

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7105254号
(P7105254)

(45)発行日 令和4年7月22日(2022.7.22)

(24)登録日 令和4年7月13日(2022.7.13)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 M 11/00 (2006.01) G 0 1 M 11/00 L

請求項の数 9 (全19頁)

(21)出願番号	特願2019-565415(P2019-565415)	(73)特許権者	519324880
(86)(22)出願日	平成30年12月12日(2018.12.12)		中国科学院 蘇州生物医学工程技術研究所
(65)公表番号	特表2021-510412(P2021-510412 A)		SUZHOU INSTITUTE OF BIOMEDICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES
(43)公表日	令和3年4月22日(2021.4.22)		中国江蘇省蘇州市高新区科靈路88号
(86)国際出願番号	PCT/CN2018/120449		No. 88, Keling Road, New District Suzhou, Jiangsu 215163, CN
(87)国際公開番号	WO2020/103221		110001807
(87)国際公開日	令和2年5月28日(2020.5.28)		特許業務法人磯野国際特許商標事務所
審査請求日	令和1年11月25日(2019.11.25)		最終頁に続く
(31)優先権主張番号	201811399344.9	(74)代理人	
(32)優先日	平成30年11月22日(2018.11.22)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)		

(54)【発明の名称】 波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置及びその検出方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法であって、

前記非球面レンズ偏心検出方法は、上部光ファイバー光源、上部コリメート対物レンズ、上部光源光ビームスプリッタ、上部ビーム収縮フロントレンズ、上部ビーム収縮リアレンズ、上部イメージング検出器、上部イメージング光ビームスプリッタ、上部波面センサー、被測定レンズ挟持機構、下部光源光ビームスプリッタ、下部ビーム収縮フロントレンズ、下部ビーム収縮リアレンズ、下部イメージング光ビームスプリッタ、下部波面センサー、下部イメージング検出器、下部コリメート対物レンズ、及び下部光ファイバー光源を備える検出器を使用し、

10

前記非球面レンズ偏心検出方法は、

上部光ファイバー光源、上部イメージング検出器、及び上部波面センサーを同時にオンにし、上部イメージング検出器上の画像に基づいて被測定レンズ挟持機構を調整し、被測定レンズの位置を上部イメージング検出器のイメージング中心領域に調整するステップS 1と、

上部波面センサーの画像を収集し、波面画像を処理して被測定レンズの上面の傾斜量 (p_x , p_y) を取得するステップS 2と、

上部イメージング検出器上の瞳孔画像 J_p を収集し、瞳孔画像を処理して被測定レンズの上面の光軸中心位置 (O_x , O_y) を取得するステップS 3と、

20

上部光ファイバー光源をオフにし、下部光ファイバー光源をオンにし、上部イメージング検出器上の瞳孔画像 I_p を収集し、瞳孔画像 I_p に対してステップS 3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの上面の外径中心位置 (d_x , d_y) を取得するステップS 4と、

下部イメージング検出器と下部波面センサーをオンにし、下部波面センサーの画像を収集し、下部波面センサーの部材パラメータに基づいて、ステップS 2の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の傾斜量 (p_x' , p_y') を取得するステップS 5と、

下部イメージング検出器上の瞳孔画像 J_p' を収集し、瞳孔画像 J_p' に対してステップS 3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の光軸中心位置 (O_x' , O_y') を取得するステップS 6と、

30

下部光ファイバー光源をオフにし、上部光ファイバー光源をオンにし、下部イメージング検出器上の瞳孔画像 I_p' を収集し、瞳孔画像 I_p' に対してステップS 3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の外径中心位置 (d_x' , d_y') を取得するステップS 7と、

ステップS 2とステップS 5で取得した被測定レンズの上下面の傾斜量に対して減算を行い、被測定レンズの上下面の面別傾斜偏心 $(\overline{p_x}, \overline{p_y}) =$

40

$(p'_x, p'_y) - (p_x, p_y)$ を取得し、ステップ S 3 とステップ S 6 で取得した上面の光軸中心位置と下面の光軸中心位置に対して減算を行い、被測定レンズの上下面の面別並進偏心 $O = (O'_x, O'_y) - (O_x, O_y)$ を取得するステップ S 8 と、

ステップ S 3 とステップ S 4 で取得した上面の光軸中心位置 (O_x, O_y) 、及び上面の外径中心位置 (d_x, d_y) に基づいて、被測定レンズの上面の外径偏心

$$D = \frac{p}{K} (d_x - O_x, d_y - O_y) \quad (\text{ただし、パラメータ } K \text{ は、上部ビーム収縮}$$
 10

フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズからなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータ p は、上部イメージング検出器のピクセルサイズである) を取得するステップ S 9 と、

ステップ S 6 とステップ S 7 で取得した下面の光軸中心位置 (O'_x, O'_y) 、及び下面の外径中心位置 (d'_x, d'_y) に基づいて、被測定レンズの下面の外径

$$\text{偏心 } D' = \frac{p'}{K'} (d'_x - O'_x, d'_y - O'_y)$$

(ただし、パラメータ K' は、下部ビーム収縮フロントレンズと下部ビーム収縮リアレンズからなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータ p' は、下部イメージング検出器のピクセルサイズである) を取得するステップ S 10 と、を含み、

前記上部光ファイバー光源から放射された光は、前記上部コリメート対物レンズによってコリメートされ、次に前記上部光源光ビームスプリッタを透過した後、前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズの上面に照射され、前記被測定レンズの上面の反射光は、前記上部光源光ビームスプリッタによって反射され、次に前記上部ビーム収縮フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記上部イメージング光ビームスプリッタに到達し、光は、前記上部イメージング光ビームスプリッタを通過した後、2つの部分に分割され、一部は、前記上部イメージング光ビームスプリッタによって前記上部イメージング検出器に反射され、別の部分は、前記上部イメージング光ビームスプリッタを透過した後、前記上部波面センサーに入り、前記上部イメージング検出器は、前記ステップ S 3 に従って、前記被測定レンズの上面の反射光によって形成された画像を収集し、この画像における可変曲率環状画像を処理することによって前記被測定レンズの上面の光軸中心位置を取得し、前記上部波面センサーは、前記ステップ S 2 に従って、前記被測定レンズの上面の反射光に基づいて、前記被測定レンズの上面の歪曲収差情報を収集し、この歪曲収差情報を処理することによって前記被測定レンズの上面の傾斜情報

