

(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2007-155357

(P2007-155357A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
GO 1 B 11/08 (2006.01) GO 1 B 11/08 H 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2005-346991 (P2005-346991)	(71) 出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
(22) 出願日	平成17年11月30日(2005.11.30)	(74) 代理人	100061745 弁理士 安田 敏雄
		(74) 代理人	100120341 弁理士 安田 幹雄
		(72) 発明者	岡本 陽 兵庫県神戸市西区高塚台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	和佐 泰宏 兵庫県神戸市西区高塚台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 AA06 AA12 AA26 FF04 FF05 HH05 JJ19 MM23 QQ31 SS02

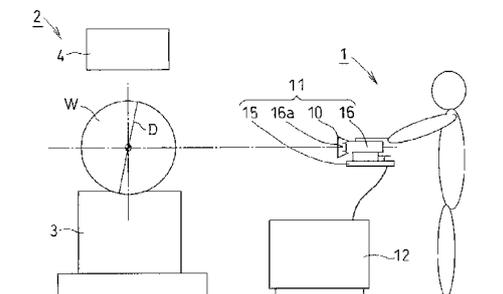
(54) 【発明の名称】 直径計測方法又は直径計測装置

(57) 【要約】

【課題】計測手順を簡略化して被計測体の直径計測を短時間に且つ手軽に行うことを可能とする

【解決手段】先ず、携帯可能な計測ヘッド部11に配備された撮像装置10によって丸棒状の被計測体Wを撮像し、該撮像によって得られた画像上に被計測体Wの軸心を介して径方向に対向する一対の境界を収める。次に、該画像に基づいて撮像装置10の位置を調整して被計測体Wの軸心に撮像装置10の光軸を直交させる。そして、被計測体Wの軸心に撮像装置10の光軸を直交させた状態で撮像装置10のレンズ中心から被計測体の表面までの距離をレーザ距離測定器16距離によって計測する。その後、該計測によって得られた計測値Lと、該計測値Lを得たときの画像に示される前記一対の境界の位置とに基づいて被計測体Wの直径Dを演算する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

携帯可能な撮像手段によって丸棒状の被計測体を背景と共に撮像し、該撮像によって得られた画像上に、前記被計測体の軸心を介して径方向に対向する一対の境界を収める撮像工程と、

該画像に基づいて撮像手段の位置を調整し、前記被計測体の軸心に撮像手段の光軸を直交させる光軸直交工程と、

前記被計測体の軸心に前記撮像手段の光軸を直交させた状態で前記撮像手段のレンズ中心から前記被計測体の表面までの距離を計測する計測工程と、

該計測によって得られた計測値と、該計測値を得たときの画像に示される前記一対の境界の位置とに基づいて被計測体の直径を演算する演算工程と、
を有することを特徴とする直径計測方法。 10

【請求項 2】

前記撮像工程によって得られた画像は、被計測体領域の上下に背景領域を有するものであって、

前記光軸直交工程は、

前記画像の中心を通り且つ前記画像の水平方向を向く基準ラインを前記画像上に設定し、

前記被計測体領域と背景領域との間に存在する上下一対の境界の 1 又は複数箇所にエッジ抽出を施し、 20

該エッジ抽出によって得られた各上下一対のエッジを構成する上エッジから前記基準ラインまでの距離と、下エッジから前記基準ラインまでの距離とが等しいとみなせるまで、前記撮像手段の位置を調整する工程、
を有するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の直径計測方法。

【請求項 3】

前記撮像工程によって得られた画像は、被計測体領域の左右に背景領域を有するものであって、

前記光軸直交工程は、

前記画像の中心を通り且つ前記画像の垂直方向を向く基準ラインを前記画像上に設定し、

前記被計測体領域と背景領域との間に存在する左右一対の境界の 1 又は複数箇所にエッジ抽出を施し、 30

該エッジ抽出によって得られた各左右一対のエッジを構成する左エッジから前記基準ラインまでの距離と、右エッジから前記基準ラインまでの距離とが等しいとみなせるまで、前記撮像手段の位置を調整する工程、
を有するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の直径計測方法。

【請求項 4】

前記光軸直交工程は、

モニタ画面に前記撮像工程によって得られた画像をモニタ画像としてリアルタイムに表示し、 40

該モニタ画面の中心から等距離となる位置に予め平行な一対のエッジ参照ラインをモニタ画面上に設け、

前記モニタ画面上にて、該一対のエッジ参照ラインに前記一対の境界が重なり合うまで、撮像手段の位置及び / 又は一対のエッジ参照ラインの間隔を調整する工程、
を有するものであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載の直径計測方法。

【請求項 5】

前記被計測体は、大型熱間鍛造ワークであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載の直径計測方法。

【請求項 6】

丸棒状の被計測体を背景と共に撮像可能であって、該撮像によって得られた画像上に、前記被計測体の軸心を介して径方向に対向する一对の境界を収める撮像手段と、該撮像手段のレンズ中心から前記被計測体の表面までの距離を計測する計測手段とを備える携帯可能な計測ヘッド部と、

前記撮像手段によって得られた画像及び前記計測手段によって得られた計測値に基づいて前記被計測体の直径を演算する演算手段を備える信号処理部と、

前記被計測体の軸心に前記撮像手段の光軸を直交させるための光軸直交手段と、を備えていることを特徴とする直径計測装置。

【請求項 7】

前記光軸直交手段は、信号処理部内に設けられており、

前記画像の中心を通り、且つ、前記画像の水平方向又は垂直方向に伸びる基準ラインを前記画像上に設定するライン設定手段と、

前記一对の境界にエッジ抽出を施すエッジ抽出手段と、

該エッジ抽出によって得られた一对のエッジを構成する一方のエッジから前記基準ラインまでの距離と、他方のエッジから前記基準ラインまでの距離とを計測する距離計測手段と、

前記一方エッジから前記基準ラインまでの距離と、前記他方のエッジから前記基準ラインまでの距離が等しいか否かを判断する距離判断手段と、を備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の直径計測装置。

【請求項 8】

前記光軸直交手段は、前記計測ヘッド部に配備され且つ前記撮像手段の光軸と平行なスポット光を前記被計測体の撮像位置に向けて照射するスポットレーザ投光器を備えていることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の直径計測装置。

【請求項 9】

前記光軸直交手段は、前記計測ヘッド部に配備され且つ前記撮像手段の光軸と同一平面上に伸びるスリット光を前記被計測体の撮像位置に向けて照射するスリットレーザ投光器を備えていることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の直径計測装置。

【請求項 10】

前記光軸直交手段は、前記撮像手段によって得られた画像をモニタ画像としてリアルタイムに表示可能なモニタ装置と、前記信号処理部に設けられて前記モニタ装置のモニタ画面に一对のエッジ参照ラインを表示する参照ライン表示手段とを備えており、

該一对のエッジ参照ラインは、前記モニタ画面の中心から等距離となる位置に平行に伸びると共に、前記モニタ画面に示される前記一对の境界に重ね合せ可能とされていることを特徴とする請求項 6 乃至請求項 9 の何れかに記載の直径計測装置。

【請求項 11】

前記一对のエッジ参照ラインは、前記参照ライン表示手段によって前記モニタ画面の中心からの距離を可変とされていることを特徴とする請求項 10 に記載の直径計測装置。

【請求項 12】

前記被計測体は、大型熱間鍛造ワークであることを特徴とする請求項 6 乃至請求項 11 の何れかに記載の直径計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クランクシャフト等、丸棒状に形成された被計測体の直径を計測する直径計測方法又は直径計測装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、高温（約 1000 ）に加熱したインゴット（鋳塊）にハンマ等による打撃によってプレス加工を施す鍛造工程を経ることにより、該インゴットからクランクシャフト等の丸棒状の鍛造品が形成される。

10

20

30

40

50

上記鍛造工程においては、寸法精度の高い鍛造品の形成を目的として、該鍛造工程中に1～複数回に亘って鍛造加工中の鍛造材（鍛造ワーク）の直径を計測する。特に大型船舶のクランクシャフトや発電設備のタービンロータ等の大型鍛造（鋼塊重量が概ね15 t o n以上、直径が300～1000 mm、長さが数1000 mm程度のもの）に係る鍛造ワークにおいては、作業者が高温の鍛造ワークに接近し、パス等を該鍛造ワークの表面に接触させて直径の計測を行う方法がこれまで行われてきた。

【0003】

ところが、高温に加熱された鍛造ワークからの輻射熱は極めて大きいため、上記従来の計測方法は作業者に酷暑作業を強いることとなる。また、上記従来の計測方法は人為的な作業によって計測するものであり、計測値にばらつきが生じる可能性を排除し得ない。

10

そこで、カメラ等の撮像手段を用いることにより、鍛造ワークに接近や接触等することなく且つ機械的な計測を可能とする直径計測方法が提案されている。

例えば特許文献1には、光軸を平行とした一対のカメラを用いて丸棒状の鍛造ワーク（被計測体）の直径を計測する計測方法が開示されている。

【0004】

該計測方法においては、光軸間隔 l_1 とした一対のカメラを有する撮像手段によって被計測体をその軸心に垂直となる方向から撮像する。このとき、一方のカメラによって被計測体の外周面の一端縁及び背景を撮像し、該一方のカメラによって得られた画像をテレビジョン受像器の画面上に再生する。そして、前記外周面と背景の間に存在する境界を示す走査線を検出する。そして、該走査線と、前記一方のカメラの光軸を示す走査線との間に存在する走査線数に基づいて前記境界と光軸間の距離を算出し、該距離を実寸へ倍率変換する。これにより、前記一方のカメラの光軸と前記一端縁間の距離 l_2 が計測される。

