用移動装置は、パイプの軸方向端面に対向して配置された照明装置用ガイドレールに沿って照明装置を移動する。この場合のパイプの軸方向端面の予め設定された位置は、外径の異なるパイプの軸方向端面の予め設定された位置が直線上に並ぶ。そこで、この直線上を照明装置が移動するように照明装置用ガイドレールを設置することで、照明装置を外径の異なるパイプの軸方向端面の予め設定された位置に速やかに且つ正確に移動させることができる。

【0011】

また、撮影装置用移動装置は、パイプの軸方向端面に対向して配置された鉛直向きの撮影装置用ガイドレールに沿って撮影装置を移動することにより、撮影装置を外径の異なるパイプの径方向中心位置に速やかに且つ正確に移動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明のパイプ真円度測定装置が適用されたパイプ搬送工程の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】図1のパイプ真円度測定装置の詳細図である。

【図3】本実施形態で設定されたパイプの軸方向端面の予め設定された位置の説明図である。

【図4】図2のコンピュータで行われるパイプ真円度算出のための演算処理を示すフローチャートである。

【図5】カメラで撮影されたパイプの軸方向端面の説明図である。

【図6】図5のパイプの軸方向端面の詳細図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

次に、本発明のパイプ真円度測定装置の一実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本実施形態のパイプ真円度測定装置が適用されたパイプの搬送工程を示すものであり、例えば鋼製のパイプPは図の右方から左方に、軸方向端面を紙面手前側に向けて搬送される。この搬送工程は、図示しない拡管工程の出側のものであり、この後、パイプPは例えば熱処理工程に搬送される。この搬送工程では、拡管工程の出側で外径が $460\text{mm} \sim 1422\text{mm}$ の大径のパイプが搬送される。それらのパイプPはダッキングロールと呼ばれる搬送装置1で、搬送台2上を静かにゆっくり回転しながら搬送される。つまり、パイプPは、外径が異なっても、その下端部が常に搬送台2に接触して搬送される。なお、パイプPの搬送は、パイプ製造ライン全体を制御するプロセスコンピュータ13によって制御されている。

【0014】

図2は、図1に示すパイプ真円度測定装置3の詳細図である。このパイプ真円度測定装置3は、搬送台2上を搬送されるパイプPの軸方向端面を撮影するための撮影装置としてカメラ4を備えている。このカメラ4は、CMOSセンサなどの撮像素子を用いた所謂デジタルカメラであり、集積されている素子の個々が画素として輝度や色合いを検出して記録する。本実施形態のカメラ4は、フレームスピードが1000枚以上/秒の高速撮影が可能である。また、本実施形態では、前記カメラ4によるパイプPの軸方向端面の撮影を安定化するために、パイプPの軸方向端面をLEDライトなどの照明装置5で照明する。本実施形態では、同等の照度の照明装置5を4つ使い、パイプPの軸方向端面の中心を通る鉛直線と当該パイプPの軸方向端面との交点(交線)から当該パイプPの周方向に中心角で 45° 傾斜した位置を4カ所(以下、対角4点とも記す)照明する。また、カメラ4は、パイプPの軸方向端面の中心位置から当該パイプPの軸方向端面を撮影する。

【0015】

パイプPの外径が変わると軸方向端面の対角4点の位置も変わる。本実施形態では、パイプPは外周面下端部が搬送台2の上面に接触しているため、パイプPの軸方向端面の径

10

20

30

40

50

方向中心はパイプ P の外周面下端部の鉛直上方に存在している。搬送されるパイプ P の軸方向端面の径方向中心がカメラ 4 の設置位置に来たとき、つまりパイプ P の軸方向端面の下端部がカメラ 4 の前方に位置したとき、カメラ 4 でパイプ P の軸方向端面を撮影することになると、図 3 に示すように、外径の異なるパイプ P の軸方向端面の対角 4 点 L 1 ~ L 4 は、夫々、直線上に並ぶ。本実施形態では、照明装置 5 が直線上に並ぶ対角 4 点 L 1 ~ L 4 を移動するように照明装置用ガイドレール 6 を 4 本、パイプ P の軸方向端面に対向するように配置し、それらの照明装置用ガイドレール 6 の夫々に沿って照明装置 5 を移動することで、4 つの照明装置 5 の夫々が対角 4 点 L 1 ~ L 4 の夫々に対向するようにしてパイプ P の軸方向端面の照明を安定させる。夫々の照明装置用ガイドレール 6 には、駆動源である電動モータなどのアクチュエータ 7 と、図示しないボールねじなどの駆動機構が配置され、これらによって照明装置用移動装置 8 が構成される。