10

20

30

40

50

を取得し、

前記下部光ファイバー光源から放射された光は、前記下部コリメート対物レンズによってコリメートされ、次に前記下部光源光ビームスプリッタを透過した後、前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズの下面に照射され、前記被測定レンズの下面の反射光は、前記下部光源光ビームスプリッタによって反射され、次に前記下部ビーム収縮フロントレンズと下部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記下部イメージング光ビームスプリッタに到達し、光は、前記下部イメージング光ビームスプリッタを通過した後、2つの部分に分割され、一部は、前記下部イメージング光ビームスプリッタによって前記下部イメージング検出器に反射され、別の部分は、前記下部イメージング光ビームスプリッタを透過した後、前記下部波面センサーに入り、前記下部イメージング検出器は、前記ステップS 6に従って、前記被測定レンズの下面の反射光によって形成された画像を収集し、この画像における可変曲率環状画像を処理することによって前記被測定レンズの下面の光軸中心位置を取得し、前記下部波面センサーは、前記ステップS 5に従って、前記被測定レンズの下面の反射光に基づいて、前記被測定レンズの下面の歪曲収差情報を収集し、この歪曲収差情報を処理することによって前記被測定レンズの下面の傾斜情報を取得する

ことを特徴とする波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

【請求項 2】

前記ステップS 2は、具体的には、

上部波面センサーの波面画像を収集するステップS 2 1と、

波面画像における最外輪の有効なサブ開口を検出し、最外輪及び最内輪のサブ開口を除去した後、残りのサブ開口を有効なサブ開口と記録し、有効なサブ開口の数をLとし、各有効なサブ開口の勾配を算出し、 (g_{xi}, g_{yi}) (ただし、 $i = 1, 2, \dots, L$) と記録するステップS 2 2と、

有効なサブ開口の平均勾配 $(g_x, g_y) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (g_{xi}, g_{yi})$ を算出するステップS 2 3と、

被測定レンズの上面の傾斜量 $(p_x, p_y) = \frac{p}{K \cdot q} \cdot (g_x, g_y)$ (ただし、パラメータKは、上部ビーム収縮フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズからなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータpは、上部波面センサーの検出カメラのピクセルサイズであり、パラメータqは、上部波面センサーのサブ開口のサイズである) を算出するステップS 2 4と、を含むことを特徴とする請求項1に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

【請求項 3】

前記ステップ S 3 は、具体的には、

上部イメージング検出器上の瞳孔画像 J_p を収集するステップ S 3 1 と、

瞳孔画像 J_p に対して二値化を行い、二値化画像 J_{p2} を取得し、手動で閾値を指定し、または自動閾値算出方法で二値化閾値を設定するステップ S 3 2 と、

二値化画像 J_{p2} に対してエッジ抽出を行い、画像 J_{p3} を取得するステップ S 3 3 と、

画像 J_{p3} に対して円形ハフ変換を行い、円を取得し、円心を抽出して (O_x, O_y) と記録し、この円心は被測定レンズの上面の光軸中心位置であるステップ S 3 4 と、を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

【請求項 4】

前記ステップ S 3 3 では、ソーベル (Sobel) 演算子またはラプラシアン (Laplacian) 演算子またはキャニー (Canny) 演算子を用いて二値化画像 J_{p2} に対してエッジ抽出を行うことを特徴とする請求項 3 に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

10

【請求項 5】

前記下部光ファイバー光源から放射された光は、前記下部コリメート対物レンズによってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは前記下部光源光ビームスプリッタを透過した後に前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズに照射され、前記被測定レンズを通過した後に前記上部光源光ビームスプリッタにより反射され、次に反射光は、前記上部ビーム収縮フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記上部イメージング光ビームスプリッタに到達し、光の一部は前記上部イメージング光ビームスプリッタによって反射された後に前記上部イメージング検出器に到達し、被測定レンズ透過像を形成し、前記ステップ S 4 に従って、この画像における被測定レンズの外縁画像を処理してこの被測定レンズの上面の外径中心位置を取得することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

20

【請求項 6】

前記上部光ファイバー光源から放射された光は、前記上部コリメート対物レンズによってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは前記上部光源光ビームスプリッタを透過した後に前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズに照射され、前記被測定レンズを通過した後に前記下部光源光ビームスプリッタにより反射され、次に反射光は、前記下部ビーム収縮フロントレンズと下部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記下部イメージング光ビームスプリッタに到達し、光の一部は前記下部イメージング光ビームスプリッタによって反射された後に前記下部イメージング検出器に到達し、被測定レンズ透過像を形成し、前記ステップ S 7 に従って、この画像における被測定レンズの外縁画像を処理してこの被測定レンズの下面の外径中心位置を取得することを特徴とする請求項 5 に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

30

【請求項 7】

光路上の前記上部イメージング検出器と上部波面センサーの位置はいずれも被測定レンズの上面と共役であり、

光路上の前記下部イメージング検出器と下部波面センサーの位置はいずれも被測定レンズの下面と共役であることを特徴とする請求項 6 に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

40

【請求項 8】

前記波面センサーは、ハルトマン波面センサーまたはせん断干渉波面センサーまたは四角錐波面センサーであることを特徴とする請求項 7 に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

【請求項 9】

取得した被測定レンズの上面の光軸中心位置情報、上面の傾斜情報、上面の外径中心位置情報、下面の光軸中心位置情報、下面の外径中心位置情報、及び下面の傾斜情報に対して、前記ステップ S 8、S 9、S 10 に従って、総合的な処理を行うことによって、最終的

50

に被測定レンズの上下面の面別並進偏心、上下面の面別傾斜偏心、上面の外径偏心、下面の外径偏心データを取得し、それにより、被測定レンズの偏心誤差情報に対する測定を完成することを特徴とする請求項6～8のいずれか1項に記載の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光学検出技術分野に関し、特に波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置及びその検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

非球面レンズは、優れた光学特性により光学系の設計難度を低減させ、構造を簡素化させ、視野を広げ、開口数を向上させることができ、現在、宇宙リモートセンシング光学レンズ、リソグラフィレンズ、光学検出機器、及び撮像光学系で広く使用されている。製造中の非球面レンズの避けられない誤差、たとえばアライメント誤差や材料の不均一な冷却は、レンズの2つの湾曲した光軸の傾斜と偏心の誤差を引き起こす。傾斜誤差により、レンズが歪曲収差とコマ（コマ収差）を光学系に導入させる。偏心誤差は、追加の球面収差を導入させる。この2種類の誤差はいずれも非球面レンズの光学画質を低下させ、また、レンズの機械的特性を低下させる。

