

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-166647

(P2022-166647A)

(43)公開日 令和4年11月2日(2022.11.2)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード(参考)	
G 0 1 B	11/26 (2006.01)	G 0 1 B	11/26	H	2 F 0 6 5
H 0 5 K	3/00 (2006.01)	G 0 1 B	11/26	Z	5 E 3 3 8
H 0 5 K	1/02 (2006.01)	H 0 5 K	3/00	Q	
		H 0 5 K	1/02	T	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-71998(P2021-71998)	(71)出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(22)出願日	令和3年4月21日(2021.4.21)	(74)代理人	110002952弁理士法人鷺田国際特許事務所
		(72)発明者	白石 竜朗 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72)発明者	古田 寛和 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72)発明者	鎌谷 淳一 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

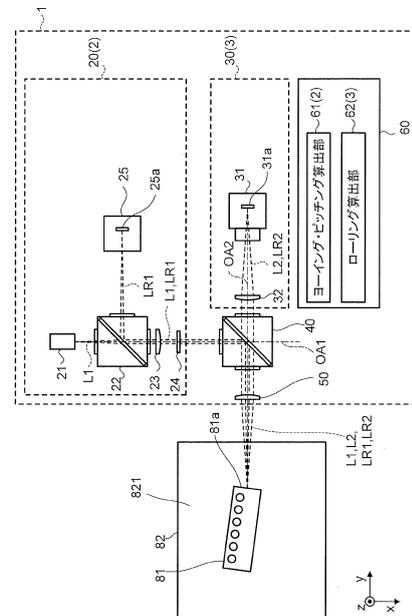
(54)【発明の名称】 光学測定装置、実装基板の組立装置、および、実装基板の組立方法

(57)【要約】

【課題】微小サイズの被測定物の3種類の傾き角を測定することができる光学測定装置を提供する。

【解決手段】光学測定装置は、第1の光を出射するレーザ光源と、前記第1の光が有する波長とは異なる波長を有する第2の光を出射する撮像部と、前記第1の光および前記第2の光を被測定物に導くとともに、前記被測定物からの反射光を、前記第1の光に基づく第1の反射光と、前記第2の光に基づく第2の反射光とに分離する分離部と、前記分離部によって分離された前記第1の反射光を受光する受光素子と、前記受光素子による受光結果に基づいて、前記被測定物のピッチング角およびヨーイング角を算出する算出部と、を備え、前記撮像部は、前記分離部によって分離された前記第2の反射光を受光することで前記被測定物を撮像し、前記算出部は、前記撮像部による撮像結果に基づいて前記被測定物のローリング角を算出する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光を出射するレーザー光源と、
 前記第 1 の光が有する波長とは異なる波長を有する第 2 の光を出射する撮像部と、
 前記第 1 の光および前記第 2 の光を被測定物に導くとともに、前記被測定物からの反射光を、前記第 1 の光に基づく第 1 の反射光と、前記第 2 の光に基づく第 2 の反射光とに分離する分離部と、
 前記分離部によって分離された前記第 1 の反射光を受光する受光素子と、
 前記受光素子による受光結果に基づいて、前記被測定物のヨーイング角およびピッチング角を算出する算出部と、を備え、
 前記撮像部は、前記分離部によって分離された前記第 2 の反射光を受光することで前記被測定物を撮像し、
 前記算出部は、前記撮像部による撮像結果に基づいて前記被測定物のローリング角を算出する、
 を備える光学測定装置。

10

【請求項 2】

前記撮像部は、前記被測定物および別の物体が表示されている画像を生成し、
 前記算出部は、前記画像に基づいて前記別の物体に対する前記被測定物のローリング角を算出する、
 請求項 1 に記載の光学測定装置。

20

【請求項 3】

前記分離部を透過した前記第 1 の光および前記第 2 の光を前記被測定物に集光し、前記第 1 の反射光および前記第 2 の反射光を前記分離部に導くレンズをさらに備える、
 請求項 1 または 2 に記載の光学測定装置。

【請求項 4】

前記分離部は、前記第 1 の光および前記第 2 の光の一方の進行方向を変更し、前記第 1 の光および前記第 2 の光の他方の進行方向を変更しないダイクロイックミラーである、
 請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光学測定装置。

【請求項 5】

前記レーザー光源から出射された前記第 1 の光を透過させる偏光分離部と、
 前記偏光分離部を透過した前記第 1 の光の偏光方向、および、前記第 1 の反射光の偏光方向を変更する波長板と、
 をさらに備え、
 前記偏光分離部は、前記第 1 の光と、前記波長板を透過した前記第 1 の反射光とのうちの一方の進行方向を変更し、
 前記受光素子は、前記偏光分離部を透過した前記第 1 の反射光を受光する、
 請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の光学測定装置。

30

【請求項 6】

第 1 の光を出射するレーザー光源と、
 前記第 1 の光が有する波長とは異なる波長を有する第 2 の光を出射する撮像部と、
 前記第 1 の光および前記第 2 の光を光ファイバアレイに導くとともに、前記光ファイバアレイからの反射光を、前記第 1 の光に基づく第 1 の反射光と、前記第 2 の光に基づく第 2 の反射光とに分離する分離部と、
 前記分離部によって分離された前記第 1 の反射光を受光する受光素子と、
 前記受光素子による受光結果に基づいて、前記光ファイバアレイのヨーイング角およびピッチング角を算出する算出部と、
 前記算出部による算出結果に基づいて、基板に対する前記光ファイバアレイの姿勢を調整する調整装置と、
 前記光ファイバアレイを前記基板に固定する固定装置と、
 を備え、

40

50

前記撮像部は、前記分離部によって分離された前記第 2 の反射光を受光することで前記光ファイバアレイを撮像し、

前記算出部は、前記撮像部による撮像結果に基づいて前記光ファイバアレイのローリング角を算出する、

実装基板の組立装置。

【請求項 7】

前記撮像部は、前記光ファイバアレイおよび前記基板を撮像し、

前記算出部は、前記撮像部による撮像結果に基づいて前記基板の表面に対する前記光ファイバアレイの底面の傾き角を算出する、

請求項 6 に記載の実装基板の組立装置。

10

【請求項 8】

レーザ光源から出射される第 1 の光と、撮像部から出射され、かつ、前記第 1 の光が有する波長とは異なる波長を有する第 2 の光とを光ファイバアレイに照射するステップと、

前記光ファイバアレイからの反射光を、前記第 1 の光に基づく第 1 の反射光と、前記第 2 の光に基づく第 2 の反射光とに分離するステップと、

前記第 1 の反射光を受光素子で受光するステップと、

前記第 2 の反射光を前記撮像部で受光するステップと、

前記受光素子による受光結果に基づいて基板に対する前記光ファイバアレイのヨーイング角およびピッチング角を算出するステップと、

前記撮像部による前記第 2 の反射光の受光結果に基づいて前記基板に対する前記光ファイバアレイのローリング角を算出するステップと、

20

算出された前記ヨーイング角、前記ピッチング角、および、前記ローリング角に基づいて、前記基板に対する前記光ファイバアレイの姿勢を調整するステップと、

前記光ファイバアレイを前記基板に固定するステップと、

を備える実装基板の組立方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光学測定装置、実装基板の組立装置、および、実装基板の組立方法に関する

