

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5966982号
(P5966982)

(45) 発行日 平成28年8月10日 (2016. 8. 10)

(24) 登録日 平成28年7月15日 (2016. 7. 15)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 B	11/00	(2006. 01)	GO 1 B	11/00	B
GO 1 C	3/06	(2006. 01)	GO 1 C	3/06	1 2 O P
			GO 1 C	3/06	1 4 O

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-54037 (P2013-54037)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-178287 (P2014-178287A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成26年9月25日 (2014. 9. 25)		動堂町801番地
審査請求日	平成27年7月6日 (2015. 7. 6)	(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	荒川 正行
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	松井 優貴
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	早川 雅之
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共焦点計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の波長の光を出射する光源と、
前記光源から出射する光に軸上色収差を生じさせ、当該軸上色収差を生じさせた光を計測対象物に照射するとともに、前記計測対象物において合焦する光を通過させる複数の共焦点光学部と、
光を波長ごとに分光する1つの分光部と、
前記複数の共焦点光学部を通過した光を前記分光部に入光させる導光部と、
前記分光部で分光した光を受光する受光素子を、前記分光部による分光方向に1次元に配列した受光部と、
前記受光部が受光した光から前記複数の共焦点光学部ごとに対応したピーク波長を求める制御部とを備える、共焦点計測装置。

【請求項 2】

前記複数の共焦点光学部は、互いに異なる波長帯域を透過または遮光する光学部材を含み、
前記共焦点光学部は、前記光学部材によって透過または遮光された光を前記計測対象物に照射し、
前記制御部は、前記受光部のうち前記各光学部材を透過または遮光する波長帯域に対応する領域ごとにピーク波長を求める、請求項 1 に記載の共焦点計測装置。

【請求項 3】

前記光学部材は、前記光源から前記共焦点光学部へ光が入射する位置に設けられている、請求項 2 に記載の共焦点計測装置。

【請求項 4】

前記光源は、前記複数の共焦点光学部ごとに設けられ、前記各光源は互いに異なる波長帯域の光を出射し、

前記制御部は、前記受光部のうち前記各光源が出射する光の波長帯域に対応する領域ごとにピーク波長を求める、請求項 1 に記載の共焦点計測装置。

【請求項 5】

前記光源は、前記複数の共焦点光学部ごとに設けられ、

前記制御部は、前記光源が順次発光するように前記各光源の発光するタイミングを制御し、かつ、前記各光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光した前記光源に対応した前記ピーク波長を求める、請求項 1 に記載の共焦点計測装置。

10

【請求項 6】

前記光源は、前記複数の共焦点光学部ごとに設けられ、

前記複数の共焦点光学部は、互いに異なる波長帯域を透過または遮光する光学部材をそれぞれ含み、

前記共焦点光学部は、前記光学部材によって透過または遮光された光を前記計測対象物に照射し、

前記制御部は、前記光源が順次発光するように前記各光源の発光するタイミングを制御し、かつ、前記各光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光した前記光源に対応した前記ピーク波長を、前記受光部のうち前記各光学部材を透過または遮光する波長帯域に対応する領域ごとに求める、請求項 1 に記載の共焦点計測装置。

20

【請求項 7】

前記受光部の前記受光素子は、1次元に配列する方向の長さよりも1次元に配列する方向に対して直交する方向の長さの方が長い形状である、請求項 5 または請求項 6 に記載の共焦点計測装置。

【請求項 8】

前記共焦点光学部は、

前記光源から出射する光に軸上色収差を生じさせる回折レンズと、

前記回折レンズより前記計測対象物側に配置され、前記軸上色収差を生じさせた光を前記計測対象物に集光する対物レンズと、

前記対物レンズで集光した光のうち、前記計測対象物において合焦する光を通過させるピンホールを含む、請求項 1 に記載の共焦点計測装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非接触で計測対象物の変位を多点計測する計測装置であって、共焦点光学系を利用して計測対象物の変位を多点計測する共焦点計測装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

非接触で計測対象物の変位を多点計測する計測装置のうち、共焦点光学系を利用して計測対象物の変位を多点計測する共焦点計測装置が特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 に開示されている共焦点計測装置は、複数のプローブと、一つの検出部と、一つのモニタで構成されている。プローブは光ファイバと色収差をもつレンズで構成されている。プローブからの検知光が、紙面の垂直方向に 1 列に整列された光ファイバから出射される。この検知光はコリメートレンズで平行光化され、回折格子により分光され、集光レンズにより 2 次元撮像素子面上に複数集光される。

50

【0003】

回折格子により色に応じた角度に変換されるので2次元撮像素子面上の集光位置は色によって位置が変わることになる。よって各プローブの検知した変位に従ってモニタ上の光点の上下の高さが変わることになり、計測対象物の変位を多点計測することができる。

【0004】

また、共焦点光学系を利用して計測対象物の変位を多点計測する別の共焦点計測装置が特許文献2に開示されている。特許文献2に開示されている共焦点計測装置は、光学ペンと電子機器部分とを含んでいる。光学ペンは、光ファイバコネクタと、筐体と、光学系部分とを含んでいる。光ファイバコネクタは、筐体の端部に取り付けられており、光ファイバコネクタは、入出力光ファイバを覆う光ファイバケーブルを通じて、その入出力光ファイバを受け入れている。入出力光ファイバは、ファイバ開口部（共焦点開口部）を通して光源光を出射するとともに、ファイバ開口部を通して測定信号の反射光を受光する。

10

【0005】

さらに、特許文献2に開示されている共焦点計測装置には、2光束アセンブリが取り付けられている。2光束アセンブリは、第1測定光束を第1測定軸に沿って出射し、第2測定光束を第2測定軸に沿って出射することができる。そのため、特許文献2に開示されている共焦点計測装置は、第1測定光束により計測対象物の変位を計測するとともに、第2測定光束により計測対象物の変位も計測することができる。

【0006】

2光束アセンブリは、光学ペンの光源光束の光路に第1反射要素が配置され、この第1反射要素が、光源光束を2つの第1測定光束と第2測定光束とに効果的に分割している。つまり、第1反射要素は、光学ペンの光源光束を分割するビームスプリッタである。そのため、特許文献2に開示されている共焦点計測装置は、ビームスプリッタを用いることにより、計測対象物の変位を多点計測することができる構成となっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2011-017552号公報

【特許文献2】特開2012-047743号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、特許文献1に開示されている共焦点計測装置は、計測対象物の変位を多点計測するために、受光部に2次元撮像素子を用いなければならない。2次元撮像素子は、1次元撮像素子に比べて高価であり、2次元撮像素子を採用した共焦点計測装置の製造コストが高くなるという問題があった。

【0009】

また、2次元撮像素子は、1次元撮像素子に比べて測定点が多く測定信号を取得するための処理が遅くなる。そのため、2次元撮像素子を採用した共焦点計測装置は、計測対象物の変位を高速に多点計測することが難しい。さらに、2次元撮像素子は、1次元撮像素子に比べて構成サイズが大きく、2次元撮像素子を採用した共焦点計測装置の装置サイズが大きくなるという問題があった。

40

【0010】

一方、特許文献2に開示されている共焦点計測装置は、計測対象物の変位を多点計測するために、ビームスプリッタを含む2光束アセンブリを用いている。この2光束アセンブリは、光源からの光束をビームスプリッタで単純に2つに分割しているだけであるため、第1測定光束による第1測定信号と第2測定光束による第2測定信号とを分離するのが難しく、第1測定信号と第2測定信号とが分離できるように、計測対象物の変位を計測する都度、光学素子の位置を調整する必要があった。

【0011】

50

また、光源からの光束をビームスプリッタで単純に2つに分割しているだけであるため、2光束アッセンブリは、第1測定光束および第2測定光束の光の強度（光量）が光源の光の強度の約半分となる。そのため、特許文献2に開示されている共焦点計測装置は、第1測定信号および第2測定信号のS/N比が低下し、計測精度を維持することが難しい。なお、計測時間を長くすることでS/N比を改善できるが、計測対象物の変位を高速に多点計測することが難しくなる。

【0012】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、特に、高速に計測することが可能で、装置サイズを小さくすることが可能な、計測対象物の変位を多点計測する共焦点計測装置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】**【0013】**

本発明に従った共焦点計測装置は、複数の波長の光を出射する光源と、光源から出射する光に軸上色収差を生じさせ、当該軸上色収差を生じさせた光を計測対象物に照射するとともに、計測対象物において合焦する光を通過させる複数の共焦点光学部と、光を波長ごとに分光する1つの分光部と、複数の共焦点光学部を通過した光を分光部に入光させる導光部と、分光部で分光した光を受光する受光素子を、分光部による分光方向に1次元に配列した受光部と、受光部が受光した光から複数の共焦点光学部ごとに対応したピーク波長を求める制御部とを備える。

【0014】

また、本発明の共焦点計測装置では、好ましくは、複数の共焦点光学部は、互いに異なる波長帯域を透過または遮光する光学部材を含み、共焦点光学部は、光学部材によって透過または遮光された光を計測対象物に照射し、制御部は、受光部のうち各光学部材を透過または遮光する波長帯域に対応する領域ごとにピーク波長を求める。

