

(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2005-17257

(P2005-17257A)

(43) 公開日 平成17年1月20日(2005.1.20)

(51) Int. Cl.⁷

G01B 11/00

G01B 11/26

F I

G01B 11/00

G01B 11/26

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 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-205158 (P2003-205158)
 (22) 出願日 平成15年7月31日(2003.7.31)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-125953 (P2003-125953)
 (32) 優先日 平成15年4月30日(2003.4.30)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000106221
 サンクス株式会社
 愛知県春日井市牛山町2431番地の1
 (74) 代理人 100096840
 弁理士 後呂 和男
 (74) 代理人 100097032
 弁理士 ▲高▼木 芳之
 (72) 発明者 古田 裕正
 愛知県春日井市牛山町2431番地の1
 サンクス株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA06 AA19 AA24 AA31
 BB05 BB25 DD04 EE05 FF04
 FF09 FF44 FF61 GG04 GG23
 HH03 HH04 JJ03 JJ05 JJ26
 LL20 LL36 LL37 LL46 PP02
 QQ25 QQ29

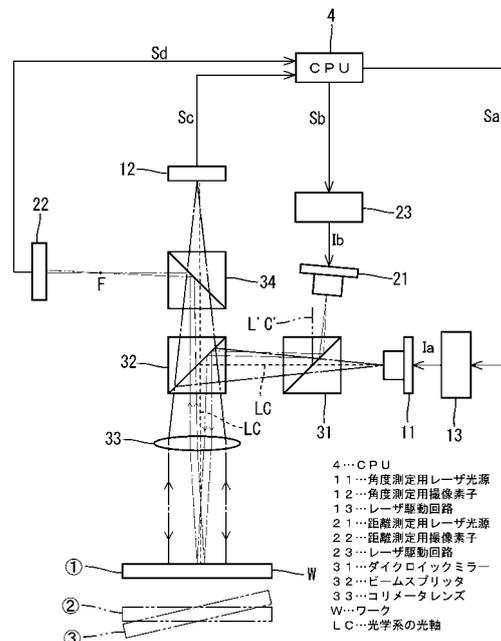
(54) 【発明の名称】 光学測定装置

(57) 【要約】

【課題】被測定対象物の角度及び距離を正確に測定することができる光学測定装置を提供することを目的とする。

【解決手段】傾き測定はオートコリメーション法により行なう。まず、角度測定用撮像素子12からの撮像信号Scから、最大の受光量を有する画素を集光スポット位置と決定し、撮像面における基準位置と集光スポット位置の距離及び方向から傾きの方向と傾き角とを算出する。一方、距離測定では、まず傾き測定により、ワークWの角度を検出する。そして、距離測定用撮像素子22からの撮像信号Sdに基づいて最大の受光量とされている画素を光像として代表する。続いて、傾き測定で算出された傾きに基づいて補正を行ない、光像に代表された位置と基準位置との距離及び方向からワークWの距離を算出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被測定対象物に光を照射しその反射光に基づいてこの被測定対象物の傾き及び距離を測定する光学測定装置であって、

角度測定に用いる角度測定用投光手段と、

距離測定に用いる距離測定用投光手段と、

前記角度測定用投光手段及び前記距離測定用投光手段からの光をスポット光として出射するコリメータレンズと、

前記コリメータレンズよりも前記角度測定用投光手段及び距離測定用投光手段側、又は、前記被測定対象物側に配され、前記角度測定用投光手段及び距離測定用投光手段からの光を前記被測定対象物の方向に導くとともに、前記被測定対象物からの正反射光を前記角度測定用投光手段及び距離測定用投光手段側とは異なる方向に分岐させる分岐手段と、

10

前記正反射光を収束させる収束レンズと、

前記収束レンズにより収束された前記正反射光のうち前記角度測定用投光手段からの光による正反射光（角度測定用正反射光）を撮像面に集光させる角度測定用撮像手段と、

前記収束レンズにより収束された前記正反射光のうち、前記距離測定用投光手段からの光による正反射光（距離測定用正反射光）が前記収束レンズにより収束された光が、前記被測定対象物の距離に応じた撮像面上の異なる位置に照射されるように配設される距離測定用撮像手段と、

前記角度測定用撮像手段における集光位置に基づいて前記被測定対象物の傾きを測定するとともに、前記角度測定用撮像手段における集光位置及び前記距離測定用撮像手段の撮像面における照射位置に基づいて前記被測定対象物までの距離を測定する測定手段とを備え、

20

前記距離測定用投光手段から前記被測定対象物までの光路が基線軸に対して所定の角度を有するように配されていることを特徴とする光学測定装置。

【請求項 2】

前記距離測定用撮像手段は、

前記光軸方向において、前記収束レンズにより収束された前記正反射光のうち、前記距離測定用投光手段からの光による正反射光（距離測定用正反射光）が前記撮像面上に照射される位置で光軸方向に移動可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学測定装置。

30

【請求項 3】

前記距離測定用撮像手段を前記光軸方向に移動させる移動手段と、

測定における分解能を設定する分解能設定手段と、

所定の記憶手段とを有し、

前記記憶手段には、前記分解能設定手段により設定される分解能ごとに、前記光軸方向における前記距離測定用撮像手段の位置情報と、その位置における補正係数情報が記憶されており、

前記測定手段は、前記分解能設定手段にて設定される分解能に対応した、前記距離測定用撮像手段の前記光軸方向における前記位置情報を前記記憶手段から読み出して、前記移動手段により、前記距離測定用撮像手段を前記光軸方向に移動させるように制御を行うとともに、前記補正係数情報を読み出し、この読み出した補正係数情報に基づいて前記距離測定用撮像手段の撮像面における前記照射位置を補正し、この補正された照射位置と、前記角度測定用撮像手段における集光位置に基づいて前記被測定対象物までの距離を測定することを特徴とする請求項 2 に記載の光学測定装置。

40

【請求項 4】

前記角度測定用投光手段及び前記距離測定用投光手段をそれぞれパルス駆動することで交互にパルス点灯するとともに、

前記測定手段は、前記角度測定用投光手段の点灯に同期して前記角度測定用撮像手段の撮像面における前記集光位置に基づいて前記被測定対象物の傾きを測定し、他方、前記距離

50

測定用投光手段の点灯に同期して前記距離測定用撮像手段の撮像面における前記照射位置に基づいて前記被測定対象物の距離を測定することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光学測定装置。

【請求項5】

前記コリメータレンズは、
前記角度測定用投光手段からの光を平行光に変える第1のコリメータレンズと、
前記距離測定用投光手段からの光を平行光に変える第2のコリメータレンズとから構成されており、
前記両平行光を合流させて前記分岐手段に導く光合流手段を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の光学測定装置。

10

【請求項6】

前記角度測定用投光手段と前記距離測定用投光手段とは互いに異なる波長帯の光を出射する構成とされており、
前記角度測定用正反射光及び距離測定用正反射光のうち一方を反射させ他方を透過させることで、前記角度測定用正反射光を前記角度測定用撮像手段に導くとともに、前記距離測定用正反射光を前記距離測定用撮像手段に導く光分岐用ダイクロイックミラーを備えることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の光学測定装置。

【請求項7】

前記角度測定用投光手段と前記距離測定用投光手段とは、互いに同一の偏光方向とされている偏光光を出射する構成とされているとともに、前記分岐手段は偏光ビームスプリッタから構成されており、
他方、前記被測定対象物は、鏡面状の表面を有する鏡面体とされており、
前記偏光ビームスプリッタと被測定対象物との間に配され、前記偏光ビームスプリッタからの光を透過させるとともに、前記角度測定用正反射光と前記距離測定用正反射光とを透過させる1/4波長板を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の光学測定装置。

