

(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2014-182019
(P2014-182019A)

(43) 公開日 平成26年9月29日 (2014.9.29)

(51) Int.Cl.
GO 1 B 11/24 (2006.01)
GO 1 B 11/08 (2006.01)

F I
GO 1 B 11/24 K
GO 1 B 11/08 H

テーマコード (参考)
2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2013-56985 (P2013-56985)	(71) 出願人	000001199
(22) 出願日	平成25年3月19日 (2013.3.19)		株式会社神戸製鋼所
			兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
		(74) 代理人	100067828
			弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100118049
			弁理士 西谷 浩治
		(72) 発明者	追田 尚和
			神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状測定装置及び形状測定方法

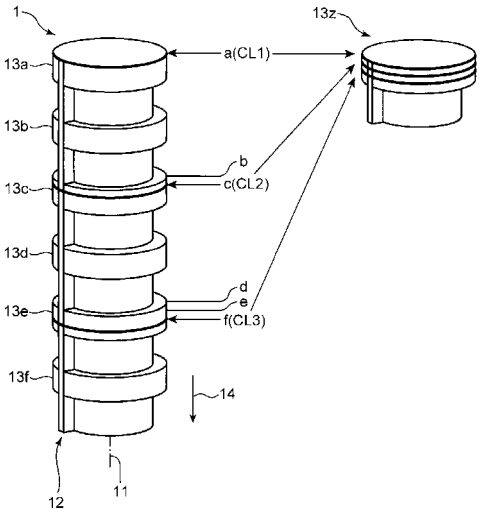
(57) 【要約】

【課題】 異形棒鋼のような周期的構造を有する測定対象物の形状及び寸法を、簡易に測定する装置及び該方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 長手方向に節が周期的に形成された測定対象物の表面形状を、光切断法を用いて測定する形状測定装置であって、前記測定対象物は、前記長手方向に所定の速度で移動し、前記測定対象物の移動方向と交差する方向に光切断線を照射し、照射された前記測定対象物を、 v を前記測定対象物の移動速度とし、 L を前記節の間隔とし、 w を前記節の前記長手方向の長さとし、 n 、 m を正の整数としたとき、次の式により示されるフレームレート f で前記測定対象物を撮像する。

$$f = v / n L \pm (1 / m) * (w / v)$$

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長手方向に節が周期的に形成された測定対象物の表面形状を、光切断法を用いて測定する形状測定装置であって、

前記測定対象物は、前記長手方向に所定の速度で移動し、

前記測定対象物の移動方向と交差する方向に光切断線を照射する照射手段と、

前記照射手段により照射された前記測定対象物を撮像する撮像手段とを備え、

前記撮像手段は、 v を前記測定対象物の移動速度とし、 L を前記節の間隔とし、 w を前記節の前記長手方向の長さとし、 n 、 m を正の整数としたとき、次の式により示されるフレームレート f で前記測定対象物を撮像する

$$f = v / n L \pm (1 / m) * (w / v)$$

ことを特徴とする形状測定装置。

【請求項 2】

前記撮像手段が撮像した画像内の前記光切断線に対して三角測量法の原理を適用して、前記測定対象物の形状を示す形状データを算出する形状データ算出手段を更に備える

ことを特徴とする請求項 1 記載の形状測定装置。

【請求項 3】

前記照射手段は、前記測定対象物から発光される光の波長とは異なる波長を照射することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の形状測定装置。

【請求項 4】

前記撮像手段は、カラー画像を撮像し、

前記形状データ取得手段は、前記カラー画像のうち、前記照射手段が照射した光の色の画像から、前記光切断線を用いて形状データを算出し、前記カラー画像のうちの前記測定対象物から発光される光の色の画像から、前記測定対象物の材幅を算出する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の形状測定装置。

【請求項 5】

長手方向に節が周期的に形成された測定対象物の表面形状を、光切断法を用いて測定する形状測定装置で用いられる形状測定方法であって、

前記測定対象物は、前記長手方向に所定の速度で移動し、

前記測定対象物の移動方向と交差する方向に光切断線を照射する照射ステップと、

前記照射ステップで照射された前記測定対象物を撮像する撮像ステップとを備え、

前記撮像ステップにおいては、 v を前記測定対象物の移動速度とし、 L を前記節の間隔とし、 w を前記節の前記長手方向の長さとし、 n 、 m を正の整数としたとき、次の式により示されるフレームレート f で前記測定対象物を撮像する

$$f = v / n L + (1 / m) * (w / v)$$

ことを特徴とする形状測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、周期的構造を有する物品の形状を測定する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