。

30

【背景技術】

【0002】

被測定物の微小な傾き角を測定する装置としてオートコリメータが知られている。オートコリメータは、被測定物に光を照射し、受光素子を用いて被測定物からの反射光を受光する。オートコリメータは、受光素子上における反射光の受光位置のずれ量に基づいて被測定物の傾き角を測定することができる。

【0003】

被測定物の傾き角には、互いに直交する 3 つの軸周りの角度であるヨーイング角、ピッチング角、および、ローリング角がある。オートコリメータは、被測定物に対する照射光の光軸周りの角度であるローリング角を測定することはできない。

40

【0004】

特許文献 1 には、被測定物のヨーイング角、ピッチング角、および、ローリング角を測定する方法が開示されている。特許文献 1 には、以下 (a)、(b)、および、(c) の事項が開示されている。

(a) 被測定物に照射される光の光軸に対して二回対称となるように、2 つの反射部材を有する測定体を被測定物に取り付ける。

(b) 一方の反射部材によって反射された光に基づいてピッチング角、および、ヨーイング角を測定する。

(c) 一方の反射部材を透過し、他方の反射部材で反射された光に基づいてローリング角を測定する。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-66090号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

被測定物のサイズが微小である場合、測定体を被測定物に取り付けることができないので、特許文献1の方法を利用して被測定物の傾き角を測定することができない。

【0007】

本開示は、微小サイズの被測定物の3種類の傾き角を測定することができる光学測定装置、実装基板の組立装置、および、実装基板の組立方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一態様に係る光学測定装置は、第1の光を出射するレーザ光源と、前記第1の光が有する波長とは異なる波長を有する第2の光を出射する撮像部と、前記第1の光および前記第2の光を被測定物に導くとともに、前記被測定物からの反射光を、前記第1の光に基づく第1の反射光と、前記第2の光に基づく第2の反射光とに分離する分離部と、前記分離部によって分離された前記第1の反射光を受光する受光素子と、前記受光素子による受光結果に基づいて、前記被測定物のピッチング角およびヨーイング角を算出する算出部と、を備え、前記撮像部は、前記分離部によって分離された前記第2の反射光を受光することで前記被測定物を撮像し、前記算出部は、前記撮像部による撮像結果に基づいて前記被測定物のローリング角を算出する、を備える。

【0009】

本開示の一態様に係る実装基板の組立装置は、第1の光を出射するレーザ光源と、前記第1の光が有する波長とは異なる波長を有する第2の光を出射する撮像部と、前記第1の光および前記第2の光を光ファイバアレイに導くとともに、前記光ファイバアレイからの反射光を、前記第1の光に基づく第1の反射光と、前記第2の光に基づく第2の反射光とに分離する分離部と、前記分離部によって分離された前記第1の反射光を受光する受光素子と、前記受光素子による受光結果に基づいて、前記光ファイバアレイのヨーイング角およびピッチング角を算出する算出部と、前記算出部による算出結果に基づいて、基板に対する前記光ファイバアレイの姿勢を調整する調整装置と、前記光ファイバアレイを前記基板に固定する固定装置と、を備え、前記撮像部は、前記分離部によって分離された前記第2の反射光を受光することで前記光ファイバアレイを撮像し、前記算出部は、前記撮像部による撮像結果に基づいて前記光ファイバアレイのローリング角を算出する。

【0010】

本開示の一態様に係る実装基板の組立方法は、レーザ光源から出射される第1の光と、撮像部から出射され、かつ、前記第1の光が有する波長とは異なる波長を有する第2の光とを光ファイバアレイに照射するステップと、前記光ファイバアレイからの反射光を、前記第1の光に基づく第1の反射光と、前記第2の光に基づく第2の反射光とに分離するステップと、前記第1の反射光を受光素子で受光するステップと、前記第2の反射光を前記撮像部で受光するステップと、前記受光素子による受光結果に基づいて基板に対する前記光ファイバアレイのピッチング角およびヨーイング角を算出するステップと、前記撮像部による前記第2の反射光の受光結果に基づいて前記基板に対する前記光ファイバアレイのローリング角を算出するステップと、算出された前記ピッチング角、前記ヨーイング角、および、前記ローリング角に基づいて、前記基板に対する前記光ファイバアレイの姿勢を調整するステップと、前記光ファイバアレイを前記基板に固定するステップと、を備える。

【発明の効果】

【0011】

10

20

30

40

50

本開示によれば、微小サイズの被測定物の３種類の傾き角を測定することができる光学測定装置、実装基板の組立装置、および、実装基板の組立方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】実施形態に係る光学測定装置の概略を示す平面図

【図２】ヨーイング角の測定原理を説明する平面図

【図３】光学測定装置が備える受光素子の正面図

【図４】光学測定装置による撮像によって生成された被測定物の画像の一例を示す図

【図５】実施形態に係る組立装置を示す平面図

【図６】実施形態に係る組立装置による実装基板の組み立て手順を示すフローチャート

10

【図７】特許文献１に開示されている光学測定装置の概略を示す側面図

【発明を実施するための形態】

【００１３】

（特許文献１の開示内容）

まず、図７を参照しつつ、特許文献１の開示内容について説明する。図７は、特許文献１に開示されている光学測定装置１００の概略を示す側面図である。

【００１４】

光学測定装置１００は、装置本体１０１、および、被測定物に取り付けられる測定体１０２を備えている。

【００１５】

20

装置本体１０１は、レーザ光源１０３、無偏光ビームスプリッタ１０４、偏光ビームスプリッタ１０６、平行化レンズ１０７、第１の受光素子１０５、第２の受光素子１０８、および、算出手段１０９を備えている。

【００１６】

レーザ光源１０３は、光を出射する。

【００１７】

無偏光ビームスプリッタ１０４は、光の一部を透過し、他の一部を反射する素子である。無偏光ビームスプリッタ１０４は、反射した光を偏光ビームスプリッタ１０６に向けて出射する。

【００１８】

30

偏光ビームスプリッタ１０６は、所定の偏光面と直交する偏光面を有する光を反射させる光学素子である。無偏光ビームスプリッタ１０４によって反射された光は、所定の偏光面を有する光であるので、当該光は反射されることなく、偏光ビームスプリッタ１０６を透過する。

【００１９】

平行化レンズ１０７は、偏光ビームスプリッタ１０６を透過した光を平行化して装置本体１０１から出射する。

【００２０】

第１の受光素子１０５は、測定体１０２からの反射光であって、偏光ビームスプリッタ１０６および無偏光ビームスプリッタ１０４を透過した光（以下、第１測定光と称す。）を受光する。