【0015】

また、本発明の共焦点計測装置では、好ましくは、光学部材は、光源から共焦点光学部へ光が入射する位置に設けられている。

【0016】

また、本発明の共焦点計測装置では、好ましくは、光源は、複数の共焦点光学部ごとに設けられ、各光源は互いに異なる波長帯域の光を出射し、制御部は、受光部のうち各光源が出射する光の波長帯域に対応する領域ごとにピーク波長を求める。

【0017】

また、本発明の共焦点計測装置では、好ましくは、光源は、複数の共焦点光学部ごとに設けられ、制御部は、光源が順次発光するように各光源の発光するタイミングを制御し、かつ、各光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光した光源に対応したピーク波長を求める。

【0018】

また、本発明の共焦点計測装置では、好ましくは、光源は、複数の共焦点光学部ごとに設けられ、複数の共焦点光学部は、互いに異なる波長帯域を透過または遮光する光学部材をそれぞれ含み、共焦点光学部は、光学部材によって透過または遮光された光を計測対象物に照射し、制御部は、光源が順次発光するように各光源の発光するタイミングを制御し、かつ、各光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光した光源に対応したピーク波長を、受光部のうち各光学部材を透過または遮光する波長帯域に対応する領域ごとに求める。

【0019】

また、本発明の共焦点計測装置では、好ましくは、受光部の受光素子は、1次元に配列する方向の長さよりも1次元に配列する方向に対して直交する方向の長さの方が長い形状である。

【0020】

また、本発明の共焦点計測装置では、好ましくは、共焦点光学部は、光源から出射する

10

20

30

40

50

光に軸上色収差を生じさせる回折レンズと、回折レンズより計測対象物側に配置され、軸上色収差を生じさせた光を計測対象物に集光する対物レンズと、対物レンズで集光した光のうち、計測対象物において合焦する光を通過させるピンホールとを含む。

【発明の効果】

【0021】

上記構成によれば、本発明に従った共焦点計測装置は、複数の共焦点光学部で、軸上色収差を生じさせた光を計測対象物に照射するとともに、計測対象物において合焦する光を通過させ、導光部で複数の共焦点光学部を通過した光を1つの分光部に入光させる。さらに、本発明に従った共焦点計測装置は、分光した光を、分光部による分光方向に1次元に配列した受光部で受光して、制御部で、受光部が受光した光から複数の共焦点光学部ごと

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施の形態1に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。

【図2】分岐光ファイバの構成を示す概略図である。

20

【図3】光学フィルタの透過率特性を説明するためのグラフである。

【図4】本発明の実施の形態1に係る撮像素子のチャンネル構成を説明する概略図である。

【図5】本発明の実施の形態1の変形例1に係るヘッド部の構成を示す模式図である。

【図6】本発明の実施の形態1の変形例2に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。

【図7】本発明の実施の形態1の変形例3に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。

【図8】本発明の実施の形態1の変形例3に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。

30

【図9】本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。

【図10】本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置の動作を説明するための模式図である。

【図11】複数の光ファイバを束ねて分光器に入射した光が、撮像素子で測定される様子を示した模式図である。

【図12】本発明の実施の形態3に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

(実施の形態1)

40

図1は、本発明の実施の形態1に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。図1に示す共焦点計測装置100は、複数のヘッド部(図1の場合は2つ)の共焦点光学系を利用して計測対象物200の変位を多点(図1の場合は2点)計測する計測装置である。共焦点計測装置100で計測する計測対象物200には、たとえば液晶表示パネルのセルギャップなどがある。

【0024】

共焦点計測装置100は、共焦点の光学系を有する第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10b、光ファイバ11を介して光学的に接続されたコントローラ部20、コントローラ部20から出力される信号を表示するモニタ部30を備えている。

【0025】

50

第1ヘッド部10aは、計測対象物200のある位置での変位を計測するためのヘッド部である。第1ヘッド部10aは、回折レンズ1、回折レンズ1より計測対象物200側に配置された対物レンズ2、光ファイバ11から入射した光のある特定の波長帯域を透過する第1光学フィルタ3a、第1光学フィルタ3aを透過した光を回折レンズ1に集光する集光レンズ4を備えている。回折レンズ1の焦点距離は、回折レンズから対物レンズまでの距離と、対物レンズの焦点距離との差より大きくしてある。

【0026】

ここで、回折レンズ1は、光源（たとえば、白色光源）から出射する光に、軸上色収差を生じさせる光学素子である。回折レンズ1は、レンズの表面に、たとえばキノフォーム形状あるいはバイナリ形状（ステップ形状、階段形状）などの微細な起伏形状を周期的に形成するか、光の透過率を周期的に変更する振幅型のゾンプレートを形成している。なお、回折レンズ1の構成は、上記の記載の構成に限定されるものではない。

10

【0027】

対物レンズ2は、回折レンズ1で色収差を生じさせた光を計測対象物200に集光する光学素子であり、凸レンズなどが用いられる。

【0028】

第1光学フィルタ3aは、光ファイバ11から入射した光のある特定の波長帯域を透過させる光学素子である。この第1光学フィルタ3aは、光ファイバ11と第1ヘッド部10aとを接続する位置の近傍に設けている。図1に示す第1光学フィルタ3aは、第1ヘッド部10aの内部で、かつ光ファイバ11と集光レンズ4との間の位置に設けている。たとえば、第1光学フィルタ3aは、光源に白色光源を用いる場合、光ファイバ11から入射した光の波長（可視光領域の400nm～800nm程度）のうち、400nm～600nmの波長の光を透過させる。具体的に、第1光学フィルタ3aは、ある特定の波長帯域を透過させるダイクロイックフィルタなどである。

20

【0029】

集光レンズ4は、第1ヘッド部10aに入射した光を回折レンズ1に効率よく通過させるために、入射した光を集光する光学素子であり、凸レンズなどが用いられる。

【0030】

一方、第2ヘッド部10bは、計測対象物200の別の位置での変位を計測するためのヘッド部である。第2ヘッド部10bは、回折レンズ1、回折レンズ1より計測対象物200側に配置された対物レンズ2、光ファイバ11から入射した光のある特定の波長帯域を透過する第2光学フィルタ3b、第2光学フィルタ3bを透過した光を回折レンズ1に集光する集光レンズ4を備えている。なお、第2ヘッド部10bは、第1ヘッド部10aと同じ構成に同じ符号を付して詳細な説明を繰返さない。

30

【0031】

第2光学フィルタ3bは、光ファイバ11から入射した光のうち第1光学フィルタ3aと異なる波長帯域を透過させる光学素子である。この第2光学フィルタ3bは、光ファイバ11と第2ヘッド部10bとを接続する位置の近傍に設けている。図1に示す第2光学フィルタ3bは、第2ヘッド部10bの内部で、かつ光ファイバ11と集光レンズ4との間の位置に設けている。たとえば、第2光学フィルタ3bは、光源に白色光源を用いる場合、光ファイバ11から入射した光の波長（可視光領域の400nm～800nm程度）のうち、600nm～800nmの波長の光を透過させる。具体的に、第2光学フィルタ3bは、第1光学フィルタ3aと異なる波長帯域を透過させるダイクロイックフィルタなどである。

40

【0032】

ここで、共焦点計測装置100は、第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10bの2つのヘッド部を有しているが、以下の説明において、第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10bについて共通に説明する場合、第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10bをヘッド部10と総称して記載することがある。また、ヘッド部10は、光源から出射する光に軸上色収差を生じさせるとともに、計測対象物200において合焦する光を通過さ

50

せる共焦点光学部である。

【0033】

光源から出射した光は、光ファイバ11を介してヘッド部10に導かれている。光ファイバ11は、ヘッド部10からコントローラ部20までの光路であるとともに、ピンホールとしても機能している。つまり、対物レンズ2で集光した光のうち、計測対象物200で合焦する光が、光ファイバ11の開口部で合焦することになる。そのため、光ファイバ11は、計測対象物200で合焦しない波長の光を遮光し、計測対象物200で合焦する光を通過させるピンホールとして機能することになる。ヘッド部10からコントローラ部20までの光路に光ファイバ11を用いることで、ピンホールが不要となる。

【0034】

共焦点計測装置100は、ヘッド部10からコントローラ部20までの光路に光ファイバ11を用いない構成であっても良いが、当該光路に光ファイバ11を用いることで、ヘッド部10をコントローラ部20に対してフレキシブルに移動することが可能になる。また、共焦点計測装置100は、ヘッド部10からコントローラ部20までの光路に光ファイバ11を用いない構成の場合、ピンホールを備える必要があるが、光ファイバ11を用いる構成の場合、共焦点計測装置100は、ピンホールを備える必要がない。

【0035】

コントローラ部20は、白色光源である白色LED(Light Emitting Diode)21、分岐光ファイバ22、分光器23、撮像素子24、制御回路部25を備えている。白色光源として白色LED21を用いているが、白色光を出射することができる光源であれば他の光源であってもよい。また、光源としては、白色光に限定されず、ある程度の波長帯域を有する光源であればよい。