寸法や形状が J I S (J a p a n e s e I n d u s t r i a l S t a n d a r d s) 規格等により厳しく定められている物品がある。例えば、異形棒鋼は、外周面に節やリブといった突起形状を有しており、その寸法や形状が規格により定められている。リブとは、軸線方向の連続した突起をいい、軸線方向以外の突起を節という。

【0003】

そこで、異形棒鋼の形状及び寸法を測定する技術が提案されている。例えば、異形棒鋼の径方向に広がりをもつ平行光線を照射し、異形棒鋼により遮光された光のパターンを軸方向に走査してその白黒画像信号を得、白黒画像信号に基づいて形状計測する方法が提

10

20

30

40

50

案されている（特許文献 1 参照）。また、形状測定対象物の周囲にスリット光を投光する投光器を複数個配置し、スリット光を撮像する撮像装置を配置した光学的形状測定装置であって、隣同士の投光器からのスリット光が形状測定対象物の表面上で重ならないように投光器を配置する等して、被測定物が高速移動している場合等も測定誤差が生じ難くて正確な形状測定をし得る装置が提案されている（特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 5-187825 号公報

【特許文献 2】特開 2001-255125 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、異形棒鋼の圧延は、通常の丸棒圧延と比較して難度が高く、特に、始圧延時における圧延機の微調整による寸法形状調整が重要である。また、安定操業中もわずかな圧延条件の変動で不良品を大量に発生させてしまう可能性があるため、製造工程における寸法形状管理が極めて重要となる。従って、圧延工程の実施中に、加工直後の異形棒鋼の寸法及び形状を測定し、即座に、圧延条件に反映することが望まれる。

【0006】

しかし、特許文献 1 の技術では、冷間圧延した異形棒鋼か、熱間圧延した異形棒鋼が冷えた後に行う評価であるので、圧延工程へのフィードバックの即時性が確保されず、不良品を大量発生させてしまう可能性がある。また、抜き取り検査となるため、サンプルの選び方によっては、不良品の発生を検知できない場合もあり得る。

20

【0007】

また、特許文献 2 の技術は、いわゆる光切断法を用いた形状測定装置及び方法である。光切断法とは、被測定物の形状を非接触、且つ、光学的に計測する手法であり、三角測量の原理に基づいて、薄いシート状の光を投影することで 3 次元位置を得る方法である。従って、特許文献 2 の技術は、圧延工程の実施中に、加工直後の異形棒鋼の寸法及び形状を測定することは可能である。

【0008】

30

しかし、光切断法は、シート状に光を当てると被測定物の表面にできる 1 本の光の縞の形が、被測定物の形状に応じて変化するので、この変化を測定することで、被測定物の 3 次元形状を知る方法である。従って、光切断法では、シート状に光が当たっている箇所しか測定できない。つまり、より細かな形状を測定しようとする場合は、光の間隔をより狭くする必要がある。

【0009】

特に、外周面に節やリブといった突起形状を周期的に有している異形棒鋼の場合、突起形状の寸法や形状をも詳細に測定する場合は、測定回数は膨大となる。例えば、節幅が数 mm 程度、節と節との間隔が数十 mm 程度の異形棒鋼を測定する場合、異形棒鋼の移動速度が約 10 m/s 程度であるとする、節などの特徴的な形状を軸方向に精度よく測定するためには、フレームレート数万 fps 程度の高速度カメラによって撮像する必要がある。結果として、測定装置自体が高価になってしまうという問題がある。

40

【0010】

そこで、本発明は、異形棒鋼のような周期的構造を有する測定対象物の形状及び寸法を、簡易に測定する装置及び該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】

【0011】

(1) 本発明にかかる一態様の形状測定装置は、長手方向に節が周期的に形成された測定対象物の表面形状を、光切断法を用いて測定する形状測定装置であって、前記測定対象物は、前記長手方向に所定の速度で移動し、前記測定対象物の移動方向と交差する方向に