10

【 0 0 1 6 】

上記の 4 カ所の照明装置 5 の位置は、パイプ P の軸方向端面の中心を通る鉛直線と当該パイプ P の軸方向端面との交点（交線）から当該パイプ P の周方向に中心角で 45° 傾斜した位置であることが好ましいが、傾斜角が $45^\circ \pm 5^\circ$ 以内であれば、許容される。パイプ P の軸方向端面における照度の均一性の観点からは、 $45^\circ \pm 3^\circ$ の範囲内であることがより好ましく、 $45^\circ \pm 1^\circ$ 以内であることがさらに好ましい。

【 0 0 1 7 】

また、外径の異なるパイプ P の外周面下端部が同じ位置に来たときにカメラ 4 でパイプ P の軸方向端面を撮影する場合、図 3 に示すように、外径の異なるパイプ P の軸方向端面の径方向中心位置 O は鉛直方向に変化するので、この鉛直向きに撮影装置用ガイドレール 9 をパイプ P の軸方向端面と対向するように配置し、この撮影装置用ガイドレール 9 に沿ってカメラ 4 を移動させることで、常に外径の異なるパイプ P の軸方向端面の径方向中心位置 O にカメラ 4 を対向させて撮影を行う。この撮影装置用ガイドレール 9 にも、駆動源である電動モータなどのアクチュエータ 10 と、図示しないボールねじなどの駆動機構が配置され、これらによって撮影装置用移動装置 11 が構成される。

20

【 0 0 1 8 】

前記照明装置用移動装置 8 や撮影装置用移動装置 11 は、門型のフレーム 12 に搭載されてパイプ P の搬送工程の側方に配置されている。照明装置用移動装置 8 のアクチュエータ 7 による照明装置 5 の移動状態、撮影装置用移動装置 11 のアクチュエータ 10 によるカメラ 4 の移動状態、照明装置 5 の照明状態、カメラ 4 によるパイプ P の軸方向端面の撮影状態は、パイプ P の搬送状態と共に、プロセスコンピュータ 13 によって制御・管理される。また、カメラ 4 によって撮影されたパイプ P の軸方向端面の画像はプロセスコンピュータ 13 に読み込まれる。

30

【 0 0 1 9 】

図 4 は、プロセスコンピュータ 13 で行われるパイプ真円度算出のための演算処理を示すフローチャートである。この演算処理は、例えばオペレータによるパイプ真円度算出開始入力によって開始され、まずステップ S 1 で、次にカメラ 4 の前方に移動されるパイプ P の外形寸法を例えば製造計画から読み込む。

次に、ステップ S 2 に移行して、ステップ S 1 で読み込んだパイプ P の外形寸法から、次のパイプ P におけるカメラ 4 のカメラ目標位置（パイプ P の軸方向端面の径方向中心位置 O）及び照明装置 5 の照明目標位置（対角 4 点位置 L 1 ~ L 4）を算出する。

40

【 0 0 2 0 】

次にステップ S 3 に移行して、照明装置用移動装置 8 のアクチュエータ 7 及び撮影装置用移動装置 11 のアクチュエータ 10 を駆動制御してカメラ 4 及び照明装置 5 を、夫々、前記ステップ S 2 で算出したカメラ目標位置及び照明目標位置に移動する。

次にステップ S 4 に移行して、次のパイプ P が撮影位置に到達したか否かを判定し、次のパイプ P が撮影位置に到達したらステップ S 5 に移行し、そうでない場合には待機する。なお、本実施形態では、カメラ 4 のズームを自動調整することで、外径の異なるパイプ P の軸方向端面全体がカメラ 4 の画像内に設定された円（以下、パイプ到達円と呼ぶ）の

