

(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2012-145555
(P2012-145555A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 M 11/02 (2006.01)	GO 1 M 11/02 B	2 F 0 6 4
GO 1 B 9/02 (2006.01)	GO 1 B 9/02	2 G 0 8 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-6347 (P2011-6347)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成23年1月14日 (2011.1.14)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

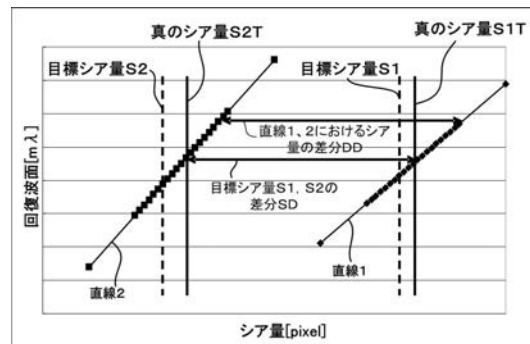
(54) 【発明の名称】 シアリング干渉測定装置およびその校正方法

(57) 【要約】

【課題】シアリング干渉測定装置においてシア量を高精度に決定するために有利な技術を提供する。

【解決手段】撮像素子の撮像面におけるシア量が第1の目標シア量S1になるように駆動機構に回折格子を駆動させたときに前記撮像素子によって得られる第1の干渉縞データを複数のシア量のそれぞれを使って処理することによって得られる複数の波面をそれぞれ近似する複数の多項式のそれぞれにおける少なくとも1つの係数と当該複数のシア量との関係を示す直線1を決定し、前記撮像面におけるシア量が第2の目標シア量S2になるように前記駆動機構に前記回折格子を駆動させたときに直線1と同様にして直線2を決定し、直線1、2におけるシア量の差分DDが第1の目標シア量S1と第2の目標シア量S2との差分SDと等しくなる直線1、2におけるシア量S1T、S2Tをそれぞれ真のシア量として決定する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検光学系からの光の波面を測定するシアリング干渉測定装置であって、
撮像素子と、
前記被検光学系の瞳を前記撮像素子の撮像面に結像させる瞳結像光学系と、
前記瞳結像光学系の光路に配置され、前記被検光学系からの光の波面を分割することによって複数の波面を形成する回折格子と、
前記回折格子によって分割された複数の波面の間の前記撮像面におけるシア量が変更されるように前記回折格子を駆動する駆動機構と、
前記回折格子によって分割された複数の波面によって前記撮像面に形成される干渉縞を前記撮像素子によって撮像して得られた干渉縞データを処理することにより被検光学系からの光の波面を算出する制御部と、を備え、

10

前記制御部は、

前記撮像面におけるシア量が第 1 の目標シア量になるように前記駆動機構に前記回折格子を駆動させたときに前記撮像素子によって得られる第 1 の干渉縞データを複数のシア量のそれぞれを使って処理することによって得られる複数の波面をそれぞれ近似する複数の多項式のそれぞれにおける少なくとも 1 つの係数と当該複数のシア量との関係を示す第 1 の直線を決定し、

前記撮像面におけるシア量が第 2 の目標シア量になるように前記駆動機構に前記回折格子を駆動させたときに前記撮像素子によって得られる第 2 の干渉縞データを複数のシア量のそれぞれを使って処理することによって得られる複数の波面をそれぞれ近似する複数の多項式のそれぞれにおける少なくとも 1 つの係数と当該複数のシア量との関係を示す第 2 の直線を決定し、

20

前記第 1 の直線と前記第 2 の直線とにおけるシア量の差分が前記第 1 の目標シア量と前記第 2 の目標シア量との差分と等しくなる前記第 1 の直線におけるシア量および前記第 2 の直線におけるシア量をそれぞれ真のシア量として決定する、

ことを特徴とするシアリング干渉測定装置。

【請求項 2】

前記駆動機構は、前記回折格子によって分割された複数の波面の間の前記撮像面におけるシア量の変更されるように前記シアリング干渉測定装置の光軸に平行な方向における前記回折格子の位置を変更する、

30

ことを特徴とする請求項 1 に記載のシアリング干渉測定装置。

【請求項 3】

前記瞳結像光学系は、

前記被検光学系が配置されるべき面と前記撮像面との間に配置されて前記被検光学系からの光を平行光束にする第 1 のコリメータレンズと、

前記第 1 のコリメータレンズと前記撮像面との間に配置された集光レンズと、

前記集光レンズと前記撮像面との間に配置された第 2 のコリメータレンズとを含み、

前記回折格子は、前記第 1 のコリメータレンズと前記集光レンズとの間に配置されている、

40

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のシアリング干渉測定装置。

【請求項 4】

前記集光レンズと前記第 2 のコリメータレンズとの間に配置されて、前記回折格子で発生した回折光のうち特定の次数の回折光を通過させる次数選択窓を更に有することを特徴とする請求項 3 に記載のシアリング干渉測定装置。

【請求項 5】

前記多項式は、Zernike 多項式である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のシアリング干渉測定装置。