20

【請求項8】

前記角度測定用投光手段及び前記距離測定用投光手段はレーザー光源からなることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の光学測定装置。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被測定対象物の変位及び傾きを検出するための光学測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

被測定対象物の距離及び傾きを測定する光学測定装置として特許文献1及び特許文献2のものが開示されている。

このうち、特許文献1のものは三角測距の原理を用いて被測定対象物の距離及び傾きを測定するものであり、距離測定用光学系と傾き測定用光学系とを備えている。変位測定用光学系では、レンズにより収束された投光素子からの光を被測定対象物に対して斜めから投射し、反射光をレンズにより収束して撮像手段の撮像面に結像する構成とされており、その撮像面における結像位置により被測定対象物の距離を測定することができる。

40

また、傾き測定用光学系は、レンズにより平行光とされた投光素子からの光を被測定対象物に対して斜めから投射し、反射光をレンズにより収束して撮像手段の撮像面に結像する構成とされており、その撮像面における結像位置により被測定対象物の傾きを測定することができる。

【0003】

一方、特許文献2のものは投光素子からの光を被測定対象物に照射し、レンズにより集光された被測定対象物からの拡散反射光を変位測定用撮像手段に受光するとともに、正反射光をプリズムで反射させて傾き測定用撮像手段にて受光する構成とされている。これによ

50

り、変位測定用撮像手段における光の照射位置に基づいて被測定対象物の変位が測定されるとともに、傾き測定用撮像手段における光の照射位置に基づいて被測定対象物の傾きが測定されるのである。

【0004】

【特許文献1】

特開平8-240408号公報

【特許文献2】

特開平11-153407号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記特許文献1の装置では、距離測定及び角度測定の両測定とも三角測距の原理を用いているから、被測定対象物の距離により、投光素子から投光された光の照射位置、即ち、測定位置がずれる。特に、角度測定においては2種類の被測定対象物相互間の相対角度を測定する二面検出にも適用されるため、このような場合には二面の相対角度を正確に測定することができない。これに対して、投光素子からの光を被測定対象物の変位方向に沿った方向に照射させることで測定点のずれを無くすることはできるが、そうすると、変位測定用光学系と傾き測定用光学系が同軸上に配されることとなるため、距離の測定を行なうことができない。

また、被測定対象物は材質等が多岐にわたっており、例えば鏡面体の傾き及び距離を測定する場合がある。一般に鏡面体は拡散反射が生じ難いという性質を有しているため、拡散反射光に基づいて距離を測定する上記特許文献2の装置では正確な測定を行なうことができない。

【0006】

本発明は上記のような事情に鑑みて創案されたものであって、被測定対象物の傾き及び距離を測定することができる光学測定装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための手段として、請求項1の発明は、被測定対象物に光を照射しその反射光に基づいてこの被測定対象物の傾き及び距離を測定する光学測定装置であって、角度測定に用いる角度測定用投光手段と、距離測定に用いる距離測定用投光手段と、前記角度測定用投光手段及び前記距離測定用投光手段からの光をスポット光として出射するコリメータレンズと、前記コリメータレンズよりも前記角度測定用投光手段及び距離測定用投光手段側、又は、前記被測定対象物側に配され、前記角度測定用投光手段及び距離測定用投光手段からの光を前記被測定対象物の方向に導くとともに、前記被測定対象物からの正反射光を前記角度測定用投光手段及び距離測定用投光手段側とは異なる方向に分岐させる分岐手段と、前記正反射光を収束させる収束レンズと、前記収束レンズにより収束された前記正反射光のうち前記角度測定用投光手段からの光による正反射光（角度測定用正反射光）を撮像面に集光させる角度測定用撮像手段と、前記収束レンズにより収束された前記正反射光のうち、前記距離測定用投光手段からの光による正反射光（距離測定用正反射光）が前記収束レンズにより収束された光が、前記被検出対象物の距離に応じた撮像面上の異なる位置に照射されるように配設される距離測定用撮像手段と、前記角度測定用撮像手段における集光位置に基づいて前記被測定対象物の傾きを測定するとともに、前記角度測定用撮像手段における集光位置及び前記距離測定用撮像手段の撮像面における照射位置に基づいて前記被測定対象物までの距離を測定する測定手段とを備え、前記距離測定用投光手段から前記被測定対象物までの光路が基線軸に対して所定の角度を有するように配されているところに特徴を有する。

【0008】

請求項2の発明は、請求項1に記載のものにおいて、前記距離測定用撮像手段は、前記光軸方向において、前記収束レンズにより収束された前記正反射光のうち前記距離測定用投光手段からの光による正反射光（距離測定用正反射光）が前記撮像面上に照射される位置

10

20

30

40

50

で光軸方向に移動可能に構成されていることを特徴とする。

【0009】

請求項3の発明は、請求項2に記載のものにおいて、
記距離測定用撮像手段を前記光軸方向に移動させる移動手段と、
測定における分解能を設定する分解能設定手段と、
所定の記憶手段とを有し、
前記記憶手段には、前記分解能設定手段により設定される分解能ごとに、前記光軸方向における前記距離測定用撮像手段の位置情報と、その位置における補正係数情報が記憶されており、
前記測定手段は、前記分解能設定手段にて設定される分解能に対応した、前記距離測定用撮像手段の前記光軸方向における前記位置情報を前記記憶手段から読み出して、前記移動手段により、前記距離測定用撮像手段を前記光軸方向に移動させるように制御を行うとともに、前記補正係数情報を読み出し、この読み出した補正係数情報に基づいて前記距離測定用撮像手段の撮像面における前記照射位置を補正し、この補正された照射位置と、前記角度測定用撮像手段における集光位置に基づいて前記被測定対象物までの距離を測定することを特徴とする。

【0010】

請求項4の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のものにおいて、前記角度測定用投光手段及び前記距離測定用投光手段をそれぞれパルス駆動することで交互にパルス点灯するとともに、前記測定手段は、前記角度測定用投光手段の点灯に同期して前記角度測定用撮像手段の撮像面における前記集光位置に基づいて前記被測定対象物の傾きを測定し、他方、前記距離測定用投光手段の点灯に同期して前記距離測定用撮像手段の撮像面における前記照射位置に基づいて前記被測定対象物の距離を測定するところに特徴を有する。

【0011】

請求項5の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のものにおいて、前記コーリメータレンズは、前記角度測定用投光手段からの光を平行光に変える第1のコーリメータレンズと、前記距離測定用投光手段からの光を平行光に変える第2のコーリメータレンズとから構成されており、前記両平行光を合流させて前記分岐手段に導く光合流手段を備えるところに特徴を有する。

【0012】

請求項6の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のものにおいて、前記角度測定用投光手段と前記距離測定用投光手段とは互いに異なる波長帯の光を出射する構成とされており、前記角度測定用正反射光及び距離測定用正反射光のうち一方を反射させ他方を透過させることで、前記角度測定用正反射光を前記角度測定用撮像手段に導くとともに、前記距離測定用正反射光を前記距離測定用撮像手段に導く光分岐用ダイクロイックミラーを備えるところに特徴を有する。

【0013】

請求項7の発明は、請求項1乃至請求項6のいずれかに記載のものにおいて、前記角度測定用投光手段と前記距離測定用投光手段とは、互いに同一の偏光方向とされている偏光光を出射する構成とされているとともに、前記分岐手段は偏光ビームスプリッタから構成されており、他方、前記被測定対象物は、鏡面状の表面を有する鏡面体とされており、前記偏光ビームスプリッタと被測定対象物との間に配され、前記偏光ビームスプリッタからの光を透過させるとともに、前記角度測定用正反射光と前記距離測定用正反射光とを透過させる1/4波長板を備えるところに特徴を有する。

【0014】

請求項8の発明は請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のものにおいて、前記角度測定用投光手段及び前記距離測定用投光手段はレーザ光源からなるところに特徴を有する。