50

光切断線を照射する照射手段と、前記照射手段により照射された前記測定対象物を撮像する撮像手段とを備え、前記撮像手段は、 v を前記測定対象物の移動速度とし、 L を前記節の間隔とし、 w を前記節の前記長手方向の長さとし、 n 、 m を正の整数としたとき、次の式により示されるフレームレート f で前記測定対象物を撮像する。

$$f = v / n L \pm (1 / m) * (w / v)$$

この構成によれば、測定対象物の周期的構造である節の寸法及び間隔と、測定対象物の移動速度とに応じて、撮像するフレームレートを決める。つまり、測定のタイミングを、周期的構造の全てを詳細に測定する場合に比べて、周期的構造に応じて少なくすることができる。従って、高速度カメラを用いることなく、より低速なカメラを用いて、周期的構造を有する測定対象物の形状を知ることが可能となる。節を周期的に有する異形棒鋼の特徴的な形状及び寸法を、安価かつ簡便な方法で測定することができる。また、光切断法を用いることから非接触での測定が可能であるので、圧延工程での加工直後に形状の測定が可能である。よって、測定結果に応じて即座にフィードバックが可能となり、始圧延時および安定操業時の寸法不良材を減少させることが可能となり、圧延設備を停止しなければならない時間を減少させることができる。

【0012】

(2) 上述の形状測定装置において、前記撮像手段が撮像した画像内の前記光切断線に対して三角測量法の原理を適用して、前記測定対象物の形状を示す形状データを算出する形状データ算出手段を更に備えることが好ましい。

【0013】

この構成によれば、撮像された画像から、容易に形状データを得ることが可能となる。

【0014】

(3) 上述の形状測定装置において、前記照射手段は、前記測定対象物から発光される光の波長とは異なる波長を照射することが好ましい。

【0015】

この構成によれば、撮像された画像において光切断線が明確となるので、より正確な形状データを得ることが可能となる。

【0016】

(4) 上述の形状測定装置において、前記撮像手段は、カラー画像を撮像し、前記形状データ取得手段は、前記カラー画像のうち、前記照射手段が照射した光の色の画像から、前記光切断線を用いて形状データを算出し、前記カラー画像のうちの前記測定対象物から発光される光の色の画像から、前記測定対象物の材幅を算出することが好ましい。

【0017】

この構成によれば、自発光像から測定対象物の材幅を計測することが可能となり、より正確に異形棒鋼の圧延管理が可能となる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、周期的構造を有する被測定物の形状及び寸法を、簡易に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施形態による形状測定装置の全体構成図を示している。

【図2】図1に示す形状測定装置の形状測定方法を説明するための図である。

【図3】図1に示す形状測定装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【図4】図1に示す形状測定装置の形状測定処理のフローチャートである。

【図5】図1に示す形状測定装置の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の一実施の形態における形状測定装置について説明する。図1は、本発明の実施の形態による形状測定装置の全体構成図を示している。図1に示すように、形状測

10

20

30

40

50

定装置は、照射部 3、撮像部 2、及び、制御部 4 を備えている。異形棒鋼 1 は、測定対象物である。

【0021】

照射部 3 は、例えば 1 つの光源により構成され、光源は、例えば、撮像部 2 の撮像領域に向けて、扇状に広がるように光を照射する。そして、光源が照射する光と、搬送される異形棒鋼 1 との交線が、光切断線 CL となる。本実施形態では、光切断線 CL は、異形棒鋼 1 の軸 11（長手方向）と直交するように照射されるので、異形棒鋼 1 の断面の形状データを取得することができる。このような光切断線 CL の設定は、光源の設置位置や射出する光の方向を調節することで容易に実現することができる。

【0022】

照射部 3 の光源は、例えば、半導体レーザと、光学系とを備え、光学系は、半導体レーザの射出側に設けられ、半導体レーザから射出されるレーザ光を扇状に広げて射出させる。実施形態では、半導体レーザ（波長 405 nm）を用い、出力 10 mW で、全放射角 α が 5 度で射出し、光切断線の幅は 0.1 mm、光切断線の長さは 10 cm とする。圧延中の異形棒鋼 1 は赤熱しているため、光源としては赤外や赤色を避け、輻射の少ない短波長側の色のレーザ光を射出する。例えば、緑色レーザ（波長 530 nm）、青色レーザ（波長約 400 nm）が望ましい。つまり、測定対象物から発光される光の波長とは異なる波長の光を照射する。