【0036】

分岐光ファイバ22は、第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10bから延出する2本の光ファイバ11と接続する側に2本の光ファイバ22a、22dを有し、反対側に2本の光ファイバ22b、22cを有している。なお、光ファイバ22bは白色LED21に、光ファイバ22cは分光器23にそれぞれ接続している。分岐光ファイバ22は、2本の光ファイバを接触させた状態で加熱して融着させ、さらに両光ファイバを加熱した状態で引き伸ばすことにより製作される。図2は、分岐光ファイバ22の構成を示す概略図である。図2に示す分岐結合部22eにおいて、光は2つの光路に分岐されるか、または2つの光路の光が1つに結合される。そのため、分岐光ファイバ22は、白色LED21から出射する光を2本の光ファイバ11に導くとともに、光ファイバ11を介してヘッド部10から戻る光を分光器23に導くことができる。光ファイバ11および分岐光ファイバ22は、複数のヘッド部10を通過した光を分光器23に入光させる導光部である。

【0037】

分光器23は、ヘッド部10を通過した光を波長ごとに分光する分光部である。分光器23は、ヘッド部10から戻る光を反射して平行光とする凹面ミラー23a、凹面ミラー23aで反射した光が入射する回折格子23b、回折格子23bから出射する光を集光する集光レンズ23cを有している。分光器23は、ヘッド部10から戻る光を波長ごとに分けることができれば、ツェルニターナ型、リトロ型などのいずれの構成であってもよい。

【0038】

撮像素子24は、分光器23から出射する光の強度を測定するラインCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)やラインCCD(Charge Coupled Device)である。つまり、撮像素子24は、分光器23で分光した光を受光する受光素子を1次元に配列した受光部である。なお、撮像素子24は、光の強度を測定するだけであるため、モノクロのラインCMOSやラインCCDである。もちろん、撮像素子24は、光の強度を測定することができれば、カラーのラインCMOSやラインCCDであってもよい。

【0039】

制御回路部25は、白色LED21や撮像素子24などの動作を制御したり、撮像素子

10

20

30

40

50

24の出力信号を処理する電子回路を備える制御部である。制御回路部25は、撮像素子24の出力信号である光のスペクトル波形から強度のピーク値を求める。これにより、計測対象物200において合焦している光の波長(ピーク波長)を特定することができる。合焦する光の波長と計測対象物200の変位との関係を予め得ておくことで、計測対象物200の変位を計測することができる。また、図示していないが、制御回路部25には、白色LED21や撮像素子24などの動作を調整するための信号を入力する入力インターフェース、撮像素子24の信号を出力する出力インターフェースなどを有している。

【0040】

モニタ部30は、撮像素子24が出力した信号を表示する。たとえば、モニタ部30は、ヘッド部10から戻る光のスペクトル波形を描画し、第1ヘッド部10aで計測した計測対象物の変位が0 μ mで、第2ヘッド部10bで計測した計測対象物の変位が123.45 μ mであることを表示する。

10

【0041】

共焦点計測装置100は、1つの撮像素子24で、第1ヘッド部10aで計測対象物200のある位置での変位を計測するとともに、第2ヘッド部10bで計測対象物200の別の位置での変位を計測するために、軸上色収差を生じさせる光の波長をヘッド部10ごとに波長帯域が異なっている。つまり、第1ヘッド部10aは、ある波長帯域の光を軸上色収差を生じさせ、第2ヘッド部10bは、第1ヘッド部10aと異なる波長帯域の光を軸上色収差を生じさせている。

【0042】

20

共焦点計測装置100は、波長帯域を分割するために、前述したように第1ヘッド部10aに第1光学フィルタ3aを設け、第2ヘッド部10bに第2光学フィルタ3bを設けている。具体的に、光源に白色光源を用いる場合、第1光学フィルタ3aおよび第2光学フィルタ3bの透過率特性について以下に説明する。

【0043】

図3は、光学フィルタの透過率特性を説明するためのグラフである。なお、図3に示すグラフは、横軸を波長[nm]、縦軸を透過率[%]としている。図3に示す第1光学フィルタ3aの波形は、第1光学フィルタ3aの透過率特性を示し、400nm~600nmの波長の光を約100%透過させ、600nm~800nmの波長の光を遮光している様子を示している。一方、図3に示す第2光学フィルタ3bの波形は、第2光学フィルタ3bの透過率特性を示し、600nm~800nmの波長の光を約100%透過させ、400nm~600nmの波長の光を遮光している様子を示している。

30

【0044】

なお、図3の波形が示すように、600nm近傍の波長の光は、第1光学フィルタ3aおよび第2光学フィルタ3bのみでは波長帯域を分割するのが困難であるが、制御回路部25やそれに繋がるコンピュータなどにおいて、ソフトウェアを用いた演算処理で波長帯域を分割することは可能である。

【0045】

共焦点計測装置100は、第1光学フィルタ3aおよび第2光学フィルタ3bにより波長帯域を分割することで、撮像素子24を第1ヘッド部10aが利用する領域(チャンネル1)と第2ヘッド部10bが利用する領域(チャンネル2)とに分けることができる。図4は、本発明の実施の形態1に係る撮像素子24のチャンネル構成を説明する概略図である。図4に示す撮像素子24は、光の強度を検出する受光素子24aが図中縦方向にY個1列に配列されている。撮像素子24は、分光器23により分光された光のうち波長の短い光を図4の上側の受光素子24aで受光し、波長の長い光を図4の下側の受光素子24aで受光する。そのため、第1光学フィルタ3aを透過した光は、図4の上側の受光素子24aで受光され、チャンネル1の測定信号となる。一方、第2光学フィルタ3bを透過した光は、図4の下側の受光素子24aで受光され、チャンネル2の測定信号となる。なお、波長帯域を分割しない共焦点計測装置では、図4に示す受光素子24aのすべてを1つのヘッド部が利用することになるので、複数のヘッド部を利用するのであれば、受光

40

50

素子を２次元に配列した撮像素子が必要となる。

【 0 0 4 6 】

図４に示すように、第１ヘッド部１０ａからの光と、第２ヘッド部１０ｂからの光とが領域は異なるが同じ撮像素子２４に受光される。そのため、撮像素子２４で得られるスペクトル波形は、第１光学フィルタ３ａまたは第２光学フィルタ３ｂを透過または遮光した波長帯域に対応する領域ごとに強度のピーク値を持つ波形となる。制御回路部２５は、当該スペクトル波形から強度のピーク値のそれぞれの波長を読み取り、予め得られている光の波長と計測対象物２００の変位との関係から、それぞれの計測対象物２００の変位を計測する。たとえば、制御回路部２５は、チャンネル１が４００ｎｍ～６００ｎｍの波長帯域、チャンネル２が６００ｎｍ～８００ｎｍの波長帯域として分割した場合、４００ｎｍ～
600nmの波長内の強度のピーク値の波長がチャンネル１のピーク波長、600nm～
800nmの波長内の強度のピーク値の波長がチャンネル２のピーク波長とする。そして、制御回路部２５は、予め得られている光の波長と計測対象物２００の変位との関係から、チャンネル１の波長に基づいて第１ヘッド部１０ａで測定した計測対象物２００の変位を、チャンネル２の波長に基づいて第２ヘッド部１０ｂで測定した計測対象物２００の変位をそれぞれ計測する。

10

【 0 0 4 7 】

共焦点計測装置１００は、チャンネル１の測定信号に基づいて第１ヘッド部１０ａから戻る光のスペクトル波形をモニタ部３０に描画し、第１ヘッド部１０ａで計測した計測対象物２００の変位が０μｍであることを出力する。また、共焦点計測装置１００は、チャンネル２の測定信号に基づいて第２ヘッド部１０ｂから戻る光のスペクトル波形をモニタ部３０に描画し、第２ヘッド部１０ｂで計測した計測対象物２００の変位が１２３．４５μｍであることを出力する。

20

【 0 0 4 8 】

以上のように、本発明の実施の形態１に係る共焦点計測装置１００は、計測対象物２００の変位を多点計測するために、ヘッド部１０が、光学フィルタによって透過または遮光された光を計測対象物２００に照射し、制御回路部２５で、撮像素子２４のうち各光学フィルタが透過または遮光する波長帯域に対応する領域ごとにピーク波長を求めるので、受光素子を２次元に配列した撮像素子が必要ではなく、受光素子２４ａを１次元に配列した撮像素子２４を用いることができる。そのため、本発明の実施の形態１に係る共焦点計測装置１００は、受光素子を２次元に配列した撮像素子を用いる場合に比べて、測定信号を取得するための処理が速く、計測対象物２００の変位を高速に多点計測することができる。また、本発明の実施の形態１に係る共焦点計測装置１００は、受光素子２４ａを１次元に配列した撮像素子２４を備えるので、受光素子を２次元に配列した撮像素子を備える装置に比べて、装置サイズを小さくすることができる。

30

【 0 0 4 9 】

さらに、受光素子２４ａを１次元に配列した撮像素子２４は、受光素子を２次元に配列した撮像素子に比べて安価であり、共焦点計測装置１００の製造コストを低減することができる。また、本発明の実施の形態１に係る共焦点計測装置１００は、波長帯域を分割するので、撮像素子２４においてヘッド部１０ごとに測定信号のチャンネルを分けることができる。さらに、本発明の実施の形態１に係る共焦点計測装置１００は、波長帯域を分割しているだけで、光の強度（光量）を分割している訳ではないため、測定信号のＳ／Ｎ比を低下させることなく、計測精度を維持することができる。

