

(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2014-115179

(P2014-115179A)

(43) 公開日 平成26年6月26日 (2014.6.26)

(51) Int.Cl.
G01B 11/02 (2006.01)

F I
G01B 11/02 H

テーマコード (参考)
2F065

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-269092 (P2012-269092)
(22) 出願日 平成24年12月10日 (2012.12.10)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100127661
弁理士 官坂 一彦
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(72) 発明者 櫻井 慎二
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

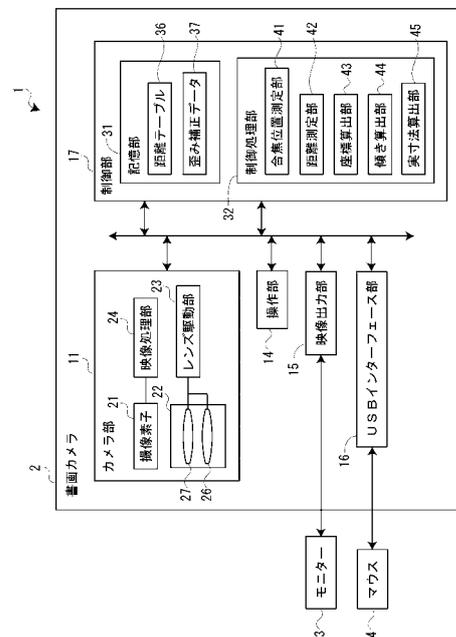
(54) 【発明の名称】 測長装置、書画カメラおよび測長方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】カメラ部と測定物との平行度にかかわらず、寸法情報を精度良く算出することができる測長装置を提供する。

【解決手段】平坦面を持つ測定物を撮影するカメラ部11と、撮影レンズ22の合焦位置と撮影レンズ22から測定物までの距離との関係を示す距離テーブル36を記憶する記憶部31と、5個の基準点に対する合焦位置を測定する合焦位置測定部41と、各合焦位置と距離テーブル36との照合結果に基づき、撮影レンズ22から各基準点までの距離を測定する距離測定部42と、各基準点の平面座標と距離測定部42の測定結果と撮影レンズ22の視野角とに基づいて、各基準点の空間座標を算出する座標算出部43と、各基準点の空間座標に基づき平坦面を含む基準平面を確定し、基準平面上の寸法情報を算出する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮影レンズを有し、平坦面を持つ測定物を撮影する撮影部と、
前記撮影レンズの合焦位置と前記撮影レンズから前記測定物までの距離との関係を示す距離テーブルを記憶する記憶部と、

前記平坦面上に設定された 3 個以上の基準点に対する前記撮影レンズの合焦位置を測定する合焦位置測定部と、

測定した前記各合焦位置と、前記距離テーブルとの照合結果に基づいて、前記撮影レンズから前記各基準点までの距離を測定する距離測定部と、

前記撮影部により得られた撮影画像における前記各基準点の平面座標と、前記距離測定部の測定結果と、前記撮影レンズの視野角とに基づいて、前記各基準点の空間座標を算出する座標算出部と、

前記各基準点の空間座標に基づいて前記平坦面を含む基準平面を確定し、当該基準平面上における寸法情報を算出する寸法情報算出部と、を備えたことを特徴とする測長装置。

【請求項 2】

前記寸法情報算出部は、前記寸法情報として、前記撮影画像上において指定された 2 個の指定点間の実寸法を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の測長装置。

【請求項 3】

前記撮影部の分解能、被写界深度および前記撮影レンズの視野角の少なくとも 1 つに基づいて、必要精度に応じた前記撮影画像上の測定可能エリアを設定するエリア設定部と、

前記測定可能エリア上において、前記 2 個の指定点を指定するための指定部と、をさらに備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の測長装置。

【請求項 4】

前記寸法情報算出部により算出した前記寸法情報に基づいて、前記撮影画像上に、前記基準平面上における実寸法の日盛りを反映する反映部を、さらに備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の測長装置。

【請求項 5】

前記反映部は、前記撮影部の分解能に基づいて、前記日盛りの刻み幅を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の測長装置。

【請求項 6】

前記撮影部は、ズーム倍率を可変自在に構成されており、

前記合焦位置測定部は、前記撮影部のズーム倍率を望遠側にした状態で撮影された複数の撮影画像に基づいて、前記撮影レンズの合焦位置を測定することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の測長装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の測長装置における各部と、

前記撮影部を、角度変更可能且つ高さ変更可能に支持する支持アームと、を備えたことを特徴とする書画カメラ。

【請求項 8】

撮影レンズを有し、平坦面を持つ測定物を撮影する撮影部と、前記撮影レンズの合焦位置と前記撮影レンズから前記測定物までの距離との関係を示す距離テーブルを記憶する記憶部と、を備えた測長装置を用いた測長方法であって、

前記測長装置は、

前記平坦面上に設定された 3 個以上の基準点に対する前記撮影レンズの合焦位置を測定する合焦位置測定ステップと、

測定した前記各合焦位置と、前記距離テーブルとの照合結果に基づいて、前記撮影レンズから前記各基準点における前記測定物までの距離を測定する距離測定ステップと、

前記撮影部により得られた撮影画像における前記各基準点の平面座標と、前記距離測定ステップの測定結果と、前記撮影レンズの視野角とに基づいて、前記各基準点の空間座標を算出する座標算出ステップと、