20

【0005】

そして、同様の工程から他方のカメラの光軸と前記被計測体と他方の端縁間の距離 l_3 を計測する。最後に、距離 l_1 、 l_2 、 l_3 を全て足し合わせることで、被計測体の直径が算出される。

また、テレセントリックレンズを備えたカメラ装置を用いた直径計測方法が知られている。該直径計測方法においては、上記カメラ装置によって被計測体と背景の間の一対の境界を同時に撮像し、該撮像によって得られた画像に基づいて直径を計測する。

【特許文献1】特開昭54-91264号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述の如き鍛造ワークにおいては、複数位置の直径計測を複数回に亘って行う必要がある。このため、各直径計測を短時間に且つ手軽に行いたいとの現場からの要請がある。

しかしながら、上記特許文献1の計測方法を1000 mm程度の直径を有する鍛造ワークの直径計測に採用する場合、一対のカメラの光軸間隔を1000 mm程度設ける必要があり、これら一対のカメラを有する撮像手段の持ち運びは困難である。加えて、各計測位置に撮像手段を設定して計測するまでの手順が煩雑なものとなる。

40

【0007】

また、テレセントリックレンズを備えたカメラ装置による計測方法においては、計測対象となる鍛造ワークの直径よりも大きなレンズ径を有するカメラ装置が必要となる。このため、カメラ装置の重量が重いものとなり、携帯性が極めて悪く、直径計測を手軽に行い難い問題がある。

そこで、本発明は、上記問題に鑑み、計測手順を簡略化して被計測体の直径計測を短時間に且つ手軽に行うことを可能とする直径計測方法を提供するようにしたものである。

また、本発明は、上記問題に鑑み、被計測体を撮像する装置の携帯性を向上させると共に、該装置の計測位置への設定を容易なものとして該被計測体の直径計測を短時間に且つ手軽に行うことを可能とする直径計測装置を提供するようにしたものである。

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記目的を達成するため、本発明においては以下の技術的手段を講じた。

即ち、本発明における課題解決のための技術的手段は、直径計測方法において、

携帯可能な撮像手段によって丸棒状の被計測体を背景と共に撮像し、該撮像によって得られた画像上に、前記被計測体の軸心を介して径方向に対向する一对の境界を収める撮像工程と、

該画像に基づいて撮像手段の位置を調整し、前記被計測体の軸心に撮像手段の光軸を直交させる光軸直交工程と、

前記被計測体の軸心に前記撮像手段の光軸を直交させた状態で前記撮像手段のレンズ中心から前記被計測体の表面までの距離を計測する計測工程と、 10

該計測によって得られた計測値と、該計測値を得たときの画像に示される前記一对の境界の位置とに基づいて被計測体の直径を演算する演算工程と、
を有することを特徴とする。

【0009】

ここで、携帯可能な撮像手段とは、被計測体の撮像に当たって姿勢、位置、向きを作業者が単身で自由に調整することが可能な大きさを有する撮像手段のことを示し、例えばハンディタイプのもものが挙げられる。

これによれば、先ず、撮像手段によって丸棒状の被計測体を該被計測体の軸心と交叉する方向から撮像する。このとき、撮像によって得られる画像上に、被計測体領域と背景領域との間に存在し、且つ、被計測体の軸心を介して径方向に対向する一对の境界を少なくとも収める様に撮像を行う。 20

【0010】

次に、該撮像によって得られた画像に基づいて撮像手段の位置を調整し、被計測体の軸心に撮像手段の光軸を直交させる。ここで、被計測体の軸心に撮像手段の光軸を直交させるとは、被計測体の軸心に撮像手段の光軸が略直交しており、これらが互いに直交しているとみなすことができる場合も含む。

そして、この状態で、被計測体の表面と撮像手段のレンズ中心までの距離を計測し、該計測による計測値に基づいて被計測体の直径を演算するのである。

したがって、本発明に係る直径計測方法によれば、被計測体に対する撮像手段の位置を調整して撮像手段の光軸を被計測体の軸心に直交させる単純な操作により、該被計測体の直径が正確に測定される。また、これによって計測手順の簡略化が図られる。 30

【0011】

また、撮像手段が携帯可能であるため、撮像手段の光軸を被計測体の軸心に直交させる作業者の作業量は、持運び容易な撮像手段の位置を調整するのみの軽微なものとなり、これによって作業者の負担が減じられることとなる。

また、被計測体の軸心が水平方向に伸びている場合、前記撮像工程によって得られた画像は、被計測体領域の上下に背景領域を有するものであって、

前記光軸直交工程は、

前記画像の中心を通り且つ前記画像の水平方向を向く基準ラインを前記画像上に設定し 40

、
前記被計測体領域と背景領域との間に存在する上下一対の境界の1又は複数箇所にエッジ抽出を施し、

該エッジ抽出によって得られた各上下一対のエッジを構成する上エッジから前記基準ラインまでの距離と、下エッジから前記基準ラインまでの距離とが等しいとみなせるまで、前記撮像手段の位置を調整する工程、
を有するものであることが好ましい。

【0012】

これによれば、前記画像上に前記上下一対の境界が示されており、該上下一対の境界の1又は複数箇所にエッジ抽出が施される。これにより、前記基準ラインに対して垂直とな 50

る方向にて互いに対向する 1 又は複数の一对のエッジが抽出される。そして、各一对のエッジの一方のエッジと前記基準ライン間の距離を計測する。同様に、他方のエッジと前記基準ライン間の距離を計測する。

そして、1 又は全ての一对のエッジにおいて上記 2 つの距離が等しいとみなせるまで撮像手段の位置を調整する。これにより、前記一对の境界が基準ラインと平行となると共に該基準ラインから等しい距離に位置することとなり、撮像手段の光軸が被計測体の軸心と同一水平面上にて該軸心に直交するとみなすことができるのである。つまり、本発明によれば、画像処理を介して撮像手段の光軸を被計測体の軸心に直交させるため、かかる作業を短時間に行うことができる。加えて、作業者の個人差に起因する計測結果の人為的なばらつきを大幅に低減することができる。

10

【0013】

また、被計測体の軸心が垂直方向に伸びている場合、前記撮像工程によって得られた画像は、被計測体領域の左右に背景領域を有するものであって、

前記光軸直交工程は、

前記画像の中心を通り且つ前記画像の垂直方向を向く基準ラインを前記画像上に設定し

、
前記被計測体領域と背景領域との間に存在する左右一对の境界の 1 又は複数箇所にエッジ抽出を施し、

該エッジ抽出によって得られた各左右一对のエッジを構成する左エッジから前記基準ラインまでの距離と、右エッジから前記基準ラインまでの距離とが等しいとみなせるまで、前記撮像手段の位置を調整する工程、
を有するものとなる。

20

【0014】

あるいは、前記光軸直交工程は、

モニタ画面に前記撮像工程によって得られた画像をモニタ画像としてリアルタイムに表示し、

該モニタ画面の中心から等距離となる位置に予め平行な一对のエッジ参照ラインをモニタ画面上に設け、

前記モニタ画面上にて、該一对のエッジ参照ラインに前記一对の境界が重なり合うまで、撮像手段の位置及び / 又は一对のエッジ参照ラインの間隔を調整する工程、
を有するものであることが好ましい。

30

【0015】

これによれば、先ず、モニタ画面に撮像手段による画像をリアルタイムで表示する。

そして、モニタを視認しつつ撮像手段の位置を調整し、モニタの画面に設けられた前記一对のエッジ参照ラインに前記モニタ画面に示される一对の境界を重ね合わせるのである。このとき、一对のエッジ参照ラインの間隔を拡張させて該一对のエッジ参照ラインに前記一对の境界を重ね合わせることも可能である。何れの場合においても、一对のエッジ参照ラインは画面中心（画像中心）から等距離となる位置に設けられている。このため、該一对のエッジ参照ラインに前記一对の境界を重ね合わせることにより、撮像手段の光軸が被計測体の軸心に直交することとなるのである。

40

【0016】

本発明によれば、作業者はモニタの画面を視認しながら一对のエッジ参照ラインに前記一对の境界を重ね合わせる操作を行うことができ、前記撮像手段の光軸を被計測体の軸心に直交させる作業を容易に行うことができるのである。

また、上述の如き直径計測方法は、前記被計測体を大型熱間鍛造ワークとした場合に特に有効なものとなる。

また、本発明における課題解決のための他の技術的手段は、直径計測装置において、

丸棒状の被計測体を背景と共に撮像可能であって、該撮像によって得られた画像上に、前記被計測体の軸心を介して径方向に対向する一对の境界を収める撮像手段と、該撮像手段のレンズ中心から前記被計測体の表面までの距離を計測する計測手段とを備える携帯可

50

能な計測ヘッド部と、

前記撮像手段によって得られた画像及び前記計測手段によって得られた計測値に基づいて前記被計測体の直径を演算する演算手段を備える信号処理部と、

前記被計測体の軸心に前記撮像手段の光軸を直交させるための光軸直交手段と、を備えていることを特徴とする。

【0017】

これによれば、作業者は、計測ヘッド部を携帯（持運び）することができるので、該計測ヘッド部の撮像手段を計測位置に設定する操作を容易且つ手軽に行うことができる。また、少なくとも計測ヘッド部は、撮像手段と計測装置を備えていればよい。このため、その構成は単純なものとなる。これにより、計測ヘッド部を携帯可能な程度の大きさに構成することができ、計測ヘッド部を持ち運ぶ作業者の負担を軽減することができる。

10

なお、本発明に係る直径計測装置においては、撮像手段によって得られた画像に示される前記一对の境界に基づき、光軸直交手段にあっては撮像手段の光軸を被計測体の軸心に直交させ、信号処理部の演算手段にあっては被計測体の直径を演算する。このため、上記撮像手段による被計測体の撮像においては、被計測体の外周面の内、被計測体の軸心を介して径方向に対向する一对の端縁部を少なくとも撮像するものとする。