【請求項 6】

被検光学系からの光の波面を測定するシアリング干渉測定装置の校正方法であって、

50

前記シアリング干渉測定装置は、
 撮像素子と、
 前記被検光学系の瞳を前記撮像素子の撮像面に結像させる瞳結像光学系と、
 前記瞳結像光学系の光路に配置され、前記被検光学系からの光の波面を分割することによって複数の波面を形成する回折格子と、
 前記回折格子によって分割された複数の波面の間の前記撮像面におけるシア量を変更されるように前記回折格子を駆動する駆動機構と、
 前記回折格子によって分割された複数の波面によって前記撮像面に形成される干渉縞を前記撮像素子によって撮像して得られた干渉縞データを処理することにより被検光学系からの光の波面を算出する制御部と、を備え、
 前記校正方法は、
 前記撮像面におけるシア量が第1の目標シア量になるように前記駆動機構に前記回折格子を駆動させたときに前記撮像素子によって得られる第1の干渉縞データを複数のシア量のそれぞれを使って処理することによって得られる複数の波面をそれぞれ近似する複数の多項式のそれぞれにおける少なくとも1つの係数と当該複数のシア量との関係を示す第1の直線を決定するステップと、
 前記撮像面におけるシア量が第2の目標シア量になるように前記駆動機構に前記回折格子を駆動させたときに前記撮像素子によって得られる第2の干渉縞データを複数のシア量のそれぞれを使って処理することによって得られる複数の波面をそれぞれ近似する複数の多項式のそれぞれにおける少なくとも1つの係数と当該複数のシア量との関係を示す第2の直線を決定するステップと、
 前記第1の直線と前記第2の直線とにおけるシア量の差分が前記第1の目標シア量と前記第2の目標シア量との差分と等しくなる前記第1の直線におけるシア量および前記第2の直線におけるシア量をそれぞれ真のシア量として決定するステップとを含む、
 ことを特徴とするシアリング干渉測定装置の校正方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シアリング干渉測定装置およびその校正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から光学系の透過波面或いは反射波面の測定のために干渉計が利用されている。干渉計を利用した光学系の波面計測は、高精度な測定が可能であるため、波面収差を厳密に管理する必要のある光学系の光学特性の測定に好適である。特に光学部品や光学系ユニットなどの製造現場などで用いられる干渉計として、共通光路で耐環境性に優れたシアリング干渉計がある。図6に一般的な透過波面計測用のシアリング干渉計の配置例を示す。被検光学系62の物体面に配置されたピンホール板61に設けられた1個のピンホール61Aから射出される球面波が被検光学系62に入射する。被検光学系62から射出される光の波面は、被検光学系62の収差により球面波から変形している。被検光学系62の後方には回折格子63が配置されており、被検光学系62からの射出光が回折格子63により複数の次数の回折光に分離される。回折格子63は、シアリング干渉計において被検光束にシアを付与する光学素子として用いられる。これらの回折光から特定次数の回折光だけが取り出されて、撮像素子65の撮像面において、ラテラルシアリングされた状態で重ねられる。図7には、撮像素子65の撮像面におけるシアした被検光束71、72の位置関係が例示されている。被検光束71、72の重なり領域70に生じた干渉縞が撮像素子65によって撮像され、その干渉縞の画像に基づいて制御部66によって波面形状が算出される。

【0003】

シアリング干渉計において光束をシアさせる量(シア量)Sは、波面測定精度を左右する重要なパラメータであり、所望の範囲の値に設定されうる。その際、測定誤差を極限ま

で除去するためには、シア量の値を正確に求めるための校正を行う必要がある。シア量の校正方法としては、所定の開口パターンを有する指標を被検光学系の瞳面に挿入し、シアされた指標の像ずれを検出器の出力から参照し、そのずれに基づいてシア量を算出する方法が特許文献 1 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 037429 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

本発明は、シアリング干渉測定装置においてシア量を高精度に決定するために有利な技術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】

【0006】

本発明の 1 つの側面は、被検光学系からの光の波面を測定するシアリング干渉測定装置に係り、前記シアリング干渉測定装置は、撮像素子と、前記被検光学系の瞳を前記撮像素子の撮像面に結像させる瞳結像光学系と、前記瞳結像光学系の光路に配置され、前記被検光学系からの光の波面を分割することによって複数の波面を形成する回折格子と、前記回折格子によって分割された複数の波面の間の前記撮像面におけるシア量が増減されるように前記回折格子を駆動する駆動機構と、前記回折格子によって分割された複数の波面によって前記撮像面に形成される干渉縞を前記撮像素子によって撮像して得られた干渉縞データを処理することにより被検光学系からの光の波面を算出する制御部とを備え、前記制御部は、前記撮像面におけるシア量が第 1 の目標シア量になるように前記駆動機構に前記回折格子を駆動させたときに前記撮像素子によって得られる第 1 の干渉縞データを複数のシア量のそれぞれを使って処理することによって得られる複数の波面をそれぞれ近似する複数の多項式のそれぞれにおける少なくとも 1 つの係数と当該複数のシア量との関係を示す第 1 の直線を決定し、前記撮像面におけるシア量が第 2 の目標シア量になるように前記駆動機構に前記回折格子を駆動させたときに前記撮像素子によって得られる第 2 の干渉縞データを複数のシア量のそれぞれを使って処理することによって得られる複数の波面をそれぞれ近似する複数の多項式のそれぞれにおける少なくとも 1 つの係数と当該複数のシア量との関係を示す第 2 の直線を決定し、前記第 1 の直線と前記第 2 の直線とにおけるシア量の差分が前記第 1 の目標シア量と前記第 2 の目標シア量との差分と等しくなる前記第 1 の直線におけるシア量および前記第 2 の直線におけるシア量をそれぞれ真のシア量として決定する。

20

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、シアリング干渉測定装置においてシア量を高精度に決定するために有利な技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