10

20

30

40

50

前記各基準点の空間座標に基づいて前記平坦面を含む基準平面を確定し、当該基準平面上における寸法情報を算出する寸法情報算出ステップと、を実行することを特徴とする測長方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定物を撮影すると共に、測定物の平坦面上における寸法情報を算出する測長装置、書画カメラおよび測長方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の測長装置（計測装置）として、計測対象物の高さを計測する変位計測部と、計測対象物の2次元画像を撮像素子により取得する画像取得部と、取得した画像により計測対象物上の2点間の長さを算出する画像計測部と、を備えたものが知られている（特許文献1参照）。この測長装置は、計測対象物の高さに対する補正係数とが関連付けられたテーブルを記憶している。そして、画像計測部は、当該テーブルを参照し、計測された高さに対応する補正係数を用いて、取得した画像により計測対象物上の2点間の長さを算出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-216891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、上記の測長装置は、据置き型の装置であるが、このような測長装置として、持ち運び可能で且つ設置が容易な書画カメラを用いることが考えられた。また、この書画カメラは、カメラ部が比較的自由に可動するので、書画カメラを用いることで、計測対象物の自由度が高い測長装置を実現することができる。

しかしながら、上記のような測長装置として、書画カメラを用いると、持ち運び等に伴って、カメラ部の角度が変わり、カメラ部と計測対象物の表面との平行度が低くなってしまふ。そのため、カメラ部に対し計測対象物の表面が傾いた状態で画像が取得（撮影）されてしまい、上記2点間の長さを精度良く算出することができないという問題があった。すなわち、カメラ部と計測対象物の表面との平行度を高めるべく、設置の都度、当該平行度を調整する必要があった。

【0005】

本発明は、カメラ部と測定物との平行度にかかわらず、寸法情報を精度良く算出することができる測長装置、書画カメラおよび測長方法を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の測長装置は、撮影レンズを有し、平坦面を持つ測定物を撮影する撮影部と、撮影レンズの合焦位置と撮影レンズから測定物までの距離との関係を示す距離テーブルを記憶する記憶部と、平坦面上に設定された3個以上の基準点に対する撮影レンズの合焦位置を測定する合焦位置測定部と、測定した各合焦位置と、距離テーブルとの照合結果に基づいて、撮影レンズから各基準点までの距離を測定する距離測定部と、撮影部により得られた撮影画像における各基準点の平面座標と、距離測定部の測定結果と、撮影レンズの視野角とに基づいて、各基準点の空間座標を算出する座標算出部と、各基準点の空間座標に基づいて平坦面を含む基準平面を確定し、当該基準平面上における寸法情報を算出する寸法情報算出部と、を備えたことを特徴とする。

【0007】

本発明の測長方法は、撮影レンズを有し、平坦面を持つ測定物を撮影する撮影部と、撮

10

20

30

40

50

影レンズの合焦位置と撮影レンズから測定物までの距離との関係を示す距離テーブルを記憶する記憶部と、を備えた測長装置を用いた測長方法であって、測長装置は、平坦面上に設定された3個以上の基準点に対する撮影レンズの合焦位置を測定する合焦位置測定ステップと、測定した各合焦位置と、距離テーブルとの照合結果に基づいて、撮影レンズから各基準点における測定物までの距離を測定する距離測定ステップと、撮影部により得られた撮影画像における各基準点の平面座標と、距離測定ステップの測定結果と、撮影レンズの視野角とに基づいて、各基準点の空間座標を算出する座標算出ステップと、各基準点の空間座標に基づいて平坦面を含む基準平面を確定し、当該基準平面上における寸法情報を算出する寸法情報算出ステップと、を実行することを特徴とする。

【0008】

これらの構成によれば、平坦面上に設定された3個以上の基準点の空間座標を算出し、これに基づいて平坦面を含む基準平面を確定して、当該基準平面上の寸法情報を算出する。このように、基準平面、すなわちカメラ部と測定物(の平坦面)との平行度を加味して、寸法情報を算出する。そのため、カメラ部と測定物との平行度にかかわらず、寸法情報を精度良く算出することができる。また、撮影レンズの合焦位置の測定結果を用いて、測定物までの距離を算出するので、特段の測定機器を必要とせず、寸法情報を容易に得ることができる。なお、撮影レンズの合焦位置とは、厳密には、撮影レンズが有するフォーカスレンズの合焦位置である。また、撮影レンズの視野角とは、撮影レンズによって、画面内に撮影できる物体空間の範囲を角度で表したものである。なお、各基準点の平面座標、距離測定部の測定結果、および撮影レンズの視野角のみならず、ズーム倍率、絞り値、レンズ歪み、被写界深度等も加味して、各基準点の空間座標を算出する構成であっても良い。さらに、撮影レンズの視野角に代え、撮影レンズの焦点距離および撮影部における撮像素子の寸法等を用いて、各基準点の空間座標を算出する構成であっても良い。

【0009】

上記の測長装置において、寸法情報算出部は、寸法情報として、撮影画像上において指定された2個の指定点間の実寸法を算出することが好ましい。

【0010】

この構成によれば、カメラ部と測定物との平行度を加味して、指定点間の実寸法(長さ)を算出する。そのため、カメラ部と測定物と平行度にかかわらず、指定点間の実寸法を精度良く算出することができる。

【0011】

この場合、撮影部の分解能、被写界深度および撮影レンズの視野角の少なくとも1つに基づいて、必要精度に応じた撮影画像上の測定可能エリアを設定するエリア設定部と、測定可能エリア上において、2個の指定点を指定するための指定部と、をさらに備えることが好ましい。

【0012】

撮影部の機構上の問題により、撮影画像上において、測定精度が高いエリアと、測定精度が低いエリアとが生じる場合がある。例えば、撮影レンズの性質上、一般的に中央のエリアに対し、外側のエリアの方が歪みが生じやすく、測定の誤差が生じやすい。よって、このような測定精度が低いエリアに2個の指定点が指定されると、寸法情報が精度良く測定することができない虞がある。

これに対し、上記構成によれば、撮影部の分解能、被写界深度や撮影レンズの視野角に基づいて、必要精度で測定可能な測定可能エリアを自動設定し、測定可能エリア内のみで、2個の指定点を指定可能とすることで、常に寸法情報を精度良く(必要精度で)測定することができる。

【0013】

上記の測長装置において、寸法情報算出部により算出した寸法情報に基づいて、撮影画像上に、基準平面上における実寸法の目盛りを反映する反映部を、さらに備えたことが好ましい。