【0018】

また、前記光軸直交手段は、信号処理部内に設けられており、

前記画像の中心を通り、且つ、前記画像の水平方向又は垂直方向に伸びる基準ラインを前記画像上に設定するライン設定手段と、

20

前記一对の境界にエッジ抽出を施すエッジ抽出手段と、

該エッジ抽出によって得られた一对のエッジを構成する一方のエッジから前記基準ラインまでの距離と、他方のエッジから前記基準ラインまでの距離とを計測する距離計測手段と、

前記一方エッジから前記基準ラインまでの距離と、前記他方のエッジから前記基準ラインまでの距離が等しいか否かを判断する距離判断手段と、を備えていることが好ましい。

【0019】

これによれば、画像上の1又は複数箇所にて抽出された一对のエッジにおいて上記2つの距離が一致しているとみなせる位置まで、作業者は撮像手段を容易に移動させることができる。この結果、かかる作業を高精度に且つ短時間に行うことができる。

30

また、前記光軸直交手段は、前記計測ヘッド部に配備され且つ前記撮像手段の光軸と平行なスポット光を前記被計測体の撮像位置に向けて照射するスポットレーザ投光器を備えていることが好ましい。

これによれば、スポット光は撮像手段の光軸と平行に照射されるため、作業者は、該スポット光の光跡を介して被計測体の軸心に対する撮像手段の光軸の位置ずれや角度のずれを視認することができる。同時に、該スポット光の光跡を視認しながらこれらのずれを修正することができる。

【0020】

あるいは、前記光軸直交手段は、前記計測ヘッド部に配備され且つ前記撮像手段の光軸と同一平面上に伸びるスリット光を前記被計測体の撮像位置に向けて照射するスリットレーザ投光器を備えていることが好ましい。

40

これによれば、スリットレーザ投光器によって被計測体の表面には、所定長さを有するスリット光が照射される。該スリット光は、撮像手段の光軸と同一平面上又は該平面に平行な平面上に伸びている。このため、撮像手段が被計測体に対して回転している（傾いている）場合には、被計測体に照射されたスリット光の光跡が直線状とならず湾曲状となる。また、撮像手段の光軸が被計測体の軸心に対し上記平面上にて角度を有している場合には、スリット光の光跡は、その強度（明るさ若しくは太さ）が一端から他端に亘って漸次的に変化している状態となる。したがって、作業者は、これらスリット光の光跡の形状や明るさを手がかりとして、撮像手段の光軸と被計測体の軸心とのずれを修正することがで

50

き、計測ヘッド部の位置調整をより容易に行うことができる。

【0021】

また、前記光軸直交手段は、前記撮像手段によって得られた画像をモニタ画像としてリアルタイムに表示可能なモニタ装置と、

前記信号処理部に設けられて前記モニタ装置のモニタ画面に一对のエッジ参照ラインを表示する参照ライン表示手段とを備えており、

該一对のエッジ参照ラインは、前記モニタ画面の中心から等距離となる位置に平行に伸びると共に、前記モニタ画面に示される前記一对の境界に重ね合せ可能とされていることが好ましい。

【0022】

これによれば、作業者はモニタ画面を視認しながら一对のエッジラインに画像上的一对の境界を重ね合わせる操作を行うことができる。したがって、かかる操作を容易に行うことができる。そして、これらのラインを互いに重ね合わせる位置に計測ヘッド部を設定することにより、撮像手段の光軸が被計測体の軸心に直交しているとみなすことができるのである。

さらに、前記一对のエッジ参照ラインは、前記参照ライン表示手段によって前記モニタ画面の中心からの距離を可変とされていることが好ましい。

【0023】

これによれば、画面上にて被計測体的一对の境界が画面中心に対し一对のエッジラインよりも内側や外側に位置することとなった場合にも、該一对のエッジラインの間隔を調整することにより一对の被計測体に一致させることができ、作業者が計測ヘッド部の撮像姿勢を維持した状態で該計測ヘッド部を被計測体に対して前後させる必要はない。

また、上述の如き直径計測装置は、前記被計測体を大型熱間鍛造ワークとした場合に特に有効なものとなる。

【発明の効果】

【0024】

本発明の直径計測方法によれば、計測手順を簡略化して被計測体の直径計測を短時間に且つ手軽に行うことが可能となる。

また、本発明の直径計測装置によれば、被計測体を撮像する装置の携帯性を向上させると共に、該装置の計測位置への設定を容易なものとして該被計測体の直径計測を短時間に且つ手軽に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明を実施した形態につき、図1～図22に沿って具体的に説明する。

[第1の実施の形態]

本実施の形態の直径計測装置1は、図1及び図2に示す如く、丸棒状の被計測体Wを撮像し、該撮像によって得られた画像を介して前記被計測体Wの直径Dを計測するものである。

なお、本実施の形態においては、大型船舶のエンジンを構成するクランクスロー等、鋼塊重量が15ton、直径Dが300～1000mm、軸方向の長さが数1000mm程度の大きさを有する鍛造ワークを被計測体Wとして選択している。また、鍛造ワークは高温に熱せられた状態で鍛造プレス装置2に収容されている。

【0026】

鍛造プレス装置2は、ベッド3と、該ベッド3の上方に配備されたプレスピストン4とを備えている。そして、高温に熱せられた鍛造ワークは、その軸心を水平方向に向けた状態でベッド3上に載置されている。そして、鍛造ワークに向けてプレスピストン4を降下させることにより、該鍛造ワークにプレス加工が施される。

直径計測装置1は、鍛造プレス装置2に対向する位置に設けられ、撮像装置(撮像手段)10を備え且つ作業者が持運び可能な計測ヘッド部11と、該計測ヘッド部11からの信号を処理する信号処理部12と、鍛造ワーク(以下、被計測体Wという)の軸心に前記

10

20

30

40

50

撮像装置 10 の光軸を直交させるための光軸直交手段 13 とを備えている。

【0027】

計測ヘッド部 11 は、携帯可能なベース 15 上に、撮像装置 10 とレーザ距離計測器（距離計測手段）16 とを可及的接近させた位置に配備して持ち運び容易に構成されている。

図 3 に示す如く、撮像装置 10 は、レンズ 10a と、該レンズ 10a と同じ光軸上であって該レンズ 10a の後方に位置する画像素子 10b とを備えたハンディタイプの CCD カメラが採用されている。

なお、該撮像装置 10 による被計測体 W の撮像にあつては、上記被計測体 W の上下に背景を捕らえた状態で撮像するものとする。これにより、撮像によって得られる画像上に被計測体領域と、該被計測体領域の上下に背景領域が形成される。これによって、図 4 に示す如く、被計測体領域と背景領域との間の存在する一対の境界が画像上に示されることとなる。

10

【0028】

また、図 1 及び図 2 に示す如く、レーザ距離計測器 16 は、レーザスポット光を用いた小型（携帯型）のレーザ距離計が採用されている。該レーザ距離計は、先端の測定基準面 16a に設けられた射光部からパルス波であるレーザスポット光を計測対象面に向けて照射し、該計測対象面からの反射光を測定基準面 16a に設けられた受光部に入射する。そして、該受光部に入射したレーザスポット光と、前記射光部から照射したレーザスポット光の位相差が測定部によって測定されると共に、該位相差に基づいて測定基準面 16a と計測対象面間の距離が計測される。

20

【0029】

また、レーザスポット光のレーザ光軸は、撮像装置 10 の上下方向を被計測体 W の軸心に垂直な方向と一致させた場合に、該撮像装置 10 の光軸と同じ高さ位置となる。これにより、レーザ距離計測器 16 によって撮像装置 10 のレンズ中心と計測対象面との間の距離が計測される。

なお、本実施の形態においては、被計測体 W に対して計測ヘッド部 11 を構えると、レーザ距離計測器 16 の測定基準面 16a が撮像装置 10 のレンズ中心よりも後方に位置する。この場合、レーザ距離計測器 16 によって計測された計測値に測定基準面 16a とレンズ中心間の間隔（オフセット量）を減じる。これにより、該計測値はレンズ中心と計測対象面間の距離として補正される。

30

【0030】

図 3 に示す如く、これら撮像装置 10 及びレーザ距離計測器 16 が接続される信号処理部 12 は、鍛造プレス装置 2 から適当な間隔を設けた位置に配備されている。該信号処理部 12 は、パソコンやワークステーション等のコンピュータや専用の画像処理装置によって構成されている。

信号処理部 12 は、撮像装置 10 から得られる画像情報（以下、画像という）を格納するフレームメモリ 21 と、レーザ距離計測器 16 によって得られた計測値等を格納するメモリ 22 と、前記画像及び計測値に基づいて被計測体 W の直径を演算する演算手段 23 と、前記光軸直交手段 13 と、これらを統括的に制御するメイン制御手段 24 とを備えている。

40

【0031】

光軸直交手段 13 は、撮像装置 10 の撮像によって得られた画像上に基準ライン A を設定するライン設定手段 31 と、画像にエッジ抽出を施すエッジ抽出手段 32 と、該エッジ抽出によって得られたエッジから基準ライン A までの距離を計測する距離計測手段 33 と、前記エッジが 2 つある場合に一方のエッジから基準ライン A までの距離の大きさと他方のエッジから基準ライン A までの距離の大きさを判断する距離判断手段 34 とを備えた画像処理部として構成されている。

ライン設定手段 31 は、画像の中心を通る直線を基準ライン A としてフレームメモリ 21 に格納された画像上に設定する。

50

【0032】

ここで、上述の如く被計測体Wを撮像することにより、撮像によって得られた画像には図4に示す如く被計測体領域の上下に背景領域が示されている。このため、これら2領域の間に存在する一对の境界は画像の水平方向(左右方向)に伸びている。したがって、本実施の形態においては、基準ラインAを該画像の中心を通り且つ水平方向に伸びる直線として設定する。より詳しくは、撮像装置10の有効画素を 640×480 とすると、該基準ラインAは(0, 240)から(640, 240)まで伸びる直線となる。

