

(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2010-66090

(P2010-66090A)

(43) 公開日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>GO1B 11/26 (2006.01)</b>	GO1B 11/26	Z
<b>GO1B 11/00 (2006.01)</b>	GO1B 11/00	A
		2F065

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-231882 (P2008-231882)  
 (22) 出願日 平成20年9月10日 (2008.9.10)

(71) 出願人 000137694  
 株式会社ミットヨ  
 神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号  
 (74) 代理人 110000637  
 特許業務法人樹之下知的財産事務所  
 (72) 発明者 萩野 健  
 茨城県つくば市上横場430-1 株式会社ミットヨ内  
 Fターム(参考) 2F065 AA09 AA19 AA39 BB25 CC21  
 DD06 FF49 GG04 HH03 JJ03  
 JJ05 JJ16 JJ26 LL00 LL16  
 LL17 LL35 LL36 LL37 QQ25  
 QQ27

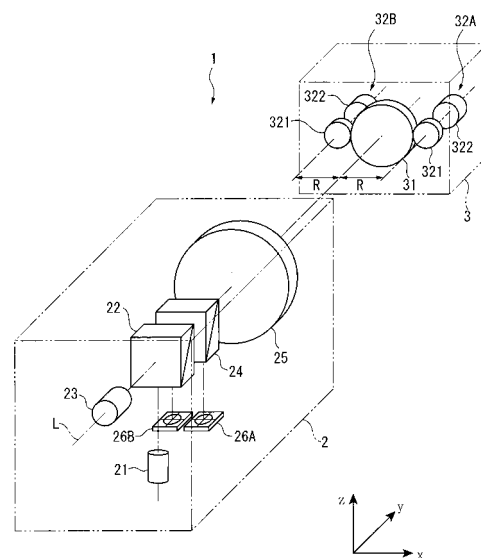
(54) 【発明の名称】 光学測定装置

(57) 【要約】

【課題】測定にかかる時間を低減させることができるとともに、鉛直方向に移動する被測定物のローリング角度の変位を測定することができる光学測定装置の提供。

【解決手段】光学測定装置1は、レーザ光源21と、平行化レンズ25と、第1の受光素子23とを有する装置本体2と、反射ミラー31を有し、被測定物に取り付けられる測定体3とを備える。測定体3は、反射ミラー31の近傍位置に設けられ、装置本体2から射出される光を反射する一対の反射手段32A、32Bを備える。装置本体2は、偏光ビームスプリッタ24と、各反射手段32A、32Bにて反射され、偏光ビームスプリッタ24にて分離される光をそれぞれ受光する一対の第2の受光素子26A、26Bと、各受光素子23、26A、26Bにて受光される光の位置変位に基づいて、被測定物の角度変位を算出する算出手段とを備える。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光を射出する光源と、前記光源の光軸上に配設される平行化レンズと、前記平行化レンズを介して入射する光を受光する第 1 の受光素子とを有する装置本体と、前記平行化レンズを介して前記装置本体から射出される光を前記平行化レンズに向けて反射する反射ミラーを有し、被測定物に取り付けられる測定体とを備える光学測定装置であって、

前記光源は、所定の偏光面を有する光を射出するレーザ光源とされ、

前記測定体は、

前記レーザ光源の光軸に対して二回対称となるように前記反射ミラーの近傍位置に設けられ、前記装置本体から射出される光を前記平行化レンズに向けて反射する一対の反射手段を備え、

10

前記各反射手段は、

前記装置本体から射出される光の光路上に配設される 1 / 4 波長板と、

前記 1 / 4 波長板の光路後段に配設され、入射する光と平行な光を反射する平行反射部材とを備え、

前記装置本体は、

前記レーザ光源の光軸上に配設され、前記所定の偏光面を有する光を透過させるとともに、前記所定の偏光面と直交する偏光面を有する光を反射させて分離する偏光分離手段と

、前記各反射手段にて反射され、前記偏光分離手段にて分離される光をそれぞれ受光する一対の第 2 の受光素子と、

20

前記各受光素子にて受光される光の位置変位に基づいて、前記被測定物の角度変位を算出する算出手段とを備えることを特徴とする光学測定装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の光学測定装置において、

前記算出手段は、前記第 2 の受光素子にて受光される光の位置変位に基づいて、前記被測定物の位置変位を算出することを特徴とする光学測定装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の光学測定装置において、

前記装置本体は、

30

前記偏光分離手段、及び前記各第 2 の受光素子の間に配設され、前記偏光分離手段にて分離される光を拡大して射出する拡大手段を備えることを特徴とする光学測定装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光学測定装置において、

前記測定体は、

前記反射ミラー、及び前記各反射手段の前記装置本体に対する姿勢を調整する姿勢調整手段を備えることを特徴とする光学測定装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の光学測定装置において、

前記各反射手段の光路前段に配設され、前記各反射手段に入射する光の偏光面を回転させる偏光面回転手段を備えることを特徴とする光学測定装置。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光学測定装置に関し、特に被測定物の角度変位を測定する光学測定装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、光を射出する光源と、光源の光軸上に配設される平行化レンズと、平行化レンズを介して入射する光を受光する受光素子とを有する装置本体と、平行化レンズを介して装

50

置本体から射出される光を平行化レンズに向けて反射する反射ミラーを有し、被測定物に取り付けられる測定体とを備える光学測定装置が知られている。

このような光学測定装置としては、オートコリメータ（装置本体）、及び反射ミラーを有する測定体を備えたものが知られており、測定体を取り付けた被測定物の角度変位（ピッチング角度、及びヨーイング角度）を測定することができる。しかしながら、従来のオートコリメータ、及び測定体を用いた測定では、被測定物のローリング角度の変位を測定することができないという問題がある。

なお、ローリング角度とは、装置本体から射出される光の射出方向を軸方向とする軸（以下、Y軸とする）回りの回転角度をいい、ピッチング角度、及びヨーイング角度とは、Y軸と直交する2軸（以下、X軸、及びZ軸とする）回りの回転角度をいう。

10

#### 【0003】

これに対して、被測定物のピッチング角度、ヨーイング角度、及びローリング角度の変位を測定することができる光学測定装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