【0014】

10

20

30

40

50

この構成によれば、カメラ部と測定物との平行度を加味して、撮影画像上に目盛りを反映するので、カメラ部と測定物との平行度にかかわらず、高精度の目盛りを反映することができる。

【0015】

この場合、反映部は、撮影部の分解能に基づいて、目盛りの刻み幅を設定することが好ましい。

【0016】

この構成によれば、目盛りの刻み幅を、分解能に対応した最適なものに設定することができる。なお、撮影部の分解能に代えて、ズーム倍率や絞り値、撮影レンズの視野角等に基づいて、目盛りの刻み幅を設定する構成であっても良い。

10

【0017】

上記の測長装置において、撮影部は、ズーム倍率を可変自在に構成されており、合焦位置測定部は、撮影部のズーム倍率を望遠側にした状態で撮影された複数の撮影画像に基づいて、撮影レンズの合焦位置を測定することが好ましい。

【0018】

ズーム倍率を広角側に設定していると、被写界深度が深くなる。そのため、ズーム倍率を広角側に設定した状態で、合焦位置の測定を行うと、広い範囲で合焦するので、合焦位置に基づく測定物までの距離の測定が精度良く算出できない虞がある。

これに対し、上記構成によれば、ズーム倍率を望遠側に設定した状態で、合焦位置の測定を行うことで、測定物までの距離の測定が精度良く算出できる。

20

【0019】

本発明の書画カメラは、上記の測長装置における各部と、撮影部を、角度変更可能且つ高さ変更可能に支持する支持アームと、を備えたことを特徴とする。

【0020】

この構成によれば、書画カメラを用いることで、持ち運び可能で且つ設置が容易であると共に、測定物の自由度が高い測長装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態にかかる測長システムを示したシステム構成図である。

【図2】書画カメラを模式的に示した側面図である。

30

【図3】測長システムによる測長動作を示したフローチャートである。

【図4】測長動作におけるモニターの画面遷移を示した画面遷移図である。

【図5】第2実施形態の測長システムを示したシステム構成図である。

【図6】目盛りを反映した撮影画像を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、添付図面を参照し、本発明の一実施形態にかかる測長装置、書画カメラおよび測長方法について説明する。本実施形態では、本発明の測長装置を用いた測長システムについて説明する。この測長システムは、測定物を撮影し、測定物上における寸法情報を測定するものである。厳密には、平坦面を有する測定物を撮影し、平坦面上における寸法情報を測定する。特に、本測長システムは、カメラ部と測定物（の平坦面）との平行度にかかわらず、寸法情報を精度良く算出できる測長方法を用いたものである。

40

【0023】

図1に示すように、測長システム1は、書画カメラ（測長装置）2と、書画カメラ2に接続されたモニター3と、書画カメラ2に接続されたマウス4と、を備えている。モニター3は、書画カメラ2から出力された画像を表示し、書画カメラ2の表示手段として機能する。また、マウス4は、操作信号を書画カメラ2に入力し、書画カメラ2のポインティング手段として機能する。

【0024】

図1および図2に示すように、書画カメラ2は、カメラ部（撮影部）11と、カメラ部

50

1 1 を支持する支持アーム 1 2 と、支持アーム 1 2 が立設された本体部 1 3 と、本体部 1 3 の上面に配設された操作部 1 4 と、本体部 1 3 の背面に配設された映像出力部 1 5 および U S B インターフェース部 1 6 と、本体部 1 3 の内部に設けられ、これら各部を制御する制御部 1 7 と、を備えている。

【 0 0 2 5 】

支持アーム 1 2 は、カメラ部 1 1 を、角度変更可能且つ、前後左右方向および高さ方向に移動可能に支持している。操作部 1 4 は、ユーザーが各種設定および操作を行うためのものであり、各種操作ボタンを有している。

【 0 0 2 6 】

映像出力部 1 5 は、ケーブルを介してモニター 3 を接続し、画像をモニター 3 に出力する。U S B インターフェース部 1 6 は、マウス 4 を接続し、マウス 4 の操作信号を、書画カメラ 2 に入力する。

【 0 0 2 7 】

図 2 に示すように、カメラ部 1 1 は、撮像素子 2 1 と、撮影レンズ 2 2 と、レンズ駆動部 2 3 と、映像処理部 2 4 と、を備えている。撮像素子 2 1 は、C M O S イメージセンサー等で構成されており、測定物 A を撮影して、撮影画像を取得する。厳密には、測定物 A の反射光を、撮影レンズ 2 2 を介して受光し、撮影画像を取得する。

【 0 0 2 8 】

撮影レンズ 2 2 は、ズーム倍率を可変自在に構成されたズームレンズで構成されており、合焦のために移動するフォーカスレンズ 2 6 と、ズーム調整のために移動する変倍レンズ 2 7 と、を有している。厳密には、フォーカスレンズ 2 6 および変倍レンズ 2 7 は、それぞれレンズ群で構成されている。

【 0 0 2 9 】

レンズ駆動部 2 3 は、1 - 2 相励磁方式またはマイクロステップ方式のステッピングモーターで構成されており、撮影レンズ 2 2 を駆動する。具体的には、レンズ駆動部 2 3 は、光軸上においてフォーカスレンズ 2 6 の位置を移動させて、ピント調整を行う。また、光軸上において変倍レンズ 2 7 の位置を移動させて、ズーム倍率（ズーム比）の調整を行う。

【 0 0 3 0 】

映像処理部 2 4 は、撮像素子 2 1 で取得した撮影画像に対し画像処理を行い、撮影画像のコントラスト値を検出する。詳細は後述するが、このコントラスト値は、測定物 A に対するフォーカスレンズ 2 6 の合焦位置の測定に用いられる。

