

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 9 月 23 日(23.09.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/106758 A1

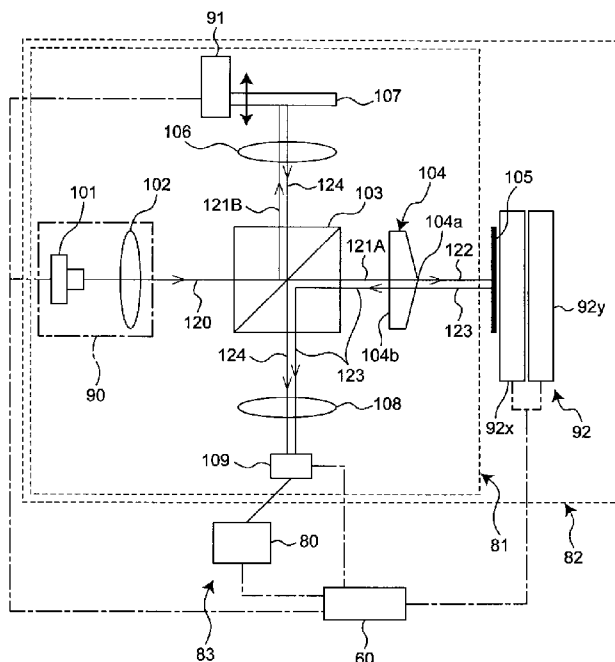
PCT

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01) *G01B 9/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001643
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 9 日(09.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-067183 2009 年 3 月 19 日(19.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 濱野誠司 (HAMANO, Seiji). 太田禎章 (OTA, Sadafumi). 菅田文雄 (SUGATA, Fumio). 菊池義弘 (KIKUCHI, Yoshihiro).
- (74) 代理人: 田中光雄, 外(TANAKA, Mitsuo et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番 7 号 I M P ビル青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SHAPE MEASUREMENT DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 形状測定装置及び方法

[図1]



(57) Abstract: Light emitted from a light source (90) is converted to parallel light rays and is branched into two branches, one of which is converted to light (a beam) wherein the energy density on an optical axis is maximized over a distance by means of a conic lens (104), and is irradiated onto the surface of an object to be measured (105), while the other of which is irradiated onto a reference mirror (107). By detecting the backscatter light of the light (the beam) irradiated onto the surface of the object to be measured and the interfering light of the light reflected from the reference mirror, the shape of the object to be measured is measured.

(57) 要約: 光源 (90) から出射した光を平行光にし、その平行光を2つに分岐し、分岐した光の1つを円錐レンズ (104) により距離に亘って光軸上のエネルギー密度が極大になる光 (ビーム) に変え被測定物 (105) の表面に照射し、分岐した光のもう1つは参照ミラー (107) に照射し、被測定物の表面に照射した光 (ビーム) の後方散乱光と、参照ミラーからの反射光の干渉光を検出することで被測定物の形状を測定する。

明 細 書

発明の名称：形状測定装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、工業製品などの測定対象物に対して、従来よりも焦点深度が例えば一桁又は二桁大きい大深度且つ例えばサブミクロン以下の高分解能な測定が可能な形状測定装置及び方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、干渉光を検出して形状を測定する方法としてマイケルソン干渉による装置がある。これは、光源からの光を平行光にし、この平行光をビームスプリッタで2つに分岐し、分岐した一方の光を対物レンズを介して被測定物に照射し、分岐したもう一方の光を移動機構を備えた参照ミラーに照射し、被測定物からの後方散乱光と、参照ミラーからの反射光を、結像レンズを介して焦点面に置かれた光の検出器に結像させる装置である。被測定物からの後方散乱光と、参照ミラーからの反射光は、同一光源からのもので可干渉であるため、移動機構を備えた参照ミラーを移動させて光路差を相対変化させると、光の検出器からは干渉信号が得られ、その干渉信号から被測定物の形状測定ができる（例えば、特許文献1参照。）。

[0003] 従来の構成を図6に示す。

図6において、201は光を出射する発光素子、202は発光素子201から出射された光を平行光にするコリメータレンズである。また、203は、コリメータレンズ202からの平行光を被測定物側と参照ミラー側に分岐するためのビームスプリッタである。204は、ビームスプリッタ203で分岐された平行光の1つを205の被測定物に照射するための対物レンズである。206、207は、ビームスプリッタ203で分岐された平行光のもう一つを集光するレンズと、参照用の反射ミラーとである。208、209は被測定物205からの反射光、又は散乱光と、参照用の反射ミラー207からの2つの光の干渉光を集光するレンズと、検出する素子である検出器と

である。

- [0004] 従来は、マイケルソン干渉において、対物レンズ304に球面又は被球面の1枚又は複数枚のレンズを用いていた。対物レンズ304の光は、図7に示すように、光学的に対物レンズ304の開口数NAと発光素子から出射される光の波長 λ とによって定まる焦点深度 λ/NA^2 及び光の径 $1.22 \times \lambda/NA$ を持つ。従って、対物レンズ304の焦点位置から離れるに伴って光の径は大きくなり、測定装置の分解能が低下した。例えば、光源に光（ビーム）波長 $\lambda = 633 \text{ nm}$ のHeNeレーザ、対物レンズ304に開口数 $NA = 0.1$ を用いた場合、焦点深度は $63 \mu\text{m}$ 、光（ビーム）径は $7.7 \mu\text{m}$ になる。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開平6-341809号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、従来のマイケルソン干渉による装置では、対物レンズ304に球面又は非球面の1枚又は複数枚のレンズを用いており、対物レンズ304の開口数NAにより、測定の深度と測定の分解能が決まっている。具体的には、測定の深度を大きくするには対物レンズ304の開口数NAを小さくする必要があるが、開口数NAが小さくなると測定の分解能が悪くなる。反対に、測定の分解能を高くするには、対物レンズ304の開口数NAを大きくする必要があるが、開口数NAを大きくすると測定の深度が浅くなる。このように、対物レンズ304に球面又は非球面の1枚又は複数枚のレンズを用いた場合、マイケルソン干渉による装置では、測定の大深度と測定の高分解能が、相反する関係になり、双方を両立することができない。
- [0007] 従って、本発明の目的は、上記問題を解決することによって、測定の大深度と測定の高分解能の双方を両立することができる形状測定装置及び方法を

提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明は以下のように構成する。

本発明の第1態様によれば、平行光を出射する光源と、前記光源から出射した平行光を2つの光に分岐するビームスプリッタと、前記ビームスプリッタで分岐した前記2つの光のうちの1つの光が透過し、この透過する光を、下記数式を満たす距離 ρ に亘って光軸上のエネルギー密度が極大になる光に変えて、被測定物の表面に照射すると共に、前記被測定物の前記表面からの反射光又は後方散乱光が透過する円錐レンズと、前記ビームスプリッタで分岐した前記2つの光のうちのもう一方の光を反射する参照ミラーと、前記被測定物の前記表面に照射しかつ前記円錐レンズを透過した前記反射光又は後方散乱光と、前記参照ミラーからの反射光との干渉光を検出する検出器と、前記検出器で検出された前記干渉光を基に前記被測定物の前記表面の形状を測定する形状測定部と、を備えていることを特徴とする形状測定装置。

$$\rho < D / \{ 2 \tan(\beta) \}$$

$$\text{ただし、} \beta / 2 = \sin^{-1} \{ n \sin(\pi / 2 - \alpha / 2) \} - \pi / 2 + \alpha / 2$$