40

【 0 0 5 0 】

（変形例１）

本発明の実施の形態１に係る共焦点計測装置１００では、計測対象物２００の変位を多点計測するために、軸上色収差を生じさせる光の波長をヘッド部１０ごとに波長帯域を分割している。しかし、本発明の実施の形態１に係る共焦点計測装置１００では、ヘッド部１０の内部で、かつ光ファイバ１１と集光レンズ４との間の位置に第１光学フィルタ３ａおよび第２光学フィルタ３ｂを設ける構成を説明したが、これに限定されるものではなく

50

、ヘッド部 10 ごとに波長帯域を分割することができれば、いずれの構成であってもよい。以下に、本発明の実施の形態 1 に係る共焦点計測装置 100 の変形例として、ヘッド部 10 ごとに波長帯域を分割する構成の一例を示す。なお、以下の説明において、第 1 光学フィルタ 3 a および第 2 光学フィルタ 3 b について共通に説明する場合、第 1 光学フィルタ 3 a および第 2 光学フィルタ 3 b を光学フィルタ 3 と総称して記載することがある。

【0051】

図 5 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係るヘッド部 10 の構成を示す模式図である。図 5 (a) は、回折レンズ 1 と対物レンズ 2 との間の位置に光学フィルタ 3 を設けたヘッド部 10 の構成を示す。図 5 (b) は、ヘッド部 10 の外部で、かつ対物レンズ 2 と計測対象物 200 との間の位置に光学フィルタ 3 を設けたヘッド部 10 の構成を示す。

10

【0052】

図 5 (a) に示す位置に光学フィルタ 3 を設けた場合、回折レンズ 1 により平行光となった光が光学フィルタ 3 を透過するので、波長帯域を分割する精度が良くなるメリットがある。一方、図 5 (b) に示す位置に光学フィルタ 3 を設けた場合、光学フィルタ 3 をヘッド部 10 に対して着脱可能に構成することができるので、1 つのヘッド部 10 で計測対象物 200 の変位を 1 点計測するときと、複数のヘッド部 10 で計測対象物 200 の変位を多点計測するときとで同じヘッド部 10 を利用することができる。

【0053】

なお、図 1 に示す位置に光学フィルタ 3 を設けた場合、入射する光の径が小さくなるので、他の位置に設ける場合に比べて光学フィルタ 3 のサイズを小さくすることができ、製造コストを低減することができる。

20

【0054】

(変形例 2)

次に、ビームスプリッタを用いる変形例を説明する。図 6 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 2 に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。図 6 に示す共焦点計測装置 100 a は、ヘッド部 10 ごとに光学フィルタ 3 に設ける構成に代えて、ビームスプリッタ 5 を設ける構成である。なお、図 6 に示す共焦点計測装置 100 a は、図 1 に示す共焦点計測装置 100 と同じ構成に同じ符号を付して詳細な説明を繰返さない。また、図 6 に示す共焦点計測装置 100 a では、図 1 の共焦点計測装置 100 で図示している構成であっても、以下の説明に用いない構成については図示を省略している。さらに、図 6 に示す共焦点計測装置 100 a では、凹面ミラー 23 a に代えてコリメートレンズ 23 d を用いる分光器 23 を備えた構成として説明する。

30

【0055】

ビームスプリッタ 5 は、光ファイバ 11 と分岐光ファイバ 22 との間に設けられている。ビームスプリッタ 5 は、分岐光ファイバ 22 の一端から延びる光ファイバ 22 a より出射される光 (光ファイバ 22 b により導かれる白色 LED 21 の光) を波長帯域ごとに分割して、一方の波長帯域の光を第 1 ヘッド部 10 a に接続された光ファイバ 11 に、他方の波長帯域の光を第 2 ヘッド部 10 b に接続された光ファイバ 11 にそれぞれ入射する。

【0056】

ビームスプリッタ 5 は、光ファイバ 22 a より出射される光を集光する集光レンズ 5 a と、集光レンズ 5 a で集光した光を透過する光と反射する光に分ける光学ミラー 5 b とを含んでいる。光学ミラー 5 b は、たとえば 400 nm ~ 600 nm の波長の光を反射し、600 nm ~ 800 nm の波長の光を透過することで、光を波長帯域ごとに分割している。光学ミラー 5 b で反射した光は、第 1 光学フィルタ 3 a を透過した光と同等であり、400 nm ~ 600 nm の波長の光である。一方、光学ミラー 5 b を透過した光は、第 2 光学フィルタ 3 b を透過した光と同等であり、600 nm ~ 800 nm の波長の光である。

40

【0057】

共焦点計測装置 100 a は、ビームスプリッタ 5 で波長帯域を分割した後の光を、回折レンズ 1 で軸上色収差を生じさせるとともに、色収差が生じた光を対物レンズ 2 で計測対象物 200 に集光する。共焦点計測装置 100 a は、計測対象物 200 で合焦した光を光

50

ファイバ 2 2 c からコリメートレンズ 2 3 d を介して回折格子 2 3 b に導き、当該回折格子 2 3 b で分光した光を集光レンズ 2 3 c で撮像素子 2 4 に入射する。共焦点計測装置 1 0 0 a は、撮像素子 2 4 に入射した光のスペクトル波形をモニタ部 3 0 に描画し、ヘッド部 1 0 で計測した計測対象物 2 0 0 の変位を出力する。これにより、共焦点計測装置 1 0 0 a は、図 1 に示した共焦点計測装置 1 0 0 と同様に、計測対象物 2 0 0 の変位を多点計測することができる。

【 0 0 5 8 】

(変形例 3)

次に、複数の光源を用いる変形例を説明する。図 7 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 3 に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。図 7 に示す共焦点計測装置 1 0 0 b は、ヘッド部 1 0 ごとに光学フィルタ 3 に設ける構成に代えて、ヘッド部 1 0 ごとに光源を設ける構成である。なお、図 7 に示す共焦点計測装置 1 0 0 b は、図 1 に示す共焦点計測装置 1 0 0 と同じ構成に同じ符号を付して詳細な説明を繰返さない。また、図 7 に示す共焦点計測装置 1 0 0 b では、図 1 の共焦点計測装置 1 0 0 で図示している構成であっても、以下の説明に用いない構成については図示を省略している。さらに、図 7 に示す共焦点計測装置 1 0 0 b では、凹面ミラー 2 3 a に代えてコリメートレンズ 2 3 d を用いる分光器 2 3 を備えた構成として説明する。

【 0 0 5 9 】

光源は、ある波長帯域の光を発光する光源 2 1 a と、光源 2 1 a と異なる波長帯域の光を発光する光源 2 1 b とを設けている。光源 2 1 a は、たとえば 4 0 0 n m ~ 6 0 0 n m の波長の光を発光し、光源 2 1 b は、6 0 0 n m ~ 8 0 0 n m の波長の光を発光する。そして、光源 2 1 a の光は、分岐光ファイバ 2 2 および光ファイバ 1 1 を介して第 1 ヘッド部 1 0 a に入射する。一方、光源 2 1 b の光は、分岐光ファイバ 2 2 および光ファイバ 1 1 を介して第 2 ヘッド部 1 0 b に入射する。

【 0 0 6 0 】

共焦点計測装置 1 0 0 b は、発光する光の波長帯域が異なる光源 2 1 a および光源 2 1 b を、第 1 ヘッド部 1 0 a および第 2 ヘッド部 1 0 b にそれぞれ対応して設けることで、第 1 ヘッド部 1 0 a および第 2 ヘッド部 1 0 b ごとに波長帯域を分割している。つまり、第 1 ヘッド部 1 0 a は、白色光源の白色 L E D 2 1 からの光を第 1 光学フィルタ 3 a で波長帯域を分割する代わりに、光源 2 1 a の光を用いている。また、第 2 ヘッド部 1 0 b は、白色光源の白色 L E D 2 1 からの光を第 2 光学フィルタ 3 b で波長帯域を分割する代わりに、光源 2 1 b の光を用いている。

【 0 0 6 1 】

共焦点計測装置 1 0 0 b は、光源 2 1 a および光源 2 1 b の光を、回折レンズ 1 で軸上色収差を生じさせるとともに、色収差が生じた光を対物レンズ 2 で計測対象物 2 0 0 に集光する。共焦点計測装置 1 0 0 b は、計測対象物 2 0 0 で合焦した光を光ファイバ 2 2 c からコリメートレンズ 2 3 d を介して回折格子 2 3 b に導き、当該回折格子 2 3 b で分光した光を集光レンズ 2 3 c で撮像素子 2 4 に入射する。共焦点計測装置 1 0 0 b は、撮像素子 2 4 に入射した光のスペクトル波形をモニタ部 3 0 に描画し、ヘッド部 1 0 で計測した計測対象物 2 0 0 の変位を出力する。これにより、共焦点計測装置 1 0 0 b は、図 1 に示した共焦点計測装置 1 0 0 と同様に、計測対象物 2 0 0 の変位を多点計測することができる。

【 0 0 6 2 】

以上のように、本変形例 3 に係る共焦点計測装置 1 0 0 は、計測対象物 2 0 0 の変位を多点計測するために、複数のヘッド部 1 0 ごとに設けられた各光源 2 1 a , 2 1 b が互いに異なる波長帯域の光を出射し、各光源が出射する光の波長帯域に対応する領域ごとにピーク波長を求めても、図 1 に示した共焦点計測装置 1 0 0 と同様に計測対象物 2 0 0 の変位を多点計測することができる。

【 0 0 6 3 】

(変形例 4)