【 0 0 3 1 】

制御部 1 7 は、各種制御プログラムおよび各種制御データを記憶する記憶部 3 1 と、記憶部 3 1 に記憶された各種制御プログラムに従って、書画カメラ 2 の各部を制御する制御処理部 3 2 と、を備えている。記憶部 3 1 に記憶されている各種制御データには、距離テーブル 3 6 と、歪み補正データ 3 7 とが含まれている。

【 0 0 3 2 】

距離テーブル 3 6 は、フォーカスレンズ 2 6 の合焦位置と、光軸方向における撮影レンズ 2 2 から測定物 A までの距離（深度）との関係を示すテーブルである。また、ズーム倍率毎に、当該合焦位置と当該距離とを対応付けたマトリクステーブルとなっている。このフォーカスレンズ 2 6 の合焦位置とは、合焦画像が得られるフォーカスレンズ 2 6 のレンズ位置（ステップ数）である。この距離テーブル 3 6 は、撮影レンズ 2 2 毎に、各合焦位置に対応する当該距離を測定して作成されている。

【 0 0 3 3 】

歪み補正データ 3 7 は、撮影レンズ 2 2 における歪曲収差（レンズディストーション）の補正值のデータである。すなわち、撮影画像における X Y 座標毎の歪み補正值からなるマトリクスデータとなっている。この歪み補正データ 3 7 は、撮影画像のレンズ歪み補正を行う時に用いられると共に、寸法情報を算出する時に用いられる。この歪み補正データ 3 7 についても、撮影レンズ 2 2 毎に、X Y 座標毎の補正值を測定して作成されている

10

20

30

40

50

。

【0034】

制御処理部32は、記憶部31に記憶された各種制御プログラムにより、合焦位置測定部41、距離測定部42、座標算出部43、傾き算出部44および実寸法算出部45として機能している。

【0035】

合焦位置測定部41は、撮像素子21、レンズ駆動部23および映像処理部24により、フォーカスレンズ26の合焦位置を測定する。具体的には、レンズ駆動部23により、フォーカスレンズ26を移動しつつ、撮像素子21により、フォーカスレンズ26の各レンズ位置（ステップ数）において、撮影画像を取得する。そして、映像処理部24により、各レンズ位置の各撮影画像のコントラスト値を検出する。検出の結果、最大のコントラスト値を有する撮影画像（合焦画像）が得られたレンズ位置を、合焦位置とする。なお、レンズ駆動部23により、当該合焦位置にフォーカスレンズ26を移動することで、オートフォーカス処理が実行される。

10

【0036】

距離測定部42は、合焦位置測定部41の測定結果と、撮影レンズ22のズーム倍率と、距離テーブル36とに基づいて、光軸方向における撮影レンズ22から測定物Aまでの距離を測定する。厳密には、合焦位置測定部41の測定結果と、撮影レンズ22のズーム倍率とに基づいて、距離テーブル36から当該距離を抽出する。

【0037】

座標算出部43は、平坦面A1上の5個の基準点（後述する）の空間座標（XYZ座標）を算出する。すなわち、座標算出部43は、撮影画像上における各基準点の平面座標と、距離測定部42の算出結果と、撮影レンズ22の視野角と、に基づいて、各基準点の空間座標を算出する。この空間座標は、撮影レンズ22を基準とした実座標系の空間座標である。

20

【0038】

傾き算出部44は、撮影レンズ22に対する測定物Aの傾き角度を算出する。傾き算出部44は、座標算出部43により算出した上記各基準点の空間座標に基づいて、カメラ部11に対する測定物A（の平坦面A1）の高さ方向（Z軸方向）の傾き角度を算出する。

【0039】

実寸法算出部45は、平坦面A1上における2個の指定点P3間の距離を算出する。具体的には、上記傾き角度を無視した指定点P3間の実寸法を算出し、当該実寸法を、傾き角度に基づく補正值で補正する。なお、請求項にいう寸法情報算出部は、傾き算出部44および実寸法算出部45により構成されている。

30

【0040】

ここで図3および図4を参照して、測長システム1による測長動作について説明する。本測長動作は、平坦面A1を持つ測定物Aを撮影し、平坦面A1上の2個の指定点P3間の実寸法を測定するものである。なお、測定物Aは、カメラ部11から、その平坦面A1が撮影できるように載置されているものとする。つまり、実寸法を測定したい平坦面A1が撮影できるように載置される。

40

【0041】

図3に示すように、まず、書画カメラ2は、カメラ部11により、測定物Aを撮影して、測定物Aの撮影画像を取得する（S1）。そして、映像出力部15により、取得した撮影画像をモニター3に表示する（S2）（図4（a）参照）。このとき、撮影画像は、基本的に焦点が合っていない画像となっている。

【0042】

その後、ユーザーは、モニター3の撮影画像上において、マウス4により平坦面A1上のフォーカス点P1を指定する（S3）（図4（b）参照）。これに対し、書画カメラ2は、USBインターフェース部16により、当該指定操作の操作信号を受信し（S4）、指定したフォーカス点P1によるオートフォーカス処理を実行する（S5～S8）。すな

50

わち、合焦位置測定部 4 1 により、当該フォーカス点 P 1 に対するフォーカスレンズ 2 6 の合焦位置を測定し (S 5)、レンズ駆動部 2 3 により、測定した合焦位置に、フォーカスレンズ 2 6 を移動する (S 6)。そして、再度、測定物 A を撮影し (S 7)、取得した撮影画像をモニター 3 に表示する (S 8) (図 4 (c) 参照)。このとき、撮影画像は、焦点が合った画像となる。