【0003】

非球面レンズの偏心検出では、パナソニック株式会社のUA3P接触式検出を主流製品とする。その検出原理は、非球面レンズの表面をシングルポイントプローブでポイントごとに走査し、各表面のすべての表面データを取得できることである。この方法は精度が高いが、長い時間がかかり、効率が低下し、同時に、測定中のレンズの固定精度が非常に高く要求され、鏡面を破壊する恐れがある。

【0004】

効率を向上させるために、さまざまな非接触式偏心検出方法も普及しており、光学イメージング及び表面干渉の検出方法が使用されてもよい。光学イメージング方法は、主に焦点式望遠鏡構造を使用してレンズの表面に一致する球面波を生成し、レンズの表面から反射した点または十字線画像は回転軸の回転に従ってイメージングカメラに描かれる円によって、レンズ表面の光軸と回転軸との偏差を判断する。この方法の測定精度は、回転軸の精度に厳密に依存し、また、点光源または十字線の寸法精度に依存する。測定精度は高くなく、通常、数秒である。表面干渉法（中国特許CN101226344B、CN102944194Bなど）は、レンズ表面の干渉縞を使用して表面傾斜を測定する。そのセンタリング測定の精度は光学イメージング法よりも高く、干渉測定によって制限されるため、横方向及び縦方向の解像度が高くない。多くの場合、領域ごとに走査干渉を行い、ステッチングの方式によって非球面の表面全体の形状と偏心誤差を取得する必要がある。測定精度は載物ステージの位置制御精度とステッチングアルゴリズムの精度に依存し、効率は非球面アパーチャーの増大とともに指数関数的に低下し、精度も大幅に低下する。さらに、干渉測定方法は、大きな偏差と大きな偏差勾配の非球面検出には困難であり、干渉測定方法はより複雑であり、オペレータに対する要件が高く、実用性が低い。

【0005】

以上から分かるように、接触式及び非接触式非球面偏心検出装置及び方法は、測定精度及び測定効率の点で両方持てない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明が解決しようとする技術的問題は、上述した従来技術における欠点に対して、波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置及びその検出方法を提供することにある。その偏心測定の精度は、他の移動や回転機構に依存せず、波面測定と瞳孔イメージングの方法に

10

20

30

40

50

より、非接触の方式で高速かつ正確な非球面レンズ偏心検出を実現することができる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した技術的問題を解決するために、本発明が用いる技術案は、波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置であって、上部光ファイバー光源、上部コリメート対物レンズ、上部光源分光器、上部ビーム収縮フロントレンズ、上部ビーム収縮リアレンズ、上部イメージング検出器、上部イメージング分光器、上部波面センサー、被測定レンズ挟持機構、下部光源分光器、下部ビーム収縮フロントレンズ、下部ビーム収縮リアレンズ、下部イメージング分光器、下部波面センサー、下部イメージング検出器、下部コリメート対物レンズ及び下部光ファイバー光源を備え、

10

前記上部光ファイバー光源から放射された光は、前記上部コリメート対物レンズによってコリメートされ、次に前記上部光源分光器を透過した後に前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズの上面に照射され、前記被測定レンズの上面の反射光は、前記上部光源分光器によって反射され、次に前記上部ビーム収縮フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記上部イメージング分光器に到達し、光は、前記上部イメージング分光器を通過した後に2つの部分に分割され、一部は、前記上部イメージング分光器によって前記上部イメージング検出器に反射され、別の部分は、前記上部イメージング分光器を透過した後に前記上部波面センサーに入り、前記上部イメージング検出器は、被測定レンズ上面の反射光によって形成された画像を収集し、この画像における可変曲率環状画像を処理することによって被測定レンズの上面の光軸中心位置を取得し、前記上部波面センサーは被測定レンズの上面の反射光の歪曲収差情報を収集し、この歪曲収差情報を処理することによって被測定レンズの上面の傾斜情報を取得し、

20

前記下部光ファイバー光源から放射された光は、前記下部コリメート対物レンズによってコリメートされ、次に前記下部光源分光器を透過した後に前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズの下面に照射され、前記被測定レンズの下面の反射光は、前記下部光源分光器によって反射され、次に前記下部ビーム収縮フロントレンズと下部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記下部イメージング分光器に到達し、光は、前記下部イメージング分光器を通過した後に2つの部分に分割され、一部は、前記下部イメージング分光器によって前記下部イメージング検出器に反射され、別の部分は、前記下部イメージング分光器を透過した後に前記下部波面センサーに入り、前記下部イメージング検出器は、被測定レンズの下面の反射光によって形成された画像を収集し、この画像における可変曲率環状画像を処理することによって被測定レンズの下面の光軸中心位置を取得し、前記下部波面センサーは被測定レンズの下面の反射光の歪曲収差情報を収集し、この歪曲収差情報を処理することによって被測定レンズ下面の傾斜情報を取得する。

30

【0008】

好ましくは、前記下部光ファイバー光源から放射された光は、前記下部コリメート対物レンズによってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは前記下部光源分光器を透過した後に前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズに照射され、前記被測定レンズを通過した後に前記上部光源分光器により反射され、次に反射光は、前記上部ビーム収縮フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記上部イメージング分光器に到達し、光の一部は、前記上部イメージング分光器によって反射された後に前記上部イメージング検出器に到達し、被測定レンズ透過像を形成し、この画像における被測定レンズの外縁画像を処理してこの被測定レンズの上面の外径中心位置を取得する。

40

【0009】

好ましくは、前記上部光ファイバー光源から放射された光は、前記上部コリメート対物レンズによってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは前記上部光源分光器を透過した後に前記被測定レンズ挟持機構上の被測定レンズに照射され、前記被測定レ

50

レンズを通過した後に前記下部光源分光器によって反射され、次に反射光は、前記下部ビーム収縮フロントレンズと下部ビーム収縮リアレンズによって順次にアパーチャマッチングを行った後に前記下部イメージング分光器に到達し、光の一部は、前記下部イメージング分光器で反射され、前記下部イメージング検出器に到達し、被測定レンズ透過像を形成し、この画像における被測定レンズの外縁画像を処理してこの被測定レンズの下面の外径中心位置を取得する。