図3に示す如く、エッジ抽出手段32は、上エッジ抽出部36と、下エッジ抽出部37とを備えている。

【0033】

上エッジ抽出部36は、撮像装置10によって得られた図4に示す画像に示される一对の境界の内、上側の境界にエッジ抽出を施す。また、該上エッジ抽出部36は、該上側の境界の一部を取り囲むエッジ抽出ウインドwを形成するためのウインド形成手段(図示省略)と、該エッジ抽出ウインドw内の上側の境界を強調するエッジ強調手段(図示省略)とを有している。

図4に示す如く、フレームメモリ21に格納された画像には、該画像の垂直方向となるY方向(エッジ検出方向)及び水平方向となるX方向に所定の幅を有する長方形のエッジ抽出ウインドwを形成するマスク処理がウインド形成手段によって施される。これによって、該エッジ抽出ウインドwによって取り囲まれた境界の一部が対象形状として選択される。

【0034】

本実施の形態において、上側の境界のエッジを抽出するエッジ抽出ウインドwは、画像中心に対して直上となる位置に形成されているが、上側の境界を取り囲む位置に形成されるのであれば画像上の何れの位置に形成されていても構わない。

エッジ強調手段は、エッジ抽出ウインドw内に微分処理を施し、境界を構成する要素を強調させる。

上記上エッジ抽出部36によって被計測体Wの上側の境界から上エッジを抽出する方法について、図5～図7を用いて説明する。

【0035】

図5(a)は、図4に示す上側のエッジ抽出ウインドw内にてエッジ検出方向に伸びる任意のエッジ抽出ライン X_i の明るさに関する分布(輝度波形)を示している。図5(a)によって示される明るさの分布は、エッジ要素付近を境界として輝度が小さい(暗い)領域と大きい(明るい)領域とに分かれる。これは、被計測体Wである鍛造ワークが熱間鍛造中のものであるため、丸棒が背景よりも明るいものとなることに起因している。

そして、エッジ強調手段によってエッジ抽出ウインドw内に微分処理が施されることにより、図5(b)に示す分布(微分波形)が得られる。該微分波形においては、エッジとなり得る濃淡変化の大きい箇所の微分値が大きなものとなる。

【0036】

なお、本実施の形態においては、上記エッジ強調手段による処理として図7に示すソーベルフィルタが用いられるが、他の微分フィルタを採用することももちろん可能である。

そして、図6(a)に示す如く、エッジ抽出ウインドw内の一側から他側に亘って並ぶ各ピクセルライン $X_s \dots X_i \dots X_e$ の微分波形を全て加算することにより、図6(b)に示す波形が得られ、該波形にて最大の微分値を示す位置を検出し、該位置を上エッジの位置として抽出する。

また、下エッジ抽出部37は、上エッジ抽出部36と同様の構成を有しているが、下エッジ抽出部37のエッジ抽出ウインドwは、基準ラインAを対称軸として上エッジ抽出部36のエッジ抽出ウインドwと線対称となる位置に形成される。また、下エッジを抽出する場合の微分フィルタには、図8に示すソーベルフィルタが用いられる。

【0037】

なお、これら上下エッジ抽出部36、37によるエッジ抽出は、各処理工程にてエッジ

10

20

30

40

50

の抽出が必要とされる度に用いられる。

また、距離計測手段 33 は、図 4 に示す画像に設けられた基準ライン A と上記エッジ抽出手段 32 によって得られたエッジとの距離を計測する。該距離計測手段 33 によって得られた上エッジと基準ライン A 間の距離 Y_u 及び下エッジと基準ライン A 間の距離 Y_d の値は、メモリ 22 に格納される。

また、距離判断手段 34 は、上エッジと基準ライン A 間の距離 Y_u の大きさと、下エッジと基準ライン A 間の距離 Y_d の大きさとの一致度を判断し、判断結果をチェッカーやセンサ音を介して作業者に通知するものであって、 $|Y_u - Y_d|$ しきい値であれば、 Y_u と Y_d の大きさは等しいものと判断される。ここで、しきい値とは、上エッジから基準ライン A までの距離 Y_u と下エッジから基準ライン A までの距離 Y_d との一致度を示す値であり、要求直径精度によって適切な値を設定する。例えば、要求直径精度が高いときは、しきい値も小さなものとなる。また、作業者への判断結果の通知は、LED ランプやセンサ音等、公知の通知手段によって行われる。

10

20

30

40

50

【0038】

本発明に係る直径計測装置 1 は以上の構成を有する。次に、該直径計測装置 1 によって被計測体 W の直径 D を計測する工程について図 9 及び図 10 を用いて説明する。

まず、図 9 に示すステップ S1 にて、図 1 及び図 2 に示す如く、作業者は計測ヘッド部 11 を被計測体 W に対して構え、該計測ヘッド部 11 の撮像装置 10 によって被計測体 W を撮像する。このとき、撮像装置 10 の光軸を被計測体 W の軸心に交叉させるように該撮像装置 10 を被計測体 W に向け、該被計測体 W の側面を撮像する（撮像工程）。ここで、撮像装置 10 の光軸が被計測体 W の軸心に直交する位置に計測ヘッド部 11 を設定することが好ましい。しかし、作業者の目視のみによってかかる位置に計測ヘッド部 11 を設定することは極めて困難である。このため、該ステップ S1 の段階では、これら 2 軸が互いに直交していると作業者がみなせる程度の位置に計測ヘッド部 11 を構えるのみでよい。

【0039】

また、該撮像によって得られた画像は、フレームメモリ 21 に格納される。

次に、ステップ S2 に移行し、該画像に基づいて計測ヘッド部 11 の位置を調整し、被計測体 W の軸心に撮像装置 10 の光軸を直交させる（光軸直交工程）。ここで、被計測体 W の軸心に撮像装置 10 の光軸を直交させるとは、被計測体 W の軸心に撮像装置 10 の光軸が略直交しており、これらが互いに直交しているとみなすことができる場合も含む。

図 10 に示す如く、光軸直交工程は、まず、ステップ S21 にて、フレームメモリ 21 に格納された画像上にライン設定手段 31 によって基準ライン A を設定する。

【0040】

次に、ステップ S22 に移行し、エッジ抽出手段 32 の上エッジ検出部 36 によって上エッジを抽出する。そして、ステップ S23 に移行し、距離計測手段 33 によって該上エッジと基準ライン A 間の距離 Y_u を計測し、該距離 Y_u をメモリ 22 に格納する。

次に、ステップ S24 に移行し、エッジ抽出手段 32 の下エッジ検出部 37 によって下エッジを抽出する。そして、ステップ S25 に移行し、距離計測手段 33 によって該下エッジと基準ライン A 間の距離 Y_d を計測し、該距離 Y_d をメモリ 22 に格納する。

そして、ステップ S26 に移行し、距離判断手段 34 によって、これら 2 つの距離の大きさの差 $|Y_u - Y_d|$ がしきい値よりも小さいか否かが判断され、判断結果が作業者に通知される。ここで、 $|Y_u - Y_d|$ しきい値であれば、基準ライン A から 2 つのエッジの距離は等しいと判断する。また、 $|Y_u - Y_d| > しきい値$ であれば、これら 2 つのエッジから基準ライン A までの距離は等しくないと判断する。メモリ 22 に記憶された距離 Y_u と距離 Y_d とが等しいものとならず、ステップ 26 にてノーと判断されたときは、ステップ S27 に移行する。そして、ステップ S27 にて計測ヘッド部 11 を移動させて撮像装置 10 の位置を調整し、再びステップ S22 に戻る。かかる工程を、上記 2 つの距離 Y_u 、 Y_d が等しいものとみなせる位置に撮像装置 10 を設定することができるまで撮像装置 10 の位置を調整する。

【0041】

一方、ステップ S 2 6 にてイエスと判断されたときは、ステップ S 2 8 に移行する。ステップ S 2 6 にてイエスと判断されることは、一对の境界から抽出された一对のエッジの中心線として基準ライン A が存在し、画像の中心がこれら一对の境界に対し丁度真ん中に位置していることを意味する。これによって、被計測体 W の軸心に撮像装置 1 0 の光軸が交叉（直交）しているとみなすことができる。

そして、ステップ S 2 8 にてこのときの距離 Y u（若しくは Y d）をメモリ 2 2 に格納した後、光軸直交工程を終了する。

【 0 0 4 2 】

図 9 に示す如く、ステップ S 2 にて光軸直交工程を経た後、ステップ S 3 に移行し、撮像装置 1 0 のレンズ中心から被計測体 W の表面までの距離をレーザ距離計測器 1 6 によって計測し、該計測による計測値 L をメモリ 2 2 に格納する（計測工程）。 10

そして、ステップ S 4 に移行し、演算手段 2 3 によって、メモリ 2 2 に格納した距離 Y u 及び計測値 L から被計測体 W の直径を演算し（演算工程）、その後、手続きを終了する。該演算は、先ず、該距離 Y u に画像素子 1 0 b 上での 1 画素の実寸を乗じることにより、図 3 に示す距離 Y u の画像素子 1 0 b の画像投影面（画像撮像面）1 0 c 上での実際の距離 y を得る。そして、図 3 の如く側面視される被計測体 W、撮像装置 1 0 のレンズ中心及び画像素子 1 0 b の画像投影面 1 0 c の間に形成される三角形の相似等に基づき、以下の式（1）による演算を施す。これにより、被計測体 W の直径 D を得る。

