

(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2005-201703

(P2005-201703A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int.Cl.⁷

G O 1 M 11/02

G O 1 B 9/02

G O 1 M 11/00

F I

G O 1 M 11/02

G O 1 B 9/02

G O 1 M 11/00

テーマコード (参考)

2 F O 6 4

2 G O 8 6

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-6335 (P2004-6335)
 (22) 出願日 平成16年1月14日 (2004.1.14)

(71) 出願人 303000408
 コニカミノルタオプト株式会社
 東京都八王子市石川町2970番地
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100111811
 弁理士 山田 茂樹
 (72) 発明者 興津 昌広
 東京都八王子市石川町2970番地 コニ
 カミノルタオプト株式会社内
 (72) 発明者 波多野 洋
 東京都八王子市石川町2970番地 コニ
 カミノルタオプト株式会社内

最終頁に続く

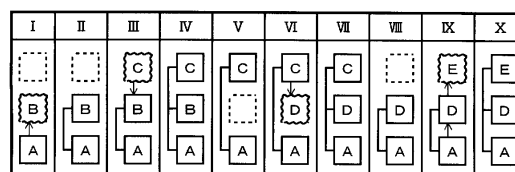
(54) 【発明の名称】 干渉測定方法及び干渉測定システム

(57) 【要約】

【課題】 光学的な手法により被検光学素子の傾きを高い精度で調整して、被検光学素子の透過波面収差を高い精度で測定することを可能にする干渉測定方法及び干渉測定システムを提供する。

【解決手段】 干渉計Aの被検光束が基準平面部材Bに対し垂直入射するように、干渉計Aと基準平面部材Bとの相対位置を調整する。光学的傾き検出手段Cの被検光束が基準平面部材Bに対し垂直入射するように、光学的傾き検出手段Cと基準平面部材Bとの相対位置を調整する。基準平面部材Bを被検光学素子Dに置き換えた後、干渉計Aに対する被検光学素子Dの傾きを光学的傾き検出手段Cで検出する。その検出結果に基づいて干渉計Aに対する被検光学素子Dの傾きを調整した後、干渉計Aで被検光学素子Dの透過波面を測定する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

干渉計と光学的傾き検出手段とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整し、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記光学的傾き検出手段で検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする干渉測定方法。

【請求項 2】

干渉計の被検光束が基準平面部材に対し垂直入射するように干渉計と基準平面部材との相対位置を調整し、光学的傾き検出手段の被検光束が前記基準平面部材に対し垂直入射するように光学的傾き検出手段と基準平面部材との相対位置を調整し、前記基準平面部材を被検光学素子に置き換えた後、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記光学的傾き検出手段で検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする干渉測定方法。 10

【請求項 3】

被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する光学的傾き検出手段と、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計と前記光学的傾き検出手段とで互いの被検光束が平行になるように相対位置が調整可能に構成されており、前記光学的傾き検出手段による検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする干渉測定システム。 20

【請求項 4】

被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する光学的傾き検出手段と、前記干渉計と前記光学的傾き検出手段との相対位置の基準となる基準平面部材と、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計の被検光束が前記基準平面部材に対し垂直入射するように干渉計と基準平面部材との相対位置が調整可能に構成されており、前記光学的傾き検出手段の被検光束が前記基準平面部材に対し垂直入射するように光学的傾き検出手段と基準平面部材との相対位置が調整可能に構成されており、前記光学的傾き検出手段による検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする干渉測定システム。

【請求項 5】

干渉計とオートコリメーターとで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整し、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記オートコリメーターで検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする干渉測定方法。 30

【請求項 6】

干渉計の被検光束がオプティカルパラレルに対し垂直入射するように干渉計とオプティカルパラレルとの相対位置を調整し、オートコリメーターの被検光束が前記オプティカルパラレルに対し垂直入射するようにオートコリメーターとオプティカルパラレルとの相対位置を調整し、前記オプティカルパラレルを被検光学素子に置き換えた後、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記オートコリメーターで検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする干渉測定方法。 40

【請求項 7】

被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出するオートコリメーターと、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計と前記オートコリメーターとで互いの被検光束が平行になるように相対位置が調整可能に構成されており、前記オートコリメーターによる検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする干渉測定システム。

【請求項 8】

被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その干渉計に対する被検光学素子の傾き 50

を検出するオートコリメーターと、前記干渉計と前記オートコリメーターとの相対位置の基準となるオブティカルパラレルと、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記オートコリメーターの被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するようにオートコリメーターとオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記オートコリメーターによる検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする干渉測定システム。

【請求項 9】

被検光学素子が前記オートコリメーター側の面に平面部を有し、その平面部に前記オートコリメーターの被検光束を入射させて得られる反射光から、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記オートコリメーターで検出することを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の干渉測定システム。

10

【請求項 10】

第 1 干渉計と第 2 干渉計とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整し、前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第 2 干渉計で検出し、その検出結果に基づいて前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記第 1 干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする干渉測定方法。

【請求項 11】

第 1 干渉計の被検光束がオブティカルパラレルに対し垂直入射するように第 1 干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置を調整し、第 2 干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように第 2 干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置を調整し、前記オブティカルパラレルを被検光学素子に置き換えた後、前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第 2 干渉計で検出し、その検出結果に基づいて前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記第 1 干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする干渉測定方法。

20

【請求項 12】

被検光学素子の透過波面を測定する第 1 干渉計と、その第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する第 2 干渉計と、を備えた干渉測定システムであって、前記第 1 干渉計と前記第 2 干渉計とで互いの被検光束が平行になるように相対位置が調整可能に構成されており、前記第 2 干渉計による検出結果に基づいて前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする干渉測定システム。

30

【請求項 13】

被検光学素子の透過波面を測定する第 1 干渉計と、その第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する第 2 干渉計と、前記第 1 干渉計と前記第 2 干渉計との相対位置の基準となるオブティカルパラレルと、を備えた干渉測定システムであって、前記第 1 干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように第 1 干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記第 2 干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように第 2 干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記第 2 干渉計による検出結果に基づいて前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする干渉測定システム。

40

【請求項 14】

被検光学素子が前記第 2 干渉計側の面に平面部を有し、その平面部に前記第 2 干渉計の被検光束を入射させて得られる反射光から、前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第 2 干渉計で検出することを特徴とする請求項 12 又は 13 記載の干渉測定システム。

【請求項 15】

前記第 2 干渉計が非球面波発生光学素子を有し、被検光学素子が前記第 2 干渉計側の面に非球面部を有し、その非球面部に前記第 2 干渉計の被検光束を入射させて得られる反射

50

光から、前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第 2 干渉計で検出することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 記載の干渉測定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は干渉測定方法及び干渉測定システムに関するものであり、例えばレンズの透過波面を干渉計で測定するための干渉測定方法及び干渉測定システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

10
レンズ等の被検光学素子の性能を測定する方法として、干渉計と反射原器を用いて被検光学素子の透過波面を測定する方法が従来より知られている。例えば光ピックアップ用の対物レンズの場合、その透過波面の測定は以下のようにして行われる。まず、干渉計から射出させた平面波を光ピックアップ用の対物レンズに入射させる。すると、収差の非常に少ない球面波が対物レンズから射出される。その球面波を反射球面原器で折り返し、再び対物レンズに入射させる。対物レンズからは平面波が射出され、その平面波と干渉計内の参照面からの反射平面波とで干渉縞が形成される。その干渉縞から対物レンズの透過波面を測定することができる。また、参照面をピエゾ素子等で駆動させるフリンジスキャン法により、干渉縞を数値データに置き換えれば、透過波面収差を解析することができる。