特許文献1に記載のオートコリメータ用反射鏡（測定体）は、オートコリメータ（装置本体）から射出される光を反射することでオートコリメータ用反射鏡を取り付けた被測定物のピッチング角度、ヨーイング角度、及びローリング角度の変位を測定する。具体的に、特許文献1に記載のオートコリメータ用反射鏡は、柔軟で曲げ特性の良い懸垂材にて支持され、被測定物の傾斜に関わらず常に鉛直面を保つ懸垂反射鏡を備え、この懸垂反射鏡にオートコリメータから射出される光の一部を反射させることで従来の構成では測定することの出来なかったローリング角度の変位を測定することができる。

20

#### 【0004】

【特許文献1】特開昭60-220807号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

しかしながら、特許文献1に記載のオートコリメータ用反射鏡では、懸垂反射鏡は、柔軟な懸垂材で支持されているので、被測定物の移動によって揺動する。したがって、測定をする際には、懸垂反射鏡の揺動が停止するのを待たなければならず、測定に時間がかかるという問題がある。

また、オートコリメータ、及び反射鏡を用いた測定では、Y軸を被測定物の移動方向と略平行とした状態で被測定物の角度変位を測定するので、特許文献1に記載のオートコリメータ用反射鏡では、鉛直方向に移動する被測定物のローリング角度の変位を測定することができないという問題がある。これは、特許文献1に記載のオートコリメータ用反射鏡の構造上、Y軸を鉛直方向と略平行とすると、懸垂反射鏡は、被測定物のローリング角度が変位した場合に鉛直面を保つことができなくなるためである。

30

#### 【0006】

本発明の目的は、測定にかかる時間を低減させることができるとともに、鉛直方向に移動する被測定物のローリング角度の変位を測定することができる光学測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

#### 【0007】

本発明の光学測定装置は、光を射出する光源と、前記光源の光軸上に配設される平行化レンズと、前記平行化レンズを介して入射する光を受光する第1の受光素子とを有する装置本体と、前記平行化レンズを介して前記装置本体から射出される光を前記平行化レンズに向けて反射する反射ミラーを有し、被測定物に取り付けられる測定体とを備える光学測定装置であって、前記光源は、所定の偏光面を有する光を射出するレーザ光源とされ、前記測定体は、前記レーザ光源の光軸に対して二回対称となるように前記反射ミラーの近傍位置に設けられ、前記装置本体から射出される光を前記平行化レンズに向けて反射する一対の反射手段を備え、前記各反射手段は、前記装置本体から射出される光の光路上に配設される1/4波長板と、前記1/4波長板の光路後段に配設され、入射する光と平行な光

50

を反射する平行反射部材とを備え、前記装置本体は、前記レーザ光源の光軸上に配設され、前記所定の偏光面を有する光を透過させるとともに、前記所定の偏光面と直交する偏光面を有する光を反射させて分離する偏光分離手段と、前記各反射手段にて反射され、前記偏光分離手段にて分離される光をそれぞれ受光する一対の第2の受光素子と、前記各受光素子にて受光される光の位置変位に基づいて、前記被測定物の角度変位を算出する算出手段とを備えることを特徴とする。

#### 【0008】

このような構成によれば、レーザ光源から射出される光は、所定の偏光面を有しているので、偏光分離手段を透過し、平行化レンズを介して装置本体から射出される。そして、被測定物に取り付けられる測定体は、反射ミラーと、レーザ光源の光軸に対して二回対称となるように反射ミラーの近傍位置に設けられる一対の反射手段とを備えているので、平行化レンズを介して装置本体から射出される光は、一部が反射ミラーにて反射され、他の一部が各反射手段にて反射される。

ここで、各反射手段は、装置本体から射出される光の光路上に配設される1/4波長板と、1/4波長板の光路後段に配設され、入射する光に平行な光を反射する平行反射部材とを備えるので、装置本体から射出される光は、1/4波長板を2度通過して偏光面が90度回転し、所定の偏光面と直交する偏光面を有することとなる。なお、平行反射部材は、各反射手段の装置本体に対する姿勢が変化した場合であっても入射する光と平行な光を反射する。

#### 【0009】

反射ミラーにて反射され、平行化レンズを介して装置本体に入射した光は、所定の偏光面を有しているので、偏光分離手段を透過して第1の受光素子にて受光される。なお、以下では、第1の受光素子にて受光される光を第1測定光とする。

第1測定光は、被測定物のピッチング角度、またはヨーイング角度が変位すると、第1の受光素子上での位置が変位する。したがって、算出手段は、従来のオートコリメータ、及び測定体を用いた測定と同様に、第1測定光の位置変位に基づいて、被測定物のピッチング角度、及びヨーイング角度の変位を算出する。

#### 【0010】

また、各反射手段にて反射され、平行化レンズを介して装置本体に入射した光は、所定の偏光面と直交する偏光面を有しているので、偏光分離手段にて反射されて一対の第2の受光素子にて受光される。なお、以下では、各第2の受光素子にて受光される各光を第2測定光とする。

ここで、各反射手段は、レーザ光源の光軸に対して二回対称となるように反射ミラーの近傍位置に設けられているので、各第2測定光は、被測定物のローリング角度が変位すると、各第2の受光素子上での位置が逆方向に変位する。したがって、算出手段は、各第2測定光の位置変位に基づいて、被測定物のローリング角度の変位を算出する。

#### 【0011】

例えば、被測定物のローリング角度が変位した場合における各第2測定光の位置変位する方向がY軸方向となるように光学測定装置を構成する。このように構成した場合には、各第2測定光は、被測定物のローリング角度が変位すると、各第2の受光素子上での位置が逆方向に変位するので、算出手段は、各第2測定光のY軸方向における位置変位の差を取ることで被測定物のローリング角度の変位を算出することができる。

#### 【0012】

本発明によれば、被測定物に取り付けられる測定体は、反射ミラーと、レーザ光源の光軸に対して二回対称となるように反射ミラーの近傍位置に設けられる一対の反射手段とを備えているので、特許文献1に記載のオートコリメータ用反射鏡のように被測定物が移動した場合であっても揺動することがない。したがって、光学測定装置は、測定にかかる時間を低減させることができる。また、本発明の光学測定装置の構造上、Y軸を鉛直方向と略平行とした場合であっても被測定物のローリング角度の変位を測定することができる。したがって、光学測定装置は、鉛直方向に移動する被測定物のローリング角度の変位を測