40

【００２１】

第２の受光素子１０８は、測定体１０２からの反射光であって、偏光ビームスプリッタ１０６にて反射された光（以下、第２測定光と称す。）を受光する。

【００２２】

算出手段１０９は、第２の受光素子１０８による受光結果に基づいて被測定物のヨーイング角およびピッチング角を算出する。また、算出手段１０９は、第２の受光素子１０８による受光結果に基づいて被測定物のローリング角を算出する。

【００２３】

測定体１０２は、装置本体１０１から出射された光の光軸ＯＡに対して二回対称となる

50

ように被測定物に取り付けられている。測定体 102 は、反射ミラー 110、および、反射手段 111 を備えている。

【0024】

反射ミラー 110 は、装置本体 101 から出射された光の一部を反射する。

【0025】

反射手段 111 は、1/4波長板 112 およびコーナーキューブ 113 を備えている。

【0026】

1/4波長板 112 は、反射ミラー 110 を透過した光の偏光面を 45 度変更しつつ、コーナーキューブ 113 に向けて出射する。コーナーキューブ 113 は、1/4波長板 112 から出射され、コーナーキューブ 113 に入射する光を反射する。コーナーキューブ 113 による反射光は、コーナーキューブ 113 に入射する光に対して平行である。

10

【0027】

上述したように、装置本体 101 から出射される光は、一部が反射ミラー 110 にて反射される。その一部の光は、所定の偏光面を有しているので、偏光ビームスプリッタ 106 を透過する。その透過した光の一部（つまり、第 1 測定光）は、無偏光ビームスプリッタ 104 を透過して第 1 の受光素子 105 に受光される。

【0028】

算出手段 109 は、第 1 の受光素子 105 における第 1 測定光の受光位置の変位に基づいて被測定物のヨーイング角およびピッチング角の変位を算出する。

【0029】

また、上述したように、装置本体 101 から出射される光の他の一部は、反射ミラー 110 および 1/4波長板 112 を透過し、コーナーキューブ 113 により反射され、再度 1/4波長板 112 を透過する。1/4波長板 112 を 2 度透過した光の偏光面は、装置本体 101 から出射される光の偏光面に対して直交している。このため、1/4波長板 112 を 2 度透過した光は、偏光ビームスプリッタ 106 によって反射される。偏光ビームスプリッタ 106 によって反射された光（つまり、第 2 の測定光）は、第 2 の受光素子 108 に受光される。

20

【0030】

算出手段 109 は、第 2 の受光素子 108 における第 2 測定光の受光位置の変位に基づいて被測定物のローリング角の変位を算出する。

30

【0031】

上述したように、光学測定装置 100 を用いて被測定物の傾き角を測定する場合、測定体 102 を被測定物に取り付ける必要がある。例えば、シリコンフォトニクス分野における部材であり、1 以上の光ファイバを束ねる光ファイバアレイのサイズは、数ミリ角程度である。光学測定装置 100 は、このような測定体 102 が取り付けられないほど微小な被測定物の傾き角を測定することはできない。よって、光ファイバアレイを基板に対して適切な姿勢で実装することができない。

【0032】

本開示によれば、光ファイバアレイのような微小部材の 3 種類の傾き角を測定でき、基板に対して光ファイバアレイを適切な姿勢で実装することができる。

40

【0033】

（実施形態）

以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、各図において共通する構成要素については同一の符号を付し、それらの説明は適宜省略する。

【0034】

< 光学測定装置 >

図 1 は、実施形態に係る光学測定装置 1 の概略を示す平面図である。なお、図 1 の 81 は被測定物であり、82 は被測定物 81 とは別の物体である。光学測定装置 1 は、別の物体 82 に対する被測定物 81 の傾き角を測定する装置である。

【0035】

50

本実施形態の説明において、別の物体 8 2 の表面 8 2 1 に対して垂直かつ表面 8 2 1 から離れる方向を z 軸の正の方向とする。また、z 軸と右手座標系を構成する 2 つの方向のうち的一方を x 軸の正の方向、および、他方を y 軸の正の方向とする。図 1 において、奥から手前に向かう方向が z 軸の正の方向、下方向が x 軸の正の方向、および、右方向が y 軸の正の方向である。

【0036】

光学測定装置 1 は、光検出装置 2 0、撮像装置 3 0、分離部 4 0、レンズ 5 0、および、算出部 6 0 を備えている。

【0037】

光検出装置 2 0 は、別の物体 8 2 に対する被測定物 8 1 の z 軸周りの傾き角、および、x 軸周りの傾き角に関するデータを測定する。詳しくは後述するが、本実施形態では、被測定物に対して照射される光の光軸は y 軸に沿うので、z 軸周りの傾き角がヨーイング角であり、x 軸周りの傾き角がピッチング角であり、y 軸周りの傾き角がローリング角である。

10

【0038】

光検出装置 2 0 は、レーザ光源 2 1、偏光分離部 2 2、レンズ 2 3、波長板 2 4、および、受光素子 2 5 を備えている。

【0039】

レーザ光源 2 1 は、第 1 の光 L 1 を出射するレーザ出射装置である。本実施形態では、第 1 の光 L 1 は、直線偏光の光である。また、第 1 の光 L 1 は、可視光以外の光であり、例えば、赤外光である。なお、図 1 の O A 1 は、レーザ光源 2 1 から出射された第 1 の光 L 1 の光軸である。

20

【0040】

偏光分離部 2 2 は、例えば、偏光ビームスプリッタである。偏光分離部 2 2 は、所定の偏光面を有する光を反射させることなく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、当該光の進行方向を変更しつつ透過させる。本実施形態では、第 1 の光 L 1 が、所定の偏光面を有する。よって、偏光分離部 2 2 は、レーザ光源 2 1 から出射された第 1 の光 L 1 を、第 1 の光 L 1 の進行方向を変更することなく透過させる。

【0041】

一方、偏光分離部 2 2 は、被測定物 8 1 による反射光であって第 1 の光 L 1 に基づく反射光である第 1 の反射光 L R 1 の進行方向を受光素子 2 5 に向かうように変更しつつ透過させる。第 1 の反射光 L R 1 が、偏光分離部 2 2 によって反射される理由については、後述する。

30

【0042】

レンズ 2 3 は、偏光分離部 2 2 を透過した第 1 の光 L 1 を平行光にコリメートするとともに、分離部 4 0、および、波長板 2 4 を透過した第 1 の反射光 L R 1 を受光素子 2 5 に集光させる。