D：前記円錐レンズの有効径

α ：前記円錐レンズの円錐形状の頂角

ρ ：前記円錐レンズの頂点から前記被測定物までの前記光の光軸に沿った距離

n：前記円錐レンズの屈折率

[0009] 本発明の第2態様によれば、前記ビームスプリッタと前記円錐レンズとの間に配置され、前記円錐レンズの頂部に対応する領域を遮蔽する光学フィルタをさらに備える第1態様に記載の形状測定装置を提供する。

[0010] 本発明の第3態様によれば、前記ビームスプリッタと前記円錐レンズとの間に配置され、遮蔽部と前記遮蔽部の外周に配置されたドーナツ状の透過部とを有するシャッターを複数個さらに備え、前記複数個のシャッターの前記

遮蔽部は前記円錐レンズの頂部に対応する領域を遮蔽し、前記複数個のシャッターの前記透過部のそれぞれの位置は互いに異なる位置に配置され、前記形状測定部は、前記複数個のシャッターを選択的に使用して、複数の前記被測定物の表面それぞれに対して前記円錐レンズからの前記光を選択的に照射して前記形状測定を行う測定部である第 1 態様に記載の形状測定装置を提供する。

[0011] 本発明の第 4 態様によれば、前記円錐レンズから前記被測定物に入射する前記光の光軸方向と直交する方向に前記被測定物を移動させて、前記被測定物の前記表面の形状を測定する被測定物移動装置をさらに備える、第 1 ～ 3 のいずれか 1 つの態様に記載の形状測定装置を提供する。

[0012] 本発明の第 5 態様によれば、光源から出射された平行光を 2 つの光に分岐させ、分岐された前記 2 つの光のうちの 1 つの光を、円錐レンズにより下記数式を満たす距離 ρ に亘って光軸上のエネルギー密度が極大になる光に変えて、被測定物の表面に照射させ、分岐した前記 2 つの光のうちのもう一方の光を参照ミラーで反射させ、前記被測定物の前記表面で反射し且つ前記円錐レンズを透過した反射光又は後方散乱光と、前記参照ミラーからの反射光との干渉光を検出し、検出された前記干渉光を基に前記被測定物の前記表面の形状を測定することを特徴とする形状測定方法。

$$\rho < D / \{ 2 \tan(\beta) \}$$

$$\text{ただし、} \beta / 2 = \sin^{-1} \{ n \sin(\pi / 2 - \alpha / 2) \} - \pi / 2 + \alpha / 2$$

D : 前記円錐レンズの有効径

α : 前記円錐レンズの円錐形状の頂角

ρ : 前記円錐レンズの頂点から前記被測定物までの前記光の光軸に沿った距離

n : 前記円錐レンズの屈折率

[0013] 本発明の第 6 態様によれば、ビームスプリッタで分岐した前記 2 つの光のうちの前記 1 つの光が前記円錐レンズを透過する時、前記ビームスプリッタ

と前記円錐レンズとの間に配置されたシャッターの前記円錐レンズの頂部に対応する領域の外周に配置されたドーナツ状の透過部を透過した前記1つの光が前記被測定物の第1表面で反射した第1反射光に基づいて、前記被測定物の第1表面の形状測定を行った後、前記ビームスプリッタで分岐した前記2つの光のうちの前記1つの光が前記円錐レンズを透過する時、前記シャッターとは異なる位置に透過部を有する別のシャッターを前記ビームスプリッタと前記円錐レンズとの間に配置し、前記別のシャッターの前記円錐レンズの頂部に対応する領域の外周に配置された前記別のシャッターのドーナツ状の透過部を透過した前記1つの光が前記被測定物の第2表面で反射した第2反射光に基づいて、前記被測定物の前記第1表面とは異なる前記第2表面の形状測定を行う、第5態様に記載の形状測定方法を提供する。

[0014] 本発明の第7態様によれば、前記円錐レンズから前記被測定物に入射する前記光の光軸方向と直交する方向に前記被測定物を被測定物移動装置により移動させて、前記被測定物の前記表面の形状を測定する、第5又は6の態様に記載の形状測定方法を提供する。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、従来よりも大深度（例えば、従来よりも一桁又は二桁大きい焦点深度を持ち）且つ高分解能な（例えばサブミクロン以下の分解能を持つ）測定が可能な形状測定をすることができる。

図面の簡単な説明

[0016] 本発明のこれらと他の目的と特徴は、添付された図面についての好ましい実施形態に関連した次の記述から明らかになる。この図面においては、

[図1] 図1は、本発明の第1実施形態における形状測定装置の基本構成の図であり、

[図2] 図2は、前記第1実施形態における前記形状測定装置の円錐レンズの動作を説明する図であり、

[図3] 図3は、距離 ρ と光エネルギー密度 I とを、本発明の第1実施形態の円錐レンズの場合と従来の対物レンズの場合とで比較するグラフであり、

[図4A]図4 Aは、本発明の第2実施形態における形状測定装置の光学フィルタの動作を説明する断面図であり、

[図4B]図4 Bは、本発明の第2実施形態における形状測定装置の光学フィルタの平面図であり、

[図5A]図5 Aは、前記第1実施形態に係る形状測定装置の1つの具体的な構成例を示す図であり、

[図5B]図5 Bは、前記第1実施形態に係る形状測定装置を使用して、複数のレンズの表裏面の形状を検査する場合の説明図であり、

[図5C]図5 Cは、本発明の第3実施形態にかかる形状測定装置の一部の構成を示す説明図であり、

[図5D]図5 Dは、前記第3実施形態にかかる形状測定装置の一部の構成を示す説明図であり、

[図5E]図5 Eは、前記第3実施形態にかかる形状測定装置の一部の構成を示す説明図であり、

[図5F]図5 Fは、前記第3実施形態にかかる形状測定装置の一部の構成を示す説明図であり、

[図5G]図5 Gは、前記第3実施形態にかかる形状測定装置の一部の構成を示す説明図であり、

[図5H]図5 Hは、前記第3実施形態に係る形状測定装置を使用して形状測定動作を行なうときの手順を示すフローチャートであり、

[図5I]図5 Iは、前記第3実施形態に係る形状測定装置を使用して形状測定動作を行なうときの被検レンズの説明図であり、

[図6]図6は、従来の形状測定装置の構成の図であり、

[図7]図7は、従来の形状測定装置の問題点を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

[0018] (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る形状測定装置83の基本構成を示し

ている。

図 1 において、101 は光を出射する発光素子、102 は発光素子 101 から出射された光を平行光 120 にするコリメータレンズであり、発光素子 101 とコリメータレンズ 102 とで平行光光源 90 を構成している。また、103 は、コリメータレンズ 102 からの平行光 120 を被測定物側と参照ミラー側との 2 つに分岐するためのビームスプリッタである。104 は、ビームスプリッタ 103 で被測定物側に分岐された平行光の 1 つである第 1 平行光 121 A を被測定物 105 に照射するための、被測定物 105 と対向する出射側（被測定物 105 側）が円錐形状となった円錐レンズである。すなわち、ここで言う円錐レンズ 104 とは、少なくとも、出射側の形状が円錐形状となったレンズを意味する。円錐レンズ 104 の第 1 平行光 121 A に対する入射側（ビームスプリッタ 103 側）は、平面又は湾曲面でもよい。