次に、ヘッド部 10 と分光器 23 との間の導光部に光ファイバを用いない変形例を説明する。図 8 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 4 に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。図 8 に示す共焦点計測装置 100c は、分岐光ファイバ 22 および光ファイバ 11 に代えて、コリメートレンズ 221 ~ 224、ハーフミラー 225 およびミラー 226 を設ける構成である。なお、図 8 に示す共焦点計測装置 100c は、図 1 に示す共焦点計測装置 100 と同じ構成に同じ符号を付して詳細な説明を繰返さない。また、図 8 に示す共焦点計測装置 100c では、図 1 の共焦点計測装置 100 で図示している構成であっても、以下の説明に用いない構成については図示を省略している。さらに、図 8 に示す共焦点計測装置 100c では、凹面ミラー 23a に代えてコリメートレンズ 23d を用いる分光器 23 を備えた構成として説明する。

10

【0064】

光源 21 からの光は、コリメートレンズ 221 で平行光となり、ハーフミラー 225 でミラー 226 に向かう経路と、第 2 光学フィルタ 3b に向かう経路とに分けられる。ミラー 226 で反射された光は、第 1 光学フィルタ 3a を透過し、コリメートレンズ 222 により第 1 ヘッド部 10a のピンホール 6a に集光される。一方、第 2 光学フィルタ 3b を透過した光は、コリメートレンズ 223 により第 2 ヘッド部 10b のピンホール 6b に集光される。

【0065】

第 1 ヘッド部 10a を通過した光のうち、計測対象物 200 で合焦した光がピンホール 6a を通ってコリメートレンズ 222 に戻る。コリメートレンズ 222 に戻った光は、第 1 光学フィルタ 3a、ミラー 226、ハーフミラー 225 およびコリメートレンズ 224 を介して分光器 23 に入力される。一方、第 2 ヘッド部 10b を通過した光のうち、計測対象物 200 で合焦した光がピンホール 6b を通ってコリメートレンズ 223 に戻る。コリメートレンズ 223 に戻った光は、第 2 光学フィルタ 3b、ハーフミラー 225 およびコリメートレンズ 224 を介して分光器 23 に入力される。すなわち本変形例においては、コリメートレンズ 222 またはコリメートレンズ 223、およびミラー 226、ハーフミラー 225 およびコリメートレンズ 224 が、複数のヘッド部 10 を通過した光を分光器 23 に入光させる銅鉋部を構成する。

20

【0066】

以上のように、本変形例 4 に係る共焦点計測装置 100c は、分岐光ファイバ 22 および光ファイバ 11 に代えて、コリメートレンズ 221 ~ 224、ハーフミラー 225 およびミラー 226 を設けても、図 1 に示した共焦点計測装置 100 と同様に計測対象物 200 の変位を多点計測することができる。さらに、共焦点計測装置 100c は、分岐光ファイバ 22 および光ファイバ 11 を用いる場合に比べて、ヘッド部 10 と分光器 23 との間に光学フィルタを配置する構成とし易い。

30

【0067】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 2 に係る共焦点計測装置は、計測対象物の変位を多点計測するために、軸上色収差を生じさせる光の波長をヘッド部ごとに波長帯域を分割する構成ではなく、光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光したヘッド部に対応したピーク波長を求める構成である。

40

【0068】

図 9 は、本発明の実施の形態 2 に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。図 9 に示す共焦点計測装置 101 は、複数のヘッド部 (図 9 の場合は 2 つ) の共焦点光学系を利用して計測対象物 200 の変位を多点 (図 9 の場合は 2 点) 計測する計測装置である。共焦点計測装置 101 で計測する計測対象物 200 には、たとえば液晶表示パネルのセルギャップなどがある。なお、図 9 に示す共焦点計測装置 101 は、図 1 に示す共焦点計測装置 100 と同じ構成に同じ符号を付して詳細な説明を繰返さない。

【0069】

共焦点計測装置 101 は、光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光したヘッド

50

部 10 に対応したピーク波長を求めることができるように、第 1 光源 21 A および第 2 光源 21 B の 2 つの光源を設けている。共焦点計測装置 101 では、第 1 光源 21 A から出射する光を光ファイバ 11 に導くとともに、光ファイバ 11 を介してヘッド部 10 から戻る光を分光器 23 に導くため、および第 2 光源 21 B から出射する光を光ファイバ 11 に導くとともに、光ファイバ 11 を介してヘッド部 10 から戻る光を分光器 23 に導くために、それぞれ分岐光ファイバ 22 を設けてある。分岐光ファイバ 22 は、ヘッド部 10 から延出する光ファイバ 11 と接続する側に 1 本の光ファイバ 22 a を有し、反対側に 2 本の光ファイバ 22 b、22 c を有している。なお、光ファイバ 22 b は白色 LED 21 に、光ファイバ 22 c は分光器 23 にそれぞれ接続している。また、複数のヘッド部 10 ごとに設けた光ファイバ 11 および分岐光ファイバ 22 は、それぞれのヘッド部 10 を通過した光を分光器 23 に入光させる導光部である。

10

【0070】

そして、共焦点計測装置 101 は、第 1 光源 21 A を点灯（第 2 光源 21 B は非点灯）して第 1 ヘッド部 10 a に光を通過させ、 t 秒後に第 2 光源 21 B を点灯（第 1 光源 21 A は非点灯）して第 2 ヘッド部 10 b に光を通過させることで、光を通過させるタイミングをヘッド部 10 ごとにずらせている。つまり、共焦点計測装置 101 は、第 1 光源 21 A または第 2 光源 21 B が発光するタイミングに合わせて、当該発光したヘッド部 10 に対応したピーク波長を求めている。

【0071】

図 9 に示す共焦点計測装置 101 では、第 1 光源 21 A を点灯して第 1 ヘッド部 10 a で計測対象物 200 の変位を計測したチャンネル 1 の結果と、第 2 光源 21 B を点灯して第 2 ヘッド部 10 b で計測対象物 200 の変位を計測したチャンネル 2 の結果とがモニタ部 30 に表示している。

20

【0072】

次に、共焦点計測装置 101 の動作について、さらに詳しく説明する。図 10 は、本発明の実施の形態 2 に係る共焦点計測装置 101 の動作を説明するための模式図である。特に、図 10 (a) は、共焦点計測装置 101 において、第 1 光源 21 A を点灯（第 2 光源 21 B は非点灯）した場合の動作を説明するための模式図である。一方、図 10 (b) は、共焦点計測装置 101 において、第 2 光源 21 B を点灯（第 1 光源 21 A は非点灯）した場合の動作を説明するための模式図である。なお、図 10 に示す共焦点計測装置 101 では、図 9 の共焦点計測装置 101 で図示している構成であっても、以下の説明に用いない構成については図示を省略している。さらに、図 9 に示す共焦点計測装置 101 では、凹面ミラー 23 a に代えてコリメートレンズ 23 d を用いる分光器 23 を備えた構成として説明する。

30

【0073】

まず、図 10 (a) のように第 1 光源 21 A を点灯（第 2 光源 21 B は非点灯）した場合、第 1 ヘッド部 10 a は光が通過するが、第 2 ヘッド部 10 b は光が通過しない。つまり、共焦点計測装置 101 は、第 1 ヘッド部 10 a のみを利用して計測対象物 200 の変位を計測することと同じ構成となる。

【0074】

共焦点計測装置 101 は、第 1 光源 21 A の光を、第 1 ヘッド部 10 a の回折レンズ 1 で軸上色収差を生じさせるとともに、色収差が生じた光を第 1 ヘッド部 10 a の対物レンズ 2 で計測対象物 200 に集光する。共焦点計測装置 101 は、計測対象物 200 で合焦した光を光ファイバ 22 c からコリメートレンズ 23 d を介して回折格子 23 b に導き、当該回折格子 23 b で分光した光を集光レンズ 23 c で撮像素子 24 に入射する。制御回路部 25 は、撮像素子 24 の出力信号である光のスペクトル波形から強度のピーク値を求め、計測対象物 200 において合焦している光の波長を特定する。さらに、制御回路部 25 は、予め得てある合焦する光の波長と計測対象物 200 の変位との関係から、第 1 ヘッド部 10 a での計測対象物 200 の変位を計測する。さらに、共焦点計測装置 101 は、撮像素子 24 に入射した光のスペクトル波形をモニタ部 30 に描画し、第 1 ヘッド部 10

40

50

aで計測した計測対象物200の変位を出力する。

【0075】

t秒後、図10(b)のように第2光源21Bを点灯(第1光源21Aは非点灯)した場合、第2ヘッド部10bは光が通過するが、第1ヘッド部10aは光が通過しない。つまり、共焦点計測装置101は、第2ヘッド部10bのみを利用して計測対象物200の変位を計測することと同じ構成となる。

【0076】

共焦点計測装置101は、第2光源21Bの光を、第2ヘッド部10bの回折レンズ1で軸上色収差を生じさせるとともに、色収差が生じた光を第2ヘッド部10bの対物レンズ2で計測対象物200に集光する。共焦点計測装置101は、計測対象物200で合焦した光を光ファイバ22cからコリメートレンズ23dを介して回折格子23bに導き、当該回折格子23bで分光した光を集光レンズ23cで撮像素子24に入射する。制御回路部25は、撮像素子24の出力信号である光のスペクトル波形から強度のピーク値を求め、計測対象物200において合焦している光の波長を特定する。さらに、制御回路部25は、予め得てある合焦する光の波長と計測対象物200の変位との関係から、第2ヘッド部10bでの計測対象物200の変位を計測する。さらに、共焦点計測装置101は、撮像素子24に入射した光のスペクトル波形をモニタ部30に描画し、第2ヘッド部10bで計測した計測対象物200の変位を出力する。