【0043】

波長板 2 4 は、1/4 波長板である。波長板 2 4 は、偏光分離部 2 2 およびレンズ 2 3 を透過した第 1 の光 L 1 の偏光方向を変更する。その結果、第 1 の光 L 1 は、直線偏光から円偏光に変換される。また、波長板 2 4 は、分離部 4 0 を透過した第 1 の反射光 L R 1 の偏光方向を変更する。その結果、第 1 の反射光 L R 1 は、円偏光から直線偏光に変換される。なお、波長板 2 4 を透過した第 1 の反射光 L R 1 の偏光面は、波長板 2 4 を透過する前の第 1 の光 L 1 の偏光面（上述の所定の偏光面）と直交する。このため、波長板 2 4 を透過した第 1 の反射光 L R 1 は、偏光分離部 2 2 によって反射される。

40

【0044】

受光素子 2 5 は、受光センサ 2 5 a を備えている。受光素子 2 5 は、偏光分離部 2 2 を透過した第 1 の反射光 L R 1 を受光センサ 2 5 a で受光する素子である。受光素子 2 5 は、第 1 の反射光 L R 1 の受光位置が検出可能な素子であればよい。例えば、受光素子 2 5

50

は、P S D (Position Sensitive Detector)、C C D (Charge Coupled Device)、または、C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) である。

【 0 0 4 5 】

受光素子 2 5 は、受光センサ 2 5 a による第 1 の反射光 L R 1 の受光結果を示すデータを算出部 6 0 に出力する。

【 0 0 4 6 】

撮像装置 3 0 は、被測定物 8 1 および別の物体 8 2 を撮像する装置である。撮像装置 3 0 は、撮像部 3 1 およびレンズ 3 2 を備えている。

【 0 0 4 7 】

撮像部 3 1 は、センサ 3 1 a を備えている。撮像部 3 1 は、カメラであり、第 2 の光 L 2 を出射し、被測定物 8 1 による反射光であって第 2 の光 L 2 に基づく反射光である第 2 の反射光 L R 2 をセンサ 3 1 a で受光することで被測定物 8 1 および別の物体 8 2 を撮像する。第 2 の光 L 2 は、第 1 の光 L 1 が有する波長とは異なる波長を有する。具体的には、第 2 の光 L 2 は可視光である。なお、図 1 の O A 2 は、撮像部 3 1 から出射された第 2 の光 L 2 の光軸である。

10

【 0 0 4 8 】

撮像部 3 1 は、第 2 の反射光 L R 2 の受光結果、すなわち、撮像結果に基づいて前記被測定物 8 1 および別の物体 8 2 が表示されている画像 G (図 4 参照) を生成し、画像 G を算出部 6 0 に出力する。撮像部 3 1 は、C C D カメラ、または、C M O S カメラなど、被測定物 8 1 の像を 2 次元的な信号として出力できるものであればよい。本実施形態では、

20

【 0 0 4 9 】

レンズ 3 2 は、分離部 4 0 を透過した第 2 の反射光 L R 2 を撮像部 3 1 に集光することで、被測定物 8 1 および別の物体 8 2 の像を撮像部 3 1 のセンサ 3 1 a 上に結像する。

【 0 0 5 0 】

分離部 4 0 は、ダイクロイックミラーである。分離部 4 0 は、第 1 の光 L 1 の進行方向を変更しつつ第 1 の光 L 1 を透過させるととともに、第 2 の光 L 2 の進行方向を変更することなく第 2 の光 L 2 を透過させる。その結果、分離部 4 0 は、第 1 の光 L 1 および第 2 の光 L 2 を被測定物 8 1 に導くことができる。

【 0 0 5 1 】

分離部 4 0 は、互いに異なる波長を有する光同士を光学的に分離する特性を有しており、被測定物 8 1 からの反射光を、第 1 の反射光 L R 1 と第 2 の反射光 L R 2 とに分離する。

30

【 0 0 5 2 】

また、分離部 4 0 は、第 1 の反射光 L R 1 の進行方向を変更しつつ第 1 の反射光 L R 1 を透過させるととともに、第 2 の反射光 L R 2 の進行方向を変更することなく第 2 の反射光 L R 2 を透過させる。

【 0 0 5 3 】

レンズ 5 0 は、分離部 4 0 を透過した第 1 の光 L 1 および第 2 の光 L 2 を被測定物 8 1 の被照射面 8 1 a に集光する。レンズ 5 0 から被照射面 8 1 a に照射される第 1 の光 L 1 の光軸は、レンズ 5 0 から被測定物 8 1 に照射される第 2 の光 L 2 の光軸と一致する。

40

【 0 0 5 4 】

また、レンズ 5 0 は、被測定物 8 1 で反射された光を平行光にしつつ、分離部 4 0 に導く。その結果、レンズ 5 0 は、被測定物 8 1 の像をコリメートしつつレンズ 3 2 にリレーしている。

【 0 0 5 5 】

レンズ 5 0 は、アクロマティックレンズ等の収差補正レンズである。レンズ 5 0 が、収差補正レンズであることにより、第 1 の光 L 1 と第 2 の光 L 2 との波長差に起因する色収差を補正することができる。レンズ 5 0 は、分離部 4 0 を透過した第 1 の光 L 1 および第 2 の光 L 2 を被測定物 8 1 に集光し、被測定物 8 1 で反射された光を分離部 4 0 に導くこ

50

とができれば、必ずしも収差補正レンズでなくてもよい。

【 0 0 5 6 】

算出部 6 0 は、CPU (Central Processing Unit)、並びに、不揮発性メモリおよび揮発性メモリを備えるコンピュータである。CPU が不揮発性メモリに記憶されている所定のプログラムを読みだして、揮発性メモリに展開し、展開したプログラムを実行することでヨーイング・ピッチング算出部 6 1、および、ローリング算出部 6 2 として機能する。

【 0 0 5 7 】

ヨーイング・ピッチング算出部 6 1 は、受光素子 2 5 による受光結果に基づいて、被測定物 8 1 のピッチング角およびヨーイング角を算出する。

10

【 0 0 5 8 】

ローリング算出部 6 2 は、撮像部 3 1 による撮像結果に基づいて被測定物 8 1 のローリング角を測定する。

【 0 0 5 9 】

なお、上述の光検出装置 2 0 は、ヨーイング・ピッチング算出部 6 1 とともにヨーイング・ピッチング測定部 2 を構成する。また、上述の撮像装置 3 0 は、ローリング算出部 6 2 とともにローリング測定部 3 を構成する。

【 0 0 6 0 】

< ヨーイング・ピッチング測定部 2 による測定 >

図 2 は、ヨーイング角の測定原理を説明する平面図である。図 2 において、第 1 の光 L 1 の図示が省略されている。

20

【 0 0 6 1 】

まず、第 1 の光 L 1 が被測定物 8 1 に照射されるプロセスを説明する。レーザ光源 2 1 が第 1 の光 L 1 を出射する。第 1 の光 L 1 は、偏光分離部 2 2 を透過し、レンズ 2 3 により平行光となるようにコリメートされる。次いで、第 1 の光 L 1 は、波長板 2 4 により円偏光に変換される。さらに、第 1 の光 L 1 は分離部 4 0 で反射される。その結果、第 1 の光 L 1 は、進行方向が 90 度変更されつつ、被測定物 8 1 に向けて出射される。分離部 4 0 を出射した第 1 の光 L 1 は、レンズ 5 0 により被測定物 8 1 の被照射面 8 1 a に集光される。