【0023】

撮像部 2 は、例えば、1 つのカメラを備え、カメラは、異形棒鋼 1 を、リブ 12 を含む一定の視野範囲で撮像するように配置されている。撮像部 2 のカメラは、所定のフレームレート（fps）で、画像を撮像することができる CMOS カメラにより構成され、撮像した画像のアナログの画像データをデジタルの画像データに変換し、所定のフレームレートで制御部 4 に出力する。例えば、解像度が 1 M（メガ）ピクセルの画像データを出力し、レンズの焦点距離 f は 75 mm のカメラである。

【0024】

撮像部 2 及び照射部 3 は、例えば、照射部 3 が照射するレーザ光と撮像部 2 のカメラのレンズの光軸とのなす角 β が 25 度になるように設置される。また、撮像部 2 は、カメラの受光面と異形棒鋼 1 との間の距離が 1000 mm になるように設置され、照射部 3 の光源と異形棒鋼 1 との間の距離が 500 mm となるように設置される。

【0025】

制御部 4 は、例えば、通常のコンピュータにより構成され、撮像部 2、及び、照射部 3 とケーブルを介して接続され、形状測定装置の全体制御を司る。

【0026】

測定対象物である異形棒鋼 1 は、軸 11 方向（長手方向）に、節幅 W の節 13 を、節間隔 L で周期的に有している。そして、異形棒鋼 1 は、矢印 14 の方向、つまり、異形棒鋼 1 の軸 11 と平行する方向（長手方向）に、速度 V で、搬送部（不図示）によって搬送されているものとする。尚、図 1 には、測定対象物である異形棒鋼 1 の一部分が記載されている。搬送部は、例えばローラーテーブルであり、ローラのうちの駆動ローラをモータにより回転させることで、異形棒鋼 1 を長手方向に搬送速度 V で搬送する。

<測定方法>

ここで、本実施形態の形状測定方法について、図 2 を用いて説明する。実施形態では、異形棒鋼 1 が周期的構造であること、つまり、節幅 W の節 13 が、節間隔 L で周期的に存在していることに着目し、全ての節 13 及び節間隔の形状を測定するのではなく、例えば、3 つ置きの節 13 の形状を測定する等の周期で形状測定を行い、サンプリングの間隔を長くするものである。但し、単純に所定個数おきの節 13 をサンプリングする等ではなく、サンプリング位置を少しずつずらすようなタイミングとする。

【0027】

例えば、異形棒鋼の圧延工程において圧延機の微調整を行うためには、必ずしも 1 つ 1 つの節の形状を正確に知る必要はなく、例えば、全体として規格から外れているか否かを

10

20

30

40

50

知ることにより足りる場合がある。このような場合に、知りたいデータの精度に応じて、サンプリング間隔を決定すればよい。

【0028】

図2は、異形棒鋼1の一部分である節13a～節13fの部分を記載し、1つ置きに節13における光切断線CL1、光切断線CL2、光切断線CL3の3カ所を測定することを示している。図2では、説明の便宜上、光切断線CLを異形棒鋼1の周囲に廻らせて記載している。

【0029】

節13cの位置bは、節13aの位置a（光切断線CL1）の位置に対応する位置を示す。また、節13eの位置dは、節13cの位置bに対応する位置を示し、位置eは、位置c（光切断線CL2）の位置に対応する位置を示す。

10

【0030】

つまり、単純に1個置きにサンプリングした場合は、節13aの位置a、節13cの位置b、節13eの位置dがサンプリングされる。実施形態では、わずかにサンプリング周期をずらして、位置a、位置c、位置fの位置をサンプリングする。

【0031】

このように、節13におけるサンプリング位置を変えることで、サンプリングしたデータを再合成すると、擬似的に節13を再現することができることになる。擬似的に再現した節13zを、右側に示す。節13zを観察し、圧延機の微調整を行うことで、即座に寸法形状調整をすることが可能となる。尚、図2では、節13と節13の間の光切断線CLは記載していないが、このサンプリング周期でサンプリングしていくと、節13と節13の間の部分もサンプリングされることになる。