【 0 0 1 0 】

好ましくは、光路上の前記上部イメージング検出器と上部波面センサーの位置はいずれも被測定レンズの上面と共役であり、

光路上の前記下部イメージング検出器と下部波面センサーの位置はいずれも被測定レンズの下面と共役である。

10

【 0 0 1 1 】

好ましくは、前記波面センサーは、ハルトマン波面センサーまたはせん断干渉波面センサーまたは四角錐波面センサーである。

【 0 0 1 2 】

好ましくは、取得した被測定レンズの上面の光軸中心位置情報、上面の傾斜情報、上面の外径中心位置情報、下面の光軸中心位置情報、下面の外径中心位置情報、及び下面の傾斜情報に対して総合的な処理を行うことによって、最終的に被測定レンズの上下面の面別並進偏心、上下面の面別傾斜偏心、上面の外径偏心、下面の外径偏心データを取得し、それにより、被測定レンズの偏心誤差情報に対する測定を完成する。

20

【 0 0 1 3 】

30

40

50

上述した波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置の検出方法であって、

上部光ファイバー光源、上部イメージング検出器、及び上部波面センサーを同時にオンにし、上部イメージング検出器上の画像に基づいて被測定レンズ挟持機構を調整し、被測定レンズの位置を上部イメージング検出器のイメージング中心領域に調整するステップS1と、

上部波面センサーの画像を収集し、波面画像を処理して被測定レンズの上面の傾斜量 (p_x, p_y) を取得するステップS2と、

上部イメージング検出器上の瞳孔画像 J_p を収集し、瞳孔画像を処理して被測定レンズの上面の光軸中心位置 (O_x, O_y) を取得するステップS3と、

上部光ファイバー光源をオフにし、下部光ファイバー光源をオンにし、上部イメージング検出器上の瞳孔画像 I_p を収集し、瞳孔画像 I_p に対してステップS3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの上面の外径中心位置 (d_x, d_y) を取得するステップS4と、

下部イメージング検出器と下部波面センサーをオンにし、下部波面センサーの画像を収集し、下部波面センサーの部材パラメータに基づいて、ステップS2の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の傾斜量 (p'_x, p'_y) を取得するステップS5と、

下部イメージング検出器上の瞳孔画像 J'_p を収集し、瞳孔画像 J'_p に対してステップS3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の光軸中心位置 (O'_x, O'_y) を取得するステップS6と、

下部光ファイバー光源をオフにし、上部光ファイバー光源をオンにし、下部イメージング検出器上の瞳孔画像 I'_p を収集し、瞳孔画像 I'_p に対してステップS3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の外径中心位置 (d'_x, d'_y) を取得するステップS7と、

ステップS2とステップS5で取得した被測定レンズの上下面の傾斜量に対して減算を行い、被測定レンズの上下面の面別傾斜偏心 $(\overline{p_x}, \overline{p_y}) = (p'_x, p'_y) - (p_x, p_y)$ を取得し、ステップS3とステップS6で取得した上面の光軸中心位置と下面の光軸中心位置に対して減算を行い、被測定レンズの上下面の面別並進偏心 $O = (O'_x, O'_y) - (O_x, O_y)$ を取得するステップS8と、

ステップS3とステップS4で取得した上面の光軸中心位置 (O_x, O_y) 、及び上面の外径中心位置 (d_x, d_y) に基づいて、被測定レンズの上面の外径偏心 $D = \frac{p}{K}(d_x - O_x, d_y - O_y)$ (ただし、パラメータ K は、上部ビーム収縮フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズからなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータ p は、上部イメージング検出器のピクセルサイズである)を取得するステップS9と、

ステップS6とステップS7で取得した下面の光軸中心位置 (O'_x, O'_y) 、及び下面の外径中心位置 (d'_x, d'_y) に基づいて、被測定レンズ下面の外径偏心 $D' = \frac{p'}{K'}(d'_x - O'_x, d'_y - O'_y)$ (ただし、パラメータ K' は、下部ビーム収縮フロントレンズと下部ビーム収縮リアレンズからなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータ p' は、下部イメージング検出器のピクセルサイズである)を取得するステップS10と、を含む。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、前記ステップS2は、具体的には、

上部波面センサーの波面画像を収集するステップS21と、

波面画像における最外輪の有効なサブ開口を検出し、最外輪及び最内輪のサブ開口を除去した後、残りのサブ開口を有効なサブ開口と記録し、有効なサブ開口の数を L とし、各有効なサブ開口の勾配を算出し、 (g_{xi}, g_{yi}) (ただし、 $i=1, 2, \dots, L$)と記録するステップS22と、

有効なサブ開口の平均勾配 $(g_x, g_y) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (g_{xi}, g_{yi})$ を算出するステップS23と、

被測定レンズの上面の傾斜量 $(p_x, p_y) = \frac{p}{K \cdot q} \cdot (g_x, g_y)$ (ただし、パラメータ K は、上部ビーム収縮フロントレンズと上部ビーム収縮リアレンズからなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータ p は、上部波面センサーの検出カメラのピクセルサイズであり、パラメータ q は、上部波面センサーのサブ開口のサイズである)を算出するステップS24と、を含む。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、前記ステップS3は、具体的には、

10

20

30

40

50

上部イメージング検出器上の瞳孔画像 J_p を収集するステップ S_{31} と、
 瞳孔画像 J_p に対して二値化を行い、二値化画像 J_{p2} を取得し、手動で閾値を指定し、
 または自動閾値算出方法で二値化閾値を設定するステップ S_{32} と、
 二値化画像 J_{p2} に対してエッジ抽出を行い、画像 J_{p3} を取得するステップ S_{33} と、
 画像 J_{p3} に対して円形ハフ変換を行い、円を取得し、円心を抽出して (O_x, O_y) と
 記録し、この円心は被測定レンズの上面の光軸中心位置であるステップ S_{34} と、を含む。

【0016】

好ましくは、前記ステップ S_{33} では、ソーベル (Sobel) 演算子またはラプラシアン (Laplacian) 演算子またはキャニー (Canny) 演算子を用いて二値化画像 J_{p2} に対してエッジ抽出を行う。

10

【発明の効果】

【0017】

本発明の有益な効果は以下のとおりである。

【0018】

(1) 本発明の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置は、非接触式検出であり、レンズを破壊するリスクがなく、装置において任意の運動部材がなく、システムの信頼性が高い。

【0019】

(2) 本発明は、非球面レンズの有効なアパーチャー内の様々な偏心誤差を一度に検出することができ、ステッチング検出による誤差を回避し、同時に、検出時間を大幅に低減させ、流れラインでのオンライン検査に使用できる。

20

【0020】

(3) 本発明は、波面測定技術で非球面レンズの上下面の偏心誤差の検出を実現し、測定精度がサブナノスケールに達することができる。

【0021】

(4) 本発明の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置システムは、構造がシンプルかつコンパクトで、複雑さが低く、算出分析を容易にし、さまざまな使用場合に便利で、大規模な普及適用に便利である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