【0015】

【発明の作用及び効果】

10

20

30

40

50

< 請求項 1 の発明 >

請求項 1 の発明によれば、被測定対象物からの正反射光に基づいて、距離及び傾きの測定を行なうように構成しているから、鏡面体または非鏡面体に拘わらず傾き及び距離の測定を行うことができる。

【 0 0 1 6 】

< 請求項 2 の発明 >

請求項 2 の発明によれば、測定条件に応じて分解能を可変して対応させることができる構成となり、1 台の光学測定装置において仕様範囲を広げることができるという効果を生ずる。具体的には、例えば、分解能を低くしても測定範囲を広げたい場合や、逆に測定範囲を小さくして分解能を高くしたい場合など、様々な状況に対応し得る構成となる。

【 0 0 1 7 】

< 請求項 3 の発明 >

請求項 3 の発明によれば、使用者の使用環境に応じて選択される分解能に応じて自動的に距離測定用撮像手段の位置や測定手段の補正演算が決定されるので、使い勝手（利便性）がより向上するという効果を生ずる。

【 0 0 1 8 】

< 請求項 4 の発明 >

請求項 4 の発明によれば、両者から出射した光が干渉することがなく、一層精度の高い測定を行なうことができる。

【 0 0 1 9 】

< 請求項 5 の発明 >

請求項 5 の発明では、両投光手段からの光をそれぞれ第 1 及び第 2 のコリメータレンズにより平行光に変えてから分岐手段に導く構成としているから、両投光手段から分岐手段までの光学的距離の調整を行なう必要がなく装置内の光学系の組付け精度を緩やかにすることができる。また、光学系の調整作業も簡略化することができる。

【 0 0 2 0 】

< 請求項 6 の発明 >

請求項 6 の発明によれば、角度測定用正反射光と距離測定用正反射光とを波長により分離することができるから、一層正確な測定を行うことができる。

【 0 0 2 1 】

< 請求項 7 の発明 >

請求項 7 の発明では、両投光手段から出射した光は一の偏光方向を有する光として偏光ビームスプリッタ及び 1 / 4 波長板を介して鏡面体に照射される。1 / 4 波長板を透過した光は円偏光とされて、鏡面体に照射され、鏡面体からの反射光は円偏光のまま 1 / 4 波長板を透過する。すると、円偏光とされていた反射光が一の偏光方向と直交する偏光方向に変えられて偏光ビームスプリッタに至り、その光は一の偏光方向の光の入射方向とは異なる方向に進む。

このようにしたことで光学的な損失を低減することが可能となり、鏡面体検出における S / N 比を向上させることができる。

【 0 0 2 2 】

< 請求項 8 の発明 >

レーザ光源から出射される光は直線偏光（即ち、一の偏光方向を有する光）であるから、直線偏光を出射させるための構成を簡略化することができる。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 ないし請求項 8 に記載のものにおいて、

前記コリメータレンズは、前記角度測定用投光手段及び前記距離測定用投光手段からの光を平行光に変えるようにしてもよく、徐々に収束する収束光に変えるようにしてもよい。即ち、スポット光として平行光を出射してもよく、収束光を出射してもよい。より具体的には、被測定対象物上で微少スポットとなるような光を出射ように構成するとよい。

例えば、平行光に変えるようにした場合には、前記収束レンズにより収束された前記正反

10

20

30

40

50

射光のうち前記距離測定手段からの光による正反射光（距離測定用正反射光）の焦点位置から光軸方向に前後にずらして撮像面を配し、この撮像面に距離測定用正反射光を照射させるように前記距離測定用撮像手段を構成できる。

また、このように距離測定用撮像手段を構成したものに、請求項2の構成を適用する場合には、前記光軸方向において、前記収束レンズにより収束された前記正反射光のうち前記距離測定用投光手段からの光による正反射光（距離測定用正反射光）の焦点位置から光軸方向に前後にずらして前記撮像面が配される位置で移動可能となるように前記距離測定用撮像手段を構成することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

10

<第1実施形態>

本発明に係る光学測定装置の第1実施形態を図1ないし図5を参照して説明する。本実施形態の構成は図1に示す通りであり、角度測定用レーザ光源11及び距離測定用レーザ光源21から出射された光をダイクロイックミラー31（光合流手段）、ビームスプリッタ32及びコリメータレンズ33（コリメータレンズ及び収束レンズに相当）を介してワークW（被測定対象物）に両者の光を照射し、正反射光をコリメータレンズ33、ビームスプリッタ32及びダイクロイックミラー34（光分岐用ダイクロイックミラー）を介して例えば2次元CCDからなる角度測定用撮像素子12（角度測定用撮像手段）及び同じく2次元CCDからなる距離測定用撮像素子22（距離測定用撮像手段）の撮像面に照射し、その照射位置に基づいてCPU4（測定手段）によりワークWの傾き及び距離が算出されるようになってい

20

【0025】

両レーザ光源11, 21はそれぞれ波長の異なる光を照射するようになっており、例えば、角度測定用レーザ光源11は波長1のレーザ光を出射するものとされており、一方、距離測定用レーザ光源21は波長2のレーザ光を出射するものとされている。また、両レーザ光源11, 21にはそれぞれレーザ駆動回路13, 23が接続されており、CPU4からの制御信号Sa, Sbに基づいてそれぞれのレーザ光源11, 21に駆動電流Ia, Ibを供給する（角度測定用レーザ光源11及びレーザ駆動回路13により角度測定用投光手段を構成し、距離測定用レーザ光源及びレーザ駆動回路13により距離測定用投光手段を構成している）。なお、レーザ光源11, 21は間欠的又は連続的に駆動することが

30

【0026】

ダイクロイックミラー31は、波長1の光を透過させ、波長2の光を反射させるように構成されており、これによって、角度測定用レーザ光源11のレーザ光はこのダイクロイックミラー31を透過してビームスプリッタ32に向かうとともに、距離測定用レーザ光源21からの光はこのダイクロイックミラー31を反射してビームスプリッタ32に向かう。

また、角度測定用レーザ光源11からのレーザ光はダイクロイックミラー31の入射面に垂直に入射させており、距離測定用レーザ光源21からのレーザ光はダイクロイックミラー31の入射面に対して斜めに入射させるように構成している（前記距離測定用投光手段からの光が前記被測定対象物に対して斜めに照射されるように前記距離測定用投光手段が配する構成に相当）。これによって、角度測定用レーザ光源11の光線軸は光学系の光軸（基線軸）LC（L'C'）と平行とされるとともに、距離測定用レーザ光源21の光線軸は光学系の光軸LC（L'C'）に対して傾いた状態とされる。

40

【0027】

ビームスプリッタ32を反射したレーザ光はコリメータレンズ33により平行光とされて、ワークWに照射される。このとき、角度測定用レーザ光源11からのレーザ光はワークWが傾きのない姿勢とされているときには、ワークWの表面に対して垂直に光が照射されているのに対して、距離測定用レーザ光源21からのレーザ光は光学系の光軸LC（L'C'）に対して傾いているので、ワークWの表面に対して斜めから光が照射されている。

50

また、ワークWに照射されたレーザ光のスポット径はレーザ光源11のレーザ光よりもレーザ光源21のレーザ光のほうが小さくされており、かつ、レーザ光源21のレーザ光はレーザ光源11のレーザ光の照射範囲内に照射されるようになっている。

【0028】

ワークWからの正反射光はそれぞれ、コリメータレンズ33により集光され、上記ダイクロイックミラー31と同様の特性を有するダイクロイックミラー34により、角度測定用レーザ光源11による正反射光(角度測定用正反射光)は角度測定用撮像素子12の撮像面に結像して集光スポットが形成される。また、距離測定用レーザ光源21による正反射光(距離測定用正反射光)はダイクロイックミラー34を反射して距離測定用撮像素子22の撮像面に照射される。この距離測定用撮像素子22の撮像面は正反射光の焦点位置Fよりも後方に配置されているため、撮像面上には所定の大きさの光像が形成される。ここで、距離測定用撮像素子22の撮像面を焦点位置Fに一致させなかったのは、ワークWの距離に応じて焦点位置Fに至るまでの光路が変化するので、その光像の位置からワークWの距離が算出できるからである。