【 0 0 4 3 】

次に、ユーザーは、モニター 3 の撮影画像上において、マウス 4 により平坦面 A 1 上の 4 個のキャリブレーション点 P 2 を指定する (S 9) (図 4 (d) 参照)。なお、図 4 の例のように、4 個のキャリブレーション点 P 2 は、フォーカス点 P 1 の前後左右に位置することが好ましいが、4 個のキャリブレーション点 P 2 の全てと、フォーカス点 P 1 とが同一直線上に位置しなければ、指定する位置は任意である。これに対し、書画カメラ 2 は、U S B インターフェース部 1 6 により、当該指定操作の操作信号を受信し (S 1 0)、指定したフォーカス点 P 1 と 4 個のキャリブレーション点 P 2 とを基準点として、傾き算出処理 (キャリブレーション) (S 1 1 ~ S 1 4) を行う。

10

【 0 0 4 4 】

具体的には、まず、合焦位置測定部 4 1 により、5 個の基準点 (フォーカス点 P 1 および 4 個のキャリブレーション点 P 2) に対するフォーカスレンズ 2 6 の合焦位置を測定する (S 1 1 : 合焦位置測定ステップ)。そして、距離測定部 4 2 により、光軸方向における撮影レンズ 2 2 から各基準点までの距離を算出する (S 1 2 : 距離測定ステップ)。すなわち、5 個の基準点の各合焦位置と、撮影レンズ 2 2 のズーム倍率と、距離テーブル 3 6 との照合結果に基づいて、撮影レンズ 2 2 から各基準点までの距離を測定する。

20

【 0 0 4 5 】

その後、座標算出部 4 3 により、5 個の基準点の空間座標を算出する。すなわち、撮影画像における各基準点の平面座標と、距離測定部 4 2 の測定結果 (撮影レンズ 2 2 から各基準点までの距離) と、撮影レンズ 2 2 の視野角とに基づいて、各基準点の空間座標を算出する (S 1 3 : 座標算出ステップ)。

【 0 0 4 6 】

5 個の基準点の空間座標を算出したら、傾き算出部 4 4 により、各基準点の空間座標に基づいて、平坦面 A 1 を含む基準平面の、撮影レンズ 2 2 に対する高さ方向 (Z 軸方向) の傾き角度を算出する (S 1 4)。すなわち、平坦面 A 1 を含む基準平面を確定する。例えば、任意の 2 個の基準点における X 軸方向および Z 軸方向の位置ズレ量 (x , z) と、傾き角度の X 成分 θ_1 との間には、 $z / x = \tan(\theta_1)$ が成り立つ。これを用いて、位置ズレ量 (x , z) から、傾き角度の X 成分 θ_1 を算出することができる。厳密には、5 個の基準点を組み合わせて、複数の傾き角度の X 成分 θ_1 を算出し、その平均値を傾き角度の X 成分 θ_1 とする。同様の方法で、傾き角度の Y 成分 θ_2 を算出する。

30

【 0 0 4 7 】

傾き算出処理が終了したら、ユーザーは、モニター 3 の撮影画像上において、マウス 4 により平坦面 A 1 上の 2 個の指定点 P 3 を指定する (S 1 5) (図 4 (e) 参照)。これに対し、書画カメラ 2 は、U S B インターフェース部 1 6 により、当該指定操作の操作信号を受信し (S 1 6)、指定した指定点 P 3 間の実寸法の算出処理を実行する (S 1 7)

40

【 0 0 4 8 】

具体的には、実寸法算出部 4 5 により、撮影画像上における指定点 P 3 間の距離と、光軸方向における撮影レンズ 2 2 からフォーカス点 P 1 までの距離と、撮影レンズ 2 2 の視野角とに基づいて、傾き角度を無視した指定点 P 3 間の実寸法を算出する。そして、当該実寸法を、傾き角度に基づく補正值で補正して、平坦面 (基準平面) 上における指定点 P 3 間の実寸法を算出する。厳密には、傾き角度を無視した指定点 P 3 間の実寸法を、一度 X 成分および Y 成分に分解し、傾き角度の X 成分および Y 成分により、X Y 成分毎に補正する。その後、X Y 成分を合成して、指定点 P 3 間の実寸法を得る。さらに、歪み補正データ 3 7 を用いて、算出した指定点 P 3 間の実寸法を補正することが好ましい。

50

【0049】

指定点 P 3 間の実寸法を算出したら、当該指定点 P 3 間の実寸法を、撮影画像上に反映し、モニター 3 に表示させる (S 1 8) (図 4 (f) 参照)。これにより、本測長動作を終了する。なお、寸法情報検出ステップは、傾き角度の算出 (S 1 4) と、実寸法の算出 (S 1 7) とにより実行される。

【0050】

なお、上記測長動作では、平坦面 A 1 上で指定点 P 3 を指定するものとしたが、基準平面上の指定点 P 3 を指定する構成であれば、平坦面 A 1 上でない位置を含む任意の指定点 P 3 間を測長することができる。また、上記測長動作では、フォーカス点 P 1 やキャリブレーション点 P 2 をユーザーが指定する構成であったが、フォーカス点 P 1 やキャリブレーション点 P 2 が書画カメラ 2 により自動的に設定される構成であっても良い。また、さらに、上記測長動作では、オートフォーカス処理によって、測定物 A に焦点を合わせる構成であったが、手動で焦点を合わせる構成であっても良い。

10

【0051】

次に図 5 を参照して、第 2 実施形態の測長システム 1 について、第 1 実施形態と異なる部分のみ説明する。第 2 実施形態の測長システム 1 は、指定点 P 3 間の実寸法の算出 / 表示に代えて、目盛り S を表示するものである。図 5 に示すように、第 2 実施形態の測長システム 1 は、実寸法算出部 4 5 に代えて、基準寸法算出部 5 1 と、目盛り反映部 (反映部) 5 2 と、を備えている。なお、第 2 実施形態において、寸法情報算出部は、傾き算出部 4 4 および基準寸法算出部 5 1 により、構成されている。