30

【図1】本発明の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置の構造概略図である。

【図2】本発明の一実施例における上部波面センサーが取得した上面傾斜波面画像である。

【図3】本発明の一実施例における上部波面センサーの処理によって取得された上面傾斜量画像である。

【図4】本発明の一実施例における上部イメージング検出器が取得した上面反射瞳孔画像である。

【図5】本発明の一実施例における上面の光軸中心位置の測定結果画像である。

【図6】本発明の一実施例における上部イメージング検出器が取得した上面透過瞳孔画像である。

【図7】本発明の一実施例における上面の外径中心位置の測定結果画像である。

40

【図8】本発明の一実施例における下部波面センサーが取得した下面傾斜波面画像である。

【図9】本発明の一実施例における下面波面傾斜量画像である。

【図10】本発明の一実施例における下部波面センサーが取得した下面反射瞳孔画像である。

【図11】本発明の一実施例における下面の光軸中心位置画像である。

【図12】本発明の一実施例における下部イメージング検出器が収集した下面透過瞳孔画像である。

【図13】本発明の一実施例における下面の外径中心位置画像である。

【符号の説明】

【0023】

50

上部光ファイバー光源 1、上部コリメート対物レンズ 2、上部光源分光器 3、上部ビーム収縮フロントレンズ 4、上部ビーム収縮リアレンズ 5、上部イメージング検出器 6、上部イメージング分光器 7、上部波面センサー 8、被測定レンズ挟持機構 9、下部光源分光器 10、下部ビーム収縮フロントレンズ 11、下部ビーム収縮リアレンズ 12、下部イメージング分光器 13、下部波面センサー 14、下部イメージング検出器 15、下部コリメート対物レンズ 16、下部光ファイバー光源 17。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明は、当業者が明細書の文字を参照して実施できるように、実施例を参照しながらさらに詳細に説明される。

【0025】

本明細書に用いられる「有する」、「含む」及び「備える」などの用語は、1つまたは複数の他の素子またはその組み合わせの存在または追加を除去しないことを理解すべきである。

【0026】

図 1 に示すように、本実施例の波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置は、上部光ファイバー光源 1、上部コリメート対物レンズ 2、上部光源分光器 3、上部ビーム収縮フロントレンズ 4、上部ビーム収縮リアレンズ 5、上部イメージング検出器 6、上部イメージング分光器 7、上部波面センサー 8、被測定レンズ挟持機構 9、下部光源分光器 10、下部ビーム収縮フロントレンズ 11、下部ビーム収縮リアレンズ 12、下部イメージング分光器 13、下部波面センサー 14、下部イメージング検出器 15、下部コリメート対物レンズ 16、及び下部光ファイバー光源 17 を備える。

【0027】

前記波面センサーは、ハルトマン波面センサーまたはせん断干渉波面センサーまたは四角錐波面センサーであり、好ましくは、本実施例において、ハルトマン波面センサーを用いる。

【0028】

上部光ファイバー光源 1 から放射された光は、上部コリメート対物レンズ 2 によってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは上部光源分光器 3 を透過した後に被測定レンズ挟持機構 9 に到達し、被測定レンズ挟持機構 9 に挟持された被測定レンズの上面は、入射した平行光を反射し、反射光は、上部光源分光器 3 によって反射された後に上部ビーム収縮フロントレンズ 4 と上部ビーム収縮リアレンズ 5 によってアパーチャーマッチングを行った後、上部イメージング分光器 7 に到達する。光は、上部イメージング分光器 7 を通過した後に 2 つの部分に分割され、反射光は、上部イメージング検出器 6 に入り、透過光は、上部波面センサー 8 に入る。光路上の上部イメージング検出器 6 と上部波面センサー 8 の位置はいずれも被測定レンズの上面と共役である。上部イメージング検出器 6 は、被測定レンズの上面の反射光によって形成された画像を収集し、この画像における可変曲率環状画像を処理することによって被測定レンズの上面の光軸中心位置を取得し、上部波面センサー 8 は、被測定レンズの上面の反射光の歪曲収差情報を収集し、この歪曲収差情報を処理することによって被測定レンズの上面の傾斜情報を取得する。

【0029】

下部光ファイバー光源 17 から放射された光は、下部コリメート対物レンズ 16 によってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは下部光源分光器 10 を透過した後に被測定レンズ挟持機構 9 に到達し、被測定レンズ挟持機構 9 に挟持された被測定レンズを通過した後に上部光源分光器 3 によって反射され、反射光は、上部光源分光器 3 によって反射された後に上部ビーム収縮フロントレンズ 4 と上部ビーム収縮リアレンズ 5 によってアパーチャーマッチングを行った後、イメージング分光器 7 に到達する。イメージング分光器 7 によって反射された光の一部は、上部イメージング検出器 6 により検出され、被測定レンズ透過像を形成し、この画像における被測定レンズの外縁画像を処理することによってこの被測定レンズの上面の外径中心位置を取得する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

下部光ファイバー光源 17 から放射された光は、下部コリメート対物レンズ 16 によってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは下部光源分光器 10 を透過した後に被測定レンズ挟持機構 9 に到達し、被測定レンズ挟持機構 9 に挟持された被測定レンズの下面は入射した平行光を反射し、反射光は、下部光源分光器 10 によって反射された後に下部ビーム収縮フロントレンズ 11 と下部ビーム収縮リアレンズ 12 によってアパーチャマッチングを行った後、下部イメージング分光器 13 に到達する。光は、下部イメージング分光器 13 を通過した後に 2 つの部分に分割され、反射光は、下部イメージング検出器 15 に入り、透過光は、下部波面センサー 14 に入り、光路上の下部イメージング検出器 15 と下部波面センサー 14 の位置はいずれも被測定レンズの下面と共役である。下部イメージング検出器 15 は、被測定レンズの下面の反射光によって形成された画像を収集し、この画像における可変曲率環状画像を処理することによって被測定レンズの下面の光軸中心位置を取得し、下部波面センサー 14 は被測定レンズの下面の反射光の歪曲収差情報を収集し、この歪曲収差情報を処理することによって被測定レンズの下面の傾斜情報を取得する。