50

内部に収まったとき、パイプ P が撮影位置に到達したものと見なす。

【 0 0 2 1 】

前記ステップ S 5 では、カメラ 4 のシャッターを制御してパイプ P の軸方向端面を撮影する。

次にステップ S 6 に移行して、カメラ 4 で撮影された画像の輝度を強調する画像処理を行い、画像処理された画像から後述するようにしてパイプ P の外周輪郭を検出する。

次にステップ S 7 に移行して、ステップ S 6 で検出されたパイプ P の外周輪郭とカメラ 4 のズームからパイプ P の外径を求め、その最大値と最小値との差からパイプ P の真円度を算出してから復帰する。

【 0 0 2 2 】

図 5 は、カメラ 4 で撮影されたパイプ P の軸方向端面の画像の模式図であり、図 6 は、図 5 の A 部詳細図である。図 5 に二点鎖線で示す円が、前述したパイプ到達円であり、この円の中にパイプ P の軸方向端面全体が収まったときにパイプ P が撮影位置に到達したものと見なしてシャッターが切られる。パイプ P の外径については、読込まれた外形寸法からカメラ 4 のズームを自動調整して円内に収まるようにする。図 5 及び図 6 の最も明るい部分、つまり輝度の高い部分が照明装置 5 で照明されているパイプ P の軸方向端面であり、その外側はパイプ P の外部、その内側はパイプ P の内部である。このうち、輝度の高いパイプ P の軸方向端面と外部の境界を図 6 のように画像処理によって求め、それらを結んだ線をパイプ P の外周輪郭と見なす。そして、このようにパイプ P の外周輪郭が算出されたら、外周輪郭の中心を求め、外周輪郭の中心を通る直径を算出し、その最大値と最小値との差からパイプ P の真円度を算出する。このとき、パイプ P の軸方向端面が照明装置 5 によって照明され、ほぼ均一な輝度となり、且つ外部との輝度差が大きいので、パイプ P の外周輪郭を正確に算出することができ、その結果、高精度の真円度が得られる。

【 0 0 2 3 】

表 1 は、呼称外径 20"、即ち外径 508 mm のパイプ P のカメラ画像から画像処理によって求めた外径の最大値 (Max) 及び最小値 (Min) 及び真円度と、接触式自動寸法計測器で計測した外径の最大値 (Max) 及び最小値 (Min) 及び真円度を示す。自動寸法計測では、パイプ P の外径を 2000 カ所にわたって計測しているため、真円度の精度は極めて高い。この自動寸法計測によるパイプ真円度と、カメラ画像から画像処理によって求めたパイプ真円度の差は 0.47 mm であり、目標とする ±0.5 mm 内に収まっていることから、画像処理によるパイプ真円度の精度は十分に高い。

【 0 0 2 4 】

【表 1】

20"	外径Max	外径Min	真円度
自動寸法計測	508.70mm	507.00mm	1.70mm
画像処理	508.63mm	507.30mm	1.33mm
実績差	+0.07mm	-0.3mm	+0.37mm

【 0 0 2 5 】

表 2 は、様々な呼称外径のパイプ P について、画像処理によって求めた外径と接触式自動寸法計測で求めた外径の最大値及び最大値の差、最小値及び最小値の差を示す。呼称外径が 30"、即ち 762 mm とか、48"、即ち 1219.2 mm になると、真円度そのものの数値は大きくなるが、画像処理によって求めたパイプ外径と自動寸法計測で求めたパイプ外径との実差は小さく、画像処理によるパイプ外径の精度は十分に高いといえる。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

【表 2】

サイズ	自動寸法: Max	画像処理: Max	差	自動寸法: Min	画像処理: Min	差
20"	508.70mm	508.63mm	+0.07	507.00mm	507.30mm	-0.30
30"	764.10mm	764.63mm	-0.53	760.00mm	760.44mm	-0.44
48"	1221.90mm	1221.30mm	+0.60	1215.60mm	1216.20mm	-0.60