10

20

30

40

50

定することができる。

【0013】

本発明では、前記算出手段は、前記第2の受光素子にて受光される光の位置変位に基づいて、前記被測定物の位置変位を算出することが好ましい。

ここで、各第2測定光は、被測定物のX、Z軸方向における位置が変位すると、第2の受光素子上での位置が同一方向に変位する。

【0014】

例えば、被測定物のZ軸方向における位置が変位した場合における各第2測定光の位置変位する方向がY軸方向となり、被測定物のX軸方向における位置が変位した場合における各第2測定光の位置変位する方向がX軸方向となるように光学測定装置を構成する。このように構成した場合には、各第2測定光は、被測定物のX、Z軸方向における位置が変位すると、第2の受光素子上での位置が同一方向に変位するので、算出手段は、各第2測定光のX軸方向における位置変位の和を取ることによって被測定物のX軸方向における位置変位を算出することができ、各第2測定光のY軸方向における位置変位の和を取ることによって被測定物のZ軸方向における位置変位を算出することができる。

したがって、光学測定装置は、被測定物の角度変位、及び従来構成では測定することの出来なかった被測定物の位置変位を同時に測定することができる。

【0015】

本発明では、前記装置本体は、前記偏光分離手段、及び前記各第2の受光素子の間に配設され、前記偏光分離手段にて分離される光を拡大して射出する拡大手段を備えることが好ましい。

【0016】

ここで、高精度な工作機械などを被測定物として角度変位、及び位置変位を測定する場合には、各第2測定光の位置変位は非常に小さくなり、各第2測定光の位置変位を検出しにくくなるという問題がある。これに対して、例えば、各第2の受光素子にて検出される電気信号を電氣的に増幅することで各第2測定光の位置変位を検出する方法が考えられる。しかしながら、このような検出方法によると、各第2の受光素子にて検出される電気信号はノイズの影響を受けやすくなるので、測定精度が低下するという問題がある。

本発明によれば、装置本体は、各第2測定光を拡大して射出する拡大手段を備えているので、各第2測定光の位置変位を光学的に拡大することができる。したがって、第2の受光素子にて検出される電気信号はノイズの影響を受けにくくなるので、測定精度を向上させることができる。

【0017】

本発明では、前記測定体は、前記反射ミラー、及び前記各反射手段の前記装置本体に対する姿勢を調整する姿勢調整手段を備えることが好ましい。

【0018】

ここで、本発明の光学測定装置では、平行化レンズを介して装置本体から射出される光は、測定体における反射ミラー、及び各反射手段にて反射され、再度、平行化レンズを介して装置本体に入射する必要がある。したがって、光学測定装置を用いて測定をする際には、測定体にて反射する光が平行化レンズを介して装置本体に入射するように装置本体、及び測定体の角度を調整することが望ましい。

本発明によれば、測定体は、姿勢調整手段を備えているので、測定体を被測定物に取り付けた状態で容易に角度を調整することができる。また、測定体は装置本体と比較して小型であるので、装置本体の姿勢を調整する場合と比較して作業者は装置本体、及び測定体の角度を容易に調整することができる。

【0019】

本発明では、前記各反射手段の光路前段に配設され、前記各反射手段に入射する光の偏光面を回転させる偏光面回転手段を備えることが好ましい。

【0020】

ここで、第1測定光、及び各第2測定光は、偏光分離手段にて分離されるため、光学測

10

20

30

40

50

定装置にて高精度の測定を行うには、偏光分離手段にて高い精度で各測定光を分離することが望ましい。言い換えると、偏光分離手段の光学軸方向、及び各反射手段の1/4波長板の光学軸方向が一致していることが望ましい。

本発明によれば、光学測定装置は、各反射手段の光路前段に配設される偏光面回転手段を備えているので、偏光分離手段の光学軸方向、及び各反射手段の1/4波長板の光学軸方向を容易に調整することができる。したがって、光学測定装置は、偏光分離手段にて高い精度で各測定光を分離することができ、高精度の測定を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

〔第1実施形態〕

以下、本発明の第1実施形態を図面に基づいて説明する。

〔光学測定装置の概略構成〕

図1は、本発明の第1実施形態に係る光学測定装置1を側方側から見た概略模式図である。図2は、光学測定装置1を斜め上方側から見た概略模式図である。なお、図1では、上方向を+Z軸方向とし、このZ軸に直交する2軸をそれぞれX軸、及びY軸として説明する。以下の図面においても同様である。

光学測定装置1は、図1、及び図2に示すように、装置本体2と、被測定物(図示略)に取り付けられる測定体3とを備える。なお、図示は省略するが、測定体3は、+Y軸方向側の面を被測定物に貼り付けて固定されている。

【0022】

装置本体2は、光を射出するレーザ光源21と、レーザ光源21の上方側(+Z軸方向側)に配設される無偏光ビームスプリッタ22と、無偏光ビームスプリッタ22の後方側(-Y軸方向側)に配設される第1の受光素子23と、無偏光ビームスプリッタ22の前方側(+Y軸方向側)に配設される偏光ビームスプリッタ24と、偏光ビームスプリッタ24の前方側に配設される平行化レンズ25と、偏光ビームスプリッタ24の下方側(-Z軸方向側)に配設される一对の第2の受光素子26A, 26Bとを備える。なお、図1、及び図2では、レーザ光源21から射出される光、及び各受光素子23, 26A, 26Bにて受光する光の光軸Lを一点鎖線で示している。

また、装置本体2は、各受光素子23, 26A, 26Bにて受光される光の位置変位に基づいて、被測定物の角度変位、及び位置変位を算出する算出手段27(図2において図示略)を備える。なお、算出手段27については、後に詳述する。

【0023】

光源としてのレーザ光源21は、所定の偏光面を有する光を上方側に向かって射出する。

無偏光ビームスプリッタ22は、2つの直角プリズムを貼り合せた略直方体状に形成され、各直角プリズムの界面22AがY軸、及びZ軸に対して略45度の角度となるように配設されている。そして、無偏光ビームスプリッタ22は、界面22Aにて一部を透過し、他の一部を反射することで入射する光を偏光状態に依存することなく所定の割合で分割する。