10

【0029】

角度測定用撮像素子12及び距離測定用撮像素子22は撮像面上に形成されている光像あるいは集光スポットに応じたデジタル信号列からなる撮像信号Sc, SdをCPU4に送信する。

【0030】

CPU4は、前述したレーザ駆動回路13, 23に制御信号Sa, Sbを送信するとともに、制御信号Saの送信に同期して角度測定用撮像素子12からの撮像信号Scを取り込み、制御信号Sbの送信に同期して距離測定用撮像素子22からの撮像信号Sdを取り込む。そして、撮像信号Sc, Sdに基づいてワークWの傾きとコリメータレンズ33からワークWまでの距離とを測定する。

20

【0031】

本実施形態の構成は以上であり、続いてその動作について説明する。

「傾き検出」

本実施形態では周知のオートコリメーション法を用いて傾き測定を行なう構成とされており、ここでは、詳細な説明は割愛する。まず、角度測定用撮像素子12からの撮像信号Scから、最大の受光量を有する画素を集光スポット位置と決定し、撮像面における基準位置(例えば、撮像面の中央位置)と集光スポット位置の距離及び方向から傾きの方向と傾き角とを算出する。

30

【0032】

「距離測定」

距離測定では、まず上記の傾き測定により、ワークWの角度を検出する。そして、距離測定用撮像素子22からの撮像信号Sdに基づいて例えば最大の受光量とされている画素を光像として代表する。そして、傾き測定で算出された傾きに基づいて補正を行ない、光像の位置と基準位置との距離及び方向からワークWの距離を算出する。

【0033】

例えば、ワークWが図1中の1の位置(距離d1、傾き角0)にある場合には(詳しくは図2参照)、角度測定用撮像素子12の撮像面に形成される集光スポットの位置S1は基準位置Raと一致するから、傾き角は0°と測定される。また、距離測定用撮像素子22の撮像面における光像L1は基準位置Rbからd1'離れていることから、これに基づいて距離d1が測定される。

40

ワークWが図1中の2の位置(距離d2、傾き角0)にある場合には(詳しくは図3参照)、角度測定用撮像素子22の撮像面に形成される集光スポットの位置S2は基準位置Raと一致するから、傾き角は0°と測定される。また、距離測定用撮像素子12の撮像面における光像L2は基準位置Rbからd2'離れていることから、これにより、距離d2と測定される。

ワークWが図1中の3の位置(距離d2、傾き角1)にある場合には(詳しくは図

50

4参照)、角度測定用撮像素子12の撮像面に形成される受光スポットの位置S3は基準位置Raから距離dだけ離れているから、これに基づいて、傾き角 θ_1 が測定される。また、距離測定用撮像素子22の撮像面における光像L3は基準位置Rbから d_3' だけ離れている。ここで、3の位置ではワークWが傾いているために距離測定用撮像素子22の撮像面に形成される光像L3が2の位置の場合の光像L2と異なる位置に形成される。従って、CPU4では、傾き角 θ_1 に基づいて補正を行うことで距離を算出するから、結局、距離は d_2 と測定される。

【0034】

本実施形態によれば、ワークWからの正反射光に基づいて、距離及び傾きの測定を行なうように構成しているから、鏡面体または非鏡面体に拘わらずワークWの傾きおよび距離の測定を行うことができる。また、両レーザ光源11, 21でそれぞれ異なる波長の光を出射するように構成し、ダイクロイックミラー31, 34によりレーザ光を分離してそれぞれの撮像素子12, 22の撮像面に照射されるように構成しているから、レーザ光が誤照射されることがない。

10

尚、本実施形態では、ワークWに照射されたレーザ光のスポット径はレーザ光源11のレーザ光よりもレーザ光源21のレーザ光21のレーザ光のほうを小さくし、かつ、レーザ光源21のレーザ光はレーザ光源11のレーザ光の照射範囲内に照射されるように構成したことで、ワークWの距離及び傾きに拘わらず実質的にワークWに対するレーザ光の照射位置(測定位置)を一定にすることができる。

【0035】

また、上記構成において、両レーザ光源11, 21から同一波長のレーザ光を出射する構成とすることもできる。この場合には、それぞれのレーザ光源11, 21交互にパルス点灯させるようにCPU4から制御信号Sa, Sbをレーザ駆動回路13, 23に供給し、ダイクロイックミラー31, 34に代わって例えばビームスプリッタを配置するようにすればよい。また、CPU4は前述したようにレーザ駆動回路13, 23に制御信号Sa, Sbを送信するとともに、制御信号Saの送信に同期して角度測定用撮像素子12からの撮像信号Scを取り込み、制御信号Sbの送信に同期して距離測定用撮像素子22からの撮像信号Sdを取り込む。そして、撮像信号Sc, Sdに基づいてワークWの傾き及びコリメータレンズ33からワークWまでの距離を測定する構成とする。このようにすると、例えばレーザ光は交互に出射されることとなり、光の干渉が抑制され、測定精度が向上するという効果が得られる。

20

30

【0036】

さらに、図5に示すように、距離測定用撮像素子22の手前に発散レンズ35を配し、一旦集光したワークWからの正反射光を発散させるような構成としても良い。このようにすれば、撮像面に形成される光像がより大きくされるから、ワークWが変位したときの光像の移動量が大きくなり、結果として分解能が向上して高精度な測定を行うことができる。また、正反射光は発散レンズ35の周縁部に照射させることがより望ましい。これは、レンズ35の中心部分よりも周縁部分の方が収差が大きいために、正反射光がより一層発散されることで極めて高精度に測定することができる。

【0037】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態を図6を参照して説明する。本実施形態と第1実施形態との相違は、角度測定用レーザ光源11とダイクロイックミラー31との間にコリメータレンズ14(第1のコリメータレンズ)が配されているとともに、距離測定用レーザ光源21とダイクロイックミラー31との間にコリメータレンズ24(第2のコリメータレンズ)が配されており、それぞれのレーザ光源11, 21からの光が平行光に変えられてからダイクロイックミラー31に至るように構成されている。また、ダイクロイックミラー34とビームスプリッタ33との間に収束レンズ36が配されている。

40

【0038】

このように構成することで、両レーザ光源11, 21からのレーザ光をそれぞれのコリメ

50

ータレンズ14, 24により平行光に変えてからビームスプリッタ33に導く構成としているから、両レーザ光源11, 21からビームスプリッタ33までの光学的距離の調整を行なう必要がなく装置内の光学系の組付け精度を緩やかにすることができるとともに、光学系の調整作業も簡略化することもできる。

【0039】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態を図7を参照して説明する。本実施形態と第2実施形態との相違点は、ビームスプリッタ33に代わってS偏光を反射しP偏光を透過させる偏光ビームスプリッタ37を配し、さらに、この偏光ビームスプリッタ37とワークWとの間に1/4波長板38を設けたところにある。また、ワークWの表面は鏡面であることが望ましい。

10

【0040】

一般にレーザ光は直線偏光とされているから、両レーザ光源11, 21からのレーザ光を偏光ビームスプリッタ37に照射すると、S偏光が反射して1/4波長板37に向かうとともに、P偏光は透過する。S偏光は1/4波長板38を透過することで円偏光に変えられてワークWに照射される。ワークWからの正反射光は円偏光のまま1/4波長板38を透過する。このときに円偏光からP偏光に変えられ、これによって偏光ビームスプリッタ37を透過してそれぞれの撮像素子手段12, 22に照射される。

