

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5226510号
(P5226510)

(45) 発行日 平成25年7月3日(2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日(2013.3.22)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 B 11/255 (2006.01) G O 1 B 11/255 H

請求項の数 12 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-519565 (P2008-519565)	(73) 特許権者	501497622
(86) (22) 出願日	平成18年6月29日 (2006.6.29)		エイエムオー・ウェーブフロント・サイエ ンシーズ・リミテッド・ライアビリティ・ カンパニー
(65) 公表番号	特表2008-545140 (P2008-545140A)		AMO WaveFront Sci en ces, L L C
(43) 公表日	平成20年12月11日 (2008.12.11)		アメリカ合衆国87123ニューメキシコ 州アルバカーキ、サウス・イースト、セン トラル・アベニュー14820番
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/025383		
(87) 国際公開番号	W02007/005527	(74) 代理人	100101454
(87) 国際公開日	平成19年1月11日 (2007.1.11)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	平成21年4月21日 (2009.4.21)	(74) 代理人	100081422
(31) 優先権主張番号	60/694, 989		弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成17年6月30日 (2005.6.30)	(74) 代理人	100100479
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 竹内 三喜夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学表面の曲率を測定するシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体表面の曲率を測定する方法であって、

(a) 複数の光源で発生した、既知のサイズを有する光パターンを用いて物体表面を照射して、光学表面から反射した虚像を形成すること、

(b) 光パターンから光学表面によって形成された反射虚像のサイズを測定すること、

(c) 光パターンの既知のサイズおよび反射虚像のサイズから、光学表面の曲率を計算すること、

(d) 光源間の相互距離を調整することによって、光パターンのサイズを調整すること

、
(e) 調整したサイズを有する光パターンについてステップ(b)(c)を繰り返して、光学表面の計算した曲率の精度を改善すること、を含む方法。

【請求項2】

物体からの2次およびより高次の反射が、反射虚像のサイズ測定に影響を与えることを抑制することをさらに含む請求項1記載の方法。

【請求項3】

光パターンから光学表面によって形成された反射虚像のサイズを測定することは、

複数の画素を有する電荷結合素子(CCD)を用いて、反射虚像を検出することと、

反射虚像によって照射されたCCDの画素から前記サイズを測定することを含む請求項1記載の方法。

10

20

【請求項 4】

反射虚像のサイズを測定する際、設定した閾値未満の強度を有する光照射画素を無視することをさらに含む請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

光パターンは、物体の材料によって吸収される光を生成するようにした請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

物体表面の曲率を測定するためのシステムであって、
 既知のサイズを有する光パターンを用いて物体表面を照射して、物体表面から反射した虚像を形成するようにした像発生器と、
 物体表面からの反射虚像を検出するための像検出器と、
 光パターンの既知のサイズおよび像検出器によって検出された反射虚像のサイズから、物体表面の曲率を計算するようにしたコントローラと、を備え、
 像発生器は、可動ステージと、可動ステージに装着された複数の光源とを備え、
 コントローラは、可動ステージを制御して、光源間の相互距離を調整することによって、像発生器からの光パターンのサイズを調整し、光学表面の計算した曲率の精度を改善するようにしたシステム。

10

【請求項 7】

複数の光源は、紫外光を発生するようにした請求項 6 記載のシステム。

【請求項 8】

複数の光源は、物体材料に吸収される波長を有する光を発生するようにした請求項 6 記載のシステム。

20

【請求項 9】

像検出器は、電荷結合素子 (CCD) である請求項 6 記載のシステム。

【請求項 10】

物体によって形成された 2 次およびより高次の反射が、反射虚像のサイズ測定に影響を与えることを抑制するための抑制手段をさらに含む請求項 6 記載のシステム。

【請求項 11】

抑制手段は、2 次およびより高次の反射からの少なくとも一部の光が検出されないように、像検出器による像検出のための特定の基準を含む請求項 10 記載のシステム。

30

【請求項 12】

2 次およびより高次の反射からの少なくとも一部の光が、像検出器に到達しないようにするための光学手段をさらに含む請求項 10 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本特許出願は、米国特許法第 119 条 (e) により、名義 "Zino Altman" で 2005 年 6 月 30 日に出願された米国仮 (provisional) 特許出願第 60 / 694989 号からの優先権の利益を主張するものであり、この開示全体は、参照により全て記載されたものとしてここに組み込まれる。

40

【0002】

本発明は、光学測定の分野に関し、特に、光学表面の曲率を測定するシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

先行技術は、レンズの光学パワーの同定する多くの理論的および実用的な方法を有し、これらの大部分は、光を曲げるレンズ能力を評価するもので、受光素子の解像度に依存する。レンズメータで用いられるごく普通の方法の 1 つは、像の寸法変化を用いて、レンズ倍率を推定するものであり、その光学パワーをジオプター (diopter) 単位で導き出す。他