10

【 0 0 3 1 】

上部光ファイバー光源 1 から放射された光は、上部コリメート対物レンズ 2 によってコリメートされた後に平行ビームを形成し、平行ビームは上部光源分光器 3 を透過した後に被測定レンズ挟持機構 9 に到達し、被測定レンズ挟持機構 9 に挟持された被測定レンズを通過した後に下部光源分光器 10 によって反射され、反射光は、下部光源分光器 10 によって反射された後に下部ビーム収縮フロントレンズ 11 と下部ビーム収縮リアレンズ 12 によってアパーチャマッチングを行った後、下部イメージング分光器 13 に到達する。下部イメージング分光器 13 によって反射された光の一部は、下部イメージング検出器 15 により検出され、被測定レンズ透過像を形成し、この画像における被測定レンズの外縁画像を処理することによってこの被測定レンズの下面の外径中心位置を取得する。

20

【 0 0 3 2 】

以上に取得した被測定レンズの上面の光軸中心位置情報、上面の傾斜情報、上面の外径中心位置情報、下面の光軸中心位置情報、下面の傾斜情報及び下面の外径中心位置情報をまとめ、最終的に処理によって被測定レンズの上下面の面別並進偏心、上下面の面別傾斜偏心、上面の外径偏心、下面の外径偏心データを取得することができ、それにより、被測定レンズの偏心誤差情報に対する測定を完成する。

30

【 0 0 3 3 】

40

50

本実施例は、波面技術に基づく非球面レンズ偏心検出装置の検出方法をさらに提供し、それは、
上部光ファイバー光源1、上部イメージング検出器6、及び上部波面センサー8を同時にオンにし、上部イメージング検出器6上の画像に基づいて被測定レンズ挟持機構9を調整し、被測定レンズの位置を上部イメージング検出器6のイメージング中心領域に調整するステップS1と、

上部波面センサー8の画像を収集し、波面画像を処理して被測定レンズの上面の傾斜量 (p_x, p_y) を取得するステップS2と、

上部イメージング検出器6上の瞳孔画像 J_p を収集し、瞳孔画像を処理して被測定レンズの上面の光軸中心位置 (O_x, O_y) を取得するステップS3と、

上部光ファイバー光源1をオフにし、下部光ファイバー光源17をオンにし、上部イメージング検出器6上の瞳孔画像 I_p を収集し、瞳孔画像 I_p に対してステップS3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの上面の外径中心位置 (d_x, d_y) を取得するステップS4と、

下部イメージング検出器15と下部波面センサー14をオンにし、下部波面センサー14の画像を収集し、下部波面センサーの部材パラメータに基づいて、ステップS2の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の傾斜量 (p'_x, p'_y) を取得するステップS5と、

下部イメージング検出器15上の瞳孔画像 $J_{p'}$ を収集し、瞳孔画像 $J_{p'}$ に対してステップS3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の光軸中心位置 (O'_x, O'_y) を取得するステップS6と、

下部光ファイバー光源17をオフにし、上部光ファイバー光源1をオンにし、下部イメージング検出器15上の瞳孔画像 $I'_{p'}$ を収集し、瞳孔画像 $I'_{p'}$ に対してステップS3の方法で算出処理を行い、被測定レンズの下面の外径中心位置 (d'_x, d'_y) を取得するステップS7と、

ステップS2とステップS5で取得した被測定レンズの上、下面の傾斜量に対して減算を行い、被測定レンズの面別傾斜偏心 $(\overline{p_x}, \overline{p_y}) = (p'_x, p'_y) - (p_x, p_y)$ を取得し、ステップS3とステップS6で取得した上面の光軸中心位置と下面の光軸中心位置に対して減算を行い、被測定レンズの面別並進偏心 $O = (O'_x, O'_y) - (O_x, O_y)$ を取得するステップS8と、

ステップS3とステップS4で取得した上面の光軸中心位置 (O_x, O_y) 、及び上面の外径中心位置 (d_x, d_y) に基づいて、被測定レンズの上面の外径偏心 $D = \frac{p}{K}(d_x - O_x, d_y - O_y)$ (ただし、パラメータKは、上部ビーム収縮フロントレンズ4と上部ビーム収縮リアレンズ5からなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータpは、上部イメージング検出器6のピクセルサイズである)を取得するステップS9と、

ステップS6とステップS7で取得した下面の光軸中心位置 (O'_x, O'_y) 、及び下面の外径中心位置 (d'_x, d'_y) に基づいて、被測定レンズの下面の外径偏心 $D' = \frac{p'}{K'}(d'_x - O'_x, d'_y - O'_y)$

(ただし、パラメータK'は、下部ビーム収縮フロントレンズ11と下部ビーム収縮リアレンズ12からなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータp'は、下部イメージング検出器15のピクセルサイズである)を取得するステップS10と、を含む。

【0034】

ステップS2は、具体的には、

上部波面センサー8の波面画像を収集するステップS21と、

波面画像における最外輪の有効なサブ開口を検出し、最外輪及び最内輪のサブ開口を除去した後、残りのサブ開口を有効なサブ開口と記録し、有効なサブ開口の数をLとし、各有効なサブ開口の勾配を算出し、 (g_{xi}, g_{yi}) (ただし、 $i=1, 2, \dots, L$)と記録するステップS22と、

有効なサブ開口の平均勾配 $(g_x, g_y) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (g_{xi}, g_{yi})$ を算出するステップS23と、

被測定レンズの上面の傾斜量 $(p_x, p_y) = \frac{p}{K \cdot q} \cdot (g_x, g_y)$ (ただし、パラメータKは、上部ビーム収縮フロントレンズ4と上部ビーム収縮リアレンズ5からなるビーム収縮拡大光学系の拡大倍率であり、パラメータpは、上部波面センサー8の検出カメラのピクセルサイズであり、パラメータqは、上部波面センサー8のサブ開口のサイズである)を算出するステップS24と、をさらに含む。

【0035】

ステップS3は、具体的には、

10

20

30

40

50

上部イメージング検出器 6 上の瞳孔画像 J_p を収集するステップ S 3 1 と、
 瞳孔画像 J_p に対して二値化を行い、二値化画像 J_{p2} を取得し、手動で閾値を指定し、
 または自動閾値算出方法で二値化閾値を設定するステップ S 3 2 と、
 二値化画像 J_{p2} に対してエッジ抽出を行い、画像 J_{p3} を取得し、ソーベル (Sobel) 演算子、
 ラプラシアン (Laplacian) 演算子、キャニー (Canny) 演算子などの方法を用いてもよいステップ S 3 3 と、
 画像 J_{p3} に対して円形ハフ変換を行い、円を取得し、円心を抽出して (O_x, O_y) と
 記録し、この円心は被測定レンズの上面の光軸中心位置であるステップ S 3 4 と、をさら
 に含む。