[0019] 106 は、ビームスプリッタ 103 で分岐されたもう一つの平行光である第 2 平行光 121 B を集光するレンズであり、107 は、この第 2 平行光 121 B を反射する参照用の反射ミラーである。参照用の反射ミラー 107 は、参照平面駆動部の一例としての反射ミラー移動装置 91 により第 2 平行光 121 B の光軸方向に進退移動可能となっている。受光部 109 で受光される光の干渉具合を調整するために、この反射ミラー移動装置 91 により、参照平面として機能する参照用の反射ミラー 107 を図 1 の上下方向に駆動させることができる。108 は、工業製品などの被測定物 105 からの反射光又は散乱光 123 と、参照用の反射ミラー 107 からの反射光 124 との 2 つの光 123, 124 の干渉光を集光するレンズである。109 は、集光された干渉光を検出する素子である検出器（例えば、フォトディテクター）である。

[0020] 被測定物 105 を除く前述の構成要素により、形状検査装置 82 を構成している。また、形状検査装置 82 から可動ステージを除いた部分は、形状検査部 81 である。この形状検査部 81 が被測定物 105 に対して相対的に移

動することにより、被測定物 105 の測定すべき面を検査することができる。

[0021] さらに、検出器 109 で検出された干渉光を基に被測定物 105 の表面の形状を測定する形状測定部 80 を検出器 109 に接続して配置して、全体として、形状測定装置 83 を構成している。形状測定部 80 は、検出器 109 で検出された干渉光を基に、被測定物 105 の表面の形状を測定することができる、公知のソフトウェアなどで構成すればよい。なお、形状測定部 80 の一例としては、図 5A にも示すように、分光器 80A と、A/D 変換器 80B と、パーソナルコンピュータ 80C とで構成し、検出器 109 で検出された干渉光を分光器 80A で分光して必要な光のみを取り出す。分光器 80A で取り出された光に含まれるアナログ情報を A/D 変換器 80B でデジタル情報に変換したのち、パーソナルコンピュータ 80C に内蔵された公知のソフトウェアなどで形状情報を得るようにすればよい。

[0022] 発光素子 101 と、コリメータレンズ 102 と、ビームスプリッタ 103 と、円錐レンズ 104 と、被測定物 105 とは同一光軸上に配置されている。レンズ 106 と参照用の反射ミラー 107 とは、レンズ 108 と検出器 109 とに対して、発光素子 101 の光軸とは直交する方向沿いで且つビームスプリッタ 103 を挟んで同軸上に配置されている。

[0023] 発光素子 101 の例としては、HeNe レーザ又は半導体レーザなどがある。被測定物 105 は、被測定物 105 が保持される X 軸ステージ 92x と X 軸ステージ 92x を移動可能に支持する Y 軸ステージ 92y とで構成される被測定物移動装置の一例としての可動ステージ 92 で、XY 方向にそれぞれ移動されるようにしている。X 軸ステージ 92x は、X 軸方向（図 1 の紙面を貫通する方向）に被測定物 105 を駆動させる機構である。Y 軸ステージ 92y は、X 軸方向とは直交する Y 軸方向（図 1 の上下方向）に被測定物 105 を駆動させる機構である。この第 1 実施形態にかかる形状測定装置 83 の形状検査装置 82 では、X 軸ステージ 92x と Y 軸ステージ 92y とを用いて、X 軸ステージ 92x 上の載置部（図示せず）に載置された被測定物

105を、形状検査部81に対して相対的に移動させることで、被測定物105の測定すべき面の全面を検査できるようにしている。

[0024] なお、図1Aでは、理解しやすくするため、光軸沿いに進む光の往路と復路とを互いに少し位置をずらせて示すようにしている。

[0025] 以下、前述のように構成した第1実施形態に係る形状測定装置の動作を、円錐レンズ104の構造と共に、より詳細に説明する。

[0026] 発光素子101から出射した光は、コリメートレンズ102により平行光120になる。

[0027] この平行光120は、ビームスプリッタ103により2つの平行光121A、121Bに分岐する。ビームスプリッタ103からの第1平行光121Aは、図2に示すように、頂角 α [°] の円錐形状を有する屈折率 n の円錐レンズ104の平らな底面104bに入射する。

[0028] 円錐レンズ104に入射した第1平行光121Aは、図2に示すように、以下の式(2)で表した光軸とのなす角($\beta/2$) [°] を持って屈折する。

[0029] [数1]

$$\beta/2 = \sin^{-1} \{ n \sin (\pi/2 - \alpha/2) \} - \pi/2 + \alpha/2 \quad \dots \quad (2)$$

コリメータレンズ102から出射してビームスプリッタ103を介して円錐レンズ104に入射する第1平行光121Aの光エネルギー密度を i とし、円錐レンズ104の頂点104aから任意の点(例えば、被測定物)89までの第1平行光121Aの光軸に沿った距離を ρ [mm] (ただし、 $0 < \rho$)、且つ第1平行光121Aの光軸と円錐レンズ104の光軸と距離を r [mm] (ただし、 $0 \leq r \leq (D/2)$) とすると、頂点104aから任意の点(例えば、被測定物)89までの距離 ρ 、第1平行光121Aの光軸と円錐レンズ104の光軸との距離 r の点89における光エネルギー密度 $I(\rho, r)$ は、以下の式(3)のようになる。

[0030] [数2]

$$I(\rho, r) = 2i \times \frac{\tan^2(\alpha/2) \tan(\beta)}{\{\tan(\alpha/2) - \tan(\beta)\}^2} \times \frac{\rho}{r} \quad \dots \quad (3)$$

)

式(3)のように、ビームプロファイルは $1/r$ の曲線となり、光エネルギー密度 I は光軸上で極大となる。このような光エネルギー密度 I が高い距離 ρ の点 89 は、円錐レンズ 104 の有効径を D [mm] とすると、式(4)のように表せる。

[0031] [数3]

$$\rho < D / \{2 \tan(\beta)\} \quad \dots \quad (4)$$

)

また、光エネルギー密度 I が高い距離 ρ の点 89 での光(ビーム)スポットの直径を ϕ [μm] とすると、式(5)のように表せる。 λ [nm] は光源から出射される光(ビーム)の波長である。

[0032] [数4]

$$\phi = (2 \times 2.4048 \lambda) / (2 \pi \sin \beta) \quad \dots \quad (5)$$

)

円錐レンズ 104 は、前記したような式が成立するような形状で構成する。

[0033] このような円錐レンズ 104 を透過した光(ビーム) 122 が被測定物 105 の表面に照射される。光(ビーム) 122 が被測定物 105 の表面に照射されたのち、被測定物 105 の表面からの反射光又は被測定物 105 の表面の後方散乱光 123 が円錐レンズ 104 を透過してビームスプリッタ 103 に入る。一方、コリメータレンズ 102 から出射してビームスプリッタ 1

03を介して、さらに、集光レンズ106を介して参照用の反射ミラー107に入射する第2平行光121Bは、参照用の反射ミラー107で反射する。参照用の反射ミラー107で反射した反射光124は、集光レンズ106を介してビームスプリッタ103に入る。被測定物105の表面の反射光又は後方散乱光123と、参照ミラー107からの反射光124とは、再び、ビームスプリッタ103で結合されて干渉光となり、集光レンズ108を介して、干渉光が検出器109に入射して、検出器109で干渉光を検出する。