【0077】

以上のように、本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置101は、計測対象物200の変位を多点計測するために、各光源が発光するタイミングに合わせて、制御回路部25が、当該発光した光源に対応したピーク値の波長を求めるので、受光素子を2次元に配列した撮像素子が必要ではなく、受光素子24aを1次元に配列した撮像素子24を用いることができる。そのため、本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置101は、受光素子を2次元に配列した撮像素子を用いる場合に比べて、測定信号を取得するための処理が速く、計測対象物200の変位を高速に多点計測することができる。また、本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置101は、受光素子24aを1次元に配列した撮像素子24を備えるので、受光素子を2次元に配列した撮像素子を備える装置に比べて、装置サイズを小さくすることができる。

【0078】

さらに、受光素子24aを1次元に配列した撮像素子24は、受光素子を2次元に配列した撮像素子に比べて安価であり、共焦点計測装置101の製造コストを低減することができる。また、本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置101は、波長帯域の分割を行なうので、撮像素子24においてヘッド部10ごとに測定信号のチャンネルを分けることができる。さらに、本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置101は、光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光したヘッド部10に対応したピーク波長を求めているだけで、光の強度(光量)を分割している訳ではないため、測定信号のS/N比を低下させることなく、計測精度を維持することができる。

【0079】

なお、本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置101は、複数のヘッド部10それぞれに対応して第1光源21Aおよび第2光源21Bを設け、排他的に第1光源21Aおよび第2光源21Bを順次点灯することで、光を通過させるタイミングをヘッド部10ごとにずらせてある構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。たとえば、共焦点計測装置101は、光源を1つ、またはある単位数のヘッド部10ごとに光源を1つ設け、光源からヘッド部10に入射する光をON/OFFすることができるシャッタをコントローラ部20またはヘッド部10に設けて、当該シャッタを制御して光を通過させるタイミングをヘッド部10ごとにずらせてある構成でもよい。

【0080】

さらに、本発明の実施の形態2に係る共焦点計測装置101のように、複数の光ファイバ22c(図9では2本)を束ねて分光器23に光を導く構成について説明する。図11

10

20

30

40

50

は、複数の光ファイバ 2 2 c を束ねて分光器 2 3 に入射した光が、撮像素子 2 4 で測定される様子を示した模式図である。図 1 1 に示す 2 本の光ファイバ 2 2 c は V 溝基板 2 6 により束ねられ、図中上下方向に 1 列に配置されている。この 2 本の光ファイバ 2 2 c から出射された光はコリメートレンズ 2 3 d を介して分光器 2 3 の回折格子 2 3 b に入射され、回折格子 2 3 b で分光され、集光レンズ 2 3 c で撮像素子 2 4 に集光される。2 本の光ファイバ 2 2 c は、回折格子 2 3 b による反射光の焦点が波長によって変化する方向を含む平面とは直交する方向に並べて配置されている。また、撮像素子 2 4 は、回折格子 2 3 b による反射光の焦点が波長によって変化する方向に添って各受光素子 2 4 a が並ぶように配置されている。

【 0 0 8 1 】

そこで、撮像素子 2 4 は、各受光素子 2 4 a の形状を、各受光素子 2 4 a が配列する方向（図中左右方向）に対して直交する方向（図中上下方向）に長い縦長形状にしてある。つまり、撮像素子 2 4 は、受光素子 2 4 a の配列する方向（図中左右方向）ではなく、受光素子 2 4 a の縦方向（図中上下方向）に光が並んで集光する場合でも、各受光素子 2 4 a の形状が集光した光を受光できる縦長形状とする。このようにすると、集光レンズ 2 3 c の通った光の焦点位置の、撮像素子 2 4 の受光面に直交する方向の変化量が、光ファイバ 2 2 c の数が増えても大きくなりたいため、撮像素子 2 4 のアライメントが容易になる。

【 0 0 8 2 】

（実施の形態 3）

次に、本発明の実施の形態 3 に係る共焦点計測装置は、計測対象物の変位を多点計測するために、軸上色収差を生じさせる光の波長帯域をヘッド部ごとに分割してピーク波長を求めると、光源が発光するタイミングに合わせて、当該発光したヘッド部 1 0 に対応したピーク波長を求めるとを組合せて行なう構成である。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 は、本発明の実施の形態 3 に係る共焦点計測装置の構成を示す模式図である。図 1 2 に示す共焦点計測装置 1 0 2 は、複数のヘッド部（図 1 2 の場合は 4 つ）の共焦点光学系を利用して計測対象物 2 0 0 の変位を多点（図 1 2 の場合は 4 点）計測する計測装置である。共焦点計測装置 1 0 2 で計測する計測対象物 2 0 0 には、たとえば液晶表示パネルのセルギャップなどがある。なお、図 1 2 に示す共焦点計測装置 1 0 2 は、図 1 に示す共焦点計測装置 1 0 0 と同じ構成に同じ符号を付して詳細な説明を繰返さない。また、図 1 2 に示す共焦点計測装置 1 0 2 では、図 1 の共焦点計測装置 1 0 0 で図示している構成であっても、以下の説明に用いない構成については図示を省略している。さらに、図 1 2 に示す共焦点計測装置 1 0 2 では、凹面ミラー 2 3 a に代えてコリメートレンズ 2 3 d を用いる分光器 2 3 を備えた構成として説明する。

【 0 0 8 4 】

共焦点計測装置 1 0 2 は、4 つのヘッド部 1 0 に対して 4 つの光源を設けて、軸上色収差を生じさせる光の波長帯域をヘッド部 1 0 ごとに分割することと、光源が発光するタイミングずらせてあることとを組合せる構成を実現している。そのため、4 つの光源は、ある波長帯域の光を発光する第 1 光源 2 1 A a および第 2 光源 2 1 B a と、第 1 光源 2 1 A a および第 2 光源 2 1 B a と異なる波長帯域の光を発光する第 3 光源 2 1 A b および第 4 光源 2 1 B b とに分けている。具体的に、第 1 光源 2 1 A a および第 2 光源 2 1 B a は、たとえば 4 0 0 n m ~ 6 0 0 n m の波長の光を発光し、第 3 光源 2 1 A b および第 4 光源 2 1 B b は、6 0 0 n m ~ 8 0 0 n m の波長の光を発光する。

【 0 0 8 5 】

そして、第 1 光源 2 1 A a の光は、分岐光ファイバ 2 2 および光ファイバ 1 1 を介して第 1 ヘッド部 1 0 a に入射する。第 2 光源 2 1 B a の光は、分岐光ファイバ 2 2 および光ファイバ 1 1 を介して第 2 ヘッド部 1 0 b に入射する。第 3 光源 2 1 A b の光は、分岐光ファイバ 2 2 および光ファイバ 1 1 を介して第 3 ヘッド部 1 0 c に入射する。第 4 光源 2 1 B b の光は、分岐光ファイバ 2 2 および光ファイバ 1 1 を介して第 4 ヘッド部 1 0 d に

10

20

30

40

50

入射する。

【0086】

第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10bは、計測対象物200aにそれぞれ光を集光させ、集光させた光の位置での計測対象物200aの変位を計測する。また、第3ヘッド部10cおよび第4ヘッド部10dは、計測対象物200bにそれぞれ光を集光させ、集光させた光の位置での計測対象物200bの変位を計測する。なお、計測対象物200aは、計測対象物200bと同じ部材でも、異なる部材でもよく、たとえば、計測対象物200aが、計測対象物200bに対するリファレンス部材とする場合などが考えられる。

【0087】

共焦点計測装置102は、第1光源21Aaおよび第2光源21Baと、第3光源21Abおよび第4光源21Bbとで、軸上色収差を生じさせる光の波長をヘッド部10ごとに分割し、第1光源21Aaおよび第3光源21Abと、第2光源21Baおよび第4光源21Bbとで、光源が発光するタイミングをヘッド部10ごとにずらせてある。

【0088】

具体的に、共焦点計測装置102は、まず第1光源21Aaおよび第3光源21Abを点灯（第2光源21Baおよび第4光源21Bbは非点灯）して第1ヘッド部10aおよび第3ヘッド部10cに光を通過させる。

【0089】

共焦点計測装置102は、第1光源21Aaおよび第3光源21Abを点灯した場合、第1ヘッド部10aおよび第3ヘッド部10cに光が通過するが、第1ヘッド部10aを通過する光と第3ヘッド部10cを通過する光とは、波長帯域が分割されている。そのため、共焦点計測装置102は、図7の共焦点計測装置100bで説明したように、第1ヘッド部10aと第3ヘッド部10cとで、軸上色収差を生じさせる光の波長を分割した構成となる。