第1の受光素子23は、例えば、PSD(Position Sensitive Detector)などで構成され、受光する光の中心位置を検出する。

【0024】

偏光分離手段としての偏光ビームスプリッタ24は、偏光分離膜24Aにて所定の偏光面を有する光、すなわちレーザ光源21から射出される光を透過させるとともに、所定の偏光面と直交する偏光面を有する光を反射させて分離する。本実施形態では、偏光ビームスプリッタ24は、偏光分離膜24AがY軸、及びZ軸に対して略45度の角度となるように配設されている。

平行化レンズ25は、レーザ光源21の光軸L上に配設され、レーザ光源21から射出される光を平行化して装置本体2から射出する。

各第2の受光素子26A, 26Bは、例えば、QP D(Quadrant Photo Diode)などで

10

20

30

40

50

構成され、受光する光の中心位置を検出する。なお、QPDは、4分割された受光素子を有しているので、前述したPSDと比較して受光する光の中心位置を高精度に検出することができる。

#### 【0025】

測定体3は、平行化レンズ25を介して装置本体2から射出される光を平行化レンズ25に向けて反射する反射ミラー31、及び一对の反射手段32A, 32Bを備える。

反射ミラー31は、略円盤状に形成され、中心位置がレーザ光源21の光軸L上となる位置に配設されている。

各反射手段32A, 32Bは、レーザ光源21の光軸Lから+X軸方向、及び-X軸方向にそれぞれ距離Rだけ離れた反射ミラー31の近傍位置に配設されている。すなわち、各反射手段32A, 32Bは、レーザ光源21の光軸Lに対して二回対称となるように反射ミラー31の近傍位置に設けられている。また、各反射手段32A, 32Bは、装置本体2から射出される光の光路上に配設される1/4波長板321と、1/4波長板321の光路後段に配設され、入射する光と平行な光を反射する平行反射部材としてのコーナーキューブ322とを備える。

#### 【0026】

〔光学測定装置における光の光路〕

次に、光学測定装置1における光の光路について説明する。

レーザ光源21から射出される光は、無偏光ビームスプリッタ22に入射する。無偏光ビームスプリッタ22に入射した光は、一部が界面22Aにて反射され、偏光ビームスプリッタ24に向かって射出される。無偏光ビームスプリッタ22から射出される光は、所定の偏光面を有しているので、偏光ビームスプリッタ24を透過し、平行化レンズ25を介して装置本体2から射出される。

#### 【0027】

平行化レンズ25を介して装置本体2から射出される光は、一部が反射ミラー31にて反射され、他の一部が各反射手段32A, 32Bにて反射される。ここで、各反射手段32A, 32Bは、1/4波長板321と、コーナーキューブ322とを備えるので、装置本体2から射出される光は、1/4波長板321を2度通過して偏光面が90度回転し、所定の偏光面と直交する偏光面を有することとなる。そして、反射ミラー31、及び各反射手段32A, 32Bにて反射された光は、平行化レンズ25を介して装置本体2に入射して収束する。

#### 【0028】

反射ミラー31にて反射され、平行化レンズ25を介して装置本体2に入射した光は、所定の偏光面を有しているので、偏光ビームスプリッタ24を透過する。そして、偏光ビームスプリッタ24を透過した光は、一部が無偏光ビームスプリッタ22を透過して第1の受光素子23にて受光される(図1中細線で示される光路)。なお、以下では、第1の受光素子23にて受光される光を第1測定光とする。

第1測定光は、被測定物のピッチング角度(X軸回りの回転角度)、またはヨーイング角度(Z軸回りの回転角度)が変位すると、第1の受光素子23上での位置が変位する。したがって、算出手段27は、従来のオートコリメータ、及び測定体を用いた測定と同様に、第1測定光の位置変位に基づいて、被測定物のピッチング角度、及びヨーイング角度の変位を算出する。

#### 【0029】

また、各反射手段32A, 32Bにて反射され、平行化レンズ25を介して装置本体2に入射した光は、所定の偏光面と直交する偏光面を有しているので、偏光ビームスプリッタ24にて下方側に反射されて一对の第2の受光素子26A, 26Bにて受光される(図1中太線で示される光路)。なお、以下では、各第2の受光素子26A, 26Bにて受光される各光を第2測定光とする。また、各第2測定光となる光の光路は、前述したように、図1中太線で示しているが、図面の簡略化のため、図1では一部の光路のみを図示している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 0 】

ここで、各反射手段 3 2 A , 3 2 B は、レーザ光源 2 1 の光軸 L に対して二回対称となるように反射ミラー 3 1 の近傍位置に設けられているので、各第 2 測定光は、被測定物のローリング角度 ( Y 軸回りの回転角度 ) が変位すると、各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B 上での位置が逆方向に変位する。また、各第 2 測定光は、被測定物の X , Z 軸方向における位置が変位すると、各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B 上での位置が同一方向に変位する。したがって、算出手段 2 7 は、各第 2 測定光の位置変位に基づいて、被測定物のローリング角度の変位、及び位置変位を分離して算出する。

## 【 0 0 3 1 】

〔ローリング角度の変位、及び位置変位の算出方法〕

10

図 3 は、各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B を上方側から見た図である。なお、図 3 ( A ) は、各第 2 測定光が位置変位していない状態を示す図であり、図 3 ( B ) は、各第 2 測定光が Y 軸方向にのみ位置変位した状態を示す図であり、図 3 ( C ) は、各第 2 測定光が Y 軸方向、及び X 軸方向に位置変位した状態を示す図である。また、図 3 では、 + Y 軸方向を一点鎖線の矢印で示している。

光学測定装置 1 は、装置本体 2、及び測定体 3 の角度が予め調整され、各第 2 測定光が位置変位していない状態、すなわち被測定物が Y 軸回りの回転も X , Z 軸方向の位置変位もしていない状態では、図 3 ( A ) に示すように、各第 2 測定光 ( 図 3 中網掛け円 ) の中心位置 ( 図 3 中 x 印 ) と、各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B の中心位置とは略一致している。

20

## 【 0 0 3 2 】

そして、各第 2 測定光は、被測定物のローリング角度が変位すると、各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B 上で位置が逆方向に変位する。例えば、被測定物のローリング角度が右ネジ回りに微小角度 だけ変位したとすると、各第 2 測定光は、図 3 ( B ) に示すように、第 2 の受光素子 2 6 A 上で Y 軸方向に A y だけ位置変位し、第 2 の受光素子 2 6 B 上で Y 軸方向に B y だけ位置変位する。なお、以下では、被測定物のピッチング角度、ヨーイング角度、及びローリング角度は、各軸における右ネジ回りの方向を正方向とする。