[0034] 一例として、円錐レンズ104に材質BK7（屈折率 $n=1.515$ ）を使用し、円錐レンズ104の頂角 $\alpha=120^\circ$ 、有効径 $D=10\text{mm}$ とすると共に、光源の一例である発光素子101に $\lambda=633\text{nm}$ のHeNeレーザを用いる場合を、以下に説明する。

[0035] 図3に、円錐レンズ104での距離 ρ と光（ビーム）の強度 I を強度の最大値で正規化したグラフ（矢印Iを参照）を示す。横軸は距離 ρ 、縦軸は光（ビーム）の強度 I である。このグラフに、比較のために、従来のように、光源の例である発光素子に $\lambda=633\text{nm}$ のHeNeレーザ、開口数 $NA=0.1$ の対物レンズを円錐レンズ104の代わりに用いた場合の距離 ρ と光（ビーム）の強度 I を強度の最大値で正規化したグラフ（矢印IIを参照）を図3内に併記する。

[0036] 図3のように、円錐レンズ104の場合（矢印Iを参照）の光エネルギー密度 I の高い距離 ρ の点は 11.4mm に亘る。また、この光エネルギー密度 I の高い距離 ρ の点での光（ビーム）スポットの直径 ϕ を測定すると、 $1.5\mu\text{m}$ になる。これに対して、従来では、前述の通り、対物レンズに開口数 $NA=0.1$ の物を用いた場合（矢印IIを参照）、その焦点深度は $63\mu\text{m}$ でしかなかった（図3参照）。また、光（ビーム）径も $7.7\mu\text{m}$ と大きかった。よって、円錐レンズ104を使用することにより、従来の構成に比べて、 $11.4/0.063=\text{約}180$ 倍も深い焦点深度と、 $1.5/7.7=\text{約}1/5$ の微細な光（ビーム）径を得ることができる。

[0037] よって、このような深い焦点深度内において、より微細な水平分解能で、被測定物 105 からの反射光又は後方散乱光と参照ミラー 107 からの反射光との干渉光の強度を検出器 109 で検出し、形状測定部 80 で形状を測定することができる。従って、本実施形態にかかる形状測定装置 83 では、焦点深度が深いため、被測定物 105 の表面沿いに X Y 方向に移動するだけで、被測定物 105 の厚さ方向（X Y 方向と直交する方向、すなわち、深さ方向）での形状測定もほとんど行うことができ、ほとんど被測定物 105 を深度方向に動かさずに形状測定を行うことができる。そのため、必要に応じて深度方向に移動させる程度でよい。言い換えれば、被測定物 105 の表面の凹凸の寸法が焦点深度内であれば、被測定物 105 の厚さ方向への走査は不要となり、単に、X Y 方向への移動（走査）のみで形状測定を行うことができ、測定誤差の発生を効果的に防止することができる。これに対して、従来の構成では、形状測定の焦点深度が浅いため、被測定物の表面沿いに X Y 方向に移動させるだけでは深さ方向の形状測定がすべて行うことができず、深さ方向にも小刻みに移動させる必要があるため、煩雑であるとともに、測定誤差が発生しやすかった。

[0038] なお、発光素子 101 と、可動ステージ 92 と、反射ミラー移動装置 91 と、検出器 109 と、形状測定部 80 とは、それぞれ制御装置 60 に接続されて、これらの装置の動作は、制御装置 60 により、それぞれ制御されて、形状測定動作を行うようにしている。

[0039] 形状の測定においては、参照ミラー 107 を固定にし、被測定物 105 を可動ステージ 92 で X 方向又は Y 方向又は X Y 方向に移動しつつ、反射光又は散乱光の干渉光を検出器 109 で検出してもよい。逆に、被測定物 105 を固定にし、参照ミラー 107 を反射ミラー移動装置 91 で移動しつつ、反射光又は散乱光の干渉光を検出器 109 で検出してもよい。

[0040] 前記のような光（照射ビーム）を用いて、被測定物 105 の形状測定を行うことにより、大深度且つ高分解能な測定が可能な形状測定装置 83 を実現することができる。

[0041] (第2実施形態)

図4A及び図4Bは本発明の第2実施形態にかかる形状測定装置の一部の構成を示している。

[0042] 第2実施形態では、第1実施形態に加えて、円錐レンズ104の手前（発光素子101側）に光学フィルタ601を配置している。光学フィルタ601としては、例えば同心円状の光の透過部601b（図4A及び図4Bの白抜き部分）と透過部601b以外の領域に配置されて光が遮蔽されるマスク部（遮蔽部）601a（図4A及び図4Bの黒色部分）とを形成したものをを用いることができる。このマスク部601aにより、円錐レンズ104の頂点104a付近の頂部での円錐レンズ104の加工誤差により、その頂部付近での形状精度が十分でないために、頂部付近で乱れた光（ビーム）を遮蔽して無くすることができる。加工誤差を除去するための、マスク部601aの最低範囲としては、直径1 μ mの範囲である。外周のマスク部601cは任意であり、無くてもよい。

[0043] このようにマスク部601aを設ける具体的な例としては、有効径Dが10mmの円錐レンズ104において、頂部付近の直径10 μ m程度の範囲内は、加工上、形状が鋭角にならず、形状がだれることがある。そのため、頂部回りに直径2mm以上の領域をマスクしてマスク部601aを形成し、マスク部601aにより遮光することで、加工誤差により乱れた光（ビーム）の領域を無くすることができる。

[0044] この第2実施形態での形状測定の手順は、前述の第1実施形態と同様である。

[0045] なお、本実施形態においては、被測定物105からの反射光又は後方散乱光は、入射した時と同軸で逆方向の光路で光学フィルタ601を通り、検出器109で検出される。

[0046] また、被測定物105の測定すべき面の形状の測定においては、参照ミラー107を固定にし、被測定物105を可動ステージ92でX方向又はY方向又はXY方向に移動させつつ、反射光又は散乱光の干渉光を検出器109

で検出してもよい。逆に、被測定物 105 を固定にし、参照ミラー 107 を反射ミラー移動装置 91 で移動させつつ、反射光又は散乱光の干渉光を検出器 109 で検出してもよいことも同様である。

[0047] (第 3 実施形態)

図 5 A は、前述の第 1 実施形態に係る形状測定装置の 1 つの具体的な構成例を示している。図 5 B は、前述の第 1 実施形態に係る形状測定装置を使用して、複数のレンズの表裏面の形状を検査する場合の説明図である。図 5 A 及び図 5 B では、理解しやすくするため、光軸中心を進む光の往路と復路とを少し位置をずらせて示すようにしている。図 5 C ~ 図 5 G は本発明の第 3 実施形態にかかる形状測定装置の一部の構成をそれぞれ示している。図 5 H は、前述の第 1 実施形態に係る形状測定装置を使用して形状測定動作を行なうときの手順を示すフローチャートである。

[0048] 測定対象物（被検レンズ）である被測定物 105 の具体的な例としては、図 5 A に示すように、デジタル・スチル・カメラ（DSC）のレンズ鏡筒等のように、複数の被検レンズ 105 A, 105 B が同軸で備えられたものを測定対象物（被検レンズ）とする。ただし、図 5 A では、簡略化するため、レンズ鏡筒自体は省略して複数の被検レンズ 105 A, 105 B のみを図示している。