【0041】

本実施形態のような構成とすることで光学的な損失を低減することが可能となり、鏡面体検出におけるS/N比を向上させることができる。また、レーザ光源11, 21から出射される光は直線偏光であるから、直線偏光を出射させるための構成を極めて簡略化することができる。

20

【0042】

<第4実施形態>

本発明に係る光学測定装置の第4実施形態を図4を参照して説明する。本実施形態は図8の模式図、及び図9の部品構成図に示す通りであり、上記実施形態と同様の原理を用いて傾き検出及び距離検出を行うように構成されている。本実施形態の特徴は、特に距離測定用撮像素子の位置を移動可能として分解能を変更しうる構成としたところにあるということをお先に述べておく。

30

【0043】

図8、図9に示すように、角度測定用レーザ光源11及び距離測定用レーザ光源21から出射された光を偏光ビームスプリッタ37を介してワークW(被測定対象物)に両者の光を照射し、正反射光を収束レンズ36及び及びダイクロックミラー34(光分岐用ダイクロックミラー)を介して例えば2次元CCDからなる角度測定用撮像素子12(角度測定用撮像手段)及び同じく2次元CCDからなる距離測定用撮像素子22(距離測定用撮像手段)の撮像面に照射し、その照射位置に基づいてCPU4(測定手段)によりワークWの傾き及び距離が算出されるようになっている。尚、ワークWの表面は鏡面であっても非鏡面であってもよい。

【0044】

40

両レーザ光源11, 21はそれぞれ波長の異なる光を照射するようになっており、例えば、角度測定用レーザ光源11は波長1のレーザ光を出射するものとされており、一方、距離測定用レーザ光源21は波長2のレーザ光を出射するものとされている。また、両レーザ光源11, 21にはそれぞれレーザ駆動回路13, 23が接続されており、CPU4からの制御信号Sa, Sbに基づいてそれぞれのレーザ光源11, 21に駆動電流Ia, Ibを供給する(角度測定用レーザ光源11及びレーザ駆動回路13により角度測定用投光手段を構成し、距離測定用レーザ光源及びレーザ駆動回路13により距離測定用投光手段を構成している)。なお、レーザ光源11, 21は間欠的又は連続的に駆動することができる。

【0045】

50

反射ミラー 44 は、角度測定用レーザ光源 11 からの波長 1 の光を反射させるように構成されており、これによって、角度測定用レーザ光源 11 のレーザ光はこの反射ミラー 44 を介して偏光ビームスプリッタ 37 に向かう。距離測定用レーザ光源 21 は、ダイクロックミラー 34 により折り返された位置に配置される距離測定用撮像素子 22 と同じ側に配置されている。つまり、傾き 0 度のときのワーク W からの角度測定用の正反射光の光軸を境界として左右に二分した場合に、距離測定用撮像素子 22 と同じ側に配置されるようになっている。具体的には図 9 の部品配置にて示すように、距離測定用撮像素子 22 の下側に生じるデッドスペースを利用して距離測定用レーザ光源 21 が配設されることにより、オートコリメータの装置全体がコンパクトに収められている。

【0046】

ここで、距離測定用レーザ光源 21 は、直線偏光のレーザ光であり、例えば、距離測定用レーザ光源 21 からコリメータレンズ 24 を通して出射された平行光は、P 偏光のレーザ光であり、偏光ビームスプリッタ 37 では、この P 偏光の光透過し、1/4 板 43 を通過して反射ミラー 42 に反射され、再び 1/4 板 43 を通過することにより、P 偏光から S 偏光に偏光されて偏光ビームスプリッタ 37 へ入射し、この S 偏光の光はビームスプリッタ 37 で反射されてワーク W に照射されるようになっている。

【0047】

また、角度測定用レーザ光源 11 からのレーザ光は反射ミラー 44 の入射面に垂直に入射させており、距離測定用レーザ光源 21 からのレーザ光は反射ミラー 44 の入射面に対して斜めに入射させるように構成している（前記距離測定用投光手段からの光が前記被測定対象物に対して斜めに照射されるように前記距離測定用投光手段が配する構成に相当）。これによって、角度測定用レーザ光源 11 の光線軸は光学系の光軸（基線軸）LC（L'C'）と平行とされるとともに、距離測定用レーザ光源 21 の光線軸は光学系の光軸 LC（L'C'）に対して傾いた状態とされる。

【0048】

ビームスプリッタ 37 を反射したレーザ光はワーク W に照射される。このとき、角度測定用レーザ光源 11 からのレーザ光はワーク W が傾きのない姿勢とされているときには、ワーク W の表面に対して垂直に光が照射されているのに対して、距離測定用レーザ光源 21 からのレーザ光は光学系の光軸 LC（L'C'）に対して傾いているので、ワーク W の表面に対して斜めから光が照射されている。また、ワーク W に照射されたレーザ光のスポット径はレーザ光源 11 のレーザ光よりもレーザ光源 21 のレーザ光 21 のレーザ光のほうが小さくされており、かつ、レーザ光源 21 のレーザ光はレーザ光源 11 のレーザ光の照射範囲内に照射されるようになっている。

【0049】

ワーク W からの正反射光はそれぞれ、ダイクロックミラー 34 により、角度測定用レーザ光源 11 による正反射光（角度測定用正反射光）は角度測定用撮像素子 12 の撮像面に結像して集光スポットが形成される。また、距離測定用レーザ光源 21 による正反射光（距離測定用正反射光）はダイクロックミラー 34 を反射して距離測定用撮像素子 22 の撮像面に照射される。この距離測定用撮像素子 22 の撮像面は正反射光の焦点位置 F よりも後方に配置されているため、撮像面上には所定の大きさの光像が形成される。ここで、距離測定用撮像素子 22 の撮像面を焦点位置 F に一致させなかったのは、上記実施形態と同様にワーク W の距離に応じて焦点位置 F に至るまでの光路が変化するので、その光像の位置からワーク W の距離が算出できるからである。そして、これら角度測定用撮像素子 12 及び距離測定用撮像素子 22 は撮像面上に形成されている光像あるいは集光スポットに応じたデジタル信号列からなる撮像信号 S_c、S_dを CPU 4 に送信するようになっている。

【0050】

CPU 4 は、前述したレーザ駆動回路 13、23 に制御信号 S_a、S_bを送信するとともに、制御信号 S_aの送信に同期して角度測定用撮像素子 12 からの撮像信号 S_cを取り込み、制御信号 S_bの送信に同期して距離測定用撮像素子 22 からの撮像信号 S_dを取り込

10

20

30

40

50

む。そして、撮像信号 S_c 、 S_d に基づいてワーク W の傾きとワーク W までの距離とを測定する。

【0051】

本実施形態ではさらに、距離測定用撮像手段（即ち、距離測定用撮像素子 22）を光軸方向に移動させる移動手段 40 と、測定における分解能を設定する分解能設定手段（CPU 4 が分解能設定手段に相当）と、所定の記憶手段（メモリ 41 が記憶手段に相当）とが設けられた構成をなしている。メモリ 41 には、図 13 のように、分解能設定手段により設定される分解能ごとに、光軸方向における距離測定用撮像手段の位置情報と、その位置における補正係数情報が記憶され、測定手段は、分解能設定手段にて設定される分解能に対応した、距離測定用撮像手段の光軸方向における位置情報を記憶手段から読み出して、移動手段により、距離測定用撮像手段を光軸方向に移動させるように制御を行うとともに、補正係数情報を読み出し、この読み出した補正係数情報に基づいて距離測定用撮像手段の撮像面における照射位置を補正し、この補正された照射位置と、角度測定用撮像手段における集光位置に基づいて前記被測定対象物までの距離を測定するように構成されている。