【0090】

つまり、共焦点計測装置102は、第1光源21Aaおよび第3光源21Abの光を、第1ヘッド部10aおよび第3ヘッド部10cの回折レンズ1で軸上色収差を生じさせるとともに、色収差が生じた光を対物レンズ2で計測対象物200aおよび計測対象物200bのそれぞれに集光する。共焦点計測装置102は、計測対象物200aおよび計測対象物200bのそれぞれで合焦した光を光ファイバ22cからコリメートレンズ23dを介して回折格子23bに導き、当該回折格子23bで分光した光を集光レンズ23cで撮像素子24に入射する。共焦点計測装置102は、撮像素子24に入射した光のスペクトル波形をモニタ部30に描画し、第1ヘッド部10aおよび第3ヘッド部10cで計測した計測対象物200aおよび計測対象物200bそれぞれの変位を出力する。たとえば、共焦点計測装置102は、第1ヘッド部10aで計測した計測対象物200aの変位が0 μ mであること、第3ヘッド部10cで計測した計測対象物200bの変位が123.45 μ mであることを出力する。

【0091】

次に、共焦点計測装置102は、t秒後、第2光源21Baおよび第4光源21Bbを点灯（第1光源21Aaおよび第3光源21Abは非点灯）して第2ヘッド部10bおよび第4ヘッド部10dに光を通過させる。

【0092】

共焦点計測装置102は、第2光源21Baおよび第4光源21Bbを点灯した場合、第2ヘッド部10bおよび第4ヘッド部10dに光が通過するが、第2ヘッド部10bを通過する光と第4ヘッド部10dを通過する光とは、波長帯域が分割されている。そのため、共焦点計測装置102は、図7の共焦点計測装置100bで説明したように、第2ヘッド部10bと第4ヘッド部10dとで、軸上色収差を生じさせる光の波長を分割した構成となる。

【0093】

10

20

30

40

50

つまり、共焦点計測装置102は、第2光源21Baおよび第4光源21Bbの光を、第2ヘッド部10bおよび第4ヘッド部10dの回折レンズ1で軸上色収差を生じさせるとともに、色収差が生じた光を対物レンズ2で計測対象物200aおよび計測対象物200bのそれぞれに集光する。共焦点計測装置102は、計測対象物200aおよび計測対象物200bのそれぞれで合焦した光を光ファイバ22cからコリメートレンズ23dを介して回折格子23bに導き、当該回折格子23bで分光した光を集光レンズ23cで撮像素子24に入射する。共焦点計測装置102は、撮像素子24に入射した光のスペクトル波形をモニタ部30に描画し、第2ヘッド部10bおよび第4ヘッド部10dで計測した計測対象物200aおよび計測対象物200bそれぞれの変位を出力する。たとえば、共焦点計測装置102は、第2ヘッド部10bで計測した計測対象物200aの変位が10 μ mであること、第4ヘッド部10dで計測した計測対象物200bの変位が132 μ mであることを出力する。

10

【0094】

これにより、共焦点計測装置102は、第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10bで計測対象物200aの変位を2点計測することができ、第3ヘッド部10cおよび第4ヘッド部10dで計測対象物200bの変位を2点計測することができる。つまり、共焦点計測装置102は、第1ヘッド部10a～第4ヘッド部10dを用いて、計測対象物200aおよび計測対象物200bの変位を4点計測することができる。

【0095】

以上のように、本発明の実施の形態3に係る共焦点計測装置102は、計測対象物200の変位を多点計測するために、撮像素子24のうち分割した波長帯域に対応する領域ごとにピーク波長を求めると、発光した光源に対応したピーク値の波長を求めるとを組合せて行なうので、さらに多くの計測対象物200の変位を計測することができる。なお、共焦点計測装置102は、前述した実施の形態1および実施の形態2に係る共焦点計測装置の効果と同様の効果を有している。

20

【0096】

なお、本発明の実施の形態3に係る共焦点計測装置102では、4つの光源を、ある波長帯域の光を発光する第1光源21Aaおよび第2光源21Baと、第1光源21Aaおよび第2光源21Baと異なる波長帯域の光を発光する第3光源21Abおよび第4光源21Bbとに分けて波長帯域分割を行なった。しかし、本発明の実施の形態3に係る共焦点計測装置102は、これに限られず、同じ波長帯域の光を発光する4つの光源を用いて、第1ヘッド部10aおよび第2ヘッド部10bに図1で示した第1光学フィルタ3aを、第3ヘッド部10cおよび第4ヘッド部10dに図1で示した第2光学フィルタ3bをそれぞれ設けることで波長帯域分割を行なってもよい。

30

【0097】

また、本発明の実施の形態1～3に係る共焦点計測装置では、ヘッド部10において回折レンズ1で軸上色収差を光に生じさせる構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。たとえば、本発明に係る共焦点計測装置では、回折レンズ1に代えて、軸上色収差を生じさせる1つのレンズ、または複数のレンズを組合せた光学系部品を用いてもよい。

40

【0098】

さらに、本発明の実施の形態1～3に係る共焦点計測装置では、2本または4本のヘッド部10を含む構成について説明したが、これは例示であり、さらに多くのヘッド部10を含む構成であってもよい。

【0099】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

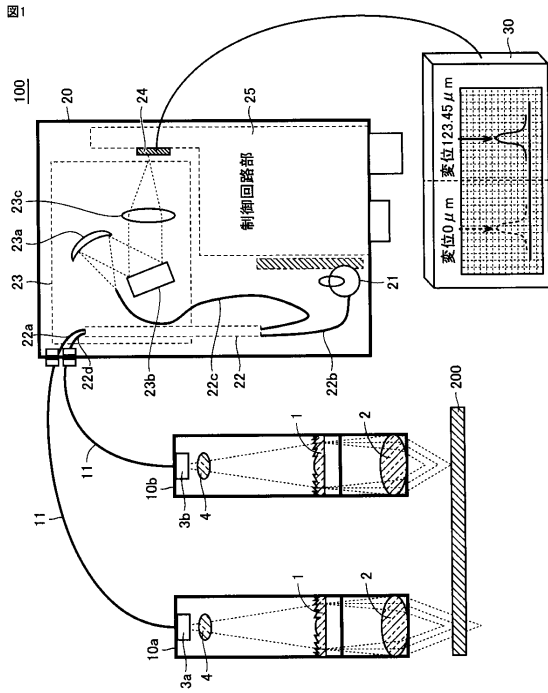
【符号の説明】

50

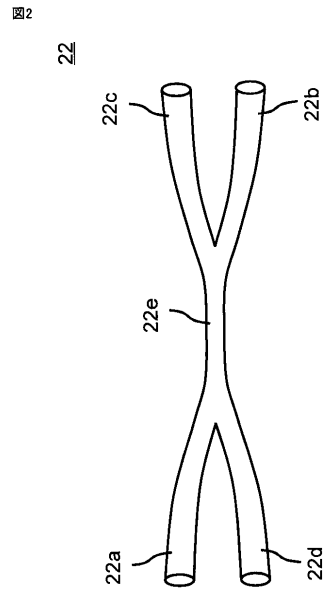
【 0 1 0 0 】

1 回折レンズ、2 対物レンズ、3 a 第1光学フィルタ、3 b 第2光学フィルタ、4 , 2 3 c 集光レンズ、5 ビームスプリッタ、1 0 , 1 0 a ~ 1 0 d ヘッド部、1 1 , 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d 光ファイバ、2 0 コントローラ部、2 1 光源、2 2 分岐光ファイバ、2 3 分光器、2 3 a 凹面ミラー、2 3 b 回折格子、2 4 撮像素子、2 5 制御回路部、2 6 V溝基板、3 0 モニタ部、1 0 0 , 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 1 , 1 0 2 共焦点計測装置、2 0 0 , 2 0 0 a , 2 0 0 b 計測対象物。