40

【0008】

【図 1】本発明の 1 つの実施形態のシアリング干渉測定装置を示す図。

【図 2】本発明の第 1 実施形態のシアリング干渉測定装置の校正方法を示す図。

【図 3】シア量を例示する図。

【図 4】シア量の偏差と回復波面収差成分との関係を例示する図。

【図 5】真のシア量を決定するための原理を説明する図。

【図 6】一般的な透過波面計測用のシアリング干渉計の配置例を示す図。

【図 7】シア量を例示する図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

50

図1を参照しながら本発明の1つの実施形態の校正方法が適用されうるシアリング干渉測定装置100について説明する。シアリング干渉測定装置100は、被検光学系2からの光の波面(例えば、波面形状)を測定するように構成される。ピンホール板1は、被検光学系2の物体面に配置され、被検光学系2に入射させる球面波を生成するためのピンホール1Aを有する。ピンホール1Aの径は、被検光学系2の物体側NA(NAは開口数)に対して無収差の球面波を発生するような径に設定されている。ピンホール1Aは、不図示の照明光学系により被検光学系2の測定波長の光で照明される。ピンホール1Aを通過した光束は、被検光学系2に入射し、被検光学系2により、被検光学系2の像側NA13に応じた角度で像点14に集光される。以下では、被検光学系2を通過した光を被検光束と呼ぶことがある。

10

【0010】

シアリング干渉測定装置100は、被検光学系2の瞳を撮像素子11の撮像面に結像させる瞳結像光学系を有する。該瞳結像光学系は、この実施形態では、コリメータレンズ(第1のコリメータレンズ)4、集光レンズ7およびコリメータレンズ(第2のコリメータレンズ)9を含む。シアリング干渉測定装置100は、その光軸と被検光束の光軸とがXY面内で一致し、かつ内部に配置されたコリメータレンズ4の物点が被検光学系2の像点14に一致するように、Z方向の位置が調整された状態に配置される。ここで、Z方向は、シアリング干渉測定装置100の光軸に平行な方向である。コリメータレンズ4は、被検光束を平行光束にするとともに、被検光学系2の瞳3の像を瞳3の共役面である瞳共役面3Cに結像させる。平行光束となった被検光束は、回折格子5に入射する。回折格子5は、被検光学系2から射出されコリメータレンズ4を介して入射する光の波面を分割することによって複数の波面を形成する。回折格子5のパターンは、例えば2次元の市松格子であり、回折格子5で発生した ± 1 次回折光はX方向およびY方向に回折される。この実施形態では、回折格子5は、平行光束光路に配置されている。よって、集光光束中もしくは発散光束中に回折格子が配置されている場合と比較して、回折格子5の姿勢誤差によって回折光に重畳される波面収差の発生量を小さく抑えることができる。回折格子5で発生した回折光は、集光レンズ7により回折光次数選択板8が配置された面に集光される。回折光次数選択板8には、それが配置された面に入射した回折光のうち特定の次数(ここで、 ± 1 次)の回折光を通過させる次数選択窓8A及び8Bが設けられている。よって、回折光次数選択板8が配置された面に入射した回折光のうち次数選択窓8A及び8Bにより選択される ± 1 次回折光のみが当該面を通過する。 ± 1 次回折光は、コリメータレンズ9により再び平行光となり、撮像素子11の撮像面で、光軸に対して互いに異なる角度で、XY方向に横ズラシつまりラテラルシアリングされた状態で重なる。ここで、撮像素子11の撮像面は、瞳共役面3Cの結像光学系10による共役面3C'に一致するように配置されている。ラテラルシアリングされた複数の光束の重なり領域には、被検光学系2の波面収差の情報を含んだキャリア干渉縞が生じ、その干渉縞が撮像素子11によって撮像される。制御部12は、撮像素子11によって撮像されキャリア干渉縞(キャリアの重畳した干渉縞)の画像を解析することによって被検光学系2の波面位相を回復(算出)する。

20

30

【0011】

撮像素子11の撮像面における ± 1 次回折光間のシア量は、波面位相復元処理をする過程において、復元精度を左右する重要なパラメータとなる。そのため、シア量を高精度に決定することが重要である。シア量は、光軸方向(Z方向)における回折格子5と瞳共役面3Cとの間隔Z(あるいは、回折格子5の位置)を駆動機構6によって変更することによって変更される。シア量は、光軸方向における回折格子5の位置に基づいて計算することができるので、駆動機構6に与える位置指令値に基づいて計算することができる。あるいは、目標とするシア量が得られるように駆動機構6に与える位置指令値を決定することができる。しかしながら、計算されたシア量または目標とするシア量と真のシア量との間には、例えば駆動機構6による回折格子5の位置決め精度、シアリング干渉測定装置100の光学系の製造誤差および配置誤差などによる誤差が存在する。したがって、高精度な波面回復計算を実現するためには、シア量を高精度に校正する必要がある。

40

50

【 0 0 1 2 】

図 3 (a) は、シア量 S_1 であるときに撮像素子 1 1 で観測される回折光の位置関係を例示している。図 3 (b) は、シア量 S_2 であるときに撮像素子 1 1 で観測される回折光の位置関係を例示している。光束 3 1、3 2 は、市松回折である回折格子 5 により Y 方向に回折され、次数選択窓 8 A を透過した ± 1 次回折光であり、光束 3 3、3 4 は、X 方向に回折され、次数選択窓 8 B を透過した ± 1 次回折光である。光束 3 5 は、0 次光が撮像素子 1 1 の撮像面まで到達した場合の 0 次光の位置を示している。実際には、0 次光は、回折光次数選択板 8 で遮断されるため、撮像素子 1 1 には到達しない。図 3 (a) に示す例では、撮像面における光束 3 1 と光束 3 2 とのシア量および光束 3 3 と光束 3 4 とのシア量が S_1 である。