50

の方法は、機械的なゲージ（スイスゲージ(Swiss gage)）およびプロファイルメールに依存するもので、レンズ面の幾何曲率を実際に定義して、そのパワーを計算する。

【0004】

レンズを同定する方法の何れも長所を有するが、今日、使用されている方法の幾つかは、長い時間を要する点、レンズの場所、位置決め、材料の性質、コーティングに対して敏感である点、および容易に自動化できない点など、1つ又はそれ以上の短所がある。

【0005】

材料の屈折率の均一性への限界や、可能性あるコーティング変動を伴うレンズ厚さは、レンズを特徴付ける直接結像方法のデータ忠実度に対して有意な挑戦を提示し得る。ここで、直接結像方法は、被検レンズによって生成される像が分析されて、レンズパワーを決定するものとして定義できる。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一方、現在、眼鏡レンズ産業において半仕上げコートレンズの大規模生産に向かう傾向がある。幾つかのレンズでは、製造者だけがレンズの一表面の曲率を管理し、そのレンズは小売店によって仕上げられ、特定の顧客の要求を満たしている。これらのレンズは、より幅広いコーティングを備えた、種々の材料（多くはプラスチック）から生産される。

【0007】

よって、製品の一表面の曲率は、管理し測定する必要があることから、レンズ表面の曲率を測定する新しい方法およびシステムについてのニーズが存在している。

20

【0008】

従って、レンズ表面の曲率を測定するための改善したシステムおよび方法を提供するのが好都合であろう。また、レンズの対向面の曲率への管理に依存しないシステムおよび方法を提供するのが好都合であろう。他の更なる目的および利点は、下記において明らかとなるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、レンズなどの物体の光学表面の曲率を測定するシステムおよび方法を含む。

【0010】

本発明の一態様において、物体表面の曲率を測定する方法は、既知のサイズを有する光パターンを用いて物体表面を照射して、光学表面から反射した虚像を形成すること、光パターンから光学表面によって形成された反射虚像のサイズを測定すること、および光パターンの既知のサイズおよび反射虚像のサイズから、光学表面の曲率を計算することを含む。好ましくは、該方法は、電子的または光学的手段によって、物体によって形成された2次およびより高次の反射（ゴースト像）が、反射虚像のサイズ測定に影響を与えることを抑制することを含む。

30

【0011】

本発明の他の態様において、物体表面の曲率を測定するためのシステムは、既知のサイズを有する光パターンを用いて物体表面を照射して、物体表面から反射した虚像を形成するようにした像発生器と、物体表面からの反射虚像を検出するための像検出器と、光パターンの既知のサイズおよび像検出器によって検出された反射虚像のサイズから、物体表面の曲率を計算するようにしたコントローラとを備える。好ましくは、像発生器は、紫外光または、物体材料に適した波長または複数の波長、例えば、物体材料に吸収され、反射虚像を検出するための検出素子を起動できる波長を有する他の光を発生する光源を含む。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図1は、物体S、実像sおよびレンズ100表面105で反射した虚像s'の関係を示す概略図である。正規の平面ミラーは、歪みが殆ど無しまたは皆無で像を反射するが、レンズ表面105は、レンズ表面105の曲率および形状に比例して歪んだ（サイズが拡大

50

または縮小した)実像を反射する。この反射虚像 s' は、図1に示すように、レンズ表面105から実像 s までの距離 l に比例した距離 l' において、レンズ100の表面105の後方に配置されているように観察できる。

【0013】

図1において、 R は、レンズ表面105の曲率半径である。 $R =$ のとき、 $S/s = 1$ になることは周知である。 R が より小さくなると、 S/s の比が1より大きくなり、物体 S の拡大(歪み)を表す。実際の物体面 S からレンズ表面105までの距離 L が既知の場合、我々は、レンズ表面105のレンズ曲率 R を下記のように計算できる。

レンズ倍率を S/s として定義した場合、距離 L , l が判る。

【0014】

【数1】

$$(1) \quad m = S/s = L/l.$$

【0015】

一方、主なレンズ公式は、次のようになる。

【0016】

【数2】

$$(2) \quad 1/f = 1/L + 1/l$$

【0017】

式(1)と式(2)から、次の式が得られる。

【0018】

【数3】

$$(3) \quad f = l * m / (m+1)$$

【0019】

距離 $L = 200$ mm、倍率レベル4では、 $f = 160$ mmが得られる。

【0020】

これは、下記のレンズ製作公式として知られた公式について真の解である。

【0021】

【数4】

$$(4) \quad 1/f = (n-1) (1/r_1 - 1/r_2).$$

【0022】

平凸レンズでは、1つの半径が になり、対応する $1/r$ の項が式(4)から消える。この場合、1.41の屈折率を持つレンズ材料と仮定すると、次のようになる。

【0023】

【数5】

$$(5) \quad r = 0.41f = 65.6 \text{ mm.}$$

【0024】

同じ論理および分析が反射虚像 s' について採用され、レンズ100の前側表面105が物理的な単一表面レンズとして取り扱いが可能であり、 s' が実像 s と交換される。同じ理由付けが、レンズ100の後側表面110からの反射虚像を分析するためにも適用可能である。