[0049] このような測定対象物である複数の被検レンズ 105 A, 105 B の表裏面（第 1 被検レンズ 105 A の表面 105 A a と裏面 105 A b、及び、第 2 被検レンズ 105 B の表面 105 B a と裏面 105 B b）の形状を図 5 B に示すように検査する場合、レンズ鏡筒として組んだ状態で、それぞれの被検レンズ 105 A, 105 B の表裏面（第 1 被検レンズ 105 A の表面 105 A a と裏面 105 A b、及び、第 2 被検レンズ 105 B の表面 105 B a と裏面 105 B b）を検査したいが、そのためには、発光素子 101 及び円錐レンズ 104 を被検レンズ 105 A, 105 B に対して相対的に移動させる必要がある。

[0050] しかしながら、測定精度及び測定速度（タクトタイム）を考えると、発光

素子 101 及び円錐レンズ 104 を被検レンズ 105A, 105B に対して移動させないことが望ましい。

[0051] そこで、本発明の第 3 実施形態にかかる形状測定装置では、直径の異なる複数のドーナツ状のシャッター 70, 71, 72, 73 を用意し、図 5C～図 5G のようにして、複数のシャッター 70, 71, 72, 73 を切替え、図 5B のように、被測定物 105 の各表裏面に焦点が合うように調整する。

[0052] すなわち、まず、図 5C 及び図 5D に示すように、第 1 シャッター 70 は、同心円状の光の透過部 70b を、円錐レンズ 104 の頂部の周囲付近に対応する領域に形成し、残りの部分（頂部及び透過部 70b の外周部）にはマスク部（遮蔽部） 70a を形成して構成している。このように構成すれば、透過部 70b を透過した光が、円錐レンズ 104 により、第 1 被検レンズ 105A の表面 105Aa に焦点を結び、表面 105Aa で反射したのち、再び、透過部 70b を透過してビームスプリッタ 103 に向かうことにより、表面 105Aa の形状を検出することができる。なお、この例では、透過部 70b の面積と中央側のマスク部 70a の面積とがほぼ同じ程度になるようにしている。

[0053] また、図 5E に示すように、第 2 シャッター 71 は、同心円状の光の透過部 71b を、透過部 70b の位置よりも外周部側に、すなわち、円錐レンズ 104 の頂部と外周部との中間部に対応する領域に形成し、残りの部分（透過部 71b の光軸中心側の部分と透過部 71b の外周部）にはマスク部 71a を形成して構成している。このように構成すれば、透過部 71b を透過した光が、円錐レンズ 104 により、第 1 被検レンズ 105A を透過して、第 1 被検レンズ 105A の裏面 105Ab に焦点を結び、裏面 105Ab で反射したのち、再び、第 1 被検レンズ 105A 及び透過部 71b を透過してビームスプリッタ 103 に向かうことにより、裏面 105Ab の形状を検出することができる。

[0054] また、図 5F に示すように、第 3 シャッター 72 は、同心円状の光の透過部 72b を、透過部 71b の位置よりも外周部側の位置に形成し、残りの部

分（透過部 72b の光軸中心側の部分と透過部 72b の外周部）にはマスク部 72a を形成して構成している。このように構成すれば、透過部 72b を透過した光が、円錐レンズ 104 により、第 1 被検レンズ 105A を透過して、第 2 被検レンズ 105B の表面 105Ba に焦点を結び、表面 105Ba で反射したのち、再び、第 1 被検レンズ 105A 及び透過部 72b を透過してビームスプリッタ 103 に向かうことにより、表面 105Ba の形状を検出することができる。

[0055] また、図 5G に示すように、第 4 シャッター 73 は、同心円状の光の透過部 73b を、透過部 72b の位置よりも外周部側の位置に形成し、残りの部分（透過部 73b の光軸中心側の部分と透過部 73b の外周部）にはマスク部 73a を形成して構成している。このように構成すれば、透過部 73b を透過した光が、円錐レンズ 104 により、第 1 被検レンズ 105A を透過して、第 2 被検レンズ 105B の裏面 105Bb に焦点を結び、裏面 105Bb で反射したのち、再び、第 1 被検レンズ 105A 及び透過部 73b を透過してビームスプリッタ 103 に向かうことにより、裏面 105Bb の形状を検出することができる。

[0056] このようにして、第 1～第 4 シャッター 70, 71, 72, 73 を適宜切り替えながら調整することにより、円錐レンズ 104 等の光学系の移動を行なうことなく、被検レンズ 105A, 105B の各表裏面に焦点を合わせることができる。このように複数のシャッターを使用することにより、1 枚目の被検レンズすなわち第 1 被検レンズ 105A の表面 105Aa と裏面 105Ab との形状測定を行うとき、2 枚目以降の被検レンズすなわち第 2 被検レンズ 105B の表面 105Ba と裏面 105Bb に焦点深度が合う光を除去することができ、2 枚目以降の被検レンズに対する干渉が発生しないようにすることができ、1 枚目の被検レンズの形状測定を精度良く行うことができる。

[0057] なお、先の光学フィルタ 601 を配置することにより、第 1～第 4 シャッター 70, 71, 72, 73 のそれぞれの頂部付近の領域の遮蔽部を省略し

て、頂部付近の領域を全て透過部とすることもできる。

[0058] この第1～第4シャッター70, 71, 72, 73の切り替え装置61は、例えば、円板部材に第1～第4シャッター70, 71, 72, 73を固定しておき、モータなどの回転駆動装置で円板部材を所定角度回転させて、第1～第4シャッター70, 71, 72, 73のうちの所望のシャッターを光軸上に位置させて、図5C～図5Gのいずれかの状態となるように制御することが可能である。このようなシャッターの切り替え動作の制御は、形状測定装置全体の動作を制御する制御装置60で行なうことができる。制御装置60は、発光素子101と、可動ステージ92と、反射ミラー移動装置91と、検出器109と、形状測定部80と、切り替え装置61との動作をそれぞれ制御するものである。

[0059] このような形状測定装置83による形状測定動作について、図5Hを基に説明する。なお、この形状測定動作は、制御装置60での動作制御の下に行われる。

[0060] 測定開始後、まず、ステップS1で、発光素子101からコリメータレンズ102とビームスプリッタ103と円錐レンズ104とを透過して、被測定物105の表面にレーザ照射を行う。

[0061] 次に、ステップS2で、被測定物105の表面で反射した反射光又は表面の後方で散乱した後方散乱光が、円錐レンズ104を透過して、参照ミラー107からの反射光と、ビームスプリッタ103で結合されて干渉光となり、集光レンズ108を介して、干渉光が検出器109で検出される。すなわち、被測定物105の表面と参照用の反射ミラー107の波長毎の干渉強度を検出器109で検出する。

[0062] 次に、ステップS3で、検出器109を介して形状測定部80の分光器80Aで検出された干渉強度を、A/D変換器80Bでデジタル情報に変換したのち、パーソナルコンピュータ80Cに取り込み、そのデジタル情報をフーリエ変換する。

[0063] 次に、ステップS4で、ステップS3でデジタル情報をフーリエ変換す

ることによってデジタル情報から高さ情報を得ることによって、被測定物 105 の表面の形状の測定が完了する。

[0064] 前記ステップ S 1 ～ステップ S 4 を、切り替え装置 61 を駆動して、第 1 ～第 4 シャッター 70, 71, 72, 73 のそれぞれについて行うことにより、複数のレンズ 105 A, 105 B の表裏面（第 1 レンズ 105 A の表面 105 A a と裏面 105 A b、及び、第 2 レンズ 105 B の表面 105 B a と裏面 105 B b）の形状を検査することができる。