【0027】

表3は、カメラ4の角度（水平面に対する角度）を0°から上向きに1°まで変えて呼称外径48"のパイプPの外径最大値（Max）及び外径最小値（Min）及び真円度を画像処理によって求めた。実測中のカメラ4の角度が変わることはないので、この試験は、実質的に搬送中のパイプPの軸角度が変化したことと等価である。表から明らかなように、パイプPの軸角度のずれが1°以下であれば、画像処理による外径及び真円度の精度を確保することができている。カメラ4の角度を水平から下向き1°まで変えた場合も、同様の結果が得られた。搬送中のパイプPの軸角度のずれは±1°の範囲に収まっているので、画像処理で求めたパイプPの外径及び真円度の精度は保証できる。

10

【0028】

【表 3】

	外径Max	外径Min	真円度
①:カメラ角度=0°	1221.3mm	1216.0mm	5.3mm
②:カメラ角度=0.5°	1221.3mm	1215.8mm	5.5mm
③:カメラ角度=1.0°	1221.4mm	1215.9mm	5.5mm
実績差	最大で+0.1mm	最大で-0.2mm	最大で0.2mm

20

【0029】

更に、本実施形態の画像処理によるパイプ真円度測定 of 繰り返し精度を求めるために、カメラ4を固定した状態で100回画像処理によるパイプ真円度測定を行った。その結果、繰り返し精度は0.08mm以下となり、2でも0.1mm以下のバラツキ精度を達成することができた。

30

【0030】

このように本実施形態のパイプ真円度測定装置では、大径のパイプPの真円度を測定する場合に、パイプPの軸方向端面をカメラ（撮影装置）4で撮影すると共に、カメラ4によって撮影されるパイプPの軸方向端面の予め設定された位置、即ち対角4点L1～L4を照明装置5で照明する。外径の異なるパイプPでは径方向中心位置Oが異なるので、夫々のパイプPの径方向中心位置Oに撮影装置用移動装置11でカメラ4を移動する。同様に、外径の異なるパイプPでは、夫々のパイプPの軸方向端面の対角4点L1～L4が異なるので、夫々のパイプPの軸方向端面の対角4点L1～L4に照明装置用移動装置8で照明装置5を移動する。その場合、プロセスコンピュータ13で行われる位置算出ステップは、パイプPの径方向中心位置Oを求めると共にパイプPの軸方向端面の対角4点L1～L4を求める。また、移動ステップは、算出されたパイプPの径方向中心位置Oに撮影装置用移動装置11によってカメラ4を移動すると共に算出されたパイプPの軸方向端面の対角4点L1～L4に照明装置用移動装置8によって照明装置5を移動する。そして、真円度算出ステップは、カメラ4によって撮影されたパイプPの軸方向端面の画像から当該パイプPの外周輪郭を求め、当該パイプPの外周輪郭から当該パイプPの真円度を算出する。カメラ4によるパイプPの軸方向端面の撮影は極めて短時間であるから、パイプPを静止させる必要がなく、照明装置5によってパイプPの軸方向端面の対角4点L1～L4を照明することで、外径の異なるパイプPでも軸方向端面を安定して撮影することがで

40

50

き、画像処理などによって求めるパイプ P の外周輪郭が安定し、算出されるパイプ P の真円度の精度を高く維持することができる。その結果、生産ラインにおける拡管工程の直後でもパイプ P の真円度測定を行うことができる。

【 0 0 3 1 】

また、パイプ P の軸方向端面の予め設定された位置が当該パイプ P の軸方向端面の中心を通る鉛直線と当該パイプ P の軸方向端面との交点から当該パイプ P の周方向に中心角で 45° 傾斜した位置、即ち対角 4 点 L 1 ~ L 4 である場合、照明装置用移動装置 8 は、パイプ P の軸方向端面に対向して配置された照明装置用ガイドレール 6 に沿って照明装置 5 を移動する。この場合のパイプ P の軸方向端面の対角 4 点 L 1 ~ L 4 は、外径の異なるパイプ P の軸方向端面の対角 4 点 L 1 ~ L 4 が直線上に並ぶ。そこで、この直線上を照明装置 5 が移動するように照明装置用ガイドレール 6 を設置することで、照明装置 5 を外径の異なるパイプ P の軸方向端面の対角 4 点 L 1 ~ L 4 に速やかに且つ正確に移動させることができる。