【0003】

20
透過波面測定のために干渉縞を得るには、干渉計に対する反射球面原器の位置を光軸方向及びそれに垂直な方向に調整するだけでなく、干渉計の光軸に対する被検光学素子の傾きも調整する必要がある。被検光学素子に傾き(いわゆるブロック偏芯)があると、その偏芯による収差が被検光学素子の透過波面収差に加わってしまい、被検光学素子の透過波面収差だけを測定することができなくなるからである。そのブロック偏芯を調整する方法としては、以下の 2 つの方法が知られている。

【0004】

第 1 の方法は、保持ジグを用いた機械的な嵌め合いで被検光学素子を設置する機械的方法(例えば、特許文献 1 の第 0011 段落記載の芯取法等)であり、被検光学素子を保持する場所としては、外形、平面部、非球面部等が用いられる。第 2 の方法は、透過波面を測定するための干渉計から被検光学素子の平面部に光を入射させ、その反射波面を干渉計で
30
観察しながら被検光学素子の傾きを調整する光学的方法である。

【特許文献 1】特開平 10 - 232115 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし第 1 の方法の場合、機械的な嵌め合い精度での傾き調整となるため、光学的な第 2 の方法に比べて調整精度が低いという問題がある。第 2 の方法の場合、干渉計からの光を入射させる平面部が被検光学素子の光入射側になかったり、その平面部の面積が小さかったりすると、干渉縞が見えないため調整できないといった問題が生じてしまう。例えば光ピックアップ用対物レンズでは、近年の小型化の要求に応えるため光入射側に平面部を
40
持たなかったり、平面部はあってもその面積が小さいといったことが多い。

【0006】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、光学的な手法により被検光学素子の傾きを高い精度で調整して、被検光学素子の透過波面収差を高い精度で測定することを可能にする干渉測定方法と、それに用いる干渉測定システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、第 1 の発明の干渉測定方法は、干渉計と光学的傾き検出手段とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整し、前記干渉計に対する被検光
50

学素子の傾きを前記光学的傾き検出手段で検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする。

【0008】

第2の発明の干渉測定方法は、干渉計の被検光束が基準平面部材に対し垂直入射するように干渉計と基準平面部材との相対位置を調整し、光学的傾き検出手段の被検光束が前記基準平面部材に対し垂直入射するように光学的傾き検出手段と基準平面部材との相対位置を調整し、前記基準平面部材を被検光学素子に置き換えた後、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記光学的傾き検出手段で検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする。

10

【0009】

第3の発明の干渉測定システムは、被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する光学的傾き検出手段と、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計と前記光学的傾き検出手段とで互いの被検光束が平行になるように相対位置が調整可能に構成されており、前記光学的傾き検出手段による検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする。

【0010】

第4の発明の干渉測定システムは、被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する光学的傾き検出手段と、前記干渉計と前記光学的傾き検出手段との相対位置の基準となる基準平面部材と、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計の被検光束が前記基準平面部材に対し垂直入射するように干渉計と基準平面部材との相対位置が調整可能に構成されており、前記光学的傾き検出手段の被検光束が前記基準平面部材に対し垂直入射するように光学的傾き検出手段と基準平面部材との相対位置が調整可能に構成されており、前記光学的傾き検出手段による検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする。

20

【0011】

第5の発明の干渉測定方法は、干渉計とオートコリメーターとで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整し、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記オートコリメーターで検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする。

30

【0012】

第6の発明の干渉測定方法は、干渉計の被検光束がオプティカルパラレルに対し垂直入射するように干渉計とオプティカルパラレルとの相対位置を調整し、オートコリメーターの被検光束が前記オプティカルパラレルに対し垂直入射するようにオートコリメーターとオプティカルパラレルとの相対位置を調整し、前記オプティカルパラレルを被検光学素子に置き換えた後、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記オートコリメーターで検出し、その検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする。

40

【0013】

第7の発明の干渉測定システムは、被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出するオートコリメーターと、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計と前記オートコリメーターとで互いの被検光束が平行になるように相対位置が調整可能に構成されており、前記オートコリメーターによる検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする。

【0014】

第8の発明の干渉測定システムは、被検光学素子の透過波面を測定する干渉計と、その

50

干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出するオートコリメーターと、前記干渉計と前記オートコリメーターとの相対位置の基準となるオブティカルパラレルと、を備えた干渉測定システムであって、前記干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記オートコリメーターの被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するようにオートコリメーターとオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記オートコリメーターによる検出結果に基づいて前記干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする。

【0015】

第9の発明の干渉測定システムは、上記第7又は第8の発明において、被検光学素子が前記オートコリメーター側の面に平面部を有し、その平面部に前記オートコリメーターの被検光束を入射させて得られる反射光から、前記干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記オートコリメーターで検出することを特徴とする。

【0016】

第10の発明の干渉測定方法は、第1干渉計と第2干渉計とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整し、前記第1干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第2干渉計で検出し、その検出結果に基づいて前記第1干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記第1干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする。

【0017】

第11の発明の干渉測定方法は、第1干渉計の被検光束がオブティカルパラレルに対し垂直入射するように第1干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置を調整し、第2干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように第2干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置を調整し、前記オブティカルパラレルを被検光学素子に置き換えた後、前記第1干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第2干渉計で検出し、その検出結果に基づいて前記第1干渉計に対する被検光学素子の傾きを調整した後、前記第1干渉計で被検光学素子の透過波面を測定することを特徴とする。

【0018】

第12の発明の干渉測定システムは、被検光学素子の透過波面を測定する第1干渉計と、その第1干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する第2干渉計と、を備えた干渉測定システムであって、前記第1干渉計と前記第2干渉計とで互いの被検光束が平行になるように相対位置が調整可能に構成されており、前記第2干渉計による検出結果に基づいて前記第1干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする。

【0019】

第13の発明の干渉測定システムは、被検光学素子の透過波面を測定する第1干渉計と、その第1干渉計に対する被検光学素子の傾きを検出する第2干渉計と、前記第1干渉計と前記第2干渉計との相対位置の基準となるオブティカルパラレルと、を備えた干渉測定システムであって、前記第1干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように第1干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記第2干渉計の被検光束が前記オブティカルパラレルに対し垂直入射するように第2干渉計とオブティカルパラレルとの相対位置が調整可能に構成されており、前記第2干渉計による検出結果に基づいて前記第1干渉計に対する被検光学素子の傾きが調整可能に構成されていることを特徴とする。

【0020】

第14の発明の干渉測定システムは、上記第12又は第13の発明において、被検光学素子が前記第2干渉計側の面に平面部を有し、その平面部に前記第2干渉計の被検光束を入射させて得られる反射光から、前記第1干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第2干渉計で検出することを特徴とする。

【0021】

第15の発明の干渉測定システムは、上記第12又は第13の発明において、前記第2

干渉計が非球面波発生光学素子を有し、被検光学素子が前記第 2 干渉計側の面に非球面部を有し、その非球面部に前記第 2 干渉計の被検光束を入射させて得られる反射光から、前記第 1 干渉計に対する被検光学素子の傾きを前記第 2 干渉計で検出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、光学的な手法により被検光学素子の傾きを高い精度で調整して、被検光学素子の透過波面収差を高い精度で測定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明を実施した干渉測定方法及び干渉測定システムを、図面を参照しつつ説明する。なお、各実施の形態等の相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