10

【0052】

「距離測定」

距離測定では、まず傾き測定により、ワーク W の角度を検出する。そして、距離測定用撮像素子 22 からの撮像信号 S_d に基づいて例えば最大の受光量とされている画素を光像として代表する。そして、傾き測定で算出された傾きに基づいて補正を行ない、光像の位置と基準位置との距離及び方向からワーク W の距離を算出する。本実施形態では、距離測定用撮像素子 22 は後述する図 10 ないし図 12 などの構成を用いて光軸方向（基線軸方向）に対して移動可能に構成されており、それを移動させることにより距離測定における測定範囲及び分解能が変更できるようになっている。

20

【0053】

このとき、距離測定用撮像素子 22 を光軸方向に移動させると、距離測定用レーザ光源 21 が基線軸に対して傾きを持っている関係上、同じ傾きで同じ距離にあるワーク W であっても、距離測定用撮像素子 22 に照射されるワーク W からの距離測定用の正反射光のスポットの位置が変化する。そこで本実施形態では図示しない記憶手段（メモリ 41）に予め設定される距離測定用撮像素子 22 の光軸方向における位置に対応する補正係数を記憶させておき、光軸方向における距離測定用撮像素子 22 の位置に応じて、距離測定の際に記憶される補正係数に基づいて補正するようにしている。

30

【0054】

具体的には例えば図 13 のデータ構成のように、位置データと補正係数データを対応付けてメモリ 41 に記憶しておき、このメモリ 41 から距離測定用撮像素子 22 の位置に応じた補正係数データを読み出して撮像信号 S_d を補正（具体的には集光スポット位置を補正）する。この構成では、ユーザが分解能を設定することによりその分解能に対応した位置データを用いて移動手段 40 により距離測定用撮像素子 22 が移動され、その位置における撮像信号 S_d に対し補正係数データを用いた集光スポット位置の補正がなされることにより距離が算出されることとなる。なお、このように距離測定用撮像素子の位置を移動可能として分解能を変更しうる構成は、図 8 のような構成に限らず、上記いずれの実施形態にも適用できる。

40

【0055】

次に移動手段 40 について説明する。

図 10 に示す移動手段 40 は、歯車伝達機構を用いて距離測定用撮像素子 22 を移動しようとするものであり、ラック 52 とピニオン 51 を用いて距離測定用撮像素子 22 を直線的に移動させる構成を概念的に例示している。ピニオン 51 は、位置データを用い、図示しないモータにより正確に位置制御されるようになっている。なお、位置データを用いたモータ制御は周知であるので詳細については省略する。なお、図 10 (B) の例のように、距離測定用撮像素子 22 の一部にスケール 53 を設け、これを光電センサ 55 により検出して位置を正確に設定するように構成してもよい。図 11 はウォーム 63 とホイール 6

50

1を用いて位置制御を行う構成である。また、図12は、距離測定用撮像素子22が往復動可能に構成される一方、ばね73により付勢される係合部71が距離測定用撮像素子22に設けられた凹部に係合することにより段階的に位置決めされる構成を例示している。なお、図11及び図12は、自動制御ではなく操作部65、77を用いた手操作により位置設定可能な構成を例示するものである。もちろんここに示す構成はあくまで一例であり、距離測定用撮像素子22を移動可能な構成であれば様々な構成を用いることができることは言うまでもない。

【0056】

<第5実施形態>

上記実施形態では、距離測定用撮像素子22からの撮像信号Sd及び角度測定用撮像素子12からの撮像信号Scから、最大の受光量を有する画素を集光スポット位置とそれぞれ決定していたが、本実施形態では、それぞれの集光スポットを算定するために、照射光の重心位置を求めるようにすることができる。この重心位置の概念には、いわゆる面積重心位置と体積重心位置とが含まれ、それぞれ次のように定義される。

【0057】

<面積重心位置>

面積重心位置 = { (MI) / M }

I：撮像手段の撮像面上において、照射領域内の各画素の位置ベクトル

M：上記各画素の受光量レベルが所定レベル以上であるときには例えば1、そうでないときには0

【0058】

<体積重心位置>

体積重心位置 = { (mI) / m }

I：上記面積重心位置の場合と同じ

m：上記各画素の受光量レベルに応じた係数

【0059】

このように定義される重心位置を集光スポットとすることにより、より精度高い距離測定が可能となる。また、このように重心位置を集光スポットして定める方法を用いると、集光スポットを定めるために多数回平均化処理する方法と比較して処理時間を大幅に短縮できる。なお、このように重心位置を集光スポットとして定める方法は、上記いずれの実施形態にも適用できる。

【0060】

<第6実施形態>

上記実施形態では、コリメータレンズ24により距離測定用投光手段からの光を平行光に変えるようにしていたが、本実施形態では、コリメータレンズ24から出射される「スポット光」としてコリメータレンズ24より徐々に収束する収束光を出射するように構成されている。ここでは、図8に示す構成と同様の部品を用いており、かつほぼ同様の配置構成をなすが、コリメータレンズ24より徐々に収束する収束光を出射する点、集光位置Fの位置に撮像面が配設される点が主として異なる。この構成では、コリメータレンズ24より徐々に収束する収束光が、ワークW付近で集光され、ワークWからの反射により再び拡大する構成をなしている。そして、収束レンズ36を介して収束されて、ダイクロイックミラー34にて反射された光が集光位置Fに設けられた撮像面に照射される。撮像面における照射位置は上記実施形態と同様にワークWの距離に応じた位置となる。また、集光位置Fに撮像面を配置せずに別位置に配置するように移動手段40により位置設定してもよい。

【0061】

また、図14の構成では、前記距離測定用投光手段からの光による正反射光（距離測定用正反射光）が収束レンズ36により収束され、ダイクロイックミラー34にて反射されて集光する構成をなすが、ワークWから徐々に広がる反射光が収束レンズ36により平行光とされる構成であってもよい。この場合、距離測定用撮像素子22に平行光が照射される

10

20

30

40

50

構成となり、ワークWの距離に応じて平行光の照射領域が変化することとなる。この平行光の照射領域において、上述した各種方法により集光スポットを求め、距離を測定するようにしてもよい。

【0062】

<他の実施形態>

本発明は上記記述及び図面によって説明した実施形態に限定されるものではなく、例えば次のような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。

(1) 第1実施形態では、距離測定用レーザ光源21による正反射光の焦点位置Fよりも後方に距離測定用撮像素子22を配した構成を示したが、例えば、焦点位置Fよりも前方に配置する構成としてもよい。また、これに伴って、発散レンズ35を焦点位置F及び距離測定用撮像素子22の前方に配置することは勿論である。

10

(2) また、第1実施形態において、距離測定用撮像素子22の前方に発散レンズ35を配した構成は第2及び第3実施形態の構成に付加することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係る光学測定装置の全体構成を示した模式図