具体的に、被測定物のローリング角度の角度変位 と、各第 2 測定光の位置変位 A y , B y との関係式は、以下の式 ( 1 ) , ( 2 ) で表される。

## 【 0 0 3 3 】

$$A y = - R \cdot C \quad \dots ( 1 )$$

$$B y = R \cdot C \quad \dots ( 2 )$$

30

## 【 0 0 3 4 】

ここで、C は、光学測定装置 1 における光学系の特性から決定される定数であり、具体的に、平行化レンズ 2 5 から第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B に至る光学的な距離と、平行化レンズ 2 5 の焦点距離との比で定められる。例えば、平行化レンズ 2 5 から各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B に至る光学的な距離が平行化レンズ 2 5 の焦点距離の 1 / 2 である場合には、C は 1 / 2 となる。すなわち、この場合には、各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B は、平行化レンズ 2 5 を介して装置本体 2 に入射して収束する光の光路上にあるので、各第 2 測定光の各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B 上での位置変位 A y , B y は、各反射手段 3 2 A , 3 2 B の移動距離である R よりも小さくなる。

40

## 【 0 0 3 5 】

また、各第 2 測定光は、被測定物の X , Z 軸方向における位置が変位すると、各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B 上での位置が同一方向に変位する。

具体的に、被測定物の X , Z 軸方向における位置変位 T x , T z と、第 2 測定光の第 2 の受光素子 2 6 A 上での X , Y 軸方向における位置変位 A x , A y と、第 2 測定光の第 2 の受光素子 2 6 B 上での X , Y 軸方向における位置変位 B x , B y との関係式は、以下の式 ( 3 ) ~ ( 6 ) で表される。

## 【 0 0 3 6 】

$$A x = T x \cdot C \quad \dots ( 3 )$$

50



$$A_y = T_z \cdot C \quad \dots (4)$$

$$B_x = T_x \cdot C \quad \dots (5)$$

$$B_y = T_z \cdot C \quad \dots (6)$$

## 【0037】

また、例えば、被測定物のローリング角度が右ネジ回りに微小角度だけ変位するとともに、X、Z軸方向における位置が $T_x$ 、 $T_z$ だけ変位したとすると、各第2測定光は、図3(C)に示すように、第2の受光素子26A上でX、Y軸方向に $A_x$ 、 $A_y$ だけ位置変位し、第2の受光素子26B上でX、Y軸方向に $B_x$ 、 $B_y$ だけ位置変位する。

## 【0038】

図4は、各第2の受光素子26A、26B上の各第2測定光を上方側から見た拡大図である。なお、図4は、図3(C)を拡大した図である。

具体的に、被測定物のローリング角度の角度変位と、被測定物のX、Z軸方向における位置変位 $T_x$ 、 $T_z$ と、第2測定光の第2の受光素子26A上でのX、Y軸方向における位置変位 $A_x$ 、 $A_y$ と、第2測定光の第2の受光素子26B上でのX、Y軸方向における位置変位 $B_x$ 、 $B_y$ との関係式は、式(1)、(2)と、式(3)~(6)の合成であり、以下の式(7)~(10)で表される。

## 【0039】

$$A_x = T_x \cdot C \quad \dots (7)$$

$$A_y = -R \cdot C + T_z \cdot C \quad \dots (8)$$

$$B_x = T_x \cdot C \quad \dots (9)$$

$$B_y = R \cdot C + T_z \cdot C \quad \dots (10)$$

## 【0040】

したがって、図4に示すように、被測定物のローリング角度の変位に基づく各第2測定光の各第2の受光素子26A、26B上での位置変位を $P_r$ とし、被測定物のX軸方向における位置変位に基づく各第2測定光の各第2の受光素子26A、26B上での位置変位を $P_x$ とし、被測定物のZ軸方向における位置変位に基づく各第2測定光の各第2の受光素子26A、26B上での位置変位を $P_y$ とすれば、 $P_r$ 、 $P_x$ 、 $P_y$ は、以下の式(11)~(13)で表される。

## 【0041】

$$P_r = (B_y - A_y) / 2 = R \cdot C \quad \dots (11)$$

$$P_x = (A_x + B_x) / 2 = T_x \cdot C \quad \dots (12)$$

$$P_y = (A_y + B_y) / 2 = T_z \cdot C \quad \dots (13)$$

## 【0042】

すなわち、算出手段27は、各第2測定光のY軸方向における位置変位 $A_y$ 、 $B_y$ の差を取ることで被測定物のローリング角度の変位を算出することができる。また、算出手段27は、各第2測定光のX軸方向における位置変位 $A_x$ 、 $B_x$ の和を取ることで被測定物のX軸方向における位置変位を算出ことができ、各第2測定光のY軸方向における位置変位 $A_y$ 、 $B_y$ の和を取ることで被測定物のZ軸方向における位置変位を算出することができる。

## 【0043】

具体的に、算出手段27は、以下の式(14)~(16)によって、被測定物のローリング角度の角度変位、及びX、Z軸方向における位置の位置変位 $T_x$ 、 $T_z$ を算出する。

## 【0044】

$$R = (B_y - A_y) / 2C \quad \dots (14)$$

$$T_x = (A_x + B_x) / 2C \quad \dots (15)$$

$$T_z = (A_y + B_y) / 2C \quad \dots (16)$$

## 【0045】

したがって、算出手段27は、各受光素子23、26A、26Bにて受光される光の位置変位に基づいて、被測定物のピッチング角度、ヨーイング角度、及びローリング角度の

10

20

30

40

50

変位と、被測定物の位置変位とを同時に算出する。

【 0 0 4 6 】

このような本実施形態によれば以下の効果がある。

( 1 ) 被測定物に取り付けられる測定体 3 は、反射ミラー 3 1 と、レーザ光源 2 1 の光軸 L に対して二回対称となるように反射ミラー 3 1 の近傍位置に設けられる一对の反射手段 3 2 とを備えているので、被測定物が移動した場合であっても揺動することがない。したがって、光学測定装置 1 は、測定にかかる時間を低減させることができる。

( 2 ) 光学測定装置 1 の構造上、Y 軸を鉛直方向と略平行とした場合であっても被測定物のローリング角度の変位を測定することができる。したがって、光学測定装置 1 は、鉛直方向に移動する被測定物のローリング角度の変位を測定することができる。