10

【 0 0 3 2 】

また、撮影装置用移動装置 11 は、パイプ P の軸方向端面に対向して配置された鉛直向きの撮影装置用ガイドレール 9 に沿ってカメラ 4 を移動することにより、カメラ 4 を外径の異なるパイプ P の径方向中心位置 O に速やかに且つ正確に移動させることができる。

【 符号の説明 】

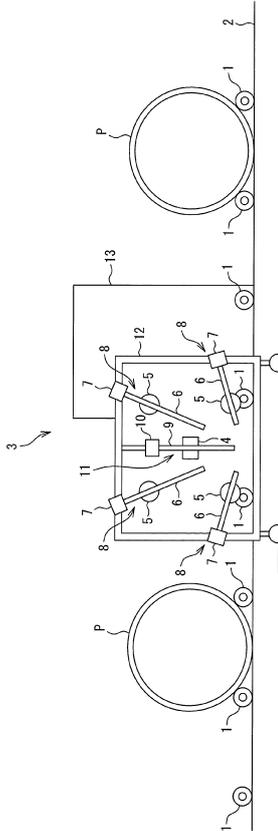
【 0 0 3 3 】

- 1 搬送装置
- 2 搬送台
- 3 パイプ真円度測定装置
- 4 カメラ（撮影装置）
- 5 照明装置
- 6 照明装置用ガイドレール
- 7 アクチュエータ
- 8 照明装置用移動装置
- 9 撮影装置用ガイドレール
- 10 アクチュエータ
- 11 撮影装置用移動装置
- 12 フレーム
- 13 プロセスコンピュータ
- P パイプ

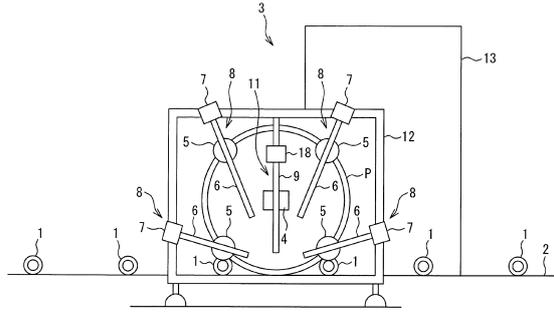
20

30

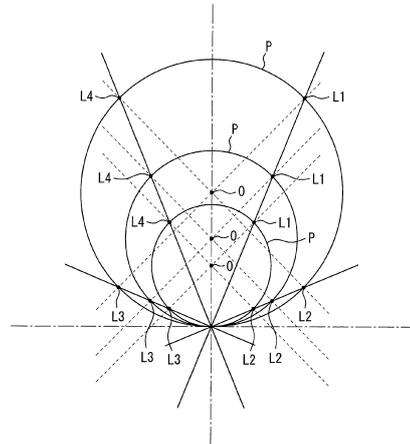
【図1】



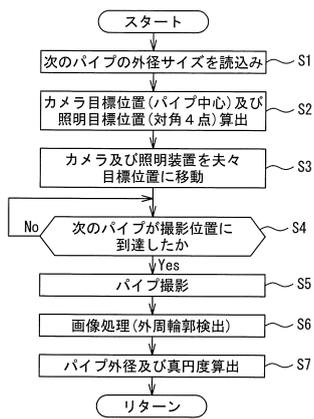
【図2】



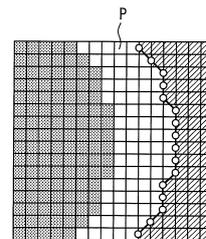
【図3】



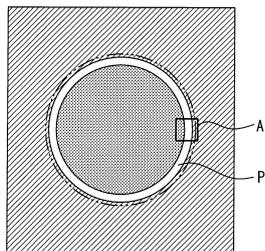
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 弘康
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

審査官 櫻井 仁

(56)参考文献 国際公開第2011/074261(WO, A1)
特開2000-105104(JP, A)
特開2005-326178(JP, A)
特開平05-240620(JP, A)
米国特許出願公開第2014/0098384(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 11/00 - 11/30
21/00 - 21/32
5/00 - 5/30