20

【0052】

基準寸法算出部 5 1 は、平坦面 A 1 上における実寸法の基準寸法を算出する。具体的には、上記 5 個の基準点のうち、X 軸方向の最外端に位置する 2 個の基準点間の X 軸方向における実寸法を算出し、X 軸方向の基準寸法とする。また、上記 5 個の基準点のうち、Y 軸方向の最外端に位置する 2 個の基準点間の Y 軸方向における実寸法を算出し、Y 軸方向の基準寸法とする。これらの算出方法は、指定点 P 3 間の算出と同様、傾き角度を無視した実寸法を算出し、当該実寸法を、傾き角度に基づく補正值により補正して算出する。

【0053】

目盛り反映部 5 2 は、基準寸法算出部 5 1 により算出した基準寸法に基づいて、撮影画像上に、基準平面上における実寸法が目盛り S を反映して、表示させる (図 6 参照)。すなわち、基準寸法算出部 5 1 により算出した基準寸法に基づいて当該目盛り S を生成し、生成した目盛り S を撮影画像上に反映する。当該目盛り S は、X 軸方向の目盛り S と、Y 軸方向の目盛り S を切替え可能に表示するものであり、X 軸方向または Y 軸方向に所定の刻み幅 (例えば 10 mm ピッチ) で配置される。また、目盛り S は、基準寸法の算出に用いた基準点間に配置する。すなわち、X 軸方向の目盛り S は、X 軸方向の最外端に位置する 2 個の基準点間に配置し (図 6 (a) 参照)、Y 軸方向の目盛り S は、Y 軸方向の最外端に位置する 2 個の基準点間に配置する (図 6 (b) 参照)。なお、X 軸方向の目盛り S と Y 軸方向の目盛り S とを色違いにし、一緒に表示する構成であっても良い。

30

【0054】

以上の各実施形態の構成によれば、平坦面 A 1 上に設定された 5 個の基準点の空間座標を算出し、これに基づいて平坦面 A 1 を含む基準平面を確定して、当該基準平面上の寸法情報 (指定点 P 3 間の実寸法または基準寸法) を算出する。このように、基準平面、すなわちカメラ部 1 1 と測定物 A (の平坦面 A 1) との平行度を加味して、寸法情報を算出する。そのため、カメラ部 1 1 と測定物 A との平行度にかかわらず、寸法情報を精度良く算出することができる。また、オートフォーカス処理に用いる合焦位置測定を用いて、測定物 A までの距離を算出するので、特段の測定機器を必要とせず、寸法情報を容易に得ることができる。なお、基準点の数は、必ずしも 5 個である必要はなく、平面を確定できる数 (3 個以上) であれば良い。

40

【0055】

また、測長装置に書画カメラ 2 を用いることで、持ち運び可能で且つ設置が容易である

50

と共に、測定物 A の自由度が高い測長装置を提供することができる。

【0056】

なお、上記各実施形態において、合焦位置測定時の各撮影画像の撮影は、ズーム倍率を望遠 (Tele) 側にした状態で行われることが好ましい。かかる場合、ズーム倍率を望遠側に設定した状態で、合焦位置の測定を行うことで、撮影レンズ 22 から測定物 A までの距離の測定が精度良く算出できる。また、これに代え、撮影レンズ 22 として、望遠レンズもしくは望遠ズームレンズを用いて、合焦位置の測定を行う構成であっても良い。

【0057】

また、上記各実施形態において、合焦位置測定時のズーム倍率を、測定物 A の大きさに合わせて、自動設定する構成であっても良い。

10

【0058】

さらに、上記各実施形態においては、5 個の基準点の空間座標から、測定物 A の傾き角度を算出し、傾き角度に基づく補正値を算出する構成であったが、傾き角度を算出せずに補正値を直接算出する構成であっても良い。

【0059】

またさらに、上記各実施形態においては、実寸法算出部 45 と、基準寸法算出部 51 および目盛り反映部 52 と、の一方を有する構成であったが、実寸法算出部 45、基準寸法算出部 51 および目盛り反映部 52 を一緒に有する構成であっても良い。

【0060】

また、上記各実施形態において、傾き算出部 44 により算出した傾き角度に基づいて、撮影画像をキーストン補正する構成であっても良い。

20

【0061】

さらに、上記各実施形態において、角度変更したカメラ部 11 を固定するロック機構を備えた構成であっても良い。

【0062】

またさらに、上記各実施形態において、合焦位置の測定時にカメラ部 11 が振動して動いてしまうのを防止すべく、書画カメラ 2 の操作手段は、リモコンや振動しにくい部分 (本体部 13 等) に配設した操作ボタンにより、構成されていることが好ましい。

【0063】

また、上記各実施形態において、測定精度を高めるべく、傾き算出処理における、各基準点に対する合焦位置の測定を、それぞれ複数回行い、それぞれの平均値を各基準点に対する測定値とする構成であっても良い。

30

【0064】

さらに、上記各実施形態において、複数のカメラ部 11 を有する構成であっても良い。かかる場合、撮影画像の撮影と、寸法情報の測定とを別々のカメラ部 11 で行う構成であっても良い。または、複数のカメラ部 11 で寸法情報の測定を行い、その平均値を算出することで、測定精度を向上する構成であっても良いし、基準点の合焦位置測定を分担して測定を行うことで、測定速度を向上する構成であっても良い。

【0065】

なお、上記各実施形態において、基準点の空間座標を算出する際、基準点の平面座標、距離測定部の測定結果、および撮影レンズの視野角に加え、ズーム倍率、絞り値、レンズ歪み、被写界深度等も加味して、各基準点の空間座標を算出する構成であっても良い。

40

【0066】

また、撮影レンズ 22 の視野角に代え、撮影レンズ 22 の焦点距離およびカメラ部 11 における撮像素子 21 の寸法等を用いて、各基準点の空間座標を算出する構成であっても良い。

【0067】

さらに、上記第 1 実施形態において、書画カメラ 1 が、カメラ部 11 の分解能、被写界深度および撮影レンズ 22 の視野角の少なくとも 1 つに基づいて、必要精度に応じた撮影画像上の測定可能エリアを設定するエリア設定部をさらに備え、測定可能エリア上におい