【0024】

《干渉測定システムと干渉測定方法の基本構成(図 1, 図 2)》

図 1 に、本発明に係る干渉測定システムの概略構成を示す。この干渉測定システムは、被検光学素子 D の透過波面を測定する干渉計 A と、被検光学素子 D を透過した被検光束を折り返して干渉計 A に再入射させるための反射原器 E と、干渉計 A に対する被検光学素子 D の傾きを光学的に検出する光学的傾き検出手段 C と、干渉計 A と光学的傾き検出手段 C との相対位置の基準となる基準平面部材 B と、を備えている。干渉計 A と基準平面部材 B との相対位置は、干渉計 A の被検光束が基準平面部材 B に対し垂直入射するように調整可能に構成されている。また、光学的傾き検出手段 C と基準平面部材 B との相対位置は、光学的傾き検出手段 C の被検光束が基準平面部材 B に対し垂直入射するように調整可能に構成されている。したがって、干渉計 A と光学的傾き検出手段 C とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整することが可能であり、光学的傾き検出手段 C による検出結果に基づいて干渉計 A に対する被検光学素子 D の傾きを調整することが可能である。

【0025】

図 2 に、上記干渉測定システム(図 1)を用いた干渉測定方法の概略構成を示す。まず、干渉計 A の被検光束が基準平面部材 B に対し垂直入射するように、干渉計 A と基準平面部材 B との相対位置を調整する(I)。この相対位置調整において、基準平面部材 B に対する被検光束の入射が垂直か否かは、干渉計 A で検出可能である。なお、干渉計 A, 基準平面部材 B のいずれを移動させてもよいが、後述するオプティカルパラレル 10 (図 3 等)のように移動容易な基準平面部材 B を使用することが好ましい。

【0026】

干渉計 A と基準平面部材 B との相対位置調整が完了したら(II)、光学的傾き検出手段 C の被検光束が基準平面部材 B に対し垂直入射するように、光学的傾き検出手段 C と基準平面部材 B との相対位置を調整する(III)。この相対位置調整において、基準平面部材 B に対する被検光束の入射が垂直か否かは、光学的傾き検出手段 C で検出可能である。この相対位置調整が完了すれば、干渉計 A, 基準平面部材 B 及び光学的傾き検出手段 C の相対位置調整が完了する(IV)。このとき、干渉計 A と光学的傾き検出手段 C とで互いの被検光束は平行になっている。

【0027】

次に、基準平面部材 B を被検光学素子 D に置き換える(V~VI)。干渉計 A に対する被検光学素子 D の傾きを光学的傾き検出手段 C で検出し、その検出結果に基づいて干渉計 A に対する被検光学素子 D の傾きを調整する(VI)。この傾き調整において、被検光学素子 D が干渉計 A に対して傾いているか否かは、光学的傾き検出手段 C で検出可能である。この傾き調整が完了すれば、干渉計 A, 被検光学素子 D 及び光学的傾き検出手段 C の相対位置調整が完了する(VII)。このとき、被検光学素子 D の傾きは光学的な手法により高い精度で調整されており、被検光学素子 D は干渉計 A に対しブロック偏芯の無い状態になっている。

10

20

30

40

【 0 0 2 8 】

被検光学素子 D は、光学的傾き検出手段 C 側 (つまり干渉計 A とは反対側) の面に平面部を有することが好ましい。透過波面が測定される被検光学素子 D は、その干渉計 A 側の面に平面部を有する余裕が少ないのに対し、干渉計 A の反対側の面には平面部を有する余裕がある。したがって、干渉計 A とは反対側の面の平面部に光学的傾き検出手段 C の被検光束を入射させ、得られる反射光から干渉計 A に対する被検光学素子 D の傾きを光学的傾き検出手段 C で検出するのが好ましい。

【 0 0 2 9 】

被検光学素子 D が光学的傾き検出手段 C 側 (つまり干渉計 A とは反対側) の面に非球面部を有する場合には、光学的傾き検出手段 C が非球面波発生光学素子を有することが好ましい。非球面波発生光学素子で平面波を非球面波に変換すれば、干渉計 A とは反対側の面に平面部を持たない被検光学素子 D にも対応することが可能となる。したがって、干渉計 A とは反対側の面の非球面部に光学的傾き検出手段 C の被検光束を入射させ、得られる反射光から干渉計 A に対する被検光学素子 D の傾きを光学的傾き検出手段 C で検出するのが好ましい。

【 0 0 3 0 】

次に、光学的傾き検出手段 C を反射原器 E に置き換えて、干渉計 A 及び被検光学素子 D に対する反射原器 E の相対位置を調整する (VIII ~ IX)。この相対位置調整において、反射原器 E の相対位置が適正であるか否かは、干渉計 A で検出可能である。反射原器 E の相対位置調整が完了したら、干渉計 A で被検光学素子 D の透過波面を測定する (X)。被検光学素子 D はブロック偏芯の無い状態にあるため、被検光学素子 D のみの透過波面収差を測定することが可能である。したがって、被検光学素子 D の透過波面収差を高い精度で測定することができる。

【 0 0 3 1 】

上述した干渉測定方法及び干渉測定システムにおいて、各要素が更に具体化された第 1 ~ 第 6 の実施の形態を以下に説明する。第 1 ~ 第 6 の実施の形態では、基準平面部材 B としてオプティカルパラレル 10、被検光学素子 D としてレンズ 11、反射原器 E として反射球面原器 12 を採用している。また第 1、第 2、第 5、第 6 の実施の形態ではツイマン・グリーン型の干渉計 A1、第 3、第 4 の実施の形態ではフィゾー型の干渉計 A2 を、それぞれ干渉計 A として採用している。第 1 ~ 第 4 の実施の形態ではオートコリメーター 9、第 5、第 6 の実施の形態ではフィゾー型の干渉計 C1、C2 を、それぞれ光学的傾き検出手段 C として採用している。

【 0 0 3 2 】

《第 1、第 2 の実施の形態 (図 3 ~ 図 6)》

第 1、第 2 の実施の形態の干渉測定システムは、レンズ 11 の透過波面を測定するツイマン・グリーン型の干渉計 A1、その干渉計 A1 に対するレンズ 11 の傾きをレーザビームで検出するオートコリメーター 9、干渉計 A1 とオートコリメーター 9 との相対位置の基準となるオプティカルパラレル 10、反射球面原器 12 等を備えている。干渉計 A1 は、光源ユニット 1、コリメータレンズ 2、所定波長の光に対してハーフミラーとして機能するビームスプリッタ 3、反射平面原器 4 (4S: 参照平面)、結像レンズ 5、干渉縞観察用の撮像素子 (CCD カメラ) 6、モニター 7 等を備えている。光源ユニット 1 は、レンズ 11 の使用波長のレーザビームを発振する LD (laser diode) 素子、コリメータレンズ、収束レンズ、スペイシャルフィルター等を内蔵しており、ブロック偏芯調整用のオートコリメーター 9 にはモニター 8 が接続されている。なお、オートコリメーター 9 は、被検物に被検光を照射し、被検物からの反射光の角度に基づいて被検物の傾きを測定する装置である。このオートコリメーター 9 としては、例えば、小径のレーザビームを被検光束として射出するレーザーオートコリメーターを使用するのが好ましい。