【 0 0 6 2 】

次に、第 1 の反射光 L R 1 が受光素子 2 5 で受光されるプロセスを説明する。被測定物 8 1 の被照射面 8 1 a で反射された第 1 の反射光 L R 1 は、分離部 4 0 で反射される。その結果、第 1 の反射光 L R 1 は、進行方向が 90 度変更されつつ、偏光分離部 2 2 に向けて出射される。

30

【 0 0 6 3 】

分離部 4 0 を出射した第 1 の反射光 L R 1 は、波長板 2 4 により円偏光から直線偏光に変換される。ここで、第 1 の反射光 L R 1 は、レーザ光源 2 1 から出射される第 1 の光 L 1 の偏光面に直交する偏光面を有する光となるように変換される。

【 0 0 6 4 】

波長板 2 4 を透過した第 1 の反射光 L R 1 は、レンズ 2 3 を透過し、偏光分離部 2 2 によって反射され、受光素子 2 5 に向けて出射される。受光素子 2 5 は、受光センサ 2 5 a にて第 1 の反射光 L R 1 を受光する。

40

【 0 0 6 5 】

以下、ヨーイング角の測定原理について説明する。以下、被測定物 8 1 に照射される第 1 の光 L 1 の光軸に対して被測定物 8 1 の被照射面 8 1 a が垂直であるとき、被測定物 8 1 のヨーイング角が 0 度であるとする。

【 0 0 6 6 】

ヨーイング角が 0 度のとき、第 1 の反射光 L R 1 は、図 2 において破線矢印で示されているように受光素子 2 5 に導光され、受光センサ 2 5 a の受光位置 P 1 にて受光される。一方、ヨーイング角が α 度のとき、第 1 の反射光 L R 1 は、図 2 において実線矢印で示

50

されているように受光素子 25 に導光され、受光センサ 25 a の受光位置 P 2 にて受光される。

【0067】

図 3 は、光学測定装置 1 が備える受光素子 25 の受光センサ 25 a の正面図である。

【0068】

受光位置 P 2 は、受光位置 P 1 に対して x 軸の負の方向にシフトしている。ヨーイング角が 0 度のときの被照射面 81 a から受光センサ 25 a までの第 1 の反射光 LR 1 の光路長を l とした場合、受光位置 P 1 と受光位置 P 2 との間の距離は、 $l \tan z$ で近似することができる。実際には、レンズ 50 およびレンズ 23 が、第 1 の反射光 LR 1 の光路途中に配置されているため、受光位置 P 1 と受光位置 P 2 との距離は、 $l \tan z$ により算出される値から若干ずれる可能性がある。

10

【0069】

受光素子 25 は、受光位置のデータを算出部 60 に出力する。ヨーイング・ピッチング算出部 61 は、受光素子 25 からの受光位置のデータと、上述の数式とに基づいて、ヨーイング角を算出する。

【0070】

なお、ヨーイング・ピッチング測定部 2 は、ヨーイング角と同様にしてピッチング角を算出することができる。

【0071】

被測定物 81 に照射される第 1 の光 L 1 の光軸に対して被照射面 81 a が垂直であるときの被測定物 81 のピッチング角が 0 度であるとする、ピッチング角が 0 度のとき、第 1 の反射光 LR 1 は、受光センサ 25 a によって受光位置 P 1 で受光される。また、ピッチング角が 0 度から x 度傾いたとき、受光センサ 25 a における第 1 の反射光 LR 1 の受光位置は、受光位置 P 1 に対して、z 軸の正の方向または z 軸の負の方向にシフトする。そのシフト量は、ピッチング角が 0 度のときの被測定物 81 から受光センサ 25 a までの第 1 の反射光 LR 1 の光路長である l を用いて、 $l \tan x$ という式で近似できる。

20

【0072】

このように、ヨーイング・ピッチング算出部 61 は、ヨーイング角と同様にしてピッチング角を算出できる。

【0073】

< ローリング測定部 3 による測定 >

図 4 は、光学測定装置 1 による撮像によって生成された被測定物 81 の画像 G の一例を示す図である。

30

【0074】

ローリング算出部 62 は、画像 G に対して画像処理を行う。具体的には、ローリング算出部 62 は、被測定物 81 の底面 811 を検出し、検出結果に基づいて画像 G 中の底面 811 の輪郭を直線近似することで近似ライン 81L を求める。また、ローリング算出部 62 は、別の物体 82 の表面 821 を検出し、検出結果に基づいて画像 G 中の表面 821 の輪郭を直線近似することで近似ライン 82L を求める。

【0075】

そして、ローリング算出部 62 は、近似ライン 82L に対する近似ライン 81L の傾き角を算出する。これにより、ローリング角が y 度であると求められる。

40

【0076】

< 実装基板の組立装置 >

以下、図 5 を参照しつつ、上述の光学測定装置 1 を備える実装基板の組立装置 90 について説明する。図 5 は、実施形態に係る組立装置 90 を示す平面図である。図 5 の 83 は、光ファイバアレイである。図 5 の 85 が、基板である。基板 85 には、十数ミリ程度の大きさの光回路が形成されている。

【0077】

組立装置 90 は、光ファイバアレイ 83 を基板 85 に固定し、実装基板を組み立てる装

50

置である。

【0078】

組立装置90は、光学測定装置1、調整装置91、および、固定装置92を備えている。

【0079】

光学測定装置1は、基板85に対する光ファイバアレイ83の姿勢（すなわち、ヨーイング角、ピッチング角およびローリング角）を測定する装置である。

【0080】

調整装置91は、保持部材（不図示）を介して光ファイバアレイ83を保持している。調整装置91は、駆動装置であり、光学測定装置1による測定結果に基づいて光ファイバアレイ83の位置および姿勢を調整する。

10

【0081】

固定装置92は、光ファイバアレイ83を基板85に固定する装置であり、ステージ921、受光装置922、接着剤塗布装置923、UV照射装置924、および、制御装置（不図示）を備えている。

【0082】

ステージ921には、基板85が固定されている。ステージ921は、移動ステージ（不図示）に取り付けられている。移動ステージは、制御装置によってx-y平面において移動される。このため、移動ステージの移動に伴い、ステージ921、つまり、基板85が移動される。

20

【0083】

受光装置922は、受光レンズ（不図示）および光検出器（不図示）を備えている。受光装置922は、受光レンズを介して基板85上の光回路から出射される光を光検出器で検出することで、当該光のエネルギーを測定する。この光回路から出射される光とは、光ファイバアレイ83が保持する光ファイバ（不図示）を介して出射され、基板85の光回路に入射し、当該光回路内を導波し、当該光回路から出射される光のことである。