10

【 0 0 1 3 】

図 2 には、シアリング干渉測定装置 1 0 0 において撮像素子 1 1 で撮像される被検光束のシア量の値を高精度に校正するための方法の手順が例示されている。なお、以下の手順は、制御部 1 2 によって制御される。ステップ 1 1 では、制御部 1 2 は、 ± 1 次回折光のシア量が第 1 の目標シア量 S_1 となるように駆動機構 6 により回折格子 5 の位置を設定し、その状態で撮像素子 1 1 により干渉縞を撮像することにより第 1 の干渉縞データ 1 を取得する。次に、ステップ 1 2 では、制御部 1 2 は、取得した干渉縞データ 1 を処理 (波面回復計算) することにより波面位相分布を得る。この際に、制御部 1 2 は、波面回復計算のために必要なシア量として複数のシア量 ($S_1 + S_1$) (S_1 は、例えば - ~ + の範囲における複数の値) を用い、該複数のシア量のそれぞれにおける波面位相分布を算出する。ここで、 S_1 は、目標シア量 S_1 を基準とするシア量の偏差である。

20

【 0 0 1 4 】

キャリア干渉縞のデータから 2 方向にシアした差分波面位相を算出する方法としては、次のような方法がある。例えば、干渉縞のデータをフーリエ変換して、キャリア周波数のスペクトルのみをフィルタリング処理にて抜き出し、それを逆フーリエ変換したデータから位相を算出するフーリエ変換法を用いる方法がある。あるいは、回折格子 5 を光軸に垂直な方向へ微小量駆動することでキャリア干渉縞の位相を変調し、位相変調量の異なる複数フレームの干渉縞を撮像し、フレーム数に応じた位相回復アルゴリズムを用いて位相を算出する方法がある (フリンジスキャン法) 。さらに、2 方向の差分波面位相から被検光学系 2 の波面収差を復元する方法としては、特開 2 0 0 5 - 1 5 6 4 0 3 号公報に開示されている方法などを用いて算出する。

30

【 0 0 1 5 】

次に、ステップ 1 3 では、制御部 1 2 は、複数のシア量 ($S_1 + S_1$) を用いて回復した複数の波面位相分布のそれぞれに対して Z e r n i k e 多項式の近似計算を実施して Z e r n i k e 係数を決定する。次に、ステップ 1 4 では、制御部 1 2 は、回復計算で使用した偏差 S_1 (= - ~ +) とステップ 1 3 で算出された Z e r n i k e 係数のうち特定の収差成分に相当する 1 つの項の係数 (以下、特定係数) の値との関係を示す直線 1 を算出する。図 4 には、シア量 S_1 を基準とするシア量の偏差 S_1 (= - ~ +) に対する特定係数の関係を示す直線 1 が例示されている。なお、図 4 に示す例では、シア量の偏差は、撮像素子 1 1 の画素 (p i x e l) を単位として示されている。

40

【 0 0 1 6 】

ステップ 1 5 では、制御部 1 2 は、 ± 1 次回折光のシア量が第 2 の目標シア量 S_2 となるように駆動機構 6 により回折格子 5 の位置を設定し、その状態で撮像素子 1 1 により干渉縞を撮像することにより第 2 の干渉縞データ 2 を取得する。次に、ステップ 1 6 では、制御部 1 2 は、取得した干渉縞データ 2 を処理 (波面回復計算) することにより波面位相分布を得る。この際に、制御部 1 2 は、波面回復計算のために必要なシア量として複数のシア量 ($S_2 + S_2$) (S_2 は、例えば - ~ + の範囲における複数の値) を用い、該複数のシア量のそれぞれにおける波面位相分布を算出する。ここで、 S_2 は、目標シア量 S_2 を基準とするシア量の偏差である。次に、ステップ 1 6 では、制御部 1 2 は、複数のシア量 ($S_2 + S_2$) を用いて回復した複数の波面位相分布のそれぞれに対して

50

Zernike多項式の近似計算を実施してZernike係数を決定する。次に、ステップ17では、制御部12は、回復計算で使用したS2を基準とするシア量の偏差S2(= - ~ +)とステップ16で算出されたZernike係数のうち特定の収差成分に相当する1つの項の係数(特定係数)の値との関係を示す直線2を算出する。図4には、目標シア量S2を基準とするシア量の偏差S2(= - ~ +)に対する特定係数の関係を示す直線2が例示されている。

【0017】

図4に例示されるように、任意のシア量(例えば、S1、S2)を基準とするシア量の偏差S(ここでは、S = S1 = S2)と特定係数の値とは、第1の直線1、第2の直線2として示されるように線形の関係にある。また、直線1、2の変化率(傾き)は、回折格子5の位置に応じて決まるシア量に依存する。換言すると、直線1、2は、回折格子5の位置に応じて決まるシア量に応じた変化率を有する。よって、図5に例示されるように、目標シア量S1に対応する真のシア量S1Tと目標シア量S2に対応する真のシア量S2Tとの差分SDTが分かれば、その差分SDTに対応する真のシア量S1T、S2Tを決定することができる。ここで、一般には、駆動機構6による回折格子5の位置決め精度が回折格子5の可動範囲において許容値内であることを保証することができるので、差分SDTは、目標シア量S1と目標シア量S2との差分SDと等しいものとみなすことができる。したがって、ステップ19では、制御部12は、目標シア量S1と目標シア量S2との差分SDと直線1、2に基づいて真のシア量S1T、S2Tを決定する。より具体的には、ステップ19では、制御部12は、直線1と直線2におけるシア量の差分DDが目標シア量S1と目標シア量S2との差分SDと等しくなる直線1におけるシア量S1Tおよび直線2におけるシア量S2Tをそれぞれ真のシア量として決定する。