【 0 0 3 3 】

干渉計 A1 とオプティカルパラレル 10 との相対位置は、干渉計 A1 の被検光束がオプティカルパラレル 10 に対し垂直入射するように調整可能に構成されており、オートコリ

10

20

30

40

50

メーター 9 とオプティカルパラレル 10 との相対位置は、オートコリメーター 9 の被検光束がオプティカルパラレル 10 に対し垂直入射するように調整可能に構成されている。したがって、干渉計 A 1 とオートコリメーター 9 とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整することが可能であり、オートコリメーター 9 による検出結果に基づいて干渉計 A 1 に対するレンズ 11 の傾きを調整することが可能である。

【0034】

第 1, 第 2 の実施の形態の干渉測定方法では、図 3 に示すように、干渉計 A 1 とオートコリメーター 9 とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整する。そのためには、まず干渉計 A 1 の被検光束がオプティカルパラレル 10 に対し垂直入射するように、干渉計 A 1 とオプティカルパラレル 10 との相対位置を調整する。つまり、干渉計 A 1 にオプティカルパラレル 10 を設置し、オプティカルパラレル 10 の傾きを調整して干渉縞をワンカラーに合わせることにより、干渉計 A 1 からの被検光束がオプティカルパラレル 10 に対し垂直に入射する状態とする。この状態はモニター 7 で確認可能である。

10

【0035】

次に、オートコリメーター 9 の被検光束がオプティカルパラレル 10 に対し垂直入射するように、オートコリメーター 9 とオプティカルパラレル 10 との相対位置を調整する。つまり、オートコリメーター 9 からのレーザビームをオプティカルパラレル 10 に照射し、オートコリメーター 9 の傾きを調整して入射光と反射光とで光路を一致させることにより、オートコリメーター 9 の被検光束がオプティカルパラレル 10 に対し垂直に入射する状態とする。この状態はモニター 8 で確認可能である。なお、干渉計 A 1 とオートコリメーター 9 との間での被検光束の傾き角度は、オートコリメーター 9 とオプティカルパラレル 10 の精度にもよるが、数秒以内で調整可能である。

20

【0036】

次に、オプティカルパラレル 10 を干渉計 A 1 から取り外して、図 4, 図 5 に示すように、被検光学素子 D であるレンズ 11 をセットする。そして、干渉計 A 1 に対するレンズ 11 の傾きをオートコリメーター 9 で検出し、その検出結果に基づいて干渉計 A 1 に対するレンズ 11 の傾きを調整する。レンズ 11 はオートコリメーター 9 側の面に平面部 11 S を有しており、その平面部 11 S にオートコリメーター 9 の被検光束を入射させて得られる反射光から、干渉計 A 1 に対するレンズ 11 の傾き(すなわちレンズ光軸の傾き)をオートコリメーター 9 で検出する。

30

【0037】

オートコリメーター 9 からの被検光束は、第 1 の施の形態(図 4)ではレンズ 11 の平面部 11 S の一部に(ビームを細く絞った状態で)照射され、第 2 の施の形態(図 5)ではレンズ 11 の平面部 11 S の全体に照射される。太い被検光束の方が傾きの検出精度が良いので、図 5 に示すようにレンズ径とほぼ同じ又はそれ以上の径(例えば $\phi 3\text{ mm}$ 程度)の平行ビームを用いるのが好ましい。また第 2 の施の形態の場合、被検光束は平面部 11 S に対応したドーナツ状であるのが好ましいが、被検光束の一部がレンズ曲面に入射しても、その反射光線がオートコリメーター 9 に戻ることはないので、被検光束はドーナツ状でなくてもよい。

【0038】

先に干渉計 A 1 とオートコリメーター 9 との相対位置調整が完了しているため、干渉計 A 1 に対するレンズ 11 の傾き調整が完了すれば、レンズ 11 は干渉計 A 1 に対しブロック偏芯の無い状態(つまり干渉計 A 1 とレンズ 11 とで光軸が平行になるように調整された状態)となる。この状態でレンズ 11 の透過波面を干渉計 A 1 により測定する。ブロック偏芯の影響がないので、レンズ 11 の透過波面収差のみを知ることができる。

40

【0039】

干渉計 A 1 によるレンズ 11 の透過波面の測定は以下のようにして行う。まず、オートコリメーター 9 を干渉計 A 1 から取り外して、図 6 に示すように、反射球面原器 12 をセットする。干渉計 A 1 及びレンズ 11 に対する反射球面原器 12 の相対位置を調整した後、光源ユニット 1 から所定波長のレーザビームを放射させる。レーザビームはコリメータ

50

レンズ 2 で平行光束となり、ビームスプリッタ 3 で反射光束と透過光束とに分割される。そのうち、反射光束は透過波面測定用の被検光束としてレンズ 1 1 に入射し、透過光束は参照光束として反射平面原器 4 の参照平面 4 S で折り返される。レンズ 1 1 が設計値どおりに作製されていれば、被検光束はレンズ 1 1 を通過し、反射球面原器 1 2 の反射球面 1 2 S で反射され、入射してきた光路を逆に進行してレンズ 1 1 を再び通過した後、ビームスプリッタ 3 に再入射する。ビームスプリッタ 3 に再入射した被検光束は反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの透過光束が結像レンズ 5 を経て撮像素子 6 に至る。参照平面 4 S で反射した参照光束は、同様にビームスプリッタ 3 に再入射して反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの反射光束が結像レンズ 5 を経て撮像素子 6 に至る。

【 0 0 4 0 】

10

被検光束中ではレンズ 1 1 によって波面に変形が生じるため、撮像素子 6 上では被検光束と参照光束とが相互に干渉して干渉縞を形成する。その干渉縞を解析することによりレンズ 1 1 の透過波面形状を測定することができる。なお、反射球面原器 1 2 が適正位置にあるか否かは、干渉計 A 1 で検出される干渉縞から判断可能である。適正位置では反射球面 1 2 S の球心でレーザビームが結像するため光線は同一光路を往復することになるが、不適正な位置では、反射した光線が異なった光路でレンズ 1 1 に再入射することになるからである。

【 0 0 4 1 】

さらに、得られた透過波面の形状をゼルニケ多項式等でフィッティングし、コマ成分を解析することにより、レンズ 1 1 の面別平行偏芯及び面別傾き偏芯を算出することも可能である。ブロック偏芯が発生していると、主にそのコマ成分となるので、レンズ 1 1 の面別平行偏芯及び面別傾き偏芯を算出するためには、ブロック偏芯の影響を除去することが必要不可欠となる。そして、算出されたレンズ 1 1 の面別平行偏芯量及び面別傾き偏芯量を成形機にフィードバックすることで、偏芯の小さいレンズを得ることが可能となる。