20

【0032】

節間隔Lを1周期とすると、図2では、2周期分を基本周期とし、サンプリング周期のずらし量は節幅Wの4分の1としているが、何周期分を基本周期とするか、また、ずらし量をどの程度にするかは、測定対象物の形状や、必要とされる精度に応じて適切に定めることとすればよい。

【0033】

ここで、サンプリング周期、つまり、撮像部2のフレームレートの算出方法を説明する。異形棒鋼1の節間隔をL（nm）、節幅をW（nm）、搬送速度をV（m/s）、サンプリングの基本周期の周期分をn、ずらし量を出すための節幅Wを何分割するかを示す分割数をmとした場合、以下の式（1）によってフレームレートF（fps）を求めることができる。

30

$$F = V / nL \pm (1/m) \times (W/V) \quad \dots (1)$$

例えば、異形棒鋼1の節間隔Lを20mm、節幅Wを2mm、搬送速度Vを10m/sとする。また、基本周期の周期分nを8、分割数mを2とした場合、上記式（1）よりフレームレートFは62.5±0.0001fpsとなる。

【0034】

従って、フレームレート62.5±0.0001fpsを満たすカメラを用いればよいので、安価なカメラを使用して、異形棒鋼1のような周期的構造を有する測定対象物の形状及び寸法を測定することが可能となる。

40

<機能>

図3は、図1に示す形状測定装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【0035】

制御部4は、照射制御部41、フレームレート算出部42、撮像制御部43、形状データ算出部44、及び、形状データ記憶部45を備えている。尚、照射制御部41～形状データ算出部44は、例えばCPUがコンピュータを制御部4として機能させるための制御プログラムを実行することで実現される。

【0036】

照射制御部41は、例えば、操作部5によりユーザから測定開始の指示が受け付けられ

50

ると、光源を点灯させる。

【0037】

フレームレート算出部42は、例えば、操作部5によりユーザから入力された、測定対象物である異形棒鋼1の規格上の寸法（節幅W、節間隔L）、移動速度V、基本周期の周期分n、分割数mを用いて、上記式（1）によりフレームレートを算出する。

【0038】

撮像制御部43は、操作部60によりユーザから測定開始の指示が受け付けられると、撮像部2に撮像開始のコマンドを出力し、フレームレート算出部42が算出したフレームレートを指定して、撮像部2に異形棒鋼1の撮像を開始させる。撮像部2は、指定されたフレームレートで撮像した画像データを、制御部4に送信する。

10

【0039】

形状データ算出部44は、撮像部2から受信した画像データを基に、異形棒鋼1の形状データを算出し、形状データ記憶部45に記憶させる。形状データ算出部44は、撮像部2から受信した画像データを、一旦作業用のメモリに取り込み、取り込んだ画像データに二値化などの処理を施して、光切断線CLのみのデータを抽出する。そして、抽出した光切断線CLのデータに対して、三角測量法の原理を適用することで、異形棒鋼1の表面における高さ分布（形状）や材幅（断面幅寸法）を算出する。

【0040】

詳細には、まず、撮像部2の視野範囲を求める。実施形態では、異形棒鋼1の軸11方向をY方向、軸11と直交する方向をX方向とし、Y方向の視野範囲をw（mm）、異形棒鋼1と撮像部2のレンズとの間の距離をd（mm）、レンズの焦点距離をf（mm）、カメラ2の受光面のY方向のサイズをy（mm）とすると、以下の式（2）が成り立つ。
$$w = d \times y / f \cdots (2)$$

20

そして、以下の式（3）で高さhを求めることができる。

$$h = w \times \cos \theta / \sin (\theta) \cdots (3)$$

但し、 θ は、照射部3が照射するレーザ光と撮像部2のカメラのレンズの光軸とのなす角 β を示す。

【0041】

形状データ記憶部45は、例えば、書き換え可能な不揮発性の記憶装置により構成され、形状データ算出部44が算出した形状データを取得順に記憶する。

30

【0042】

操作部5は、例えばキーボード、及び、マウスにより構成され、ユーザから入力される種々の指令を受け付ける。表示部6は、例えば、液晶パネルから構成され、種々の操作画像や、操作部5を用いて入力したデータ、形状データ等を示す画像等を表示する。