【 0 0 4 3 】

【数 1】

20

$$D=2R=\frac{2L \times (y^2+y\sqrt{y^2+f^2})}{f^2} \quad \dots (1)$$

但し、D：被計測体の直径（mm）

R：被計測体の半径（mm）

30

L：被計測体表面とレンズ中心間の距離（mm）

y：上エッジから基準ラインまでの距離（mm）

f：レンズ焦点距離（mm）

【 0 0 4 4 】

上記本実施の形態によれば、被計測体 W に対し計測ヘッド部 1 1 を移動させて撮像装置 1 0 の位置を調整し、撮像装置 1 0 の光軸が被計測体 W の軸心に直交しているとみなせる位置に該撮像装置 1 0 を設定する単純な操作により、該被計測体 W の正確な直径が演算を介して得られる。このため、作業者の作業量は、撮像装置 1 0 の位置を調整するのみとなつて計測手順の簡略化が図られることとなる。また、計測ヘッド部 1 1 は、ハンディタイプの撮像装置 1 0 及び小型のレーザ距離計測器 1 6 を備えた持運び容易なものとして形成されている。このため、作業者は、上記光軸直交工程を行うに際し、大きな負担を強いられることなく撮像装置 1 0 の位置調整を手軽且つ短時間に行うことができる。 40

【 0 0 4 5 】

また、本実施の形態によれば、画像処理を介して撮像装置 1 0 の光軸が被計測体 W の軸心に直交しているとみなせる位置まで計測ヘッド部 1 1 を容易に移動させることができるため、かかる作業を短時間且つ高精度に行うことができる。これにより、作業者の個人差に起因する計測結果の人為的なばらつきが大幅に低減される。

[第 2 の実施の形態]

50

図 1 1 及び図 1 2 は、本発明に係る第 2 の実施の形態を示している。本実施の形態においては、計測ヘッド部 1 1 に光軸直交手段 1 3 としてのスポットレーザ投光器 4 1 を備えている。

【 0 0 4 6 】

該スポットレーザ投光器 4 1 は、撮像装置 1 0 の近傍に配備されており、該撮像装置 1 0 の光軸に平行なスポットレーザ光（以下、スポット光という）4 2 を被計測体 W に向けて照射する。作業者は、該スポットレーザ投光器 4 1 により被計測体 W に照射されるスポット光 4 2 の光跡によって、被計測体 W の軸心に対する撮像装置 1 0 の光軸の位置ずれや角度のずれを視認することができる。そして、該スポット光 4 2 の光跡を介してこれら位置ずれや角度のずれを修正することができる。

10

図 1 3 は、本実施の形態による光軸直交工程のフローを示している。

【 0 0 4 7 】

先ず、ステップ S 2 0 にて被計測体 W の表面にスポット光 4 2 を照射する。そして、該スポット光 4 2 の光跡を視認しながら計測ヘッド部 1 1 のおおよその位置や姿勢を簡単に調整する。

引き続き、第 1 の実施の形態と同様のステップ S 2 1 ~ ステップ S 2 6 の処理を順に行う。そして、ステップ S 2 6 にてノーと判断されたときは、ステップ S 2 7 ' に移行し、被計測体 W に照射されたスポット光の光跡を手がかりに計測ヘッド部 1 1 を移動させ、撮像装置 1 0 の位置を微調整する。その後、ステップ S 2 2 に戻る。かかる工程を、| Y u - Y d | しきい値となるまで繰り返す。

20

【 0 0 4 8 】

また、ステップ S 2 6 にてイエスと判断されたときは、第 1 の実施の形態と同様に、ステップ S 2 7 に移行した後に手続きを終了する。

本実施の形態においては、スポット光の光跡を視認しながら撮像装置 1 0 の位置調整を行うことができる。このため、撮像装置 1 0 の光軸を被計測体 W の軸心に直交させる作業の作業性が上記第 1 の実施の形態に比べて各段に向上する。

[第 3 の実施の形態]

本実施の形態においては、図 1 4 及び図 1 5 に示す如く、上記スポットレーザ投光器 4 1 に代えて、スリットレーザ光（以下、スリット光という）4 3 を照射するスリットレーザ投光器 4 4 を採用している。該スリットレーザ投光器 4 4 は、撮像装置 1 0 の上下方向を被計測体 W の軸心に垂直な方向と一致させた場合に、該撮像装置 1 0 の光軸と同じ高さ位置にて撮像装置 1 0 の光軸の径方向に伸びるスリット光 4 3 を照射する。

30

【 0 0 4 9 】

これによれば、計測ヘッド部 1 1 を被計測体 W に対して構えると、被計測体 W の表面に所定長さを有するスリット光 4 3 の光跡が照射される。このため、作業者は、被計測体 W に照射されたスリット光 4 3 の光跡を視認しながら撮像装置 1 0 の位置を調整することができる。このとき、側面視にて撮像装置 1 0 が被計測体 W に対して角度を有している状態となっている場合には、図 1 6 (a) に示す如く、スリット光 4 3 の光跡が被計測体 W の表面に湾曲又は屈曲した状態で照射される。また、平面視にて撮像装置 1 0 の光軸が被計測体 W の軸心に対して角度を有している場合、スリット光 4 3 の光跡は、その強度（明るさ若しくは太さ）が一方の端部から他方の端部に亘って漸次的に変化している。

40

【 0 0 5 0 】

作業者は、これらスリット光 4 3 の照射状態を視認しつつ、該スリット光 4 3 の光跡が 1 6 (b) の如く直線となるように調整する。

図 1 7 は、本実施の形態による光軸直交工程のフローを示している。

先ず、ステップ S 2 0 1 にて被計測体 W の表面にレーザスポット光 4 2 を照射する。そして、該スリット光 4 3 の光跡を視認しながら計測ヘッド部 1 1 のおおよその位置や姿勢を簡単に調整する。

そして、ステップ S 2 0 2 に移行し、上述の如き操作によって被計測体 W の軸心に対する撮像装置 1 0 の角度を調整し、スリット光 4 3 の光跡を被計測体 W の軸心に平行な直線

50

状にする。その後、引き続き、第1の実施の形態と同様のステップS21～ステップS26の処理を順に行う。そして、ステップS26にてノーと判断されたときは、ステップS271に移行し、撮像装置10の上下位置のみを調整する。その後、ステップS22に戻る。かかる工程を、 $|Y_u - Y_d|$ しきい値となるまで繰り返す。その後の工程は、上記第2の実施の形態と同様である。

【0051】

本実施の形態においては、被計測体Wに対する撮像装置10の角度がスリット光43によって修正された状態でステップ22～ステップ271の反復工程が処理される。このため、該反復工程にて被計測体Wに対する撮像装置10の角度を調整する必要はなく、該反復工程では撮像装置10の上下位置を調整するのみでよい。このため、該反復工程の処理速度及び処理精度が上記第2の実施の形態に比べて大幅に向上することとなる。

10

[第4の実施の形態]

図18及び図19は、本発明に係る第4の実施の形態を示している。本実施の形態においては、計測ヘッド部11に光軸直交手段13としてモニタ装置51が配備されると共に、信号処理部12に参照ライン形成手段52を配備している。

【0052】

モニタ装置51は、フレームメモリ21を介してメイン制御手段24に接続されたCRTや液晶のモニタであって、フレームメモリ21に格納された画像をリアルタイムで表示する。

また、参照ライン形成手段52は、前記モニタ装置51の画面（以下、モニタ画面という）54に該モニタ画面54の中心から等距離となる位置に一对のエッジ参照ラインBを表示する。該一对のエッジ参照ラインBは、互いに平行な状態で画面の水平方向に伸びている。

20

【0053】

これによれば、作業者は、モニタ装置51の画面を介して撮像装置10による撮像状態をリアルタイムに視認することができる。

ここで、モニタ画面54上に画像上の一对の境界が表示されることとなるが、図20(a)～図20(c)に示す如く、該モニタ画面54上にて一对の境界と一对のエッジ参照ラインBとがずれている場合がある。

図20(a)に示すモニタ画面54上には、撮像装置10の光軸が被計測体Wの軸心よりも下側に位置している状態が表示されている。また、図20(b)に示すモニタ画面54上には、平面視にて撮像装置10の光軸が被計測体Wの軸心に対し直交せずに角度を有している状態が表示されている。また、図20(c)に示すモニタ画面54上には、撮像装置10が被計測体Wに対し回転している（傾いている）状態が表示されている。

30

【0054】

これらの状態のとき、作業者は、撮像装置10の位置及び向きを調整することにより、図20(d)に示す如くモニタ画面54上にて一对の境界と一对のエッジ参照ラインBとを一致させる。これにより、撮像装置10の光軸が被計測体Wの軸心に直交することとなるのである。

また、作業者は、外部入力手段（図示省略）等によって参照ライン形成手段52に信号を発信することにより、図21(a)に示す如く、一对のエッジ参照ラインBの間隔を適宜変化させることができる。これにより、図21(b)に示す如く一对の境界と一对のエッジ参照ラインBとが互いに位置ずれしている場合にも、計測ヘッド部11を前後に移動させることなく、図21(c)に示す如くモニタ画面54上にて一对の境界と一对のエッジ参照ラインBとが一致させることができる。

40

【0055】

図22は、本実施の形態による光軸直交工程のフローを示している。

先ず、ステップS2001にてモニタ画面54上に撮像装置10によって得られた画像を同時的に再生する。このとき、画像上の被計測体領域の上下に背景領域が再生され、これによってこれら被計測体領域と背景領域の間に存在する一对の境界がモニタ画面54上

50

に表示される。

そして、ステップS 2 0 0 2に移行し、参照ライン形成手段5 2によってモニタ画面5 4上に一致のエッジ参照ラインBを設定する。そして、ステップS 2 0 0 3にて、作業者がモニタ画面5 4を視認し、モニタ画面5 4上にて一对のエッジ参照ラインBに一对の境界が重なり合っているか否かを判断する。