10

20

【0018】

制御部12は、真のシア量S1Tを用いて干渉縞データ1から波面回復計算により波面位相分布を算出することができる。同様に、制御部12は、真のシア量S2Tを用いて干渉縞データ2から波面回復計算により波面位相分布を算出することができる。あるいは、制御部12は、目標シア量S1および真のシア量S1Tに基づいて、目標シア量S1、S2が真のシア量S1T、S2Tに近づくように駆動機構6に与える位置指令値を補正することができる。あるいは、目標シア量S2および真のシア量S2Tに基づいて、目標シア量S1、S2が真のシア量S1T、S2Tに近づくように駆動機構6に与える位置指令値を補正することができる。

30

【0019】

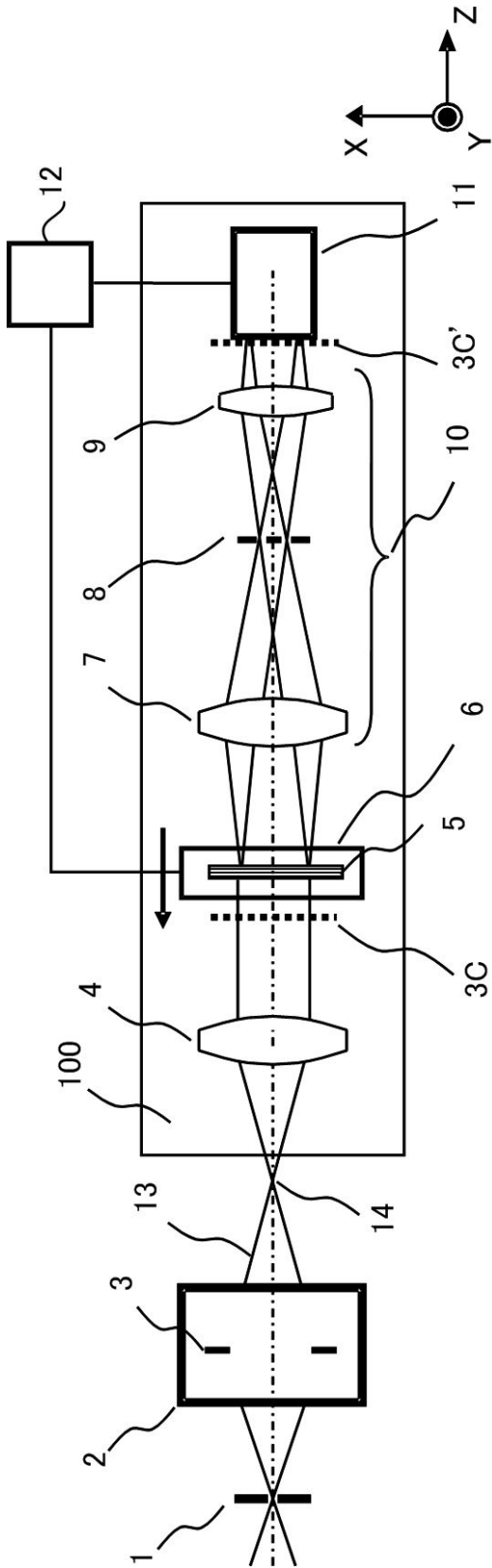
以上のように、この実施形態のシアリング干渉測定装置100によれば、被検光束のシア量の設定の自由度を向上させることができる。具体的には、この実施形態のシアリング干渉測定装置100によれば、駆動機構6によって回折格子5を光軸方向に駆動することによりシア量を任意の値に設定可能である。また、この実施形態のシアリング干渉測定装置100およびその校正方法によれば、真のシア量を高精度に決定することができ、これにより、高精度に波面または波面収差を測定することができる。

【0020】

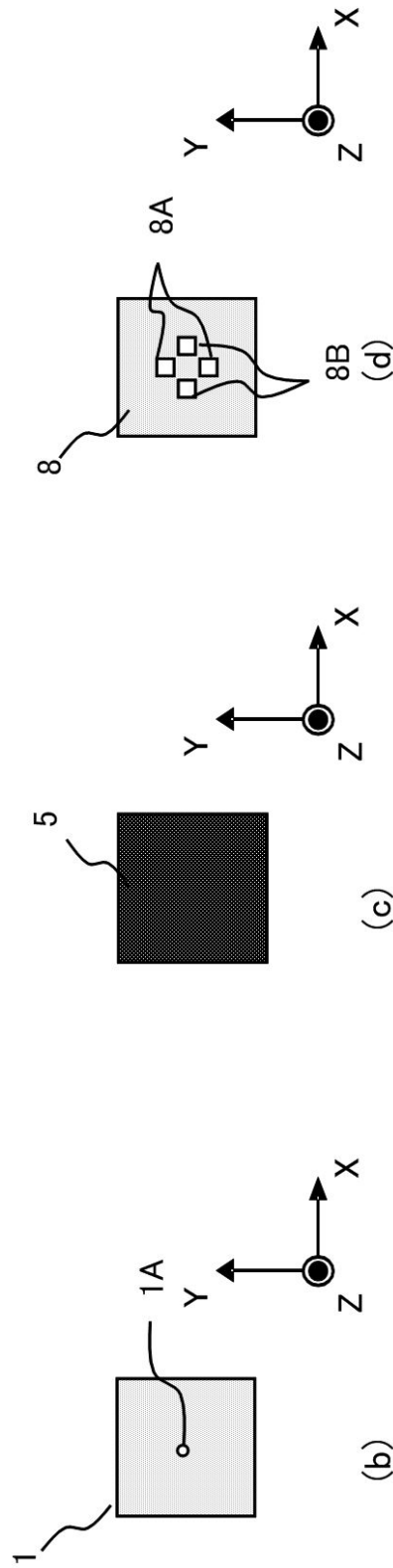
上記の説明では、Zernike多項式の1つの収差成分に相当する項の係数とシア量の偏差との関係を示す直線を決定したが、複数の項の係数に対して同様の処理を施して、それらの平均値によってシア量を補正してもよい。つまり、Zernike多項式の複数の係数のうち少なくとも1つの係数に基づいてシア量を決定することができる。また、多項式は、Zernike多項式に限定されるものではなく、波面位相分布を近似可能なあらゆる多項式を使用することができる。