<動作>

実施形態の形状測定装置が行う、形状測定処理について説明する。図4は形状測定処理のフローチャートである。

【0043】

まず、ユーザは、操作部5を操作して、測定対象物である異形棒鋼1の規格上の寸法（節幅W、節間隔L）、移動速度V、基本周期の周期分n、分割数mを入力し、測定開始を指示するコマンドを入力する。

40

【0044】

操作部5を介して、異形棒鋼1の規格上の寸法（節幅W、節間隔L）等、及び、測定開始を指示するコマンドが入力されたことを検知した制御部4は、まず、入力された異形棒鋼1の規格上の寸法（節幅W、節間隔L）等のデータをフレームレート算出部42に渡して、フレームレートの算出を依頼する。

【0045】

依頼を受けたフレームレート算出部42は、上述したように、式（1）を用いてフレームレートを算出する（ステップS10）。

【0046】

50

次に、制御部 4 は、照射制御部 4 1 に光切断線を照射するよう依頼し、依頼を受けた照射制御部 4 1 は、照射部 3 を制御して照射を開始させる（ステップ S 1 1）。

【0047】

照射制御部 4 1 に照射の開始を依頼した制御部 4 は、撮像制御部 4 3 に、フレームレート算出部 4 2 が算出したフレームレートを渡して、撮像の開始を依頼する。依頼を受けた撮像制御部 4 3 は、渡されたフレームレートで撮像部 2 に撮像を開始させる。撮像部 2 は、渡されたフレームレートで、画像データを形状データ算出部 4 4 に送信する（ステップ S 1 2）。例えば、60 fps であれば、60 分の 1 秒ごとに 1 フレームの画像データを送信する。撮像部 2 から撮像データを受信した形状データ算出部 4 4 は、内部の作業領域に記憶する。

10

【0048】

制御部 4 は、所定時間の間、撮像部 2 に画像データを送信させ（ステップ S 1 3：NO）、所定時間が経過した場合（ステップ S 1 4：YES）、形状データ算出部 4 4 に所定時間内に受信した画像データから形状データの算出を依頼し、最初から所定時間のカウントを開始する。所定時間とは、ユーザが所望する数の画像データが収集できる時間であり、例えば、図 2 の節 1 3 z に示すように形状データを合成して、ユーザが知りたい部分の画像が作成できる数の画像データを収集する時間である。この所定時間は、予め決めておくものとする。

【0049】

依頼を受けた形状データ算出部 4 4 は、所定時間内に受信した画像データから形状データを算出し、算出した形状データを形状データ記憶部 4 5 に記憶させる。尚、形状データ算出部 4 4 は、撮像部 2 から画像データを受信するとすぐに、受信した画像データから形状データを算出して、形状データ記憶部 4 5 に記憶しておくこととしてもよい。

20

【0050】

制御部 4 は、形状データ記憶部 4 5 に記憶された形状データから、例えば、図 2 の節 1 3 z のような画像を生成して、表示部 6 に表示させる（ステップ S 1 5）。

【0051】

ユーザは、表示部 6 に表示された画像等を参照し、必要に応じて圧延機の調整を行う。

【0052】

操作部 5 を介してユーザから測定終了の指示が入力されたことを検出しない場合は（ステップ S 1 6：NO）、制御部 4 は、撮像制御部 4 3 に撮像を続けさせ（ステップ S 1 2）、測定終了の指示を検出した場合は（ステップ S 1 6：YES）、撮像制御部 4 3、及び、照射制御部 4 1 に撮像の終了を指示する。指示を受けた撮像制御部 4 3 は、撮像部 2 に撮像を終了させ、照射制御部 4 1 は照射部 3 の光照射を終了させる。

30

（1）図 5 に、形状測定装置の変形例を示す。撮像手段 2 1 は、例えば、R、G、B の色フィルタを持つ画素がベイヤー配列で配列され、カラー画像を撮像できるカメラを備え、照射部 3 1 は、複数色のレーザを個別に照射できるものである。