【図2】ワークの位置と反射光の光路を示した概略図

【図3】ワークの位置と反射光の光路を示した概略図

【図4】ワークの位置と反射光の光路を示した概略図

【図5】第1実施形態の変形例を示した模式図

20

【図6】第2実施形態に係る光学測定装置の全体構成を示した模式図

【図7】第3実施形態に係る光学測定装置の全体構成を示した模式図

【図8】第4実施形態に係る光学測定装置の全体構成を示した模式図

【図9】第4実施形態に係る光学測定装置の要部の部品配置構成を例示する図

【図10】移動手段を概略的に例示する概略図

【図11】図10とは異なる移動手段を例示する概略図

【図12】図11とは異なる移動手段を例示する概略図

【図13】記憶手段に記憶されるデータ構成を概念的に説明する説明図

【図14】第6実施形態に係る光学測定装置の全体構成を示した模式図

【符号の説明】

30

4 ... CPU

11 ... 角度測定用レーザ光源

12 ... 角度測定用撮像素子

13 ... レーザ駆動回路

21 ... 距離測定用レーザ光源

22 ... 距離測定用撮像素子

23 ... レーザ駆動回路

31 ... ダイクロイックミラー

32 ... ビームスプリッタ

33 ... コリメータレンズ

40

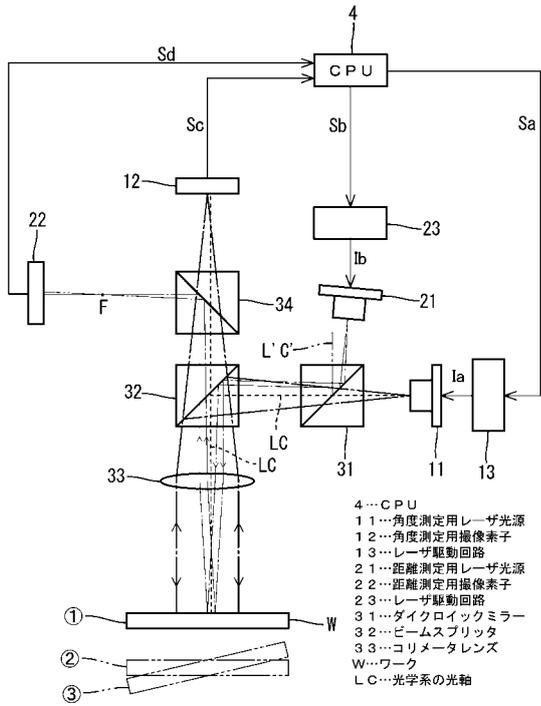
40 ... 移動手段

41 ... メモリ

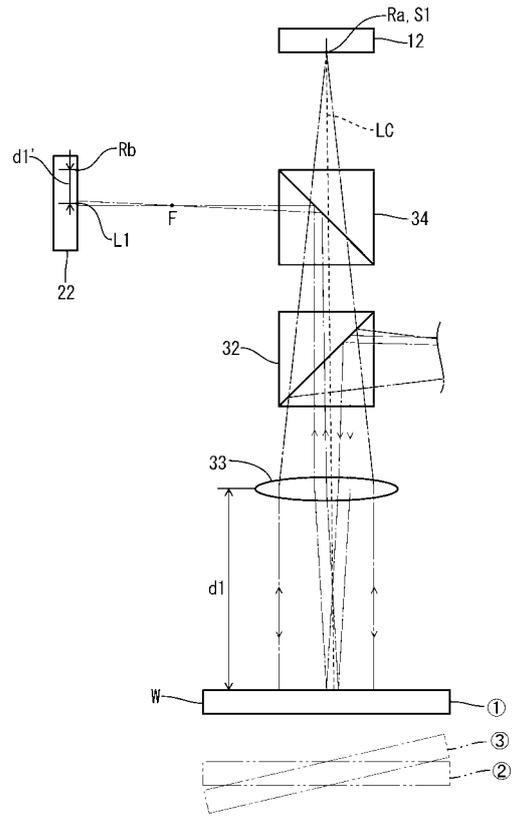