40

【図1】



(a)

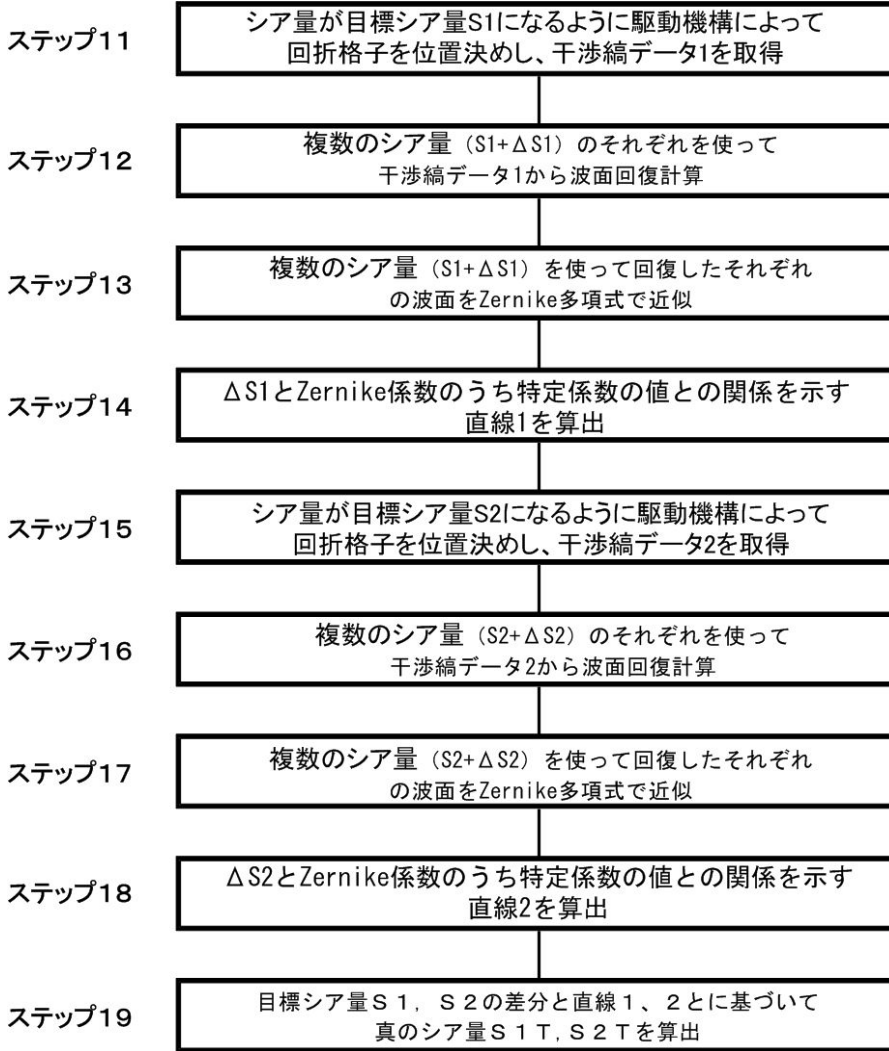


(b)

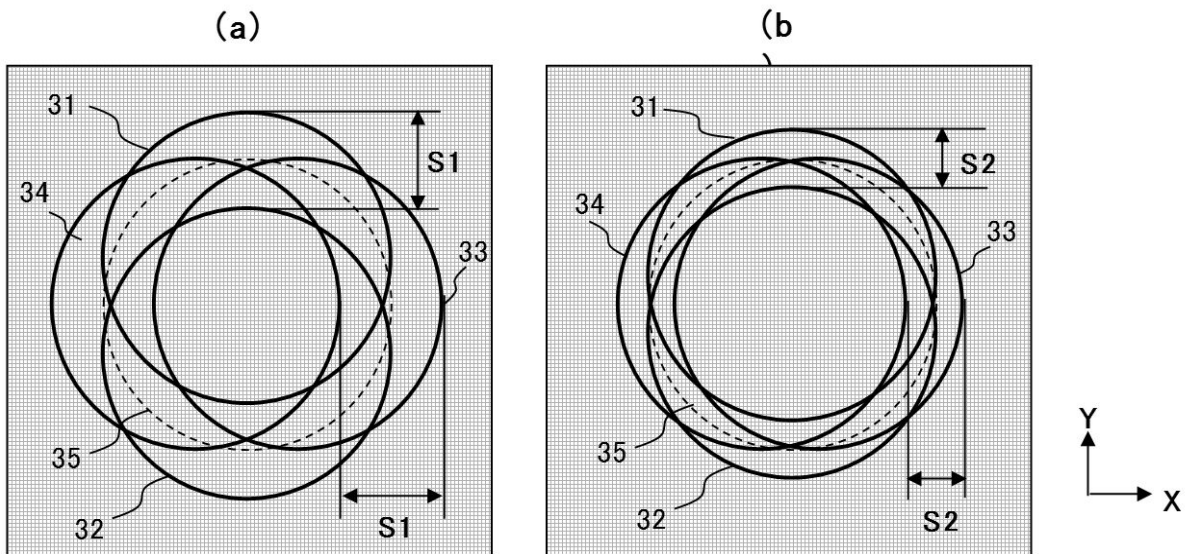
(c)