【0 0 5 6】

ここで、ノーと判断されたときは、ステップS 2 0 0 4に移行し、作業者はモニタ画面5 4を視認しながら撮像装置1 0の位置及び姿勢を調整し、一对のエッジ参照ラインBに一对の境界を重ね合わせる。または、ステップS 2 0 0 3からステップS 2 0 0 5に移行し、参照ライン形成手段5 2を介して一对のエッジラインの間隔を調整し、これによって一对のエッジ参照ラインBに一对の境界を重ね合わせる。または、ステップS 2 0 0 4及びステップS 2 0 0 5を経由して、一对のエッジ参照ラインBに一对の境界を重ね合わせることとしても構わない。

10

【0 0 5 7】

そして、これらステップS 2 0 0 4又はステップS 2 0 0 5からステップS 2 0 0 3に戻り、該ステップS 2 0 0 3にて再びモニタ画面5 4上にて一对のエッジ参照ラインBに一对の境界が重なり合っているか否かを判断する。かかる工程をステップS 2 0 0 3にてイエスと判断されるまで繰り返す。

一方、ステップS 2 0 0 3にてイエスと判断されたときは、ステップS 2 1に移行し、上記第1の実施の形態と同様のステップS 2 1～ステップS 2 8までの工程を処理した後、光軸直交工程の手続きを終了し、ステップS 3に移行する。ここで、ステップS 2 6にてノーと判断された場合、ステップS 2 7を経由してステップS 2 2に戻ることにしているが、上述の如く一对のエッジ参照ラインBに一对の境界を重ね合わせている状態で、 $|Y_u - Y_d| > \text{しきい値}$ となる(ステップS 2 6にてノーと判断される)状況は極めて稀であり、かかるルートは補足的なものである。

20

【0 0 5 8】

本実施の形態によれば、作業者がモニタ画面5 4を視認しながら一对のエッジ参照ラインBに一对の境界を重ね合わせる極めて容易な操作を行うことにより、撮像装置1 0の光軸が被計測体Wの軸心に直交するのである。したがって、撮像装置1 0の光軸が被計測体Wの軸心に直交しているとみなせる位置まで計測ヘッド部1 1を移動させる工程が極めて容易なものとなる。

30

また、本実施の形態によれば、被計測体Wの軸心と撮像装置1 0の光軸の角度を逐次計測することなく被計測体Wの軸心に撮像装置1 0の光軸を直交させることができる。このため、かかる操作に要する時間を大幅に短縮することができる。また、画像上にて上記ラインを重ね合わせるため、被計測体Wの軸心に撮像装置1 0の光軸を直交させる処理の処理精度も大幅に向上する。

【0 0 5 9】

以上、本発明に係る実施の形態を詳述したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではない。例えば、被計測体Wの軸芯が上下方向に設定されていると、撮像装置1 0による撮像によって得られた画像には、被計測体領域の左右に背景領域が位置し、これによって左右一对の境界が画像上に存在することとなる。これに対し、基準ラインAや一对のエッジ参照ラインBの伸長方向等を画像の上下方向に設定することにより、上述の如き直径計測方法及び直径計測装置によって被計測体Wの直径を計測することができる。

40

また、エッジ抽出手段3 2によって上下一对の境界の一部を含むエッジ抽出ウインドwを画像上に設けることにより、上下一对のエッジを同時に抽出する構成とすることも可能である。

【0 0 6 0】

また、各フローにおいては上エッジを抽出した後に下エッジを抽出することとしているが、下エッジを抽出した後に上エッジを抽出することとしても構わない。

また、エッジ抽出手段3 2によって上側の境界の複数位置及び下側の境界の複数位置に

50

エッジ抽出を施し、互いに対向する一对のエッジを複数抽出することも可能である。この場合、それぞれの一对のエッジに対して、距離計測手段 3 3 によって一对のエッジと基準ライン A 間の距離が計測され、距離判断手段 3 4 によって 2 つの距離の一致度が判断される。

【 0 0 6 1 】

また、信号処理部 1 2 を小型化して計測ヘッド部 1 1 に組み込む構成とすることも可能である。

また、上記第 4 の実施の形態のモニタ装置 5 1 は、信号処理部 1 2 上部や鍛造プレス機近傍等、計測ヘッド部 1 1 を持ち運んでいる作業者が視認可能な位置に配備することも可能である。

また、上記画像処理部、スポットレーザ投光器 4 1、スリットレーザ投光器 4 4、モニタ装置 5 1 及び参照ライン形成手段 5 2 の内の何れか複数及び全てを組み込んだものを光軸直交手段 1 3 として構成することももちろん可能である。

【 0 0 6 2 】

また、上述のエッジ抽出手段 3 2、ライン設定手段 3 1、距離計測手段 3 3、距離判断手段 3 4 及び演算手段 2 3 等は、コンピュータのプログラムとして実現されていてもよく、DSP 等を用いてハード的に実現されているものであっても構わない。

また、距離判断手段 3 4 による判断結果の作業者への通知は、モニタ装置 5 1 のモニタ画面 5 4 に O x を表示することによって行うことも可能である。

また、被計測体 W は熱間鍛造中の鍛造材に限定されることはなく、冷間鍛造中の鍛造ワークを被計測体 W として採用することも可能である。また、丸棒状であれば、鍛造ワーク以外のものを被計測体 W として採用することももちろん可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 3 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態の直径計測装置により被計測体の直径を計測している側面図である。

【 図 2 】 第 1 の実施の形態の直径計測装置により被計測体の直径を計測している平面図である。

【 図 3 】 第 1 の実施の形態の撮像状態及び信号処理部の構成を示す側面図である。

【 図 4 】 撮像された画像にエッジ抽出を施す図である。

【 図 5 】 画像処理前後の画像の明るさに関する波形を示す図である。

【 図 6 】 各ピクセルラインの微分波形及びエッジ抽出ウインド全体の微分波形を示す図である。

【 図 7 】 上エッジの抽出に用いるソーベルフィルタを示す図である。

【 図 8 】 下エッジの抽出に用いるソーベルフィルタを示す図である。

【 図 9 】 直径を計測する工程を示すフローチャート図である。

【 図 1 0 】 第 1 の実施の形態の光軸直交工程を示すフローチャート図である。

【 図 1 1 】 第 2 の実施の形態の直径計測装置により被計測体の直径を計測している側面図である。

【 図 1 2 】 第 2 の実施の形態の直径計測装置により被計測体の直径を計測している平面図である。

【 図 1 3 】 第 2 の実施の形態の光軸直交工程を示すフローチャート図である。

【 図 1 4 】 第 3 の実施の形態の直径計測装置により被計測体の直径を計測している平面図である。

【 図 1 5 】 第 2 の実施の形態の直径計測装置により被計測体の直径を計測している側面図である。

【 図 1 6 】 スリット光の光跡を示す正面図である。

【 図 1 7 】 第 3 の実施の形態の光軸直交工程を示すフローチャート図である。

【 図 1 8 】 第 4 の実施の形態の直径計測装置により被計測体の直径を計測している側面図である。

10

20

30

40

50

【図19】第4の実施の形態の撮像状態及び信号処理部等の構成を示す側面図である。

【図20】モニタ画面に示された画像を示す図である。

【図21】モニタ画面に示された一対のエッジ参照ラインを上下動させる図である。

【図22】第4の実施の形態の光軸直交工程を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

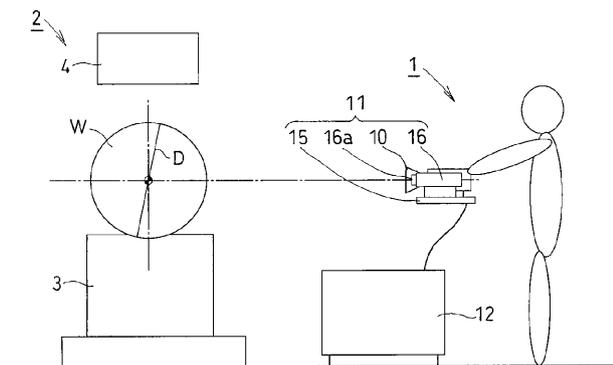
【0064】

- 1 直径計測装置
- 2 鍛造プレス装置
- 10 撮像装置
- 11 計測ヘッド部
- 12 信号処理部
- 13 光軸直交手段
- 16 レーザ距離計測器
- 23 演算手段
- 31 ライン設定手段
- 32 エッジ抽出手段
- 33 距離計測手段
- 34 距離判断手段
- 41 スポットレーザー投光器
- 44 スリットレーザー投光器
- 51 モニタ装置
- 52 参照ライン形成手段