( 3 ) 光学測定装置 1 は、被測定物の角度変位、及び従来構成では測定することの出来なかつた被測定物の位置変位を同時に測定することができる。

【 0 0 4 7 】

〔 第 2 実施形態 〕

以下、本発明の第 2 実施形態を図面に基づいて説明する。

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係る光学測定装置 1 A を側方側から見た概略模式図である。

なお、以下の説明では、既に説明した部分については、同一符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 4 8 】

前記第 1 実施形態では、各反射手段 3 2 A , 3 2 B にて反射され、平行化レンズ 2 5 を介して装置本体 2 に入射した光は、偏光ビームスプリッタ 2 4 にて下方側に反射されて各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B にて受光されていた。

これに対して、本実施形態では、各反射手段 3 2 A , 3 2 B にて反射され、平行化レンズ 2 5 を介して装置本体 2 A に入射した光は、図 5 に示すように、偏光ビームスプリッタ 2 4 にて下方側に反射され、拡大手段 2 8 を介して各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B にて受光されている点で異なる。

拡大手段 2 8 は、偏光ビームスプリッタ 2 4 、及び各第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B の間に配設され、偏光ビームスプリッタ 2 4 にて反射して分離される光を拡大して射出する。

【 0 0 4 9 】

このような本実施形態においても、前記第 1 実施形態と同様の作用、効果を奏することができる他、以下の作用、効果を奏することができる。

( 4 ) 装置本体 2 A は、第 2 測定光を拡大して射出する拡大手段 2 8 を備えているので、第 2 測定光の位置変位を光学的に拡大することができる。したがって、第 2 の受光素子 2 6 A , 2 6 B にて検出される電気信号はノイズの影響を受けにくくなるので、測定精度を向上させることができる。

【 0 0 5 0 】

〔 第 3 実施形態 〕

以下、本発明の第 3 実施形態を図面に基づいて説明する。

図 6 は、本発明の第 3 実施形態に係る光学測定装置 1 B を側方側から見た概略模式図である。

前記第 1 実施形態では、測定体 3 は、+ Y 軸方向側の面を被測定物に貼り付けて固定されていた。

これに対して、本実施形態では、測定体 3 B は、図 6 に示すように、反射ミラー 3 1 、及び各反射手段 3 2 A , 3 2 B の装置本体 2 に対する姿勢を調整する姿勢調整手段 3 4 を備え、姿勢調整手段 3 4 を介して被測定物 W に貼り付けて固定されている点で異なる。

【 0 0 5 1 】

測定体 3 B は、+ Y 軸方向に向かって突出する断面略矩形状の凸部 3 3 A を中央位置に有し、反射ミラー 3 1 、及び各反射手段 3 2 A , 3 2 B を所定位置に収納する筐体 3 3 と

10

20

30

40

50

、筐体 3 3 の装置本体 2 に対する姿勢を調整する姿勢調整手段 3 4 とを備える。

姿勢調整手段 3 4 は、筐体 3 3 の凸部 3 3 A に固定される略矩形板状の固定板 3 4 1 と、固定板 3 4 1 と略同一の形状を有し、固定板 3 4 1 と対向して配設される対向板 3 4 2 と、固定板 3 4 1 の四隅位置に形成されるネジ孔（図示略）に螺合される 4 つのボルト 3 4 3 と、固定板 3 4 1、及び対向板 3 4 2 の間に設けられ、固定板 3 4 1、及び対向板 3 4 2 を近接させる方向に付勢するパネ部材 3 4 4 とを備える。

【0052】

そして、対向板 3 4 2 は、+ Y 軸方向側の面を被測定物 W に貼り付けて固定される。すなわち、測定体 3 B は、姿勢調整手段 3 4 を介して被測定物 W に貼り付けて固定されている。

10

したがって、各ボルト 3 4 3 を回転させると、各ボルト 3 4 3 の固定板 3 4 1 からの突出量を調整することができるので、姿勢調整手段 3 4 は、測定体 3 B を X, Z 軸回りに回転させて筐体 3 3 の装置本体 2 に対する姿勢を調整することができ、ひいては反射ミラー 3 1、及び各反射手段 3 2 A, 3 2 B の装置本体 2 に対する姿勢を調整することができる。

【0053】

このような本実施形態においても、前記第 1 実施形態と同様の作用、効果を奏することができる他、以下の作用、効果を奏することができる。

(5) 測定体 3 B は、姿勢調整手段 3 4 を備えているので、測定体 3 B を被測定物 W に取り付けた状態で容易に角度を調整することができる。また、測定体 3 B は装置本体 2 と比較して小型であるので、装置本体 2 の姿勢を調整する場合と比較して作業者は装置本体 2、及び測定体 3 B の角度を容易に調整することができる。

20

【0054】

〔第 4 実施形態〕

以下、本発明の第 4 実施形態を図面に基づいて説明する。

図 7 は、本発明の第 4 実施形態に係る光学測定装置 1 C を側方側から見た概略模式図である。

前記第 1 実施形態では、平行化レンズ 2 5 を介して装置本体 2 から射出される光は、一部が反射ミラー 3 1 にて反射され、他の一部が各反射手段 3 2 A, 3 2 B にて反射されていた。

30

これに対して、本実施形態では、平行化レンズ 2 5 を介して装置本体 2 から射出される光は、図 7 に示すように、偏光面回転手段 2 9 を介して一部が反射ミラー 3 1 にて反射され、他の一部が各反射手段 3 2 A, 3 2 B にて反射されている点で異なる。

【0055】

偏光面回転手段 2 9 は、装置本体 2 C における平行化レンズ 2 5 の光路後段、すなわち各反射手段 3 2 A, 3 2 B の光路前段に配設され、各反射手段 3 2 A, 3 2 B に入射する光の偏光面を回転させる。この偏光面回転手段 2 9 は、装置本体 2 に固定される略円環状のフレーム 2 9 1 と、フレーム 2 9 1 に回転自在に収納される略円盤状の 1 / 2 波長板 2 9 2 と、1 / 2 波長板に接続されるレバー 2 9 3 とを備える。