[0065] さらに、通常、各被測定物 105 の表面に焦点を合わせる際に、測定対象物（被検レンズ）の被測定物 105 が球面又は非球面のどちらの場合においても、焦点が、被測定物 105 の表面形状をなぞるように、円錐レンズ 104 等の光学系を動かす必要がある。

[0066] しかしながら、本発明では、前述の構成を用いることにより（特に、円錐レンズ 104 を使用することにより）、光軸深さ方向にマージンを有する検査（言い換えれば、円錐レンズ 104 を使用して深い焦点深度 M（図 5 I 参照）を利用しながら検査）を行うことが可能となっている。

[0067] そのため、被測定物 105 の表面形状の設計値等のデータが既知の場合は、光軸深さ方向において、図 5 I に示すように、被測定物 105 の表面の中央付近に焦点 122 a を合わせることで、被測定物 105 の表面を検査する場合に、円錐レンズ 104 等を全く動かすことなく、検査を行うことが可能である。これは、分光器 80 A で検出してフーリエ変換を行なうことで円錐レンズ 104 等を全く動かさずに検査を行うことが、円錐レンズ 104 や参照ミラー 107 を動かして検査を行うことと、光学的に等価であるためです。

[0068] 上記第 1 ～第 3 実施形態によれば、平行光光源 90 から出射した平行光 120 をビームスプリッタ 103 で 2 つの平行光 121 A, 121 B に分岐し、分岐した光の 1 つの平行光 121 A を、円錐レンズ 104 により、前記数式（4）及び（2）を満たす距離 ρ に亘って光軸上のエネルギー密度 I が極大になる光（ビーム） 122 に変えて被測定物 105 の表面に照射し、分岐した光のもう 1 つの平行光 121 B は参照ミラー 107 に照射し、前記被測

定物 105 の表面に照射した光（ビーム）122 の反射光又は後方散乱光 123 と、参照ミラー 107 からの反射光 124 との干渉光を検出器 109 で検出し、検出器 109 で検出された干渉光を基に被測定物 105 の表面の形状を形状測定部 80 で測定する。このような構成であるため、従来よりも大深度（例えば、従来よりも一桁又は二桁大きい焦点深度を持ち）且つ高分解能な（例えばサブミクロン以下の分解能を持つ）形状測定を行うことができる。

[0069] すなわち、対物レンズに球面又は非球面の 1 枚又は複数枚のレンズを用いたマイケルソン干渉による従来の形状測定装置では、対物レンズの開口数 NA により測定の深度と測定の分解能が決まり、深い測定の深度と高い測定の分解能が、相反する関係になり、双方を両立することができなかった。しかしながら、上記第 1 ～ 第 3 実施形態によれば、上記式（4）及び（2）を満たす構成の円錐レンズ 104 を使用することにより、従来よりも大深度（例えば、従来よりも一桁又は二桁大きい焦点深度を持ち）且つ高分解能な（例えばサブミクロン以下の分解能を持つ）形状測定を行うことができる。

[0070] なお、上記様々な実施形態のうちの任意の実施形態を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明により、被測定物の形状を大深度且つ高分解能に測定すること可能な、工業製品（例えば、レンズ）などの被測定物（測定対象物）の表面又は裏面の形状を測定する形状測定装置及び方法として有用である。

[0072] 本発明は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して十分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形又は修正は明白である。そのような変形又は修正は、添付した請求の範囲による本発明の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

請求の範囲

[請求項1]

平行光を出射する光源と、

前記光源から出射した平行光を2つの光に分岐するビームスプリッタと、

前記ビームスプリッタで分岐した前記2つの光のうちの1つの光が透過し、この透過する光を、下記数式を満たす距離 ρ に亘って光軸上のエネルギー密度が極大になる光に変えて、被測定物の表面に照射すると共に、前記被測定物の前記表面からの反射光又は後方散乱光が透過する円錐レンズと、

前記ビームスプリッタで分岐した前記2つの光のうちのもう一方の光を反射する参照ミラーと、

前記被測定物の前記表面に照射しかつ前記円錐レンズを透過した前記反射光又は後方散乱光と、前記参照ミラーからの反射光との干渉光を検出する検出器と、

前記検出器で検出された前記干渉光を基に前記被測定物の前記表面の形状を測定する形状測定部と、を備えている形状測定装置。

$$\rho < D / \{ 2 \tan(\beta) \}$$

$$\text{ただし、} \beta / 2 = \sin^{-1} \{ n \sin(\pi / 2 - \alpha / 2) \} - \pi / 2 + \alpha / 2$$

D：前記円錐レンズの有効径

α ：前記円錐レンズの円錐形状の頂角

ρ ：前記円錐レンズの頂点から前記被測定物までの前記光の光軸に沿った距離

n：前記円錐レンズの屈折率

[請求項2]

前記ビームスプリッタと前記円錐レンズとの間に配置され、前記円錐レンズの頂部に対応する領域を遮蔽する光学フィルタをさらに備える請求項1に記載の形状測定装置。

[請求項3]

前記ビームスプリッタと前記円錐レンズとの間に配置され、遮蔽部

と前記遮蔽部の外周に配置されたドーナツ状の透過部とを有するシャッターを複数個さらに備え、

前記複数個のシャッターの前記遮蔽部は前記円錐レンズの頂部に対応する領域を遮蔽し、

前記複数個のシャッターの前記透過部のそれぞれの位置は互いに異なる位置に配置され、

前記形状測定部は、前記複数個のシャッターを選択的に使用して、複数の前記被測定物の表面それぞれに対して前記円錐レンズからの前記光を選択的に照射して前記形状測定を行う測定部である、請求項 1 に記載の形状測定装置。

[請求項4] 前記円錐レンズから前記被測定物に入射する前記光の光軸方向と直交する方向に前記被測定物を移動させて、前記被測定物の前記表面の形状を測定する被測定物移動装置をさらに備える、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の形状測定装置。

[請求項5] 光源から出射された平行光を 2 つの光に分岐させ、
分岐された前記 2 つの光のうちの 1 つの光を、円錐レンズにより下記数式を満たす距離 ρ に亘って光軸上のエネルギー密度が極大になる光に変えて、被測定物の表面に照射させ、

分岐した前記 2 つの光のうちのもう一方の光を参照ミラーで反射させ、

前記被測定物の前記表面で反射し且つ前記円錐レンズを透過した反射光又は後方散乱光と、前記参照ミラーからの反射光との干渉光を検出し、

検出された前記干渉光を基に前記被測定物の前記表面の形状を測定する形状測定方法。

$$\rho < D / \{ 2 \tan(\beta) \}$$

$$\text{ただし、} \beta / 2 = \sin^{-1} \{ n \sin(\pi / 2 - \alpha / 2) \} - \pi / 2 + \alpha / 2$$

D : 前記円錐レンズの有効径

α : 前記円錐レンズの円錐形状の頂角

ρ : 前記円錐レンズの頂点から前記被測定物までの前記光の光軸に沿った距離

n : 前記円錐レンズの屈折率

[請求項6]