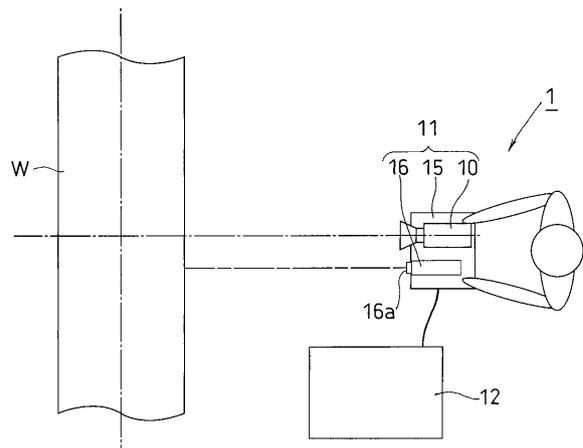
10

20

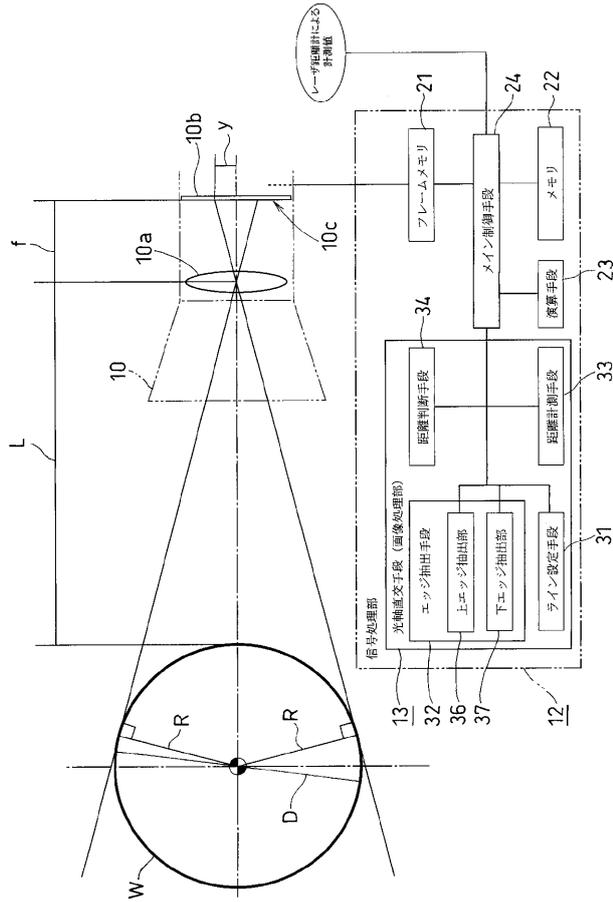
【図1】



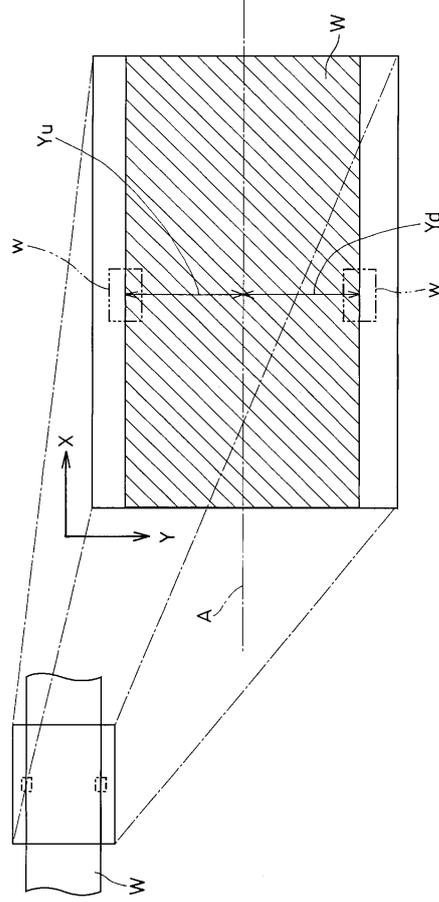
【図2】



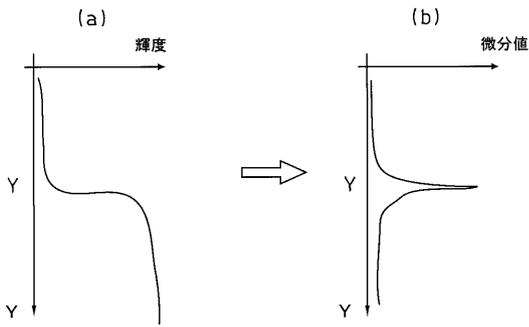
【図3】



【図4】



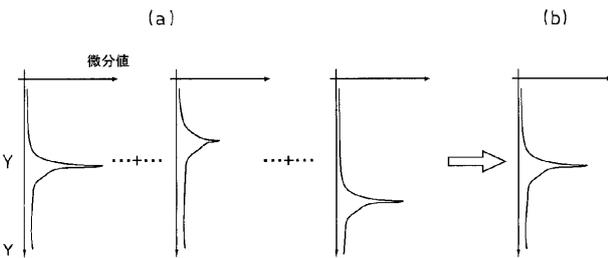
【図5】



【図7】

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

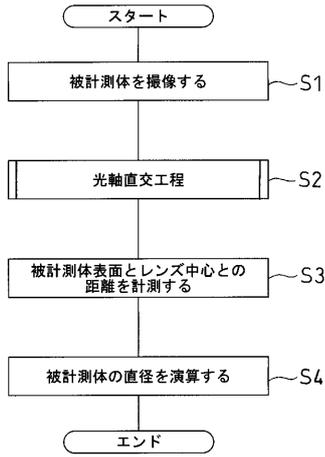
【図6】



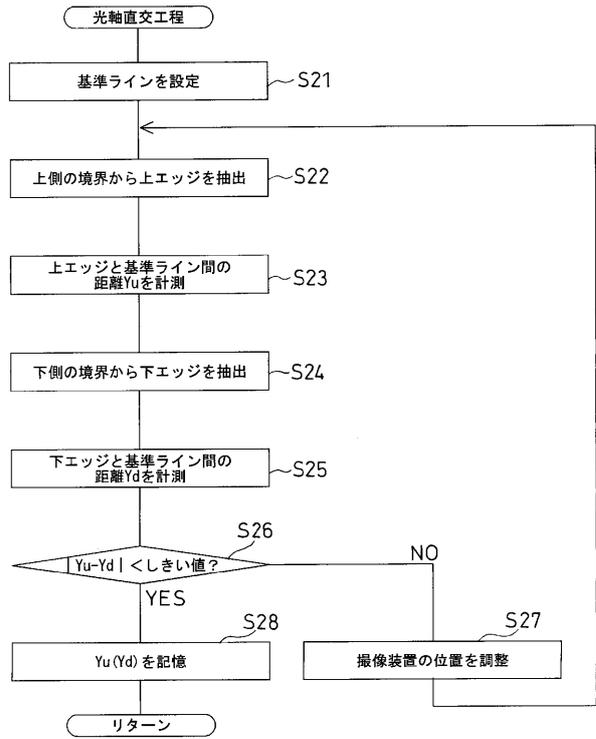
【図8】

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

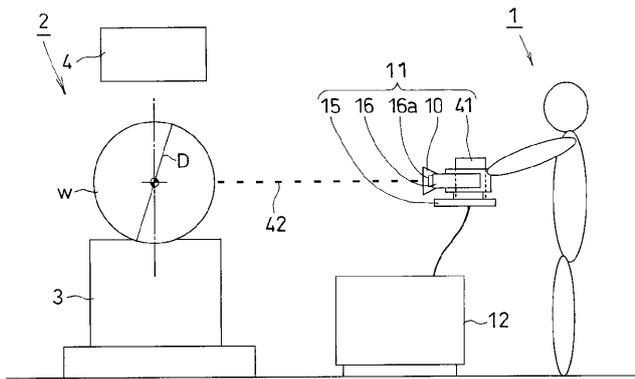
【図9】



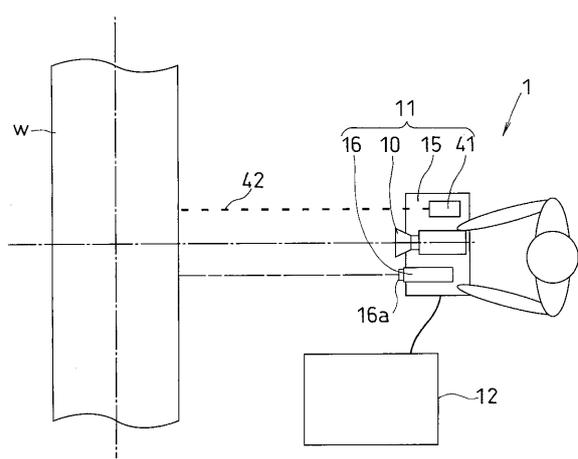