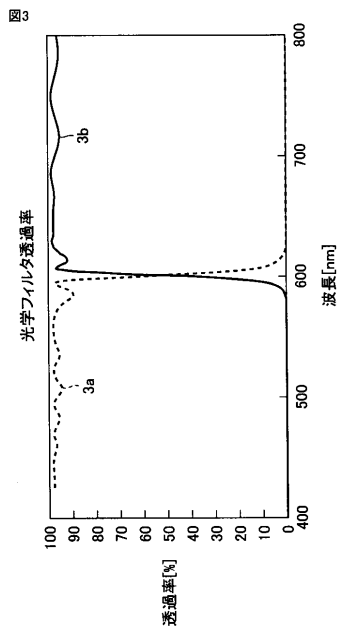
【 図 1 】



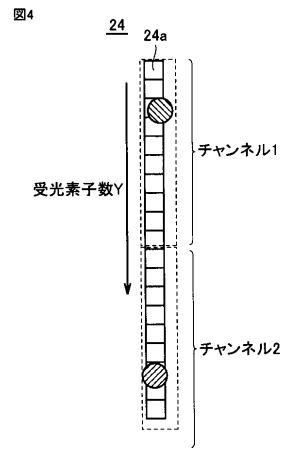
【 図 2 】



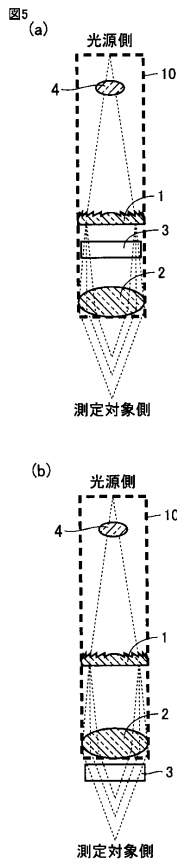
【 図 3 】



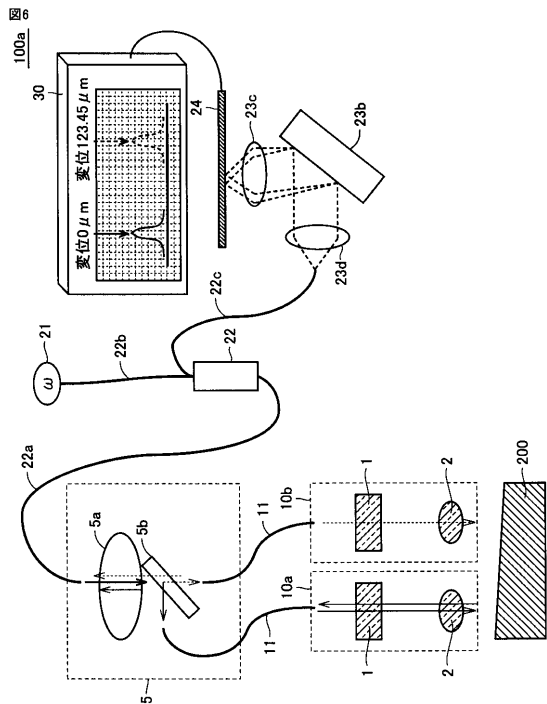
【 図 4 】



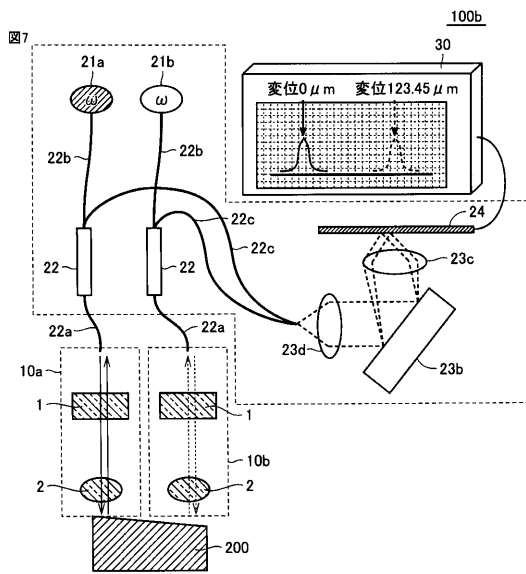
【 図 5 】



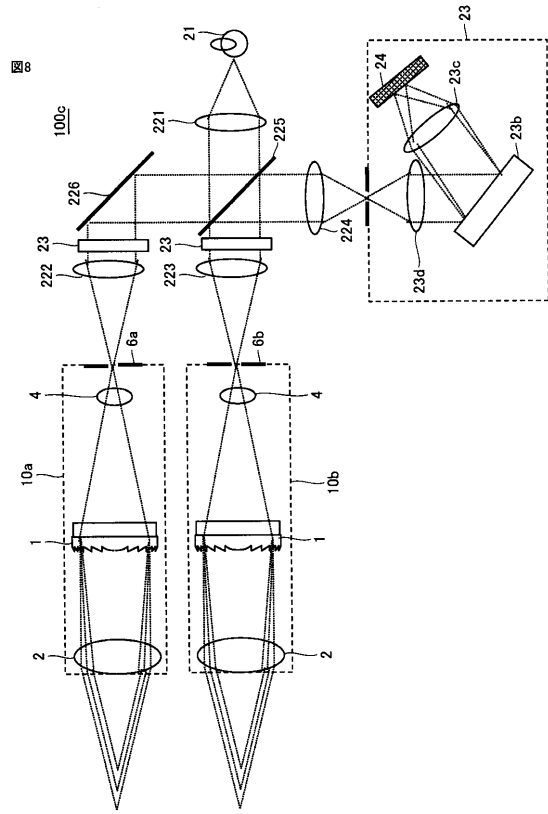
【 図 6 】



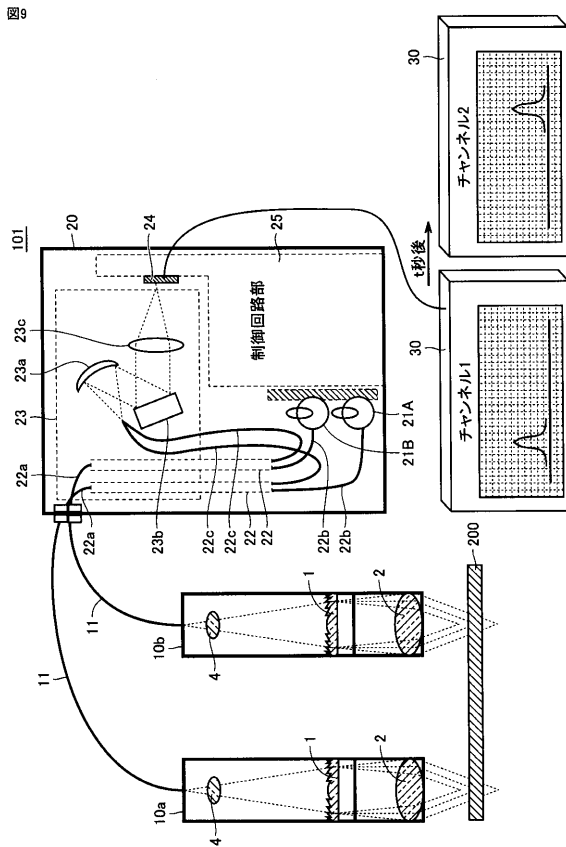
【図7】



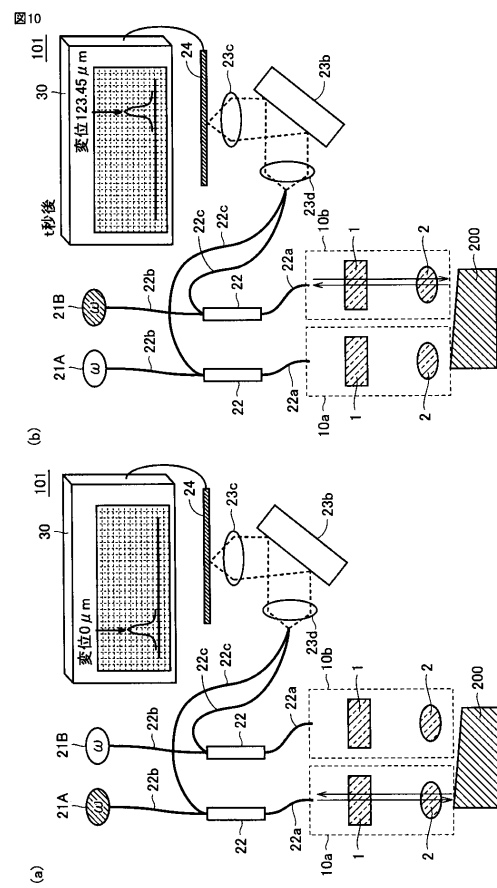
【図8】



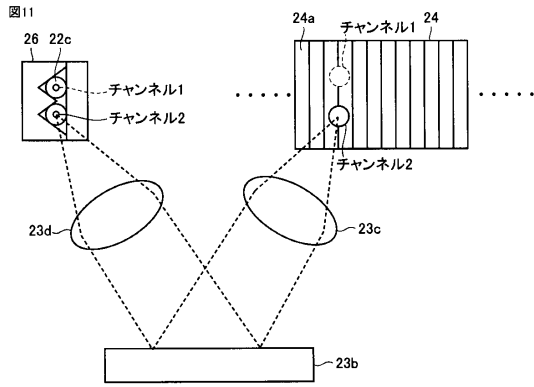
【図9】



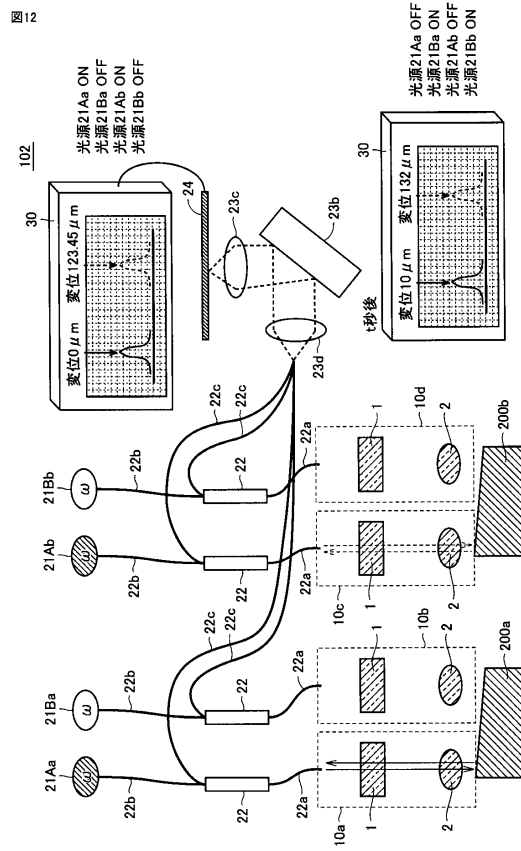
【図10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 太田 潤

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 櫻井 仁

(56)参考文献 特開2012-47743(JP,A)
特開2006-58056(JP,A)
特開2011-17552(JP,A)
特開昭60-73405(JP,A)
特開2007-40714(JP,A)
特開2012-208102(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30
9/02
G01C 3/06