【0036】

さらには、一実施例において、検出の結果は以下のとおりである。ステップ S 2 において
 上部波面センサー 8 が取得した上面傾斜波面画像が図 2 に示すとおりであり、図 3 を参照
 し、上部波面センサー 8 の処理によって取得された上面の傾斜量は $(0.0019 \text{ mm}, 0.0065 \text{ mm})$ であり、
 全体的な傾斜量は 0.0068 mm である。

【0037】

図 4 は、ステップ S 3 において上部イメージング検出器 6 が取得した上面反射瞳孔画像 J_p
 であり、図 5 を参照し、上面の光軸中心位置の測定結果として、光軸中心位置の座標は
 $(4.8767 \text{ mm}, 2.6132 \text{ mm})$ であり、半径は 0.9012 mm である。

【0038】

図 6 は、ステップ S 4 において上部イメージング検出器 6 が取得した上面透過瞳孔画像 I_p
 であり、図 7 を参照し、上面の外径中心位置の測定結果として、外径中心位置の座標は
 $(4.8748 \text{ mm}, 2.6197 \text{ mm})$ であり、半径は 2.4651 mm である。

【0039】

ステップ S 9 において、上面の外径偏心率は $(-0.755 \text{ 度}, -2.016 \text{ 度})$ である。

【0040】

図 8 は、ステップ S 5 において下部波面センサー 1 4 が取得した下面傾斜波面画像であり、
 図 9 を参照し、処理によって得られた結果として、下面の波面傾斜量は $(0.0101 \text{ mm}, 0.0053 \text{ mm})$
 であり、下面の全体的な傾斜量は 0.0114 mm である。

【0041】

図 10 は、ステップ S 6 において下部波面センサー 1 4 が取得した下面反射瞳孔画像 $J_{p'}$
 であり、図 11 を参照し、下面の光軸中心位置座標は $(4.5304 \text{ mm}, 3.3342 \text{ mm})$
 であり、半径は 1.5171 mm である。

【0042】

図 12 は、ステップ S 7 において下部イメージング検出器 1 5 が収集した下面透過瞳孔画
 像 $I_{p'}$ であり、図 13 を参照し、下面の外径中心位置は $(4.5203 \text{ mm}, 3.3395 \text{ mm})$
 であり、半径は 2.4675 mm である。

【0043】

ステップ S 10 において下面の外径偏心率は $(1.73 \text{ 度}, -3.924 \text{ 度})$ である。

【0044】

ステップ S 8 において、上下面の面別傾斜偏心率は $(0.0082 \text{ mm}, 0.0118 \text{ mm})$
) であり、全体的な偏心率は 0.144 mm であり、上下面の面別並進偏心率は $(-0.344 \text{ mm}, 0.7145 \text{ mm})$
) である。

【0045】

本発明の実施手段を上記のように開示したが、明細書及び実施形態に列挙された用途に
 限定されず、本発明に適した様々な分野に完全に適用可能であり、当業者であれば、別の修
 正を容易に実現することが可能であり、従って、本発明は、特許請求の範囲及び同等範囲
 によって定義される一般的な概念から脱逸することなく、特定の詳細に限定されない。