50

て、上記２個の指定点を指定する構成であっても良い。すなわち、制御部１７は、測定可能エリア上への指定点の指定操作を受け付け、測定可能エリア上以外への指定点の指定操作を拒否する構成とする。かかる構成によれば、必要精度に応じた測定可能エリアでのみ指定点を指定可能となるため、常に寸法情報を精度良く（必要精度で）測定することができる。なお、請求項にいう「点指定部」は、制御部１７およびマウス４により構成されている。また、かかる構成において、記憶部３１に、測定可能エリアと必要寸法とを対応付けたデータテーブルを記憶しておき、ユーザーが指定した必要精度に基づき、データテーブルを参照して測定可能エリアを設定する構成であっても良い。もしくは、表示した撮影画像上において、ユーザーが直接、測定可能エリアを指定する構成であっても良い。

【００６８】

またさらに、上記第２実施形態において、目盛り反映部５２が、カメラ部１１の分解能に基づいて、目盛りの刻み幅を設定変更する構成であっても良い。なお、カメラ部１１の分解能に代えて、ズーム倍率や絞り値、撮影レンズ２２の視野角等に基づいて、目盛りの刻み幅を設定変更する構成であっても良い。

【００６９】

なお、上記各実施形態においては、外付けのモニター３により、撮影画像を表示する構成であったが、書画カメラ２が表示部（例えば液晶ディスプレイ）を有している場合、当該表示部に、撮影画像を表示する構成であっても良い。

【００７０】

また、上記各実施形態においては、外付けのマウス４により、各点の指定操作を行う構成であったが、外付けのペンタブレットにより、各点の指定操作を行う構成であっても良いし、書画カメラ２上の操作部１４により、各点の指定操作を行う構成であっても良い。

【００７１】

ひいては、書画カメラ２がタッチパネル部を有している場合、当該タッチパネル部により、撮影画像の表示と、各点の指定操作とを行う構成であっても良い。

【００７２】

また、上記各実施形態においては、測長装置として、書画カメラ２を用いる構成であったが、これに限るものではない。例えば、測長装置として、デジタルカメラ等を用いる構成であっても良い。

【符号の説明】

【００７３】

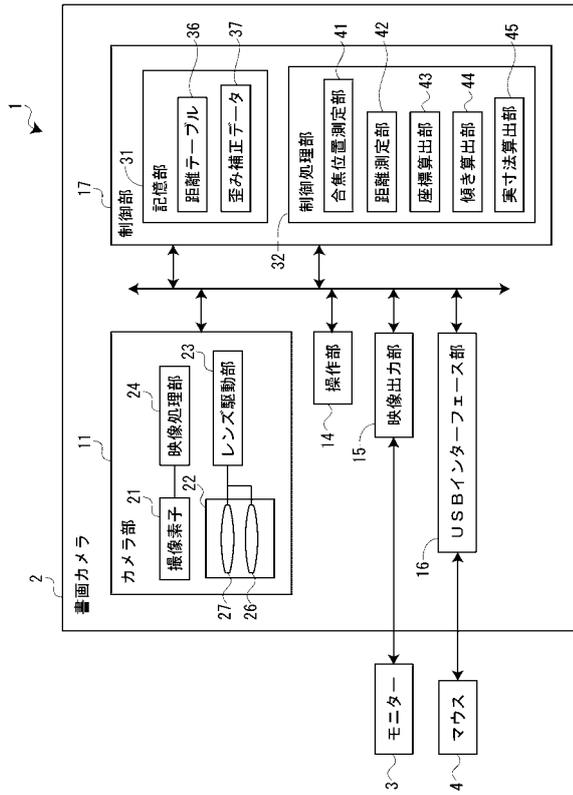
２：書画カメラ、４：マウス、１１：カメラ部、１２：支持アーム、１７：制御部、２２：撮影レンズ、３１：記憶部、３６：距離テーブル、４１：合焦位置測定部、４２：距離測定部、４３：座標算出部、４４：傾き算出部、４５：実寸法算出部、５１：基準寸法算出部、５２：目盛り反映部、Ａ：測定物、Ａ１：平坦面、Ｐ１：フォーカス点、Ｐ２：キャリブレーション点、Ｐ３：指定点、Ｓ：目盛り