(d)

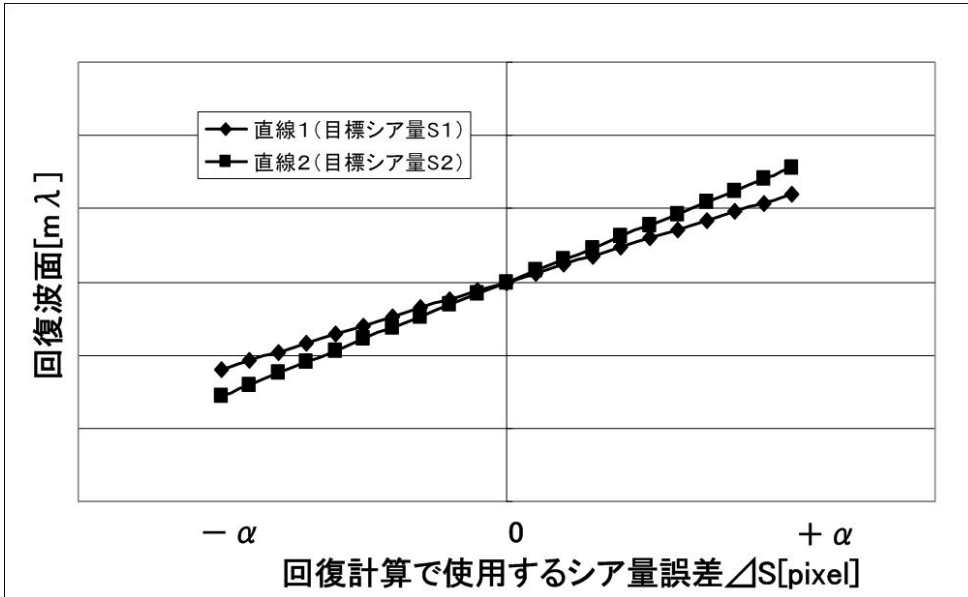
【 図 2 】



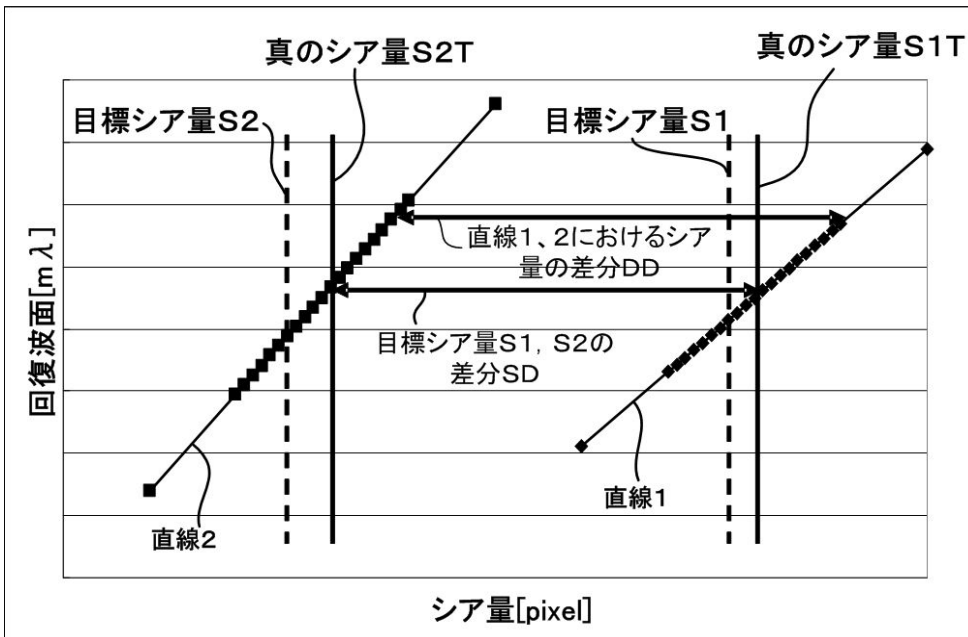
【 図 3 】



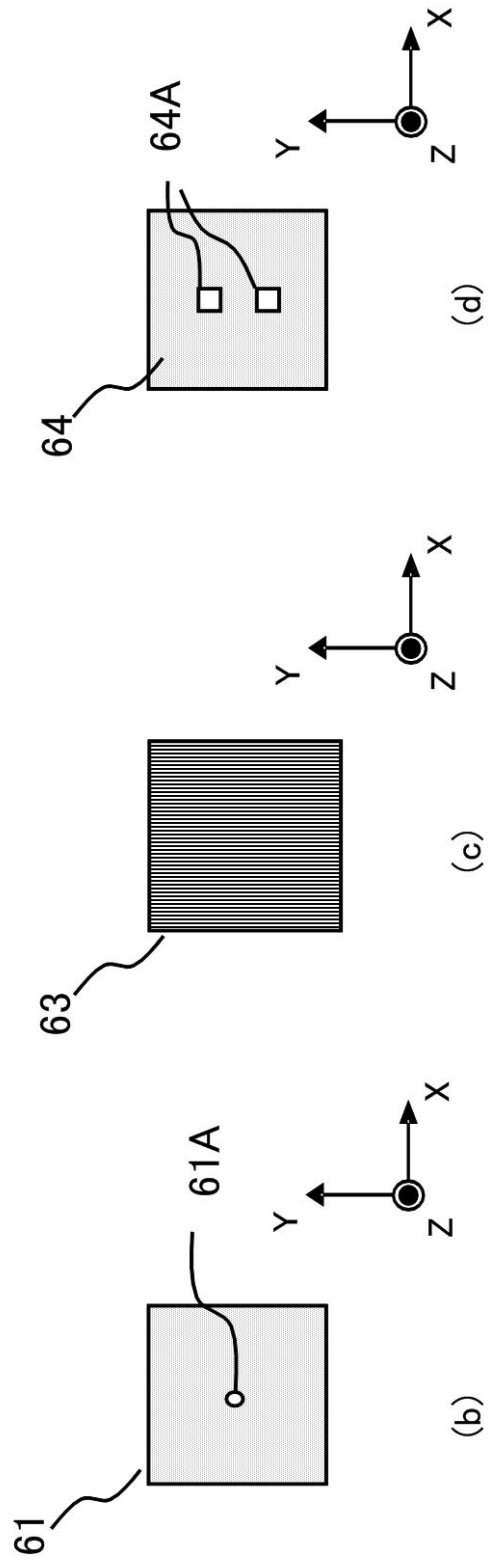
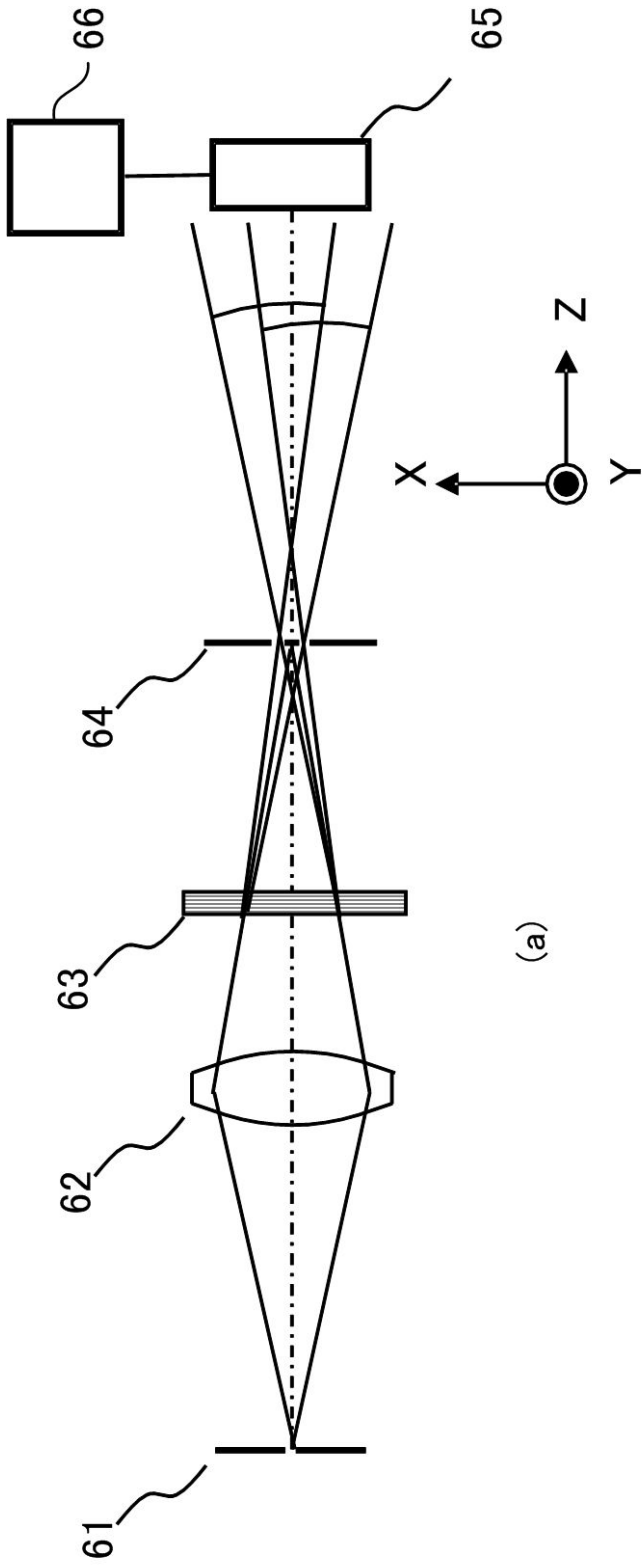
【 図 4 】



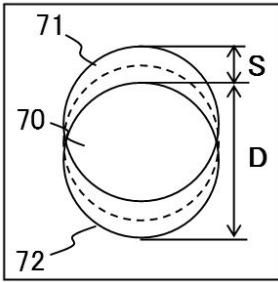
【 図 5 】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 青木 栄二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 荒原 幸士郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2F064 AA16 BB03 DD09 EE08 GG44 GG49 GG57 HH08 JJ01 JJ15
2G086 HH06