【0025】

上述の分析から、物体 S を2次元物体とした場合、我々は、軸方向の位置決め誤差、あるいは、疑わしい場合、その表面の不規則性を定義できることが判明した。既知のパラメータを持つ何れかの2次元物体 S は、レンズIDポイント用の初期データポイントとして使用できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

例えば、物体を、 S が三角形の一辺の長さ寸法である正三角形にした場合、反射虚像は、辺長 s' を持つ正三角形となるはずである。

【 0 0 2 7 】

反射虚像の3つの辺全てを測定し、相互に比較した場合、レンズについて品質因子(quality factor)を導出することができる。システム設定が、垂直性および直線性の観点から理想に近い場合、品質因子は1に近くなる。品質因子を「1」から変化させることによって、レンズ位置決めおよび光学アライメントに関するシステム許容誤差を設定できる。これは、システムアライメントを自動的に確認するためにも使用できる。

【 0 0 2 8 】

図2は、上述のようなレンズ表面を照射し、反射虚像からのレンズ表面の曲率を測定するための照射手段200の一実施形態を示す。照射手段200は、図2に示すように、位置を変化させることができる可動ステージ210上にある光源205または像点を含む。調整可能な像サイズを提供できる能力(図2において、光源間の距離「 S 」を操作する能力)は、光学表面の迅速な同定のための高速で直接的なシステム開発を可能にする。好ましくは、光源105は、紫外光または、対象となるレンズ材料に適した波長または複数の波長、例えば、レンズ材料によって吸収され、反射虚像を検出するための検出素子を起動できる波長を有する他の光を発生する。

【 0 0 2 9 】

一実施形態において、ここで説明したシステムおよび方法は、レンズ製造者によって採用され、生産設備においてレンズ表面の曲率半径及び/又は他の特性を特徴付けることができる。この場合、レンズが許容され、顧客に出荷できるか、あるいは拒絶されるかを決定するために、典型的な合否基準が設定される。

【 0 0 3 0 】

表面曲率のための合否基準を知ることは、光源間の距離「 S 」を、光源105の反射虚像 s' によって形成される正三角形のサイズ及び/又は面積が、電荷結合素子(CCD)カメラまたは他の検出カメラによって検出される場合に、検出素子内に「占有」される画素数や他の単位に換算した一定の期待値を有するような値にプリセットすることが可能になる。

【 0 0 3 1 】

従って、特定のサンプルレンズからの反射虚像のサイズ及び/又は面積が、検出素子内に「占有」される画素数や他の単位に換算した許容値から変化した場合、サンプルレンズが許容されか(合格)、または拒絶されるか(不合格)を決定できる。

【 0 0 3 2 】

図3は、レンズ100の表面など、光学表面の曲率を測定するためのシステム300の一実施形態を示すブロック図である。システム300は、像発生器310と、像検出器320と、コントローラ330とを備える。

【 0 0 3 3 】

像発生器310は、例えば、図2に示したように、位置を変化させることができる可動ステージ上にある光源または像点を含んでもよい。好ましくは、光源は、紫外光または、レンズ100の材料に適した波長または複数の波長、例えば、レンズ100によって吸収され、像検出器320による検出を起動できる波長を有する他の光を発生する。

【 0 0 3 4 】

像検出器320は、電荷結合素子(CCD)カメラであってもよい。コントローラ330は、マイクロプロセッサと、メモリとを含んでもよく、像発生器310および像検出器320を制御して、上述または後述のアルゴリズムを実行するための機械(プロセッサ)実行可能なコードを格納するようにしたプログラムメモリを含む。

【 0 0 3 5 】

動作について、上述したように、像発生器310は、レンズ100から既知の距離に配置される。像発生器310は、コントローラ330によって制御され、光源を用いて、既

10

20

30

40

50

知のサイズの物体 S を発生し、光線を S からレンズ 100 へ向ける。上述したように、物体 S から、レンズ 100 は反射虚像を形成し、反射虚像のサイズは像検出器 320 によって測定される。そして、上述したような数式を用いて、コントローラ 330 は、レンズ 100 の表面についての特性、例えば、曲率を決定することができる。

【0036】

好ましくは、コントローラ 330 は、像発生器 310 を制御して、光源の位置を調整（例えば、可動ステージにより）してもよく、これにより物体 S のサイズを変化させることができる。反射虚像のサイズ測定は、多くの異なるサイズの物体 S について繰り返してもよく、レンズ表面測定の精度を改善したり、表面 105 を記述する追加のパラメータを導出できる。