【0053】

この場合、形状データ算出部 4 4 は、撮像部 2 1 が撮像したカラー画像から、赤色画像のみを抜き出し、その画像から異形棒鋼 1 の材幅を測定する。具体的には、形状データ算出部 4 4 は、赤色画像において、光切断線と交差する方向の各ラインの輝度の積算値を求める。そして、形状データ算出部 4 4 は、積算値を微分して、その微分値が閾値以上である位置を異形棒鋼 1 の端部として求める。そして、形状データ算出部 4 4 は、2 つの端部の差分を、異形棒鋼 1 の材幅として算出する。更に、形状データ算出部 4 4 は、赤色画像の色ムラから、異形棒鋼 1 の表面の傷等の瑕疵を検出することが可能となる。圧延中の異形棒鋼は赤熱しているため、異形棒鋼 1 は、赤色の自発光を出しているからである。

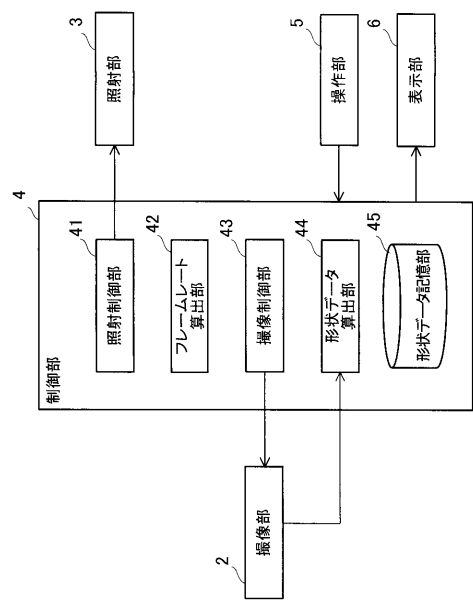
40

（2）実施形態では、リブ 1 2 が 1 つの異形棒鋼 1 を例に説明したが、リブ 1 2 が複数個の異形棒鋼 1 の場合は、リブ 1 2 の個数分の撮像部 2 及び照射部 3 を備える事としてもよい。全てのリブ 1 2 の形状を、測定するためである。

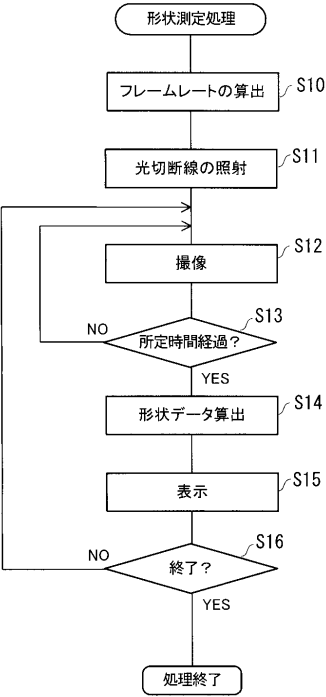
【符号の説明】

50

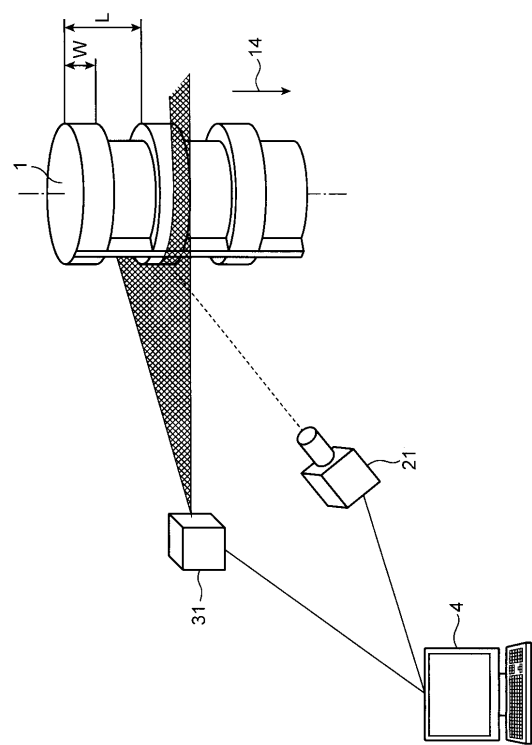
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 片山 亮

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 高橋 英二

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

Fターム(参考) 2F065 AA26 AA49 AA53 BB06 BB11 BB15 BB18 DD08 FF01 FF02
FF04 FF09 GG04 GG06 GG12 GG23 HH03 HH05 JJ03 JJ08
JJ19 JJ26 LL04 MM03 NN12 PP12 QQ01 QQ13 QQ14 QQ21
QQ25 QQ31 QQ45 RR05 RR08 SS04