そして、レバー 2 9 3 を回転させると、1 / 2 波長板 2 9 2 は、光軸 L を中心として回転する。

40

【0056】

ここで、1 / 2 波長板 2 9 2 は、入射する光の偏光面に対する光学軸の角度を  $\theta$  とすると、一方の側から他方の側に透過する光の偏光面を  $2\theta$  回転させる。また、他方の側から一方の側に透過する光の偏光面を  $-2\theta$  回転させる。

具体的に、1 / 2 波長板 2 9 2 は、平行化レンズ 2 5 を介して装置本体 2 C から射出される光の偏光面を  $2\theta$  回転させ、反射ミラー 3 1、及び各反射手段 3 2 A, 3 2 B にて反射され、平行化レンズ 2 5 を介して装置本体 2 C に入射する光の偏光面を  $-2\theta$  回転させて回転前の偏光面に戻す。

したがって、レバー 2 9 3 を回転させて 1 / 2 波長板 2 9 2 を回転させることで、偏光

50

面回転手段 29 は、各反射手段 32A, 32B に入射する光の偏光面を回転させて調整することができる。

【0057】

このような本実施形態においても、前記第 1 実施形態と同様の作用、効果を奏することができる他、以下の作用、効果を奏することができる。

(6) 光学測定装置 1 は、各反射手段 32A, 32B の光路前段に配設される偏光面回転手段 29 を備えているので、偏光ビームスプリッタ 24 の光学軸方向、及び各反射手段 32A, 32B の 1/4 波長板 321 の光学軸方向を容易に調整することができる。したがって、光学測定装置 1 は、偏光ビームスプリッタ 24 にて高い精度で各測定光を分離することができ、高精度の測定を行うことができる。

10

【0058】

〔実施形態の変形〕

なお、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、前記各実施形態では、算出手段 27 は、各受光素子 23, 26A, 26B にて受光される光の位置変位に基づいて、被測定物のピッチング角度、ヨーイング角度、及びローリング角度の変位と、被測定物の位置変位とを同時に算出していた。これに対して、例えば、算出手段を、被測定物のピッチング角度、ヨーイング角度、及びローリング角度の変位のみを算出するように構成してもよい。要するに、算出手段は、各受光素子にて受光される光の位置変位に基づいて、被測定物の角度変位を算出することができればよい。

20

【0059】

前記各実施形態では、平行反射部材としてコーナーキューブ 322 を用いていたが、各反射手段の装置本体に対する姿勢が変化した場合であっても入射する光に平行な光を反射する部材であれば、他の部材を用いてもよい。

前記各実施形態では、第 1 の受光素子 23、及び第 2 の受光素子 26A, 26B として PSD、及び QPD を例示したが、各測定光の位置変位を検出することができる受光素子であれば、他の受光素子を採用してもよい。

前記各実施形態では、各反射手段 32A, 32B は、レーザ光源 21 の光軸 L から +X 軸方向、及び -X 軸方向にそれぞれ距離 R だけ離れた反射ミラー 31 の近傍位置に配設されていたが、各反射手段は、レーザ光源の光軸に対して二回対称となるように反射ミラーの近傍位置に設けられていれば、どのような位置に設けられていてもよい。

30

【0060】

前記第 3 実施形態では、姿勢調整手段 34 は、固定板 341、対向板 342、各ボルト 343、及びバネ部材 344 を備えていたが、他の構成であってもよい。要するに、姿勢調整手段は、反射ミラー、及び各反射手段の装置本体に対する姿勢を調整することができればよい。

前記第 4 実施形態では、偏光面回転手段 29 は、フレーム 291、1/2 波長板 292、及びレバー 293 を備えていたが、他の構成であってもよい。要するに、偏光面回転手段は、各反射手段の光路前段に配設され、各反射手段に入射する光の偏光面を回転させて調整することができればよい。また、前記第 4 実施形態では、偏光面回転手段 29 は、装置本体 2C に設けられていたが、例えば、測定体 3 に設けられていてもよい。要するに、偏光面回転手段は、各反射手段の光路前段に配設されていればよい。

40

【産業上の利用可能性】

【0061】

本発明は、光学測定装置に利用でき、特に装置本体と、被測定物に取り付けられる測定体とを備える光学測定装置に好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る光学測定装置を側方側から見た概略模式図。

【図 2】前記実施形態における光学測定装置を斜め上方側から見た概略模式図。

50

【図3】前記実施形態における各第2の受光素子を上方側から見た図。

【図4】前記実施形態における各第2の受光素子26A, 26B上の各第2測定光を上方側から見た拡大図。

【図5】本発明の第2実施形態に係る光学測定装置を側方側から見た概略模式図。

【図6】本発明の第3実施形態に係る光学測定装置を側方側から見た概略模式図。

【図7】本発明の第4実施形態に係る光学測定装置を側方側から見た概略模式図。

【符号の説明】

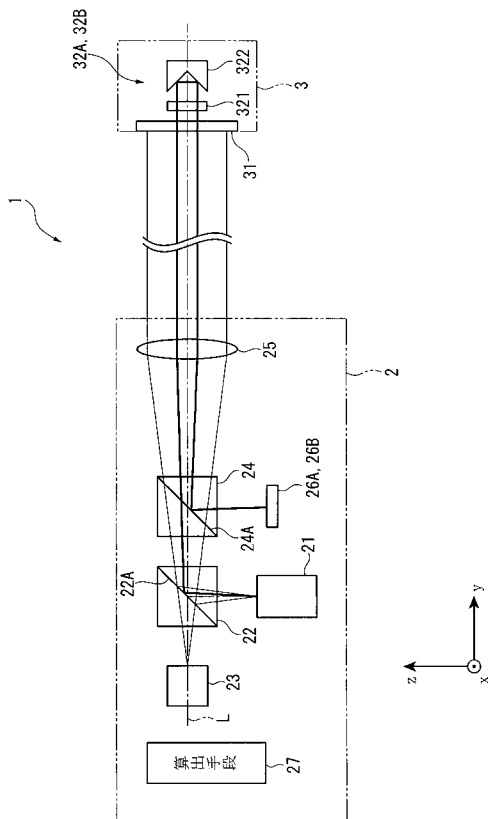
【0063】

- 1, 1A, 1B, 1C ... 光学測定装置
- 2 ... 装置本体
- 3, 3B ... 測定体
- 21 ... レーザ光源 (光源)
- 23 ... 第1の受光素子
- 24 ... 偏光ビームスプリッタ (偏光分離手段)
- 25 ... 平行化レンズ
- 26A, 26B ... 第2の受光素子
- 27 ... 算出手段
- 28 ... 拡大手段
- 29 ... 偏光面回転手段
- 31 ... 反射ミラー
- 32A, 32B ... 反射手段
- 34 ... 姿勢調整手段
- 321 ... 1/4波長板
- 322 ... コーナーキューブ (平行反射部材)。

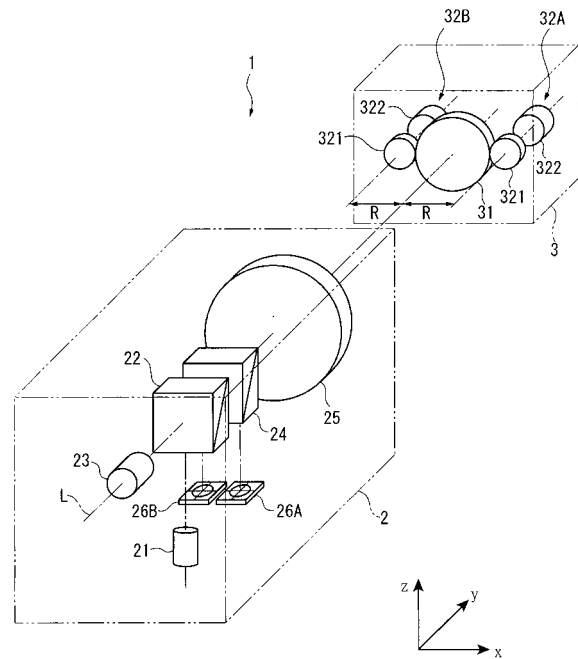
10

20

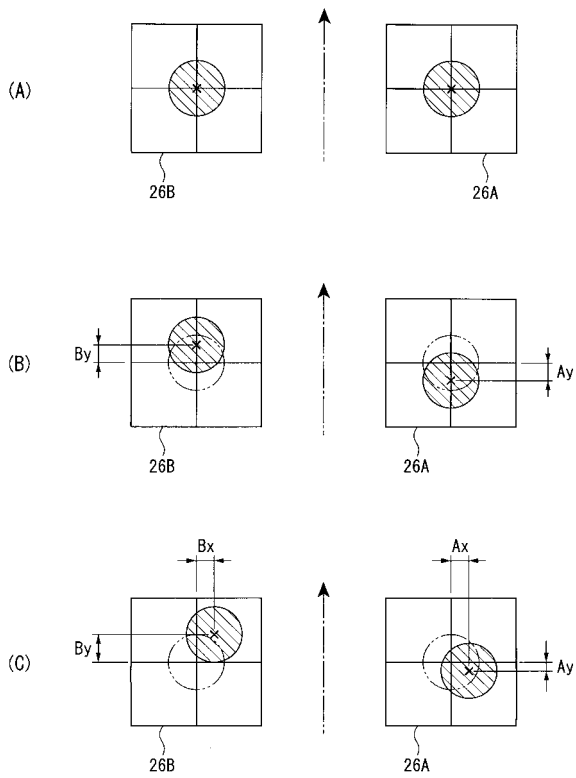
【図1】



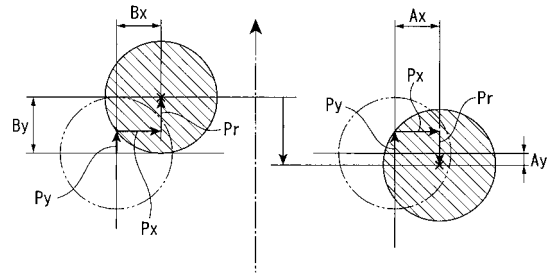
【図2】



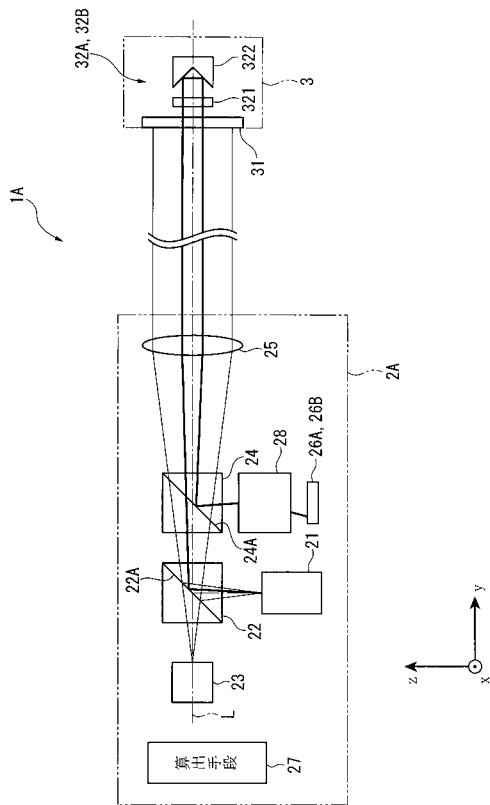
【 図 3 】



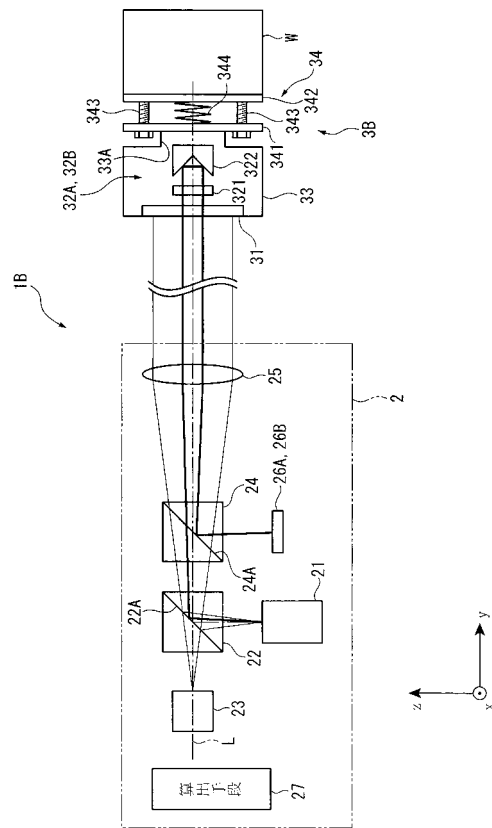
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