10

【0037】

好ましくは、上述のシステム 300 および方法は、レンズ 100 によって形成された 2 次およびより高次の反射（ゴースト像）を抑制するための手段を含む。こうした抑制は、電子的または光学的手段によって達成できる。光学的手段は、光学フィルタ、偏光子、レンズ 100 に設けられた特別なコーティングなどを含んでもよい。電子的手段は、典型的には減少した振幅を有する 2 次およびより高次の反射を排除または抑制する、像の検出および認識のための特定の基準を提供することを含むことができる。

【0038】

こうした基準は、検出像のサイズの境界、検出像についての強度閾値、対象領域に対する受光した光の場所の境界などを含んでもよい。例えば、像検出器 320 を制御して、その検出閾値は、最小感度がゴースト反射の最大予想強度より高くなるレベルに設定してもよい。

20

【0039】

上述し、添付図面に示した配置の実施形態は、下記の特徴の 1 つ又はそれ以上を含んでもよい。（1）幾つかの基本的な光源が、ある曲率の光学表面に反射像を形成するために用いられ、ここでは、像歪みの電子的デコードが、表面曲率を定義するために用いられる。（2）光源が、分析される基板材料に対応した特定の波長のものである。（3）基板の単一表面が一回で分析される。（4）両方の基板表面が同時に分析される。（5）基板が、半仕上げの眼鏡レンズである。（6）基板が、仕上がった眼鏡レンズである。（7）コントローラ 330 は、実際のレンズパワーをジオプター（D）単位で導き出す。（8）コントローラ 330 は、表面曲率を nm 単位で測定する。（9）単一表面において 1 つより多い測定ポイントが採用され、多焦点かつプログレッシブ (progressive) 焦点距離レンズが同定可能である。（10）両方の表面において 1 つより多い測定ポイントが採用され、多焦点かつプログレッシブ (progressive) 焦点距離レンズが同定可能である。

30

【0040】

ここでは好ましい実施形態を開示したが、本発明の概念および範囲内にある多くの変形が可能である。例えば、上述した実施形態は、レンズの曲率を測定するための格別な用途を有するが、これらは物体の適当な光学表面を特徴付けるために、より汎用的に適用可能であると理解すべきである。こうした変形は、ここでの明細書、図面および請求項の精査により、当業者にとって明確になるであろう。よって、本発明は、添付した請求項の精神および範囲を除いて限定されるべきでない。

40

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】物体、実像およびレンズ表面からの反射虚像の関係を示す概略図である。

【図 2】像発生器および像検出器の一実施形態の軸方向の図である。

【図 3】光学表面の曲率を測定するシステムおよび方法を示すブロック図である。

【 図 1 】

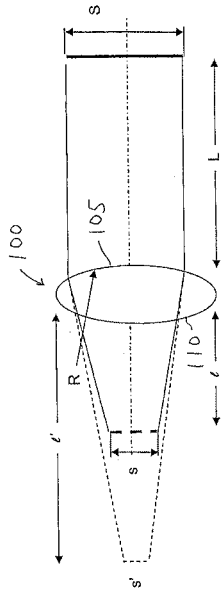


FIG. 1

【 図 2 】

200

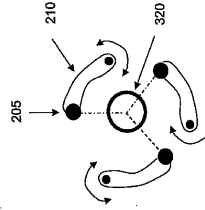


FIG. 2

【 図 3 】

300

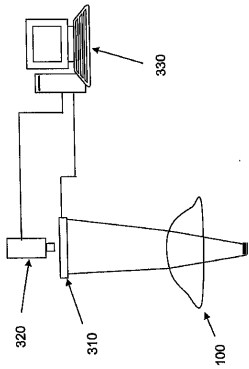


FIG. 3

フロントページの続き

- (72)発明者 ジーノ・アルトマン
アメリカ合衆国18940ペンシルベニア州ニュータウン、アッパー・シルバー・レイク・ロード
163番
- (72)発明者 ダニエル・アール・ニール
アメリカ合衆国87059ニューメキシコ州ティヘラス、エリック・アラン・レイン17番
- (72)発明者 リチャード・ジェイ・コップランド
アメリカ合衆国87110ニューメキシコ州アルバカーキ、ノース・イースト、アリソ・ドライブ
1831番

審査官 北川 創

- (56)参考文献 特表2000-516500(JP,A)
特開昭62-224330(JP,A)
特開平11-311504(JP,A)
特開平02-065833(JP,A)
特開2004-077270(JP,A)
特開平06-188173(JP,A)
特開2003-202216(JP,A)
特開平9-138181(JP,A)
特開平1-166740(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 11/00 - 11/30