20

【 0 0 4 2 】

《 第 3 , 第 4 の実施の形態 (図 7 ~ 図 1 0) 》

第 3 , 第 4 の実施の形態の干渉測定システムは、レンズ 1 1 の透過波面を測定するフィゾー型の干渉計 A 2 、その干渉計 A 2 に対するレンズ 1 1 の傾きをレーザビームで検出するオートコリメーター 9 、干渉計 A 2 とオートコリメーター 9 との相対位置の基準となるオブティカルパラレル 1 0 、反射球面原器 1 2 等を備えている。干渉計 A 2 は、光源ユニット 1 , コリメータレンズ 2 , 所定波長の光に対してハーフミラーとして機能するビームスプリッタ 3 , 透過平面原器 1 3 (1 3 S : 参照平面) , 結像レンズ 5 , 干渉縞観察用の撮像素子 (C C D カメラ) 6 , モニタ 7 等を備えている。光源ユニット 1 は、レンズ 1 1 の使用波長のレーザビームを発振する LD 素子 , コリメータレンズ , 収束レンズ , スペシャルフィルター等を内蔵しており、ブロック偏芯調整用のオートコリメーター 9 にはモニタ 8 が接続されている。なお、オートコリメーター 9 としては、例えば、小径のレーザビームを被検光束として射出するレーザーオートコリメーターを使用するのが好ましい。

30

【 0 0 4 3 】

干渉計 A 2 とオブティカルパラレル 1 0 との相対位置は、干渉計 A 2 の被検光束がオブティカルパラレル 1 0 に対し垂直入射するように調整可能に構成されており、オートコリメーター 9 とオブティカルパラレル 1 0 との相対位置は、オートコリメーター 9 の被検光束がオブティカルパラレル 1 0 に対し垂直入射するように調整可能に構成されている。したがって、干渉計 A 2 とオートコリメーター 9 とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整することが可能であり、オートコリメーター 9 による検出結果に基づいて干渉計 A 2 に対するレンズ 1 1 の傾きを調整することが可能である。

40

【 0 0 4 4 】

第 3 , 第 4 の実施の形態の干渉測定方法では、図 7 に示すように、干渉計 A 2 とオートコリメーター 9 とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整する。そのためには、まず干渉計 A 2 の被検光束がオブティカルパラレル 1 0 に対し垂直入射するように、干渉計 A 2 とオブティカルパラレル 1 0 との相対位置を調整する。つまり、干渉計 A 2 に

50

オブティカルパラレル 10 を設置し、オブティカルパラレル 10 の傾きを調整して干渉縞をワンカラーに合わせることににより、干渉計 A 2 からの被検光束がオブティカルパラレル 10 に対し垂直に入射する状態とする。この状態はモニター 7 で確認可能である。

【 0 0 4 5 】

次に、オートコリメーター 9 の被検光束がオブティカルパラレル 10 に対し垂直入射するように、オートコリメーター 9 とオブティカルパラレル 10 との相対位置を調整する。つまり、オートコリメーター 9 からのレーザビームをオブティカルパラレル 10 に照射し、オートコリメーター 9 の傾きを調整して入射光と反射光とで光路を一致させることにより、オートコリメーター 9 の被検光束がオブティカルパラレル 10 に対し垂直に入射する状態とする。この状態はモニター 8 で確認可能である。なお、干渉計 A 2 とオートコリメーター 9 との間での被検光束の傾き角度は、オートコリメーター 9 とオブティカルパラレル 10 の精度にもよるが、数秒以内で調整可能である。

10

【 0 0 4 6 】

次に、オブティカルパラレル 10 を干渉計 A 2 から取り外して、図 8 , 図 9 に示すように、被検光学素子 D であるレンズ 11 をセットする。そして、干渉計 A 2 に対するレンズ 11 の傾きをオートコリメーター 9 で検出し、その検出結果に基づいて干渉計 A 2 に対するレンズ 11 の傾きを調整する。レンズ 11 はオートコリメーター 9 側の面に平面部 11 S を有しており、その平面部 11 S にオートコリメーター 9 の被検光束を入射させて得られる反射光から、干渉計 A 2 に対するレンズ 11 の傾き(すなわちレンズ光軸の傾き)をオートコリメーター 9 で検出する。

20

【 0 0 4 7 】

オートコリメーター 9 からの被検光束は、第 3 の施の形態(図 8)ではレンズ 11 の平面部 11 S の一部に(ビームを細く絞った状態で)照射され、第 4 の施の形態(図 9)ではレンズ 11 の平面部 11 S の全体に照射される。太い被検光束の方が傾きの検出精度が良いので、図 9 に示すようにレンズ径とほぼ同じ又はそれ以上の径(例えば $\phi 3 \text{ mm}$ 程度)の平行ビームを用いるのが好ましい。また第 4 の施の形態の場合、被検光束は平面部 11 S に対応したドーナツ状であるのが好ましいが、被検光束の一部がレンズ曲面に入射しても、その反射光線がオートコリメーター 9 に戻ることはないので、被検光束はドーナツ状でなくてもよい。

【 0 0 4 8 】

先に干渉計 A 2 とオートコリメーター 9 との相対位置調整が完了しているため、干渉計 A 2 に対するレンズ 11 の傾き調整が完了すれば、レンズ 11 は干渉計 A 2 に対しブロック偏芯の無い状態(つまり干渉計 A 2 とレンズ 11 とで光軸が平行になるように調整された状態)となる。この状態でレンズ 11 の透過波面を干渉計 A 2 により測定する。ブロック偏芯の影響がないので、レンズ 11 の透過波面収差のみを知ることができる。

30

【 0 0 4 9 】

干渉計 A 2 によるレンズ 11 の透過波面の測定は以下のようにして行う。まず、オートコリメーター 9 を干渉計 A 2 から取り外して、図 10 に示すように、反射球面原器 12 をセットする。干渉計 A 2 及びレンズ 11 に対する反射球面原器 12 の相対位置を調整した後、光源ユニット 1 から所定波長のレーザビームを放射させる。レーザビームはコリメータレンズ 2 で平行光束となり、ビームスプリッタ 3 で反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの反射光束のみが用いられる。ビームスプリッタ 3 からの反射光束は、透過平面原器 13 を通過する透過波面測定用の被検光束と、透過平面原器 13 の参照平面 13 S での反射により折り返される参照光束と、に分けられる。レンズ 11 が設計値どおりに作製されていれば、被検光束はレンズ 11 を通過し、反射球面原器 12 の反射球面 12 S で反射され、入射してきた光路を逆に進行してレンズ 11 と透過平面原器 13 を再び通過した後、ビームスプリッタ 3 に再入射する。ビームスプリッタ 3 に再入射した被検光束は反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの透過光束が結像レンズ 5 を経て撮像素子 6 に至る。参照平面 13 S で反射した参照光束は、同様にビームスプリッタ 3 に再入射して反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの透過光束が結像レンズ 5 を経て撮像素子 6 に至

40

50

る。

【0050】

被検光束中ではレンズ11によって波面に変形が生じるため、撮像素子6上では被検光束と参照光束とが相互に干渉して干渉縞を形成する。その干渉縞を解析することによりレンズ11の透過波面形状を測定することができる。なお、反射球面原器12が適正位置にあるか否かは、干渉計A2で検出される干渉縞から判断可能である。適正位置では反射球面12Sの球心でレーザビームが結像するため光線は同一光路を往復することになるが、不適正な位置では、反射した光線が異なった光路でレンズ11に再入射することになるからである。

【0051】

さらに、得られた透過波面の形状をゼルニケ多項式等でフィッティングし、コマ成分を解析することにより、レンズ11の面別平行偏芯及び面別傾き偏芯を算出することも可能である。ブロック偏芯が発生していると、主にそのコマ成分となるので、レンズ11の面別平行偏芯及び面別傾き偏芯を算出するためには、ブロック偏芯の影響を除去することが必要不可欠となる。そして、算出されたレンズ11の面別平行偏芯量及び面別傾き偏芯量を成形機にフィードバックすることで、偏芯の小さいレンズを得ることが可能となる。