【0084】

接着剤塗布装置923は、基板85に対して接着剤を塗布する装置である。

【0085】

UV照射装置924は、基板85上の接着剤に対して紫外光を照射することで、接着剤を硬化させる装置である。UV照射装置924は、光学測定装置1の上側、すなわち、光学測定装置1に対してz軸の正の方向に配置されている。つまり、UV照射装置924は、光学測定装置1と物理的に干渉しない位置に配置されている。

30

【0086】

制御装置は、固定装置92の制御全般を行う。

【0087】

図6は、組立装置90による実装基板の組み立て手順を示すフローチャートである。

【0088】

まず、調整装置91は、基板85に対する光ファイバアレイ83の姿勢を調整する（ステップS10）。ステップS10の時点でステージ921は、初期エリアに位置している。ステージ921が初期エリアに位置しているとき、基板85は、UV照射装置924が、基板85に向けて紫外光を照射するのに適した位置に位置する。

40

【0089】

ステップS10は、以下のステップS1～S7を備えている。

【0090】

光学測定装置1は、レーザ光源21から出射される第1の光L1と、撮像部31から出射される第2の光L2とを光ファイバアレイ83に照射させる（ステップS1）。

【0091】

続いて、分離部40が光ファイバアレイ83からの反射光を第1の反射光LR1と、第2の反射光LR2とに分離する（ステップS2）。

50

【 0 0 9 2 】

次いで、受光素子 2 5 が第 1 の反射光 L R 1 を受光する (ステップ S 3)。

【 0 0 9 3 】

そして、撮像部 3 1 が第 2 の反射光 L R 2 を撮像部 3 1 で受光する (ステップ S 4)。撮像部 3 1 は、第 2 の反射光 L R 2 を撮像部 3 1 で受光することで、光ファイバアレイ 8 3 および基板 8 5 を撮像できる。撮像部 3 1 は、光ファイバアレイ 8 3 および基板 8 5 が表示されている画像を生成し、算出部 6 0 に出力する。

【 0 0 9 4 】

次いで、光学測定装置 1 の算出部 6 0 は、受光素子 2 5 による受光結果に基づいて基板 8 5 に対する光ファイバアレイ 8 3 のヨーイング角およびピッチング角を算出する (ステップ S 5)。 10

【 0 0 9 5 】

次いで、光学測定装置 1 は、撮像部 3 1 による撮像結果に基づいて基板 8 5 に対する光ファイバアレイ 8 3 のローリング角を算出する (ステップ S 6)。ステップ S 6 において、光学測定装置 1 の算出部 6 0 は、撮像部 3 1 から出力された画像に基づいて基板 8 5 の表面 8 5 1 に対する光ファイバアレイ 8 3 の底面 8 3 1 の傾き角を算出する。

【 0 0 9 6 】

そして、調整装置 9 1 は、算出されたヨーイング角、ピッチング角、および、ローリング角に基づいて、光ファイバアレイ 8 3 の底面 8 3 1 が基板 8 5 の表面 8 5 1 に対して平行となるように、基板 8 5 に対する光ファイバアレイ 8 3 の姿勢を調整する (ステップ S 7)。 20

【 0 0 9 7 】

次に、光学測定装置 1 は、光ファイバアレイ 8 3 の底面 8 3 1 が基板 8 5 の表面 8 5 1 に対して平行になったか否かを判定する (ステップ S 2 0)。

【 0 0 9 8 】

光ファイバアレイ 8 3 が基板 8 5 に対して平行になっていない場合 (ステップ S 2 0 の N O)、光ファイバアレイ 8 3 が基板 8 5 に対して平行になるまで、ステップ S 1 0 が実行される。

【 0 0 9 9 】

光ファイバアレイ 8 3 が基板 8 5 に対して平行になった場合 (ステップ S 2 0 の Y E S)、固定装置 9 2 が、光ファイバアレイ 8 3 を基板 8 5 に固定する (ステップ S 3 0)。 30

【 0 1 0 0 】

ステップ S 3 0 は、以下のステップ S 3 1 ~ S 3 7 を備えている。

【 0 1 0 1 】

ステップ S 3 0 において、まず、調整装置 9 1 は、前記光ファイバアレイ 8 3 を、z 軸の負の方向に移動させ、基板 8 5 の表面 8 5 1 に接近させる (ステップ S 3 1)。

【 0 1 0 2 】

次に、調整装置 9 1 および固定装置 9 2 が、アクティブアライメントを実行する (ステップ S 3 1)。アクティブアライメントとは、光ファイバアレイ 8 3 を x y 平面における所定の位置に移動させることである。所定の位置とは、光ファイバを介して基板 8 5 に出射された光に応じて基板 8 5 上の光回路が出射する光のエネルギーが最大となる x y 平面における光ファイバアレイ 8 3 の位置である。 40

【 0 1 0 3 】

ステップ S 3 2 において、まず、固定装置 9 2 は、光ファイバを介して光を出射させる。そして、当該光に応じて基板 8 5 上の光回路が出射する光を受光装置 9 2 2 で受光し、受光した光のエネルギーを測定する。次いで、調整装置 9 1 が光ファイバアレイ 8 3 を x y 平面上で走査しつつ、固定装置 9 2 が、測定結果 (つまり、光のエネルギー) が最大となる位置を探す。

【 0 1 0 4 】

アクティブアライメントが完了した場合、固定装置 9 2 は、基板 8 5 を初期エリアから 50

接着剤塗布装置 9 2 3 近傍（以下、接着剤塗布エリアと称す。）に移動させる（ステップ S 3 3）。ステップ S 3 3 において、固定装置 9 2 は、移動ステージを初期エリアから接着剤塗布エリアに移動させている。なお、ステップ S 3 3 において、光ファイバアレイ 8 3 は移動されない。

【0105】

次に、接着剤塗布装置 9 2 3 は、基板 8 5 に接着剤を塗布する（ステップ S 3 4）。

【0106】

次いで、固定装置 9 2 は、基板 8 5 を、初期エリアに移動させる（ステップ S 3 5）。ステップ S 3 5 において、固定装置 9 2 は、移動ステージを接着剤塗布エリアから初期エリアに移動させる。

【0107】

続いて、固定装置 9 2 は、再度アクティブアライメントを実行する（ステップ S 3 6）。再度アクティブアライメントが実行される理由は、一度基板 8 5 が移動したことにより、基板 8 5 に対する光ファイバアレイ 8 3 の相対位置がずれるからである。

【0108】

次に、接着剤塗布装置 9 2 3 は、基板 8 5 上の接着剤に紫外光を照射し、接着剤を硬化させる（ステップ S 3 7）。接着剤が硬化する結果、光ファイバアレイ 8 3 が基板 8 5 に固定される。