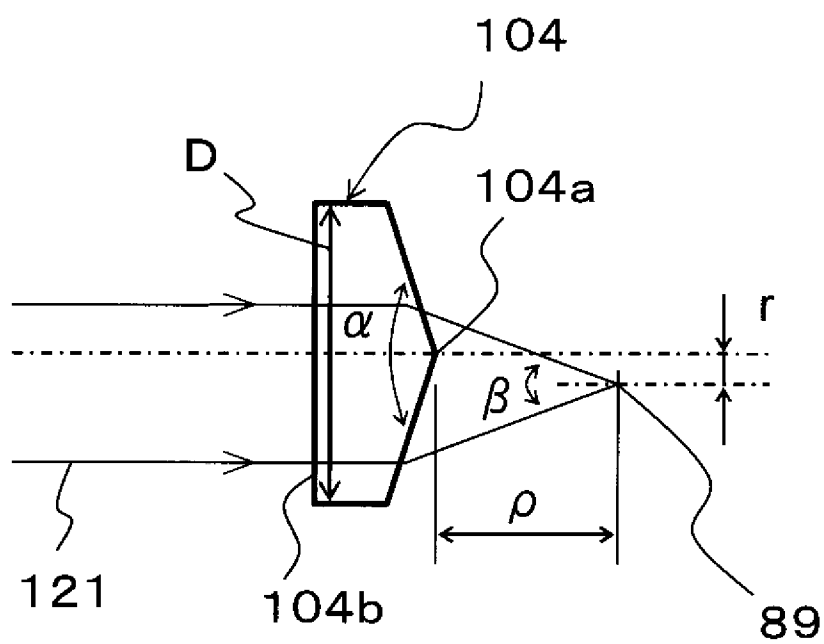
ビームスプリッタで分岐した前記2つの光のうちの前記1つの光が前記円錐レンズを透過する時、前記ビームスプリッタと前記円錐レンズとの間に配置されたシャッターの前記円錐レンズの頂部に対応する領域の外周に配置されたドーナツ状の透過部を透過した前記1つの光が前記被測定物の第1表面で反射した第1反射光に基づいて、前記被測定物の第1表面の形状測定を行った後、

前記ビームスプリッタで分岐した前記2つの光のうちの前記1つの光が前記円錐レンズを透過する時、前記シャッターとは異なる位置に透過部を有する別のシャッターを前記ビームスプリッタと前記円錐レンズとの間に配置し、前記別のシャッターの前記円錐レンズの頂部に対応する領域の外周に配置された前記別のシャッターのドーナツ状の透過部を透過した前記1つの光が前記被測定物の第2表面で反射した第2反射光に基づいて、前記被測定物の前記第1表面とは異なる前記第2表面の形状測定を行う、請求項5に記載の形状測定方法。

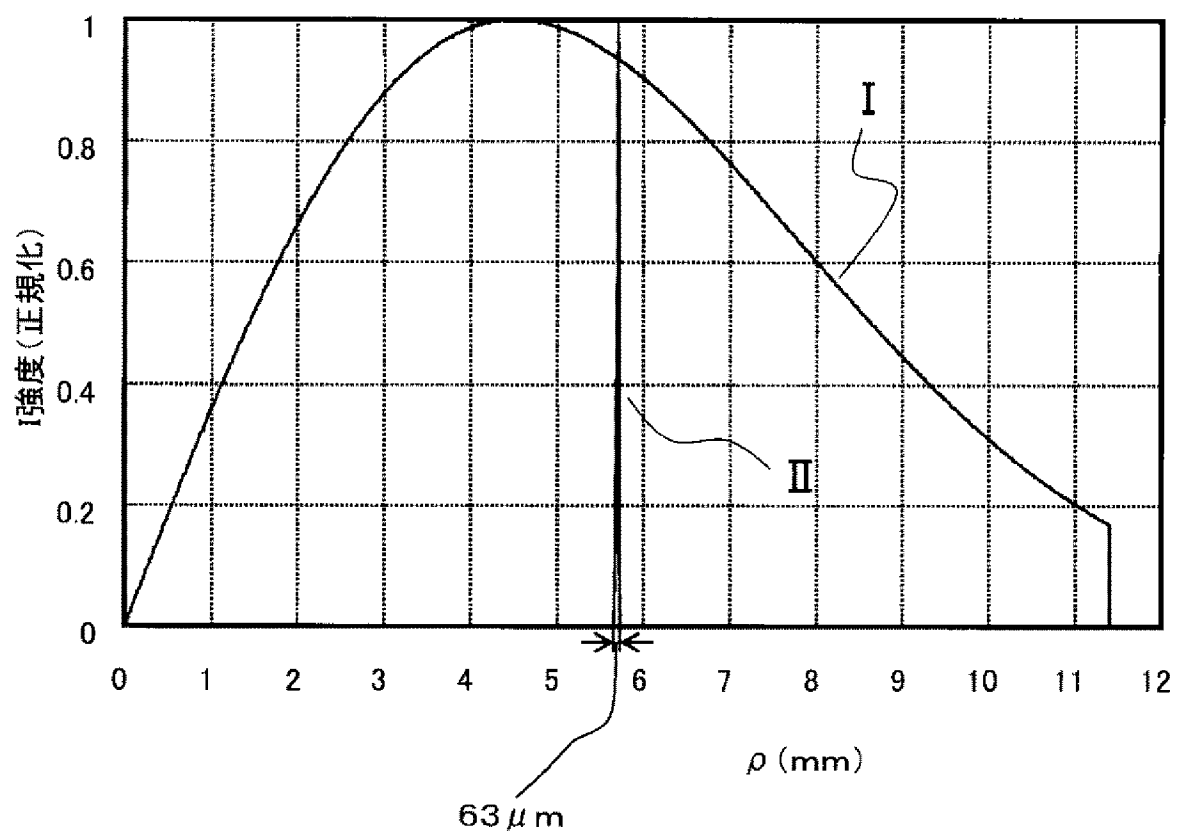
[請求項7]

前記円錐レンズから前記被測定物に入射する前記光の光軸方向と直交する方向に前記被測定物を被測定物移動装置により移動させて、前記被測定物の前記表面の形状を測定する、請求項5又は6に記載の形状測定方法。

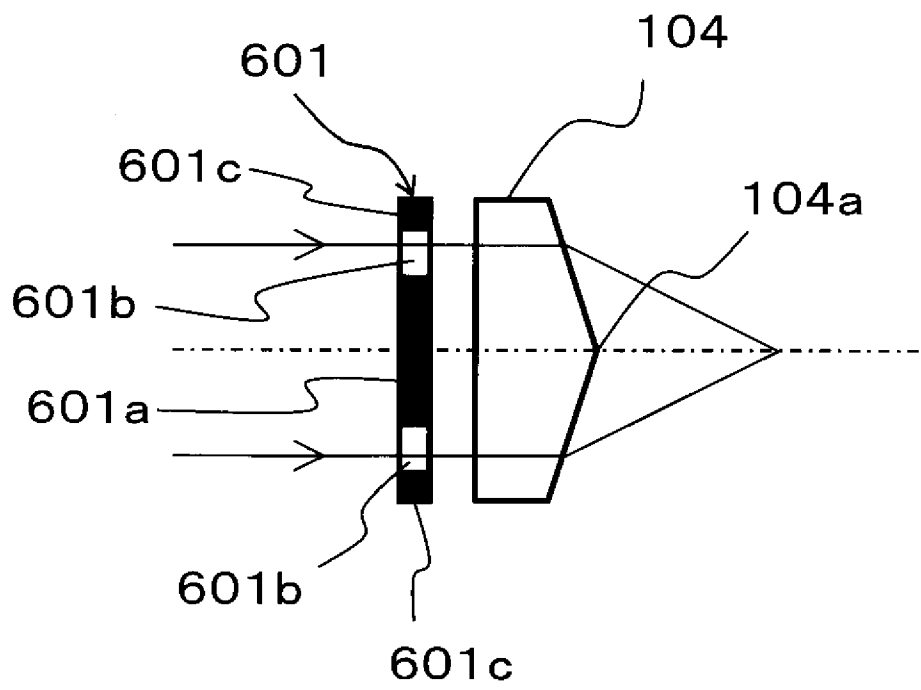
[図2]