【0052】

《第5, 第6の実施の形態(図11, 図12)》

第5, 第6の実施の形態の干渉測定システムは2つの干渉計を備えている。つまり、透過波面測定用の第1干渉計としてトワイマン・グリーン型の干渉計A1(第1, 第2の実施の形態と同様のもの)を備えており、ブロック偏芯を高精度で調整するための第2干渉計(光学的傾き検出手段Cに相当する。)としてフィゾー型の干渉計C1又はC2を備えている。干渉計C1, C2は、光源ユニット21, コリメータレンズ22, 所定波長の光に対してハーフミラーとして機能するビームスプリッタ23, 結像レンズ25, 干渉縞観察用の撮像素子(CCDカメラ)26, モニタ27等を備えており、光源ユニット21は、レンズ11の使用波長のレーザビームを発振するLD素子, コリメータレンズ, 収束レンズ, スペシャルフィルター等を備えている。

【0053】

第5の実施の形態(図11)では、第2干渉計C1に透過平面原器13(13S:参照平面)が設置されており、レンズ11の平面部11Sでの反射波面を干渉縞として観察することによりブロック偏芯の調整を行う構成になっている。一方、第6の実施の形態(図12)では、第2干渉計C2にゾーンプレート33(33S:参照平面)が(回折作用により非球面波を発生させる光学素子として)設置されており、レンズ11の非球面部11Rでの反射波面を干渉縞として観察することによりブロック偏芯の調整を行う構成になっている。なお、第2干渉計C1の基本構成は前記干渉計A2と同様であり、第2干渉計C1において透過平面原器13の代わりにゾーンプレート33を設けたのが第2干渉計C2である。

【0054】

干渉計A1とオプティカルパラレル10との相対位置は、干渉計A1の被検光束がオプティカルパラレル10に対し垂直入射するように調整可能に構成されており、干渉計C1又はC2とオプティカルパラレル10との相対位置は、干渉計C1又はC2の被検光束がオプティカルパラレル10に対し垂直入射するように調整可能に構成されている。したがって、干渉計A1と干渉計C1又はC2とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整することが可能であり、干渉計C1又はC2による検出結果に基づいて干渉計A1に対するレンズ11の傾きを調整することが可能である。

【0055】

第5, 第6の実施の形態の干渉測定方法では、干渉計A1と干渉計C1又はC2とで互いの被検光束が平行になるように相対位置を調整する。そのためには、まず干渉計A1の被検光束がオプティカルパラレル10に対し垂直入射するように、干渉計A1とオプティカルパラレル10との相対位置を調整する。つまり、干渉計A1にオプティカルパラレル

10

20

30

40

50

10を設置し、オプティカルパラレル10の傾きを調整して干渉縞をワンカラーに合わせることにより、干渉計A1からの被検光束がオプティカルパラレル10に対し垂直に入射する状態とする。この状態はモニター7で確認可能である。

【0056】

次に、干渉計C1又はC2の被検光束がオプティカルパラレル10に対し垂直入射するように、干渉計C1又はC2とオプティカルパラレル10との相対位置を調整する。つまり、干渉計C1又はC2からのレーザビームをオプティカルパラレル10に照射し、干渉計C1又はC2の傾きを調整して入射光と反射光とで光路を一致させることにより、干渉計C1又はC2の被検光束がオプティカルパラレル10に対し垂直に入射する状態とする。この状態はモニター27で確認可能である。なお、干渉計A1と干渉計C1又はC2との間での被検光束の傾き角度は、干渉計C1又はC2とオプティカルパラレル10の精度にもよるが、数秒以内に調整可能である。

10

【0057】

干渉計C1又はC2とオプティカルパラレル10との相対位置の検出は、以下のようにして行う。まず、光源ユニット21から所定波長のレーザビームを放射させる。レーザビームはコリメータレンズ22で平行光束となり、ビームスプリッタ23で反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの透過光束のみが用いられる。第5の実施の形態(図11)では、ビームスプリッタ23から射出した透過光束は、透過平面原器13を通過する被検光束と、透過平面原器13の参照平面13Sでの反射により折り返される参照光束と、に分けられる。第6の実施の形態(図12)では、ビームスプリッタ23から射出した透過光束は、ゾーンプレート33を通過する被検光束(0次の透過光)と、ゾーンプレート33の参照平面33Sでの反射により折り返される参照光束(0次の反射光)と、に分けられる。

20

【0058】

被検光束はオプティカルパラレル10で反射され、入射してきた光路を逆に進行してビームスプリッタ3に再入射する。ビームスプリッタ3に再入射した被検光束は反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの反射光束が結像レンズ25を経て撮像素子26に至る。参照平面13S又は33Sで反射した参照光束は、同様にビームスプリッタ23に再入射して反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの反射光束が結像レンズ25を経て撮像素子26に至る。被検光束中ではオプティカルパラレル10によって波面に変形が生じるため、撮像素子26上では被検光束と参照光束とが相互に干渉して干渉縞を形成する。その干渉縞を解析することにより干渉計C1又はC2とオプティカルパラレル10との相対位置を検出することができる。

30

【0059】

次に、オプティカルパラレル10を干渉計A1から取り外して、被検光学素子Dであるレンズ11をセットする。そして、干渉計A1に対するレンズ11の傾きを干渉計C1又はC2で検出し、その検出結果に基づいて干渉計A1に対するレンズ11の傾きを調整する。その際のレンズ11の傾き検出は、以下のようにして行う。まず、光源ユニット21から所定波長のレーザビームを放射させる。レーザビームはコリメータレンズ22で平行光束となり、ビームスプリッタ23で反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの透過光束のみが用いられる。第5の実施の形態(図11)では、ビームスプリッタ23から射出した透過光束は、透過平面原器13を通過する被検光束と、透過平面原器13の参照平面13Sでの反射により折り返される参照光束と、に分けられる。第6の実施の形態(図12)では、ビームスプリッタ23から射出した透過光束は、ゾーンプレート33を通過する被検光束(1次の透過光)と、ゾーンプレート33の参照平面33Sでの反射により折り返される参照光束(0次の反射光)と、に分けられる。

40

【0060】

被検光束はレンズ11の平面部11S又は非球面部11Rで反射され、入射してきた光路を逆に進行してビームスプリッタ3に再入射する。ビームスプリッタ3に再入射した被検光束は反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの反射光束が結像レンズ25を経て撮像素子26に至る。参照平面13S又は33Sで反射した参照光束は、同様にビームス

50

ブリッタ 2 3 に再入射して反射光束と透過光束とに分割され、そのうちの反射光束が結像レンズ 2 5 を経て撮像素子 2 6 に至る。被検光束中ではレンズ 1 1 の平面部 1 1 S 又は非球面部 1 1 R によって波面に変形が生じるため、撮像素子 2 6 上では被検光束と参照光束とが相互に干渉して干渉縞を形成する。その干渉縞を解析することにより干渉計 A 1 に対するレンズ 1 1 の傾きを検出することができる。