10

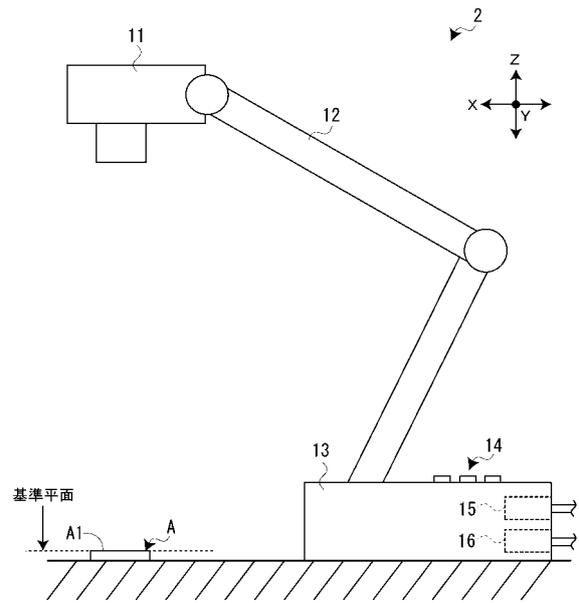
20

30

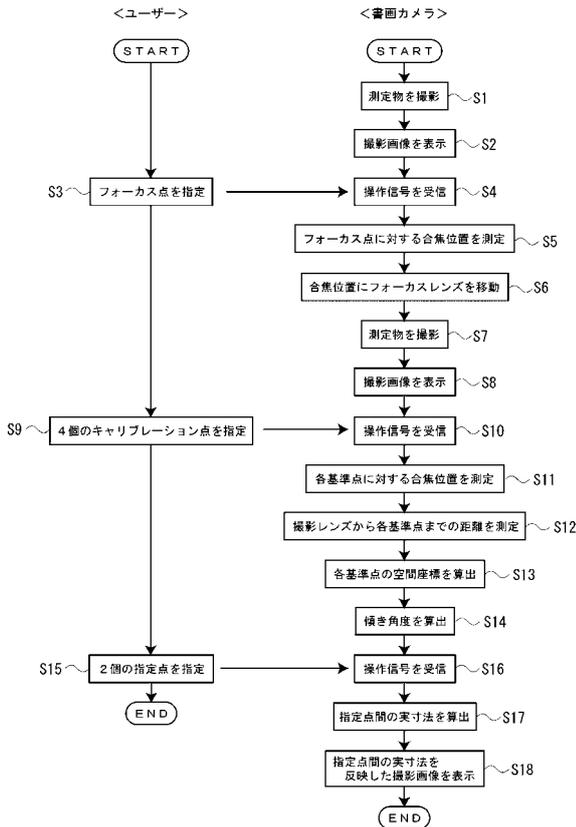
【図1】



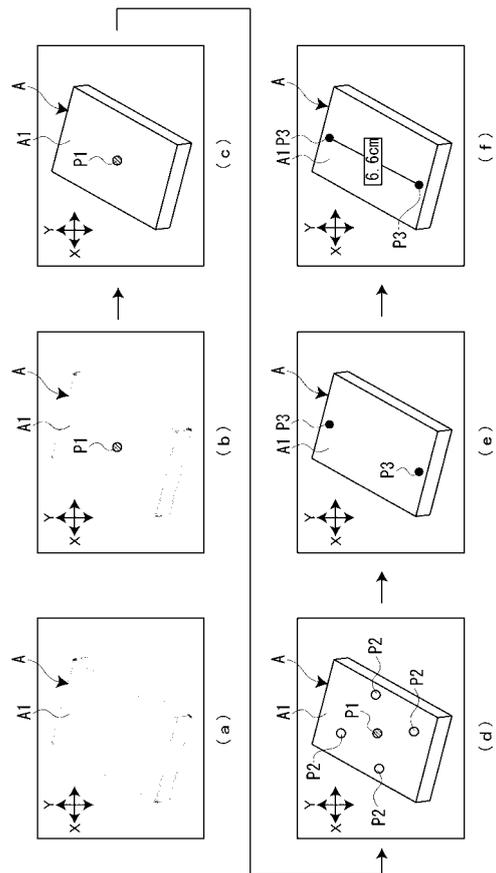
【図2】



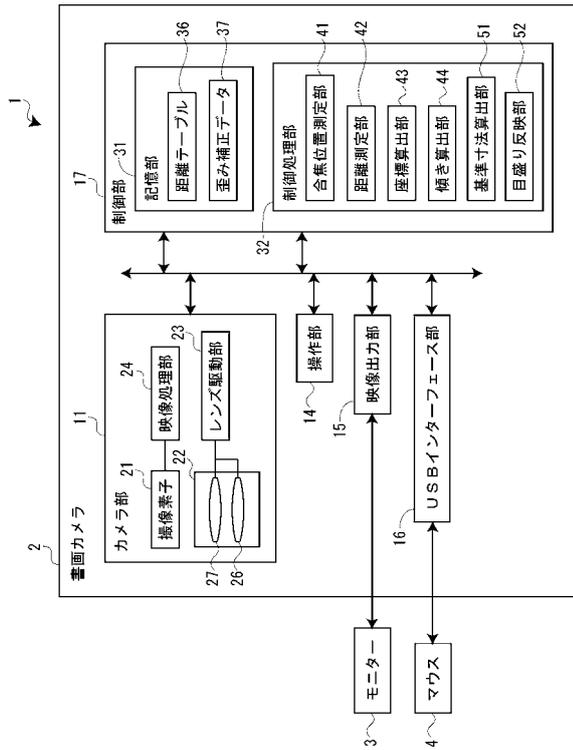
【図3】



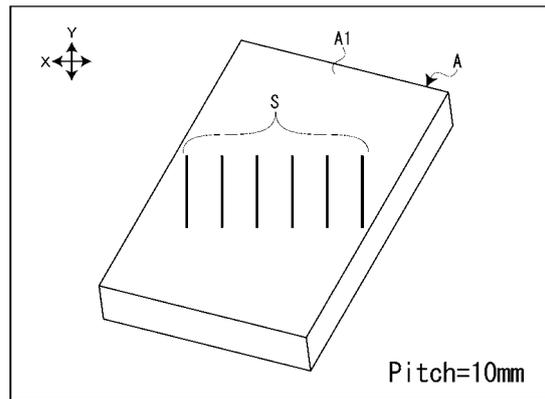
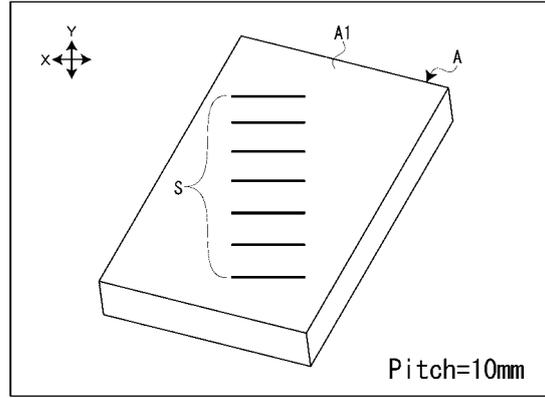
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA06 AA07 AA20 AA21 AA35 BB01 EE08 FF01 FF04
FF10 FF26 JJ03 JJ26 LL06 MM06 PP04 PP05 PP11 PP25
QQ24 QQ25 QQ29 QQ31 QQ35 RR06 SS02 SS03 SS13 UU03
UU05