10

20

30

40

50

【 图面 】

【 图 1 】

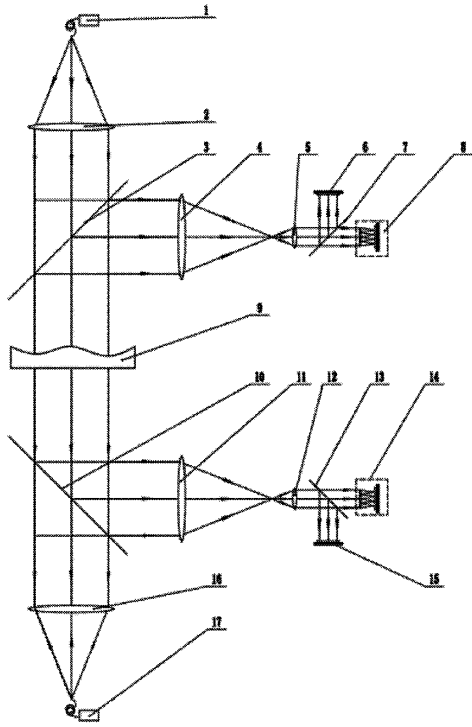


图1

【 图 2 】

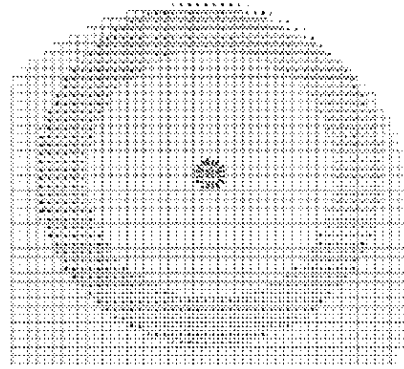


图 2

10

20

【 图 3 】

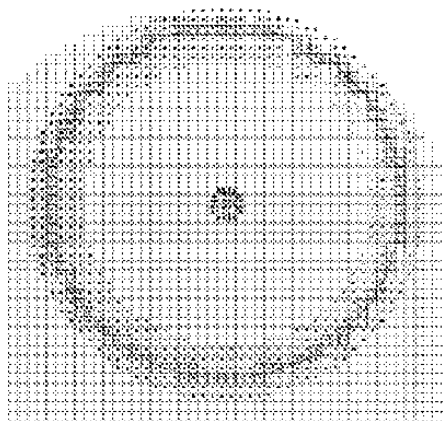


图 3

【 图 4 】

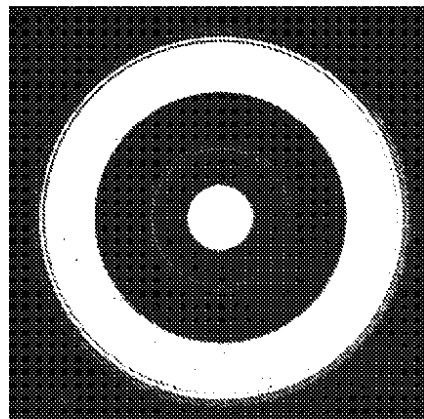


图 4

30

40

50

【图 5】

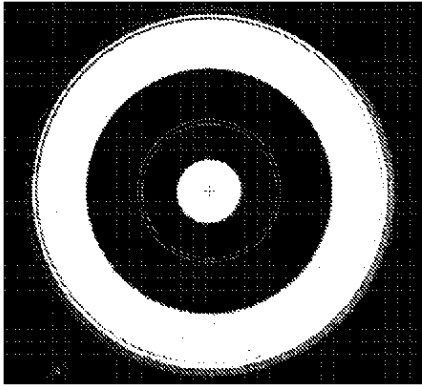


图 5

【图 6】

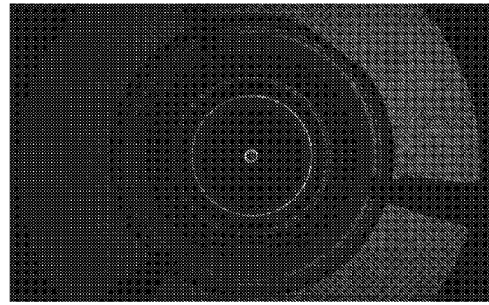


图 6

10

【图 7】

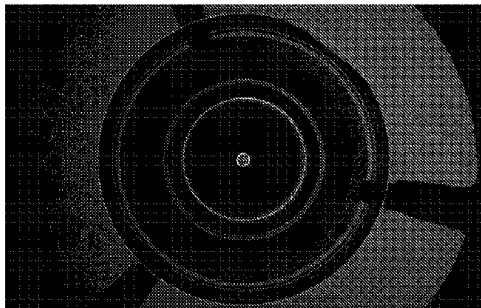


图 7

【图 8】

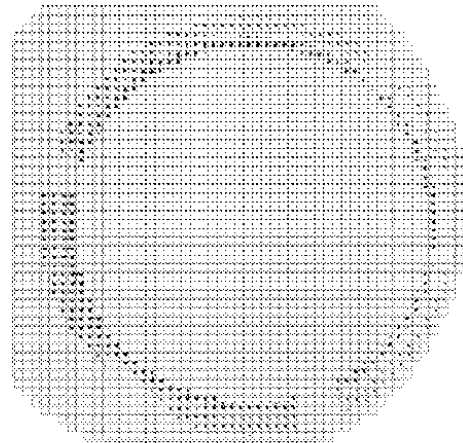


图 8

20

30

40

50

【图 9】

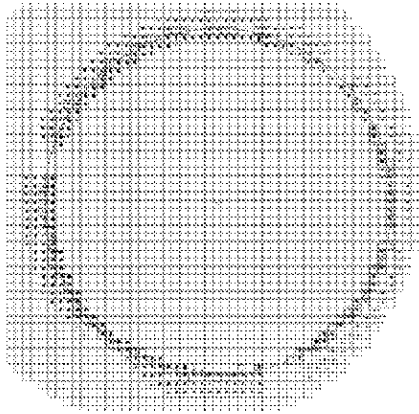


图 9

【图 10】

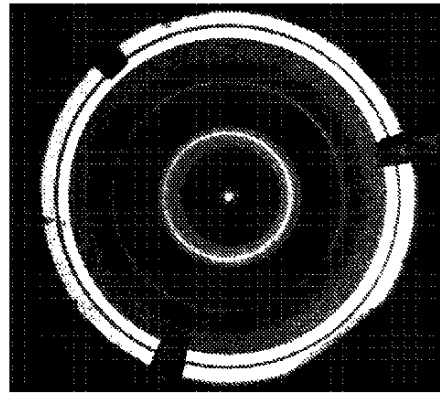


图 10

10

【图 11】

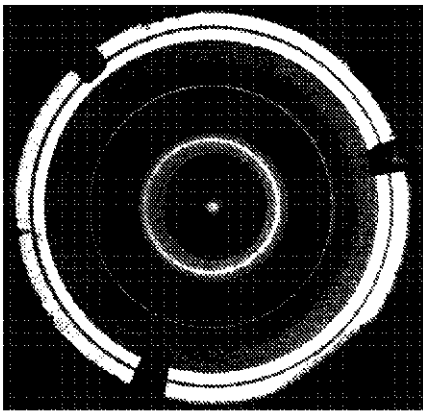


图 11

【图 12】

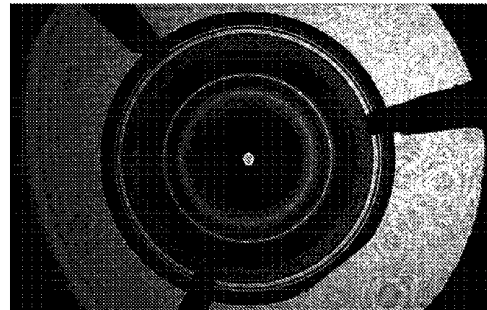


图 12

20

30

40

50

【 13 】

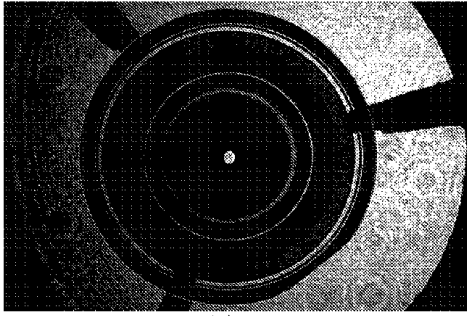


图 13

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 史 国華
中国、2 1 5 1 6 3 江蘇省蘇州市高新区科靈路8 8号
- (72)発明者 何 益
中国、6 1 0 0 4 1 四川省成都市武侯区人民南路四段9号
- (72)発明者 高 峰
中国、3 3 6 0 0 0 江西省宜春市袁州区生柏木郷酌江村門楼組1 5号
- (72)発明者 しん 利娜
中国、1 3 0 0 3 3 吉林省長春市南関区東南湖大路1 6号
- (72)発明者 張 欣
中国、2 1 5 1 6 3 江蘇省蘇州市虎丘区科靈路8 8号
- (72)発明者 孔 文
中国、2 7 7 5 0 0 山東省滕州市北辛 ばん 事処幸福北区3号楼1单元4 0 2室
- 審査官 平田 佳規
- (56)参考文献 特開2 0 1 1 - 1 9 6 9 5 4 (J P , A)
特開2 0 0 8 - 0 9 6 2 3 3 (J P , A)
特開2 0 1 4 - 1 1 5 0 7 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B名)
- G 0 1 M 1 1 / 0 0 - 1 1 / 0 2
G 0 1 J 1 / 0 0
G 0 1 J 9 / 0 0 - 9 / 0 4
G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0
G 0 1 N 2 1 / 4 1 - 2 1 / 4 5
G 0 1 N 2 1 / 8 4 - 2 1 / 9 5 8
G 0 2 B 7 / 0 0 - 7 / 1 6
G 0 2 C 1 3 / 0 0