【 0 0 6 1 】

上記のように、レンズ 1 1 は干渉計 C 1 又は C 2 側の面に平面部 1 1 S を有しているで、第 5 の実施の形態では、その平面部 1 1 S に干渉計 C 1 の被検光束を入射させて得られる反射光から、干渉計 A 1 に対するレンズ 1 1 の傾き(すなわちレンズ光軸の傾き)を干渉計 C 1 で検出する構成としている。また、レンズ 1 1 は干渉計 C 2 側の面に非球面部 1 1 R を有しているので、第 6 の実施の形態では、非球面部 1 1 R に対応した非球面波を発生させるゾンプレート 3 3 を干渉計 C 2 に備えることにより、非球面部 1 1 R に干渉計 C 2 の被検光束を入射させて得られる反射光から、干渉計 A 1 に対するレンズ 1 1 の傾き(すなわちレンズ光軸の傾き)を干渉計 C 2 で検出する構成としている。

【 0 0 6 2 】

先に干渉計 A 1 と干渉計 C 1 又は C 2 との相対位置調整が完了しているため、干渉計 A 1 に対するレンズ 1 1 の傾き調整が完了すれば、レンズ 1 1 は干渉計 A 1 に対しブロック偏芯の無い状態(つまり干渉計 A 1 とレンズ 1 1 とで光軸が平行になるように調整された状態)となる。この状態でレンズ 1 1 の透過波面を干渉計 A 1 により測定する。ブロック偏芯の影響がないので、レンズ 1 1 の透過波面収差のみを知ることができる。干渉計 A 1 によるレンズ 1 1 の透過波面の測定は、干渉計 C 1 又は C 2 を干渉計 A 1 から取り外した後、前述の第 1 , 第 2 の実施の形態と同様に行う。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 3 】

【 図 1 】 本発明に係る干渉測定システムの概略構成を示すブロック図。

【 図 2 】 図 1 の干渉測定システムを用いた干渉測定方法の概略構成を示す工程図。

【 図 3 】 第 1 , 第 2 の実施の形態における干渉計とオートコリメーターとの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 図 4 】 第 1 の実施の形態における干渉計とレンズとの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 図 5 】 第 2 の実施の形態における干渉計とレンズとの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 図 6 】 第 1 , 第 2 の実施の形態における透過波面の測定を説明するためのシステム構成図。

【 図 7 】 第 3 , 第 4 の実施の形態における干渉計とオートコリメーターとの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 図 8 】 第 3 の実施の形態における干渉計とレンズとの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 図 9 】 第 4 の実施の形態における干渉計とレンズとの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 図 1 0 】 第 3 , 第 4 の実施の形態における透過波面の測定を説明するためのシステム構成図。

【 図 1 1 】 第 5 の実施の形態における第 1 , 第 2 干渉計及びレンズの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 図 1 2 】 第 6 の実施の形態における第 1 , 第 2 干渉計及びレンズの相対位置調整を説明するためのシステム構成図。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

- A 干渉計
- B 基準平面部材

10

20

30

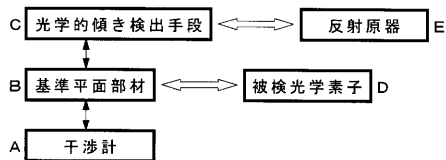
40

50

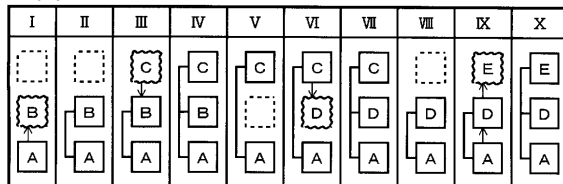
- C 光学的傾き検出手段
 D 被検光学素子
 E 反射原器
 A 1 トワイマン・グリーン型の干渉計(第1干渉計)
 A 2 フィゾー型の干渉計
 C 1, C 2 フィゾー型の干渉計(第2干渉計)
 4 反射平面原器
 4 S 参照平面
 9 オートコリメーター(光学的傾き検出手段)
 10 オプティカルパラレル(基準平面部材)
 11 レンズ(被検光学素子)
 11 S 平面部
 11 R 非球面部
 12 反射球面原器
 12 S 反射球面
 13 透過平面原器
 13 S 参照平面
 33 ゾーンプレート(非球面波発生光学素子)
 33 S 参照平面