W ... ワーク

LC ... 光学系の光軸

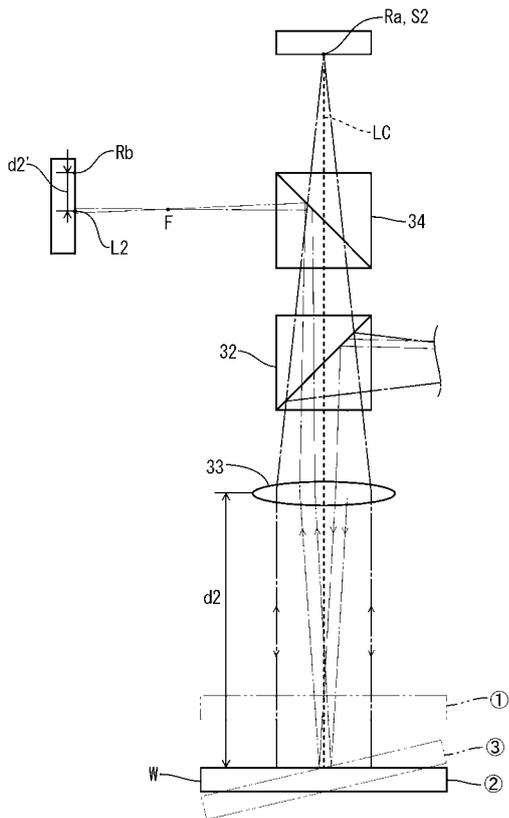
【 図 1 】



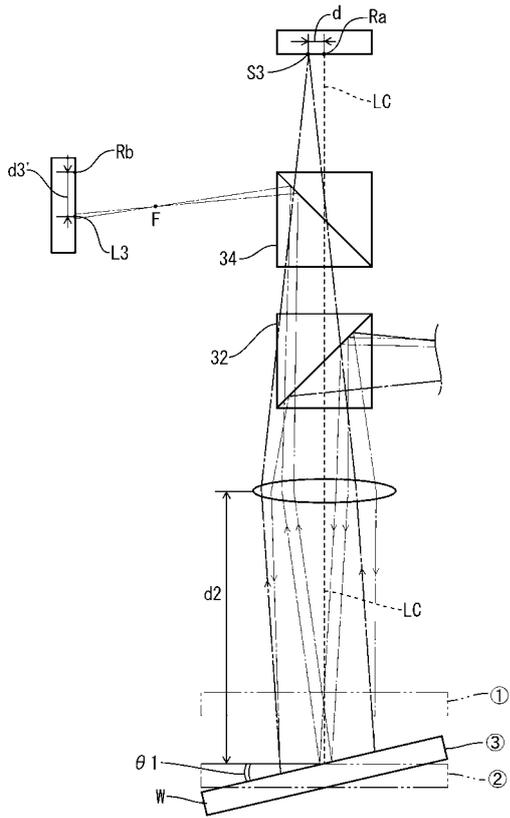
【 図 2 】



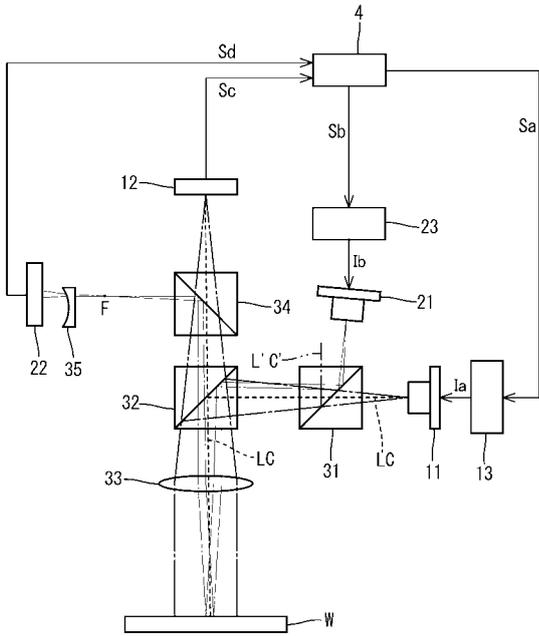
【 図 3 】



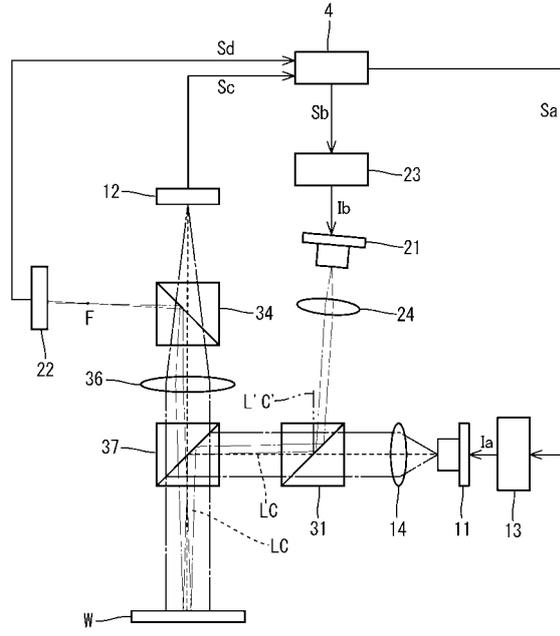
【 図 4 】



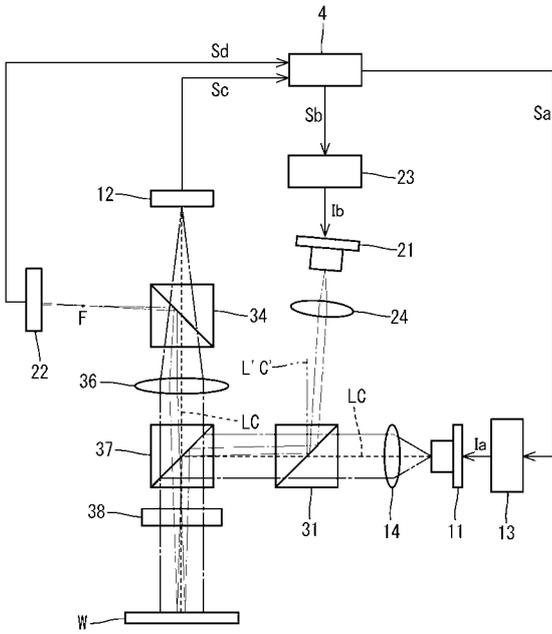
【 図 5 】



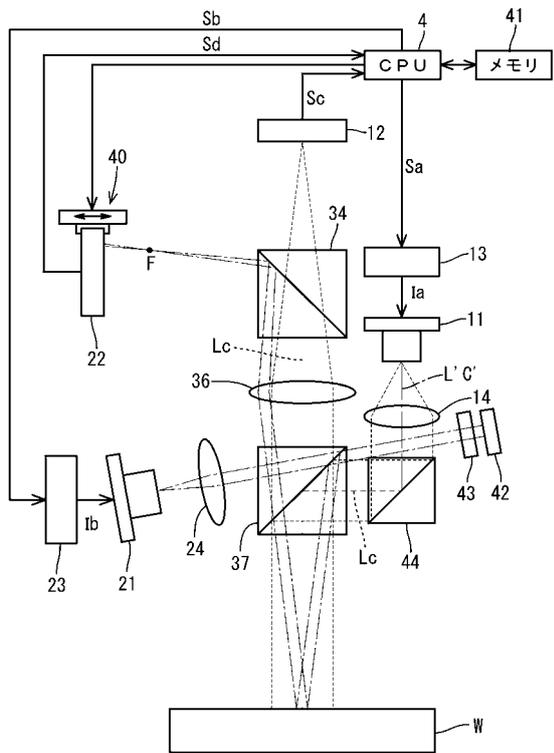
【 図 6 】



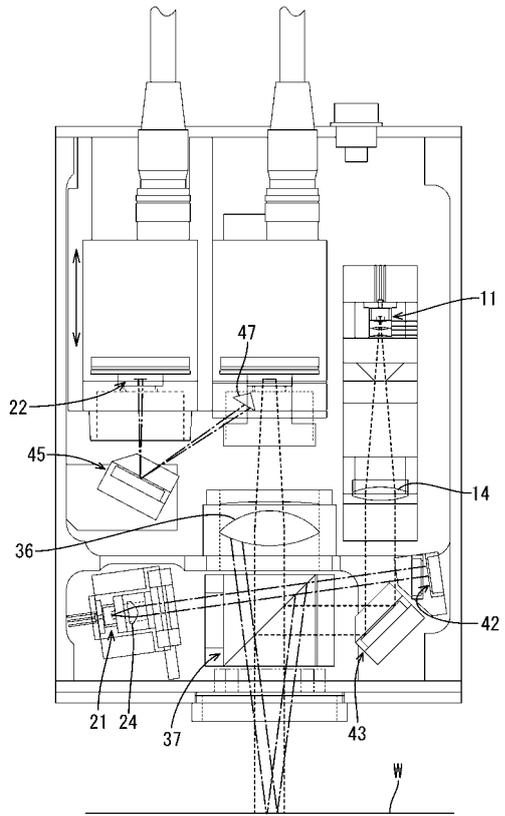
【 図 7 】



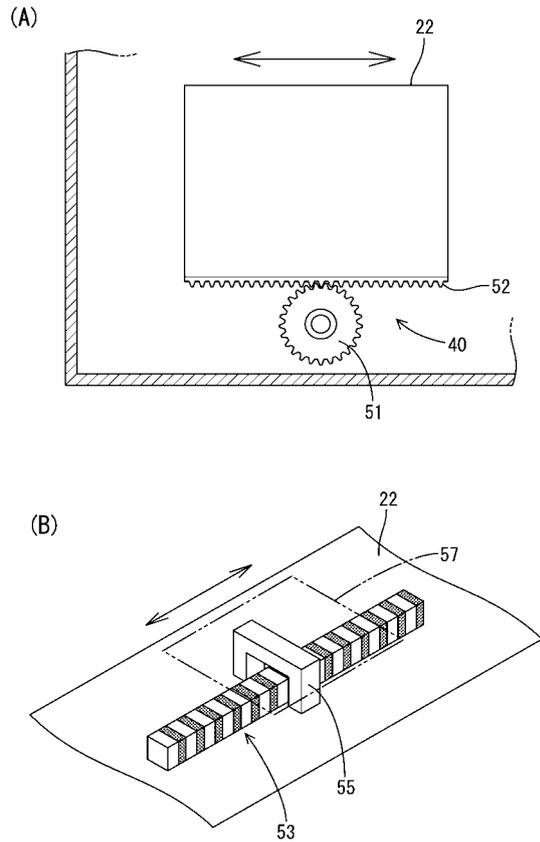
【 図 8 】



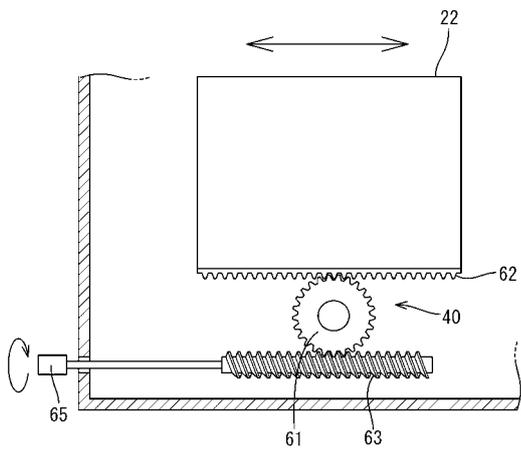
【図 9】



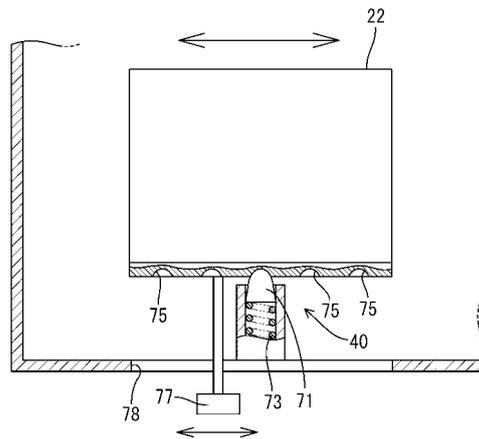
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

分解能レベル	位置データ	補正係数データ
1	X1	P1
2	X2	P2
3	X3	P3
4	X4	P4
5	X5	P5

【 図 1 4 】