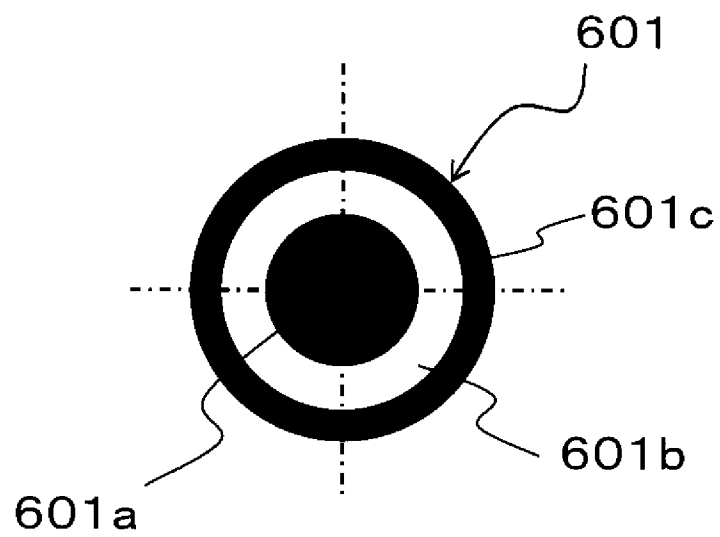
[図3]



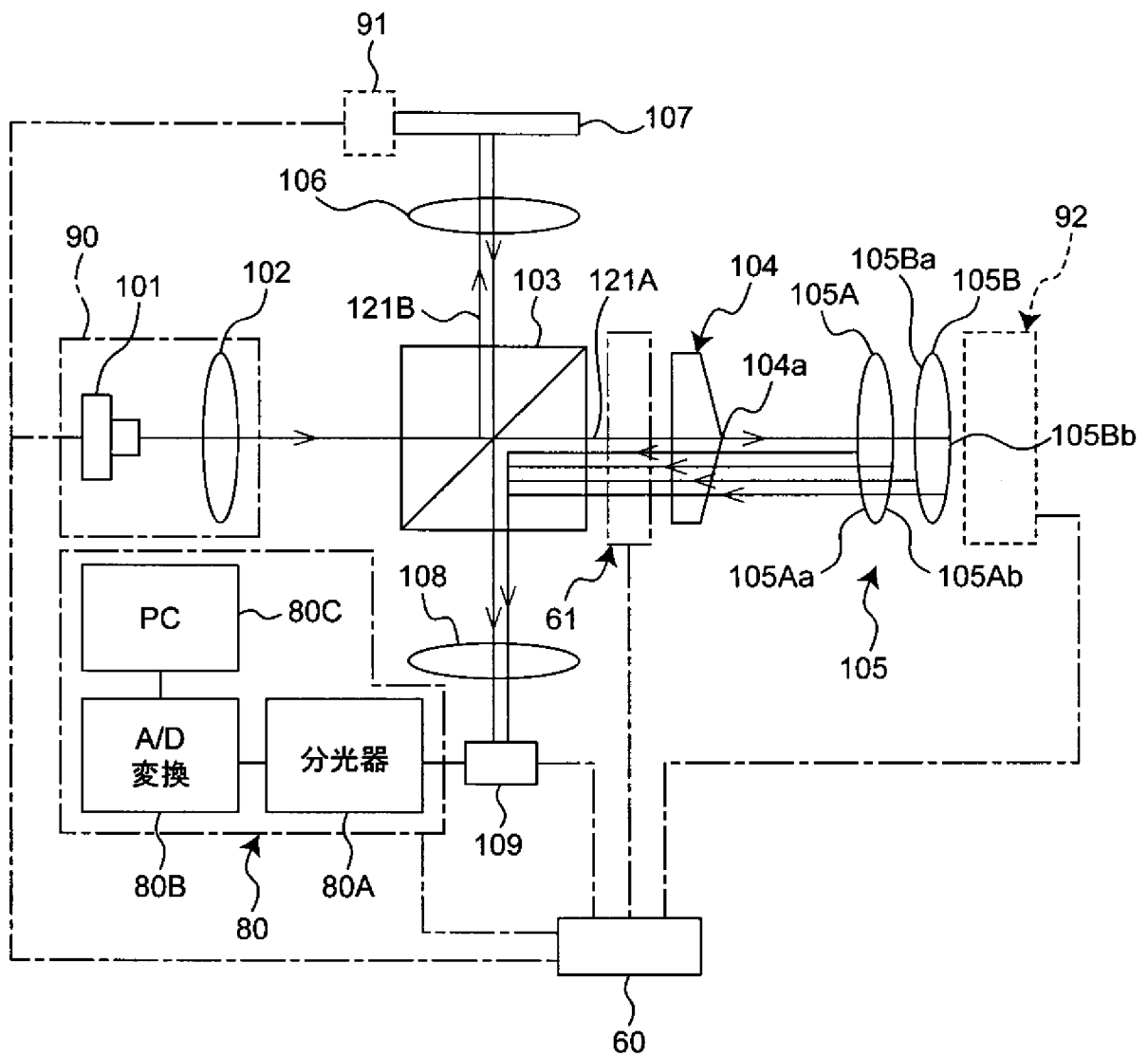
[図4A]



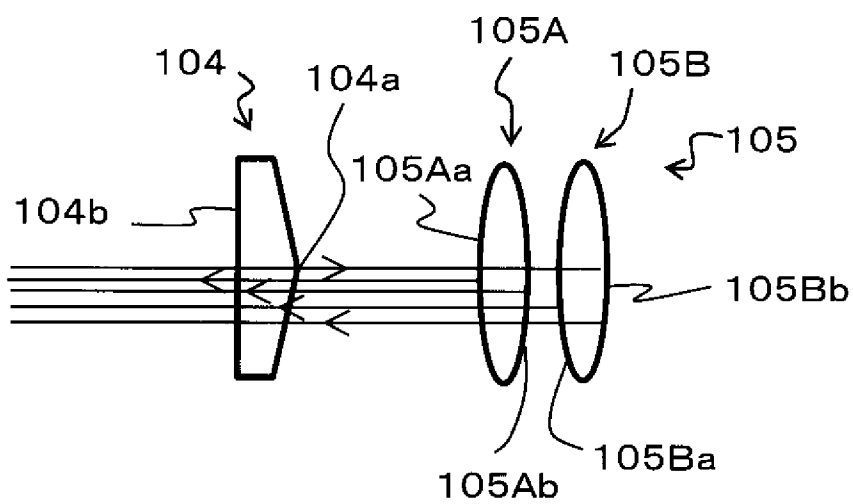
[図4B]