【0109】

以上のプロセスを経て実装基板が組み立てられる。

【0110】

以上説明したように、光学測定装置 1 は、ヨーイング角およびピッチング角の測定に第 1 の光 L 1 を利用し、ローリング角の測定に第 2 の光 L 2 を利用する。また、光学測定装置 1 は、被測定物 8 1 からの反射光を、第 1 の光 L 1 に基づく第 1 の反射光 L R 1 と、第 2 の光 L 2 に基づく第 2 の反射光 L R 2 とに分離する分離部 4 0 を備えている。よって、被測定物 8 1 の 3 種類の傾き角を測定することができる。また、光学測定装置 1 は、撮像部 3 1 による被測定物 8 1 に対する撮像結果に基づいてヨーイング角を算出する。すなわち、被測定物 8 1 に部材を取り付けることなく、ヨーイング角を測定できる。

【0111】

したがって、微小サイズの被測定物 8 1 の 3 種類の傾き角を測定することができる。よって、組立装置 9 0 は、微小サイズの光ファイバアレイ 8 3 を基板 8 5 に対して適切な姿勢で実装することができる。

【0112】

また、光学測定装置 1 は、分離部 4 0 を有するので、被測定物 8 1 の 3 種類の傾き角を同時に測定することができる。よって、組立装置 9 0 は、光学測定装置 1 を備えることで、基板 8 5 に対する光ファイバアレイ 8 3 の姿勢の調整を早期に完了させることができる。よって、実装基板の組み立て効率を高めることができる。

【0113】

撮像部 3 1 は、被測定物 8 1 および別の物体 8 2 が表示されている画像 G を生成するので、別の物体 8 2 を基準にして被測定物 8 1 の傾き角を算出できる。よって、簡易な方法で、被測定物 8 1 のローリング角を測定できる。

【0114】

光学測定装置 1 は、第 1 の光 L 1 および第 2 の光 L 2 を被測定物 8 1 に集光するレンズ 5 0 を備えているので、同じ方向から第 1 の光 L 1 および第 2 の光 L 2 が被測定物 8 1 に照射される。よって、被測定物 8 1 の傾き角の測定時に、光検出装置 2 0 と撮像装置 3 0 とを被測定物 8 1 に対して同じ側に配置することができる。よって、組立装置 9 0 が備える各装置の配置位置の自由度が高くなる。

【0115】

例えば、組立装置が、ヨーイング角およびピッチング角測定用の装置に加えて、当該装置と同じ原理で傾き角を測定する装置をローリング角測定用の装置として有する場合、調

10

20

30

40

50

整装置 9 1 に正対する位置にローリング角測定用の装置が配置されることになる。この場合、受光装置 9 2 2 の配置スペースを確保することが難しくなる。

【 0 1 1 6 】

しかし、本実施形態によれば、光検出装置 2 0 と撮像装置 3 0 とは被測定物 8 1 に対して同じ側に配置できるので、受光装置 9 2 2 を調整装置 9 1 に正対する位置に配置することができる。

【 0 1 1 7 】

光検出装置 2 0 は、偏光分離部 2 2 を透過した第 1 の光 L 1 の偏光方向、および、第 1 の反射光 L R 1 の偏光方向を変更する波長板 2 4 を備えている。このため、偏光分離部 2 2 は、第 1 の光 L 1 と第 1 の反射光 L R 1 のうちの第 1 の反射光 L R 1 の進行方向のみを
10

【 0 1 1 8 】

(変形例)

偏光分離部 2 2 は、第 1 の光 L 1 と、波長板 2 4 を透過した第 1 の反射光 L R 1 とのうちの一方の進行方向を変更すればよい。すなわち、偏光分離部 2 2 は、第 1 の光 L 1 の進行方向を変更し、第 1 の反射光 L R 1 の進行方向を変更しなくてもよい。この場合、レーザ光源 2 1 は、図 1 の受光素子 2 5 が位置する位置に配置され、受光素子 2 5 は、図 1 のレーザ光源 2 1 が位置する位置に配置される。

【 0 1 1 9 】

なお、分離部 4 0 は、第 2 の光 L 2 の進行方向を変更してもよい。この場合、分離部 4 0 は、第 2 の反射光 L R 2 の進行方向を変更する。また、撮像装置 3 0 は、図 1 の光検出装置 2 0 が位置する位置に配置され、光検出装置 2 0 は、図 1 の撮像装置 3 0 が位置する位置に配置される。
20

【 0 1 2 0 】

レンズ 5 0 から被測定物 8 1 に照射される第 1 の光 L 1 の光軸は、必ずしも、レンズ 5 0 から被測定物 8 1 に照射される第 2 の光 L 2 の光軸と一致しなくてもよく、被測定物 8 1 に対して同じ方向から第 1 の光 L 1 および第 2 の光 L 2 が被測定物 8 1 に照射されればよい。

【 0 1 2 1 】

算出部 6 0 は、別の物体 8 2 を撮像せずに被測定物 8 1 のみを撮像してもよい。その場合、例えば、撮像部 3 1 が傾きセンサを有していて、算出部 6 0 が、撮像部 3 1 の傾きを基準にしつつ、被測定物 8 1 に対する撮像結果に基づいて、ヨーイング角を算出してもよい。
30

【 0 1 2 2 】

撮像部 3 1 は、リアルタイムで動画像を生成し、算出部 6 0 に出力してもよい。

【 0 1 2 3 】

第 2 の光 L 2 は、第 1 の光 L 1 が有する波長とは異なる波長を有していればよいので、必ずしも可視光でなくてもよい。例えば、第 2 の光 L 2 が赤外光であり、第 1 の光 L 1 が可視光であってもよい。
40

【 0 1 2 4 】

算出部 6 0 は、ピッチング角およびヨーイング角を算出するコンピュータと、ローリング角を算出するコンピュータとに分かれていてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 5 】

本開示の光学測定装置、実装基板の組立装置、および、実装基板の組立方法は、微小サイズの被測定物の傾き角を測定する光学測定装置、実装基板の組立装置、および、実装基板の組立方法に好適に利用できる。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50