【図10】



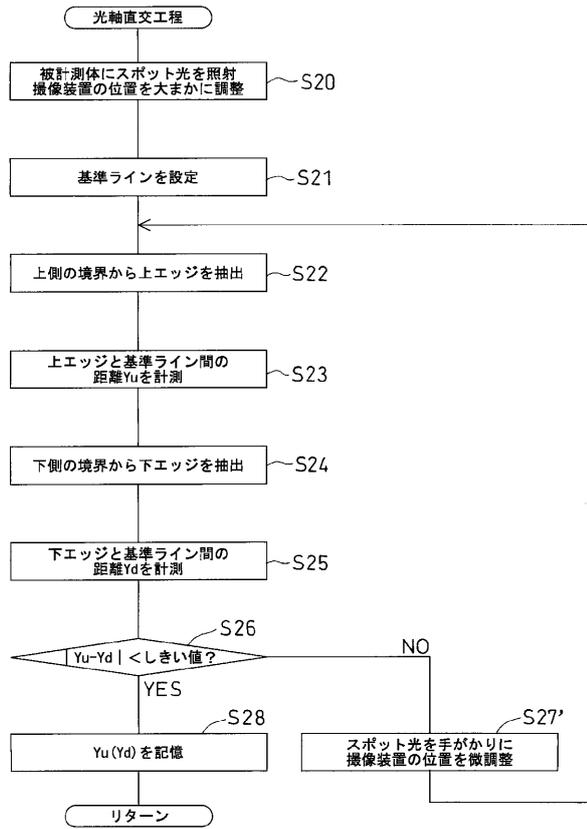
【図11】



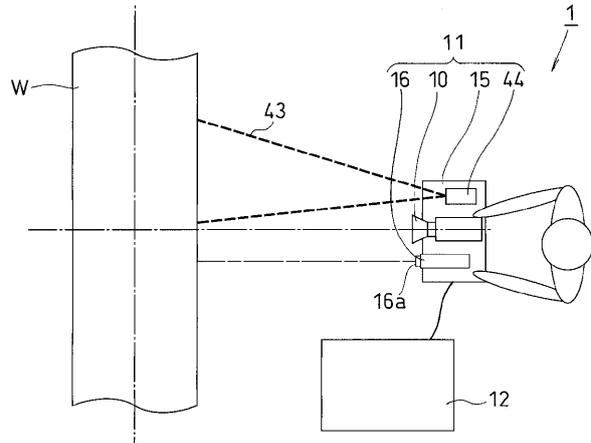
【図12】



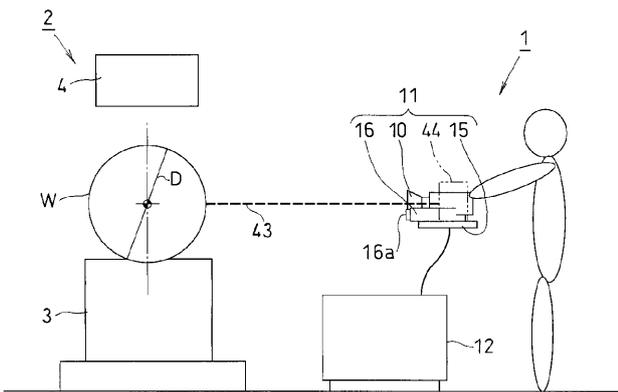
【 図 1 3 】



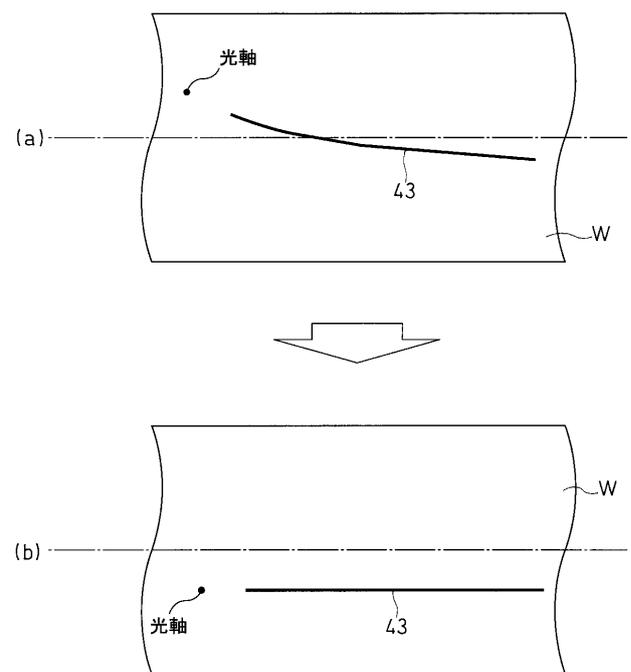
【 図 1 4 】



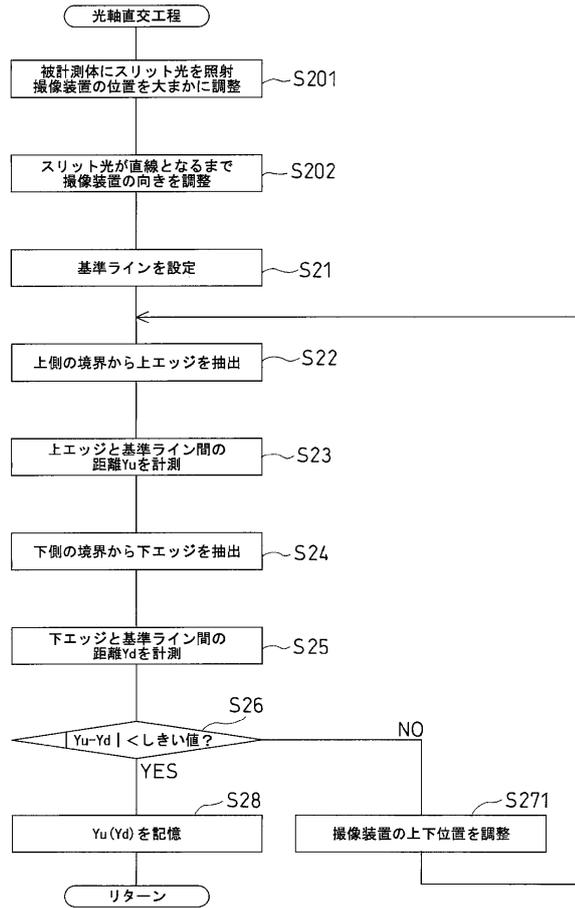
【 図 1 5 】



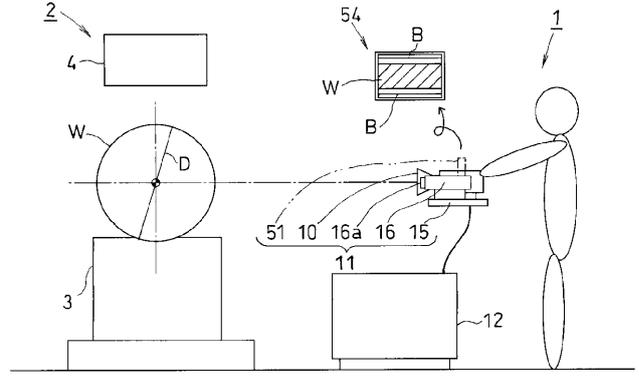
【 図 1 6 】



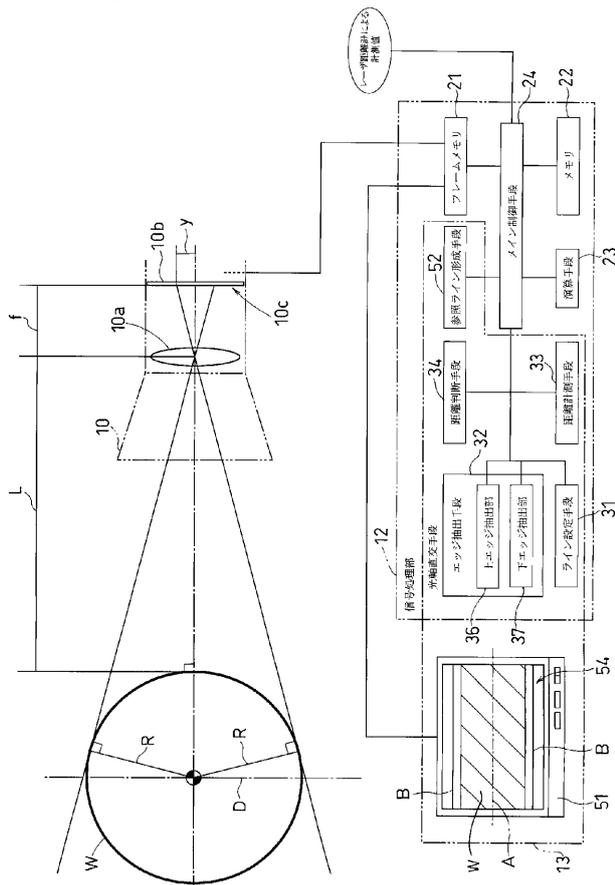
【 図 1 7 】



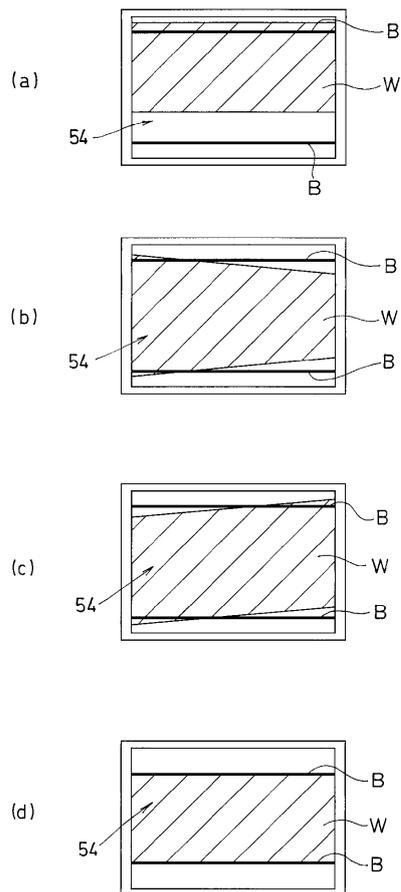
【 図 1 8 】



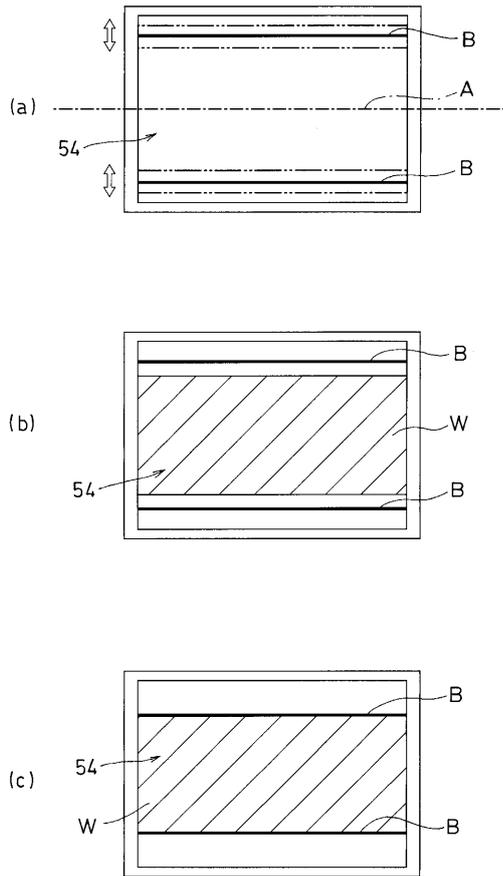
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