10

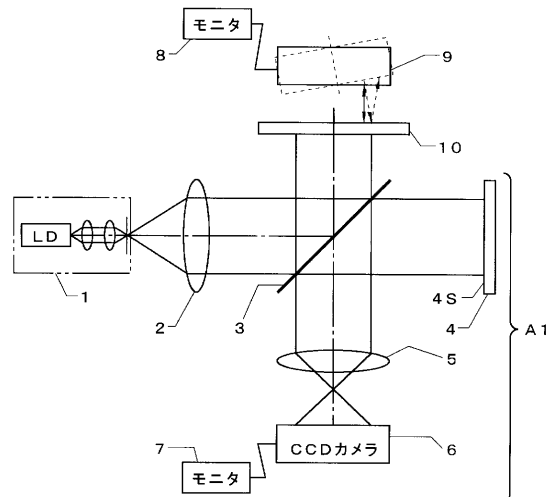
【図1】



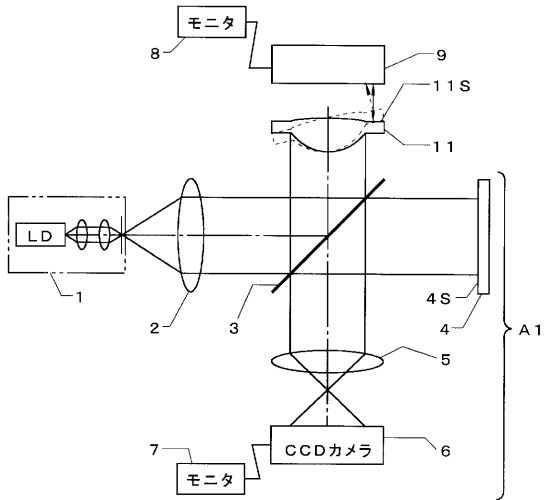
【図2】



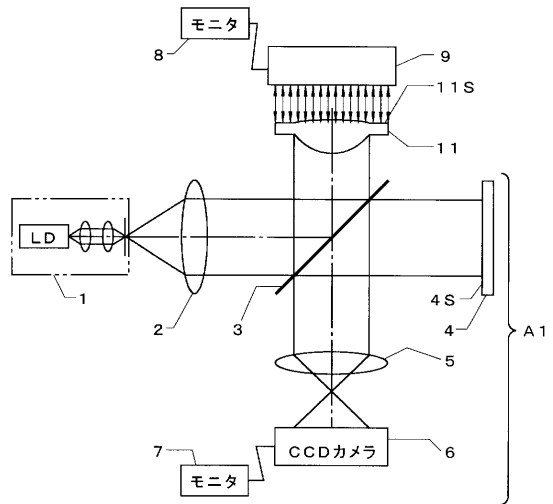
【図3】



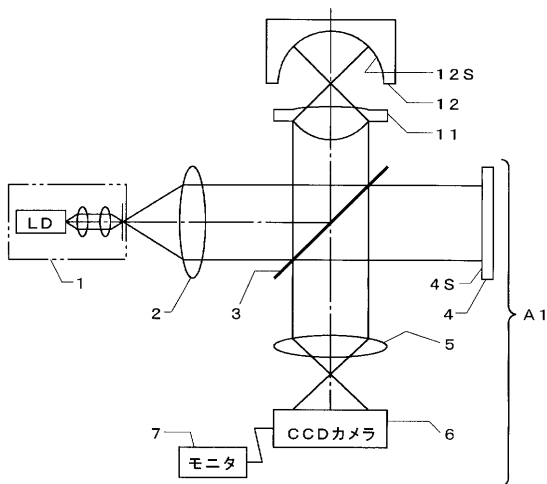
【図 4】



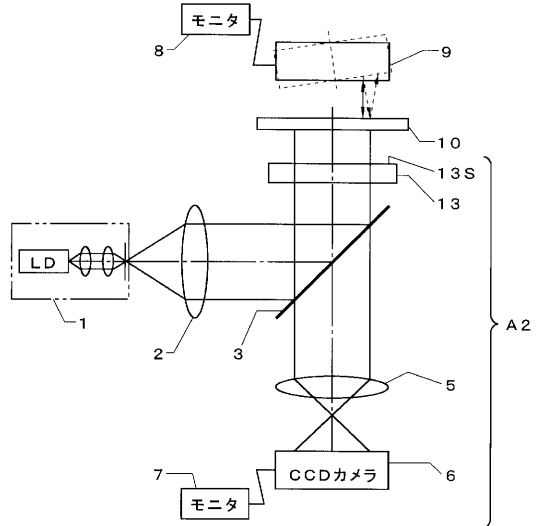
【図 5】



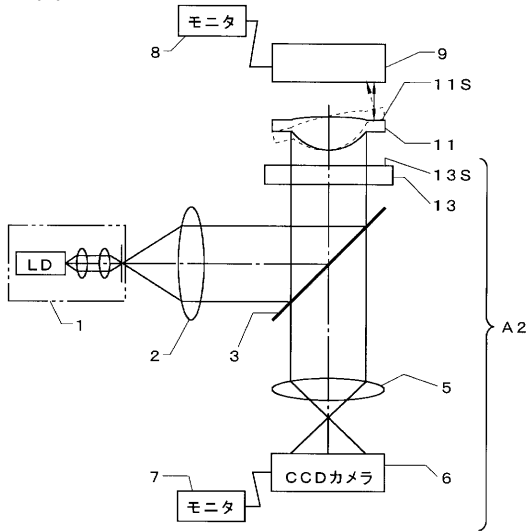
【図 6】



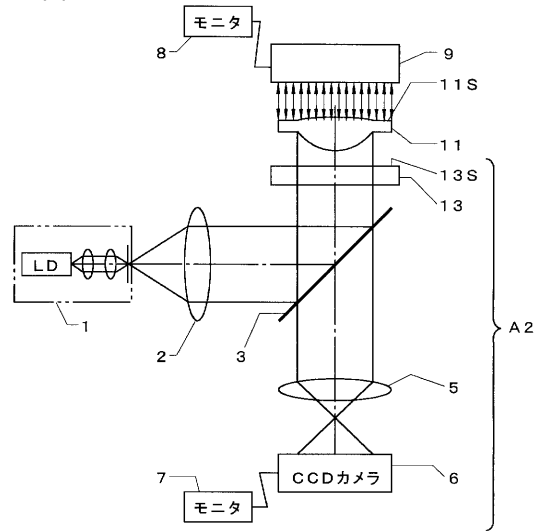
【図 7】



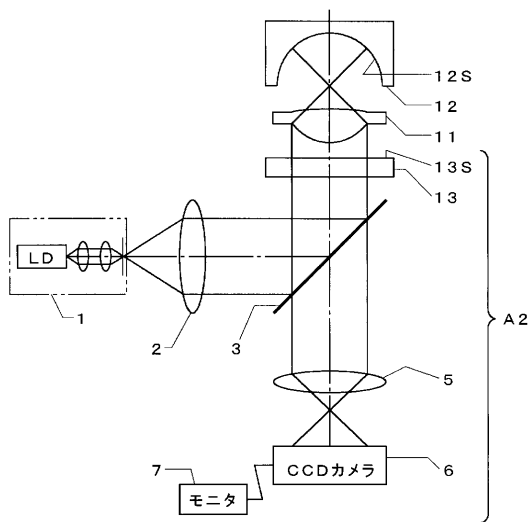
【図 8】



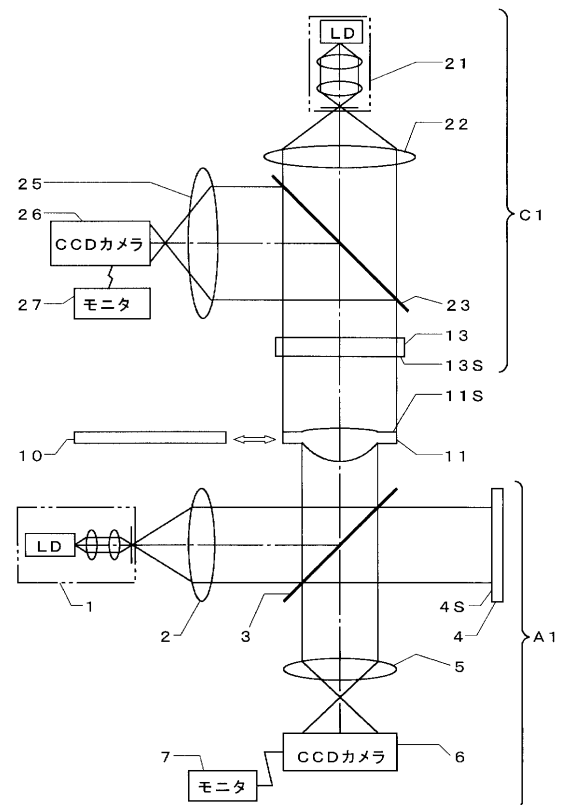
【図 9】



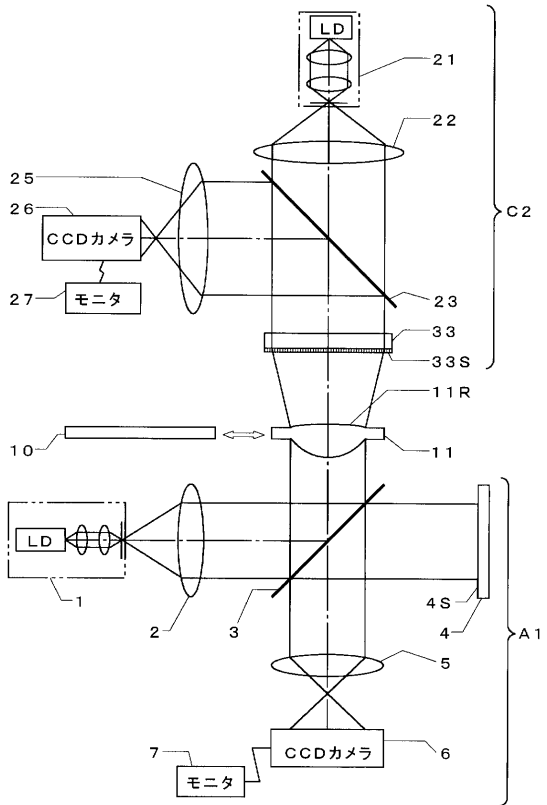
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F064 AA09 BB03 DD01 DD08 EE02 FF01 GG22 GG44 GG51 HH03
HH08 JJ01 KK04
2G086 FF04 HH06