1	光学測定装置	
2	ヨーイング・ピッチング測定部	
2 0	光検出装置	
2 1	レーザ光源	
2 2	偏光分離部	
2 3	レンズ	
2 4	波長板	
2 5	受光素子	
2 5 a	受光センサ	
3	ローリング測定部	10
3 0	撮像装置	
3 1	撮像部	
3 2	レンズ	
4 0	分離部	
5 0	レンズ	
6 0	算出部	
6 1	ヨーイング・ピッチング算出部	
6 2	ローリング算出部	
8 1	被測定物	
8 1 1	底面	20
8 1 L	近似ライン	
8 1 a	被照射面	
8 2	別の物体	
8 2 1	表面	
8 2 L	近似ライン	
8 3	光ファイバアレイ	
8 3 1	底面	
8 5	基板	
8 5 1	表面	
9 0	組立装置	30
9 1	調整装置	
9 2	固定装置	
9 2 1	ステージ	
9 2 2	受光装置	
9 2 3	接着剤塗布装置	
9 2 4	UV照射装置	
G	画像	
L 1	第1の光	
L 2	第2の光	
L R 1	第1の反射光	40
L R 2	第2の反射光	
P 1	受光位置	
P 2	受光位置	
S 1、S 2、S 3、S 4、S 5、S 6、S 7、S 10、S 20、S 30、S 31、S 32、S 33、S 34、S 35、S 36、S 37	ステップ	
1 0 0	光学測定装置	
1 0 1	装置本体	
1 0 2	測定体	
1 0 3	レーザ光源	
1 0 4	無偏光ビームスプリッタ	50

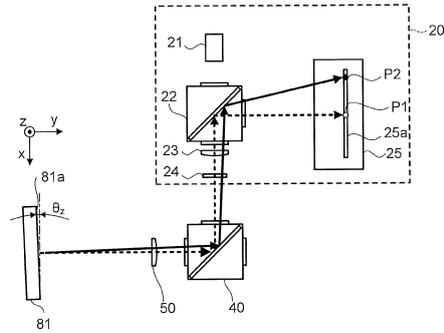
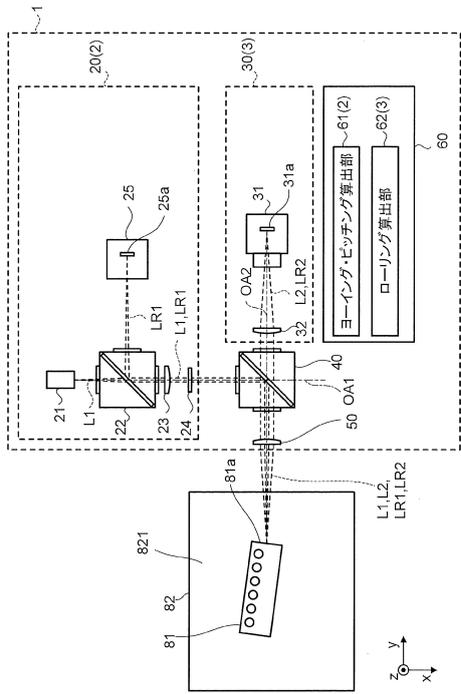
- 1 0 5 第 1 の 受 光 素 子
- 1 0 6 偏 光 ビ ーム ス プ リ ッ タ
- 1 0 7 平 行 化 レ ン ズ
- 1 0 8 第 2 の 受 光 素 子
- 1 0 9 算 出 手 段
- 1 1 0 反 射 ミ ラ ー
- 1 1 1 反 射 手 段
- 1 1 2 波 長 板
- 1 1 3 コ ー ナ ー キ ュ ー プ

【 図 面 】

10

【 図 1 】

【 図 2 】



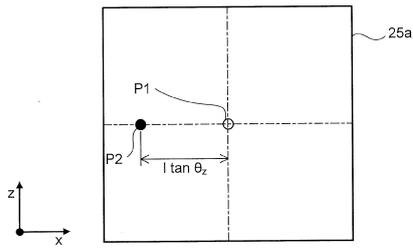
20

30

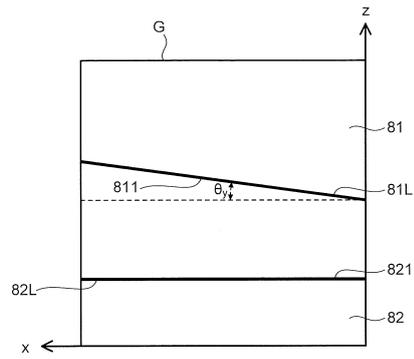
40

50

【図3】

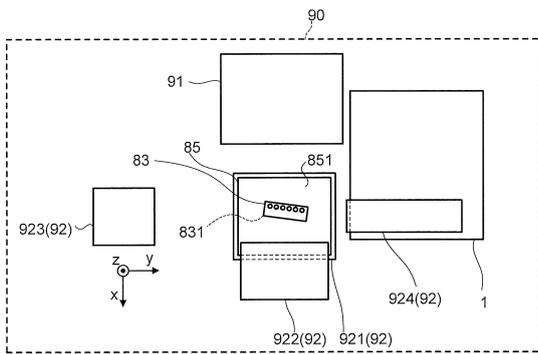


【図4】

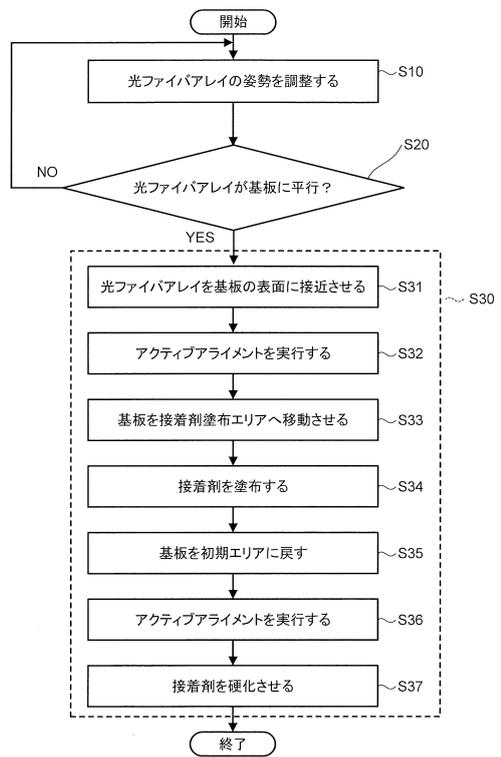


10

【図5】



【図6】



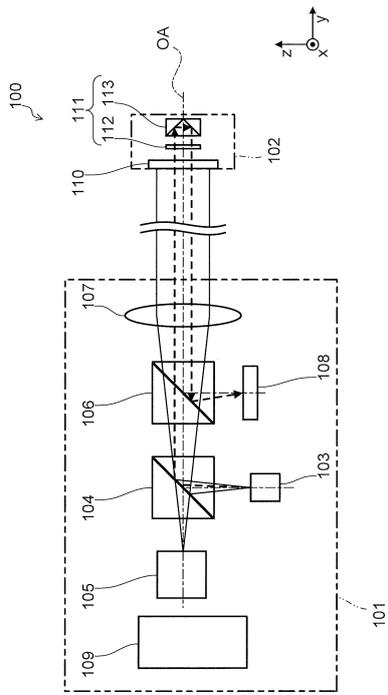
20

30

40

50

【 図 7 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA37 AA39 BB01 DD03 FF04 FF41 GG04 GG23 JJ03 JJ16
JJ26 LL03 LL17 LL20 LL36 LL37 PP22 QQ31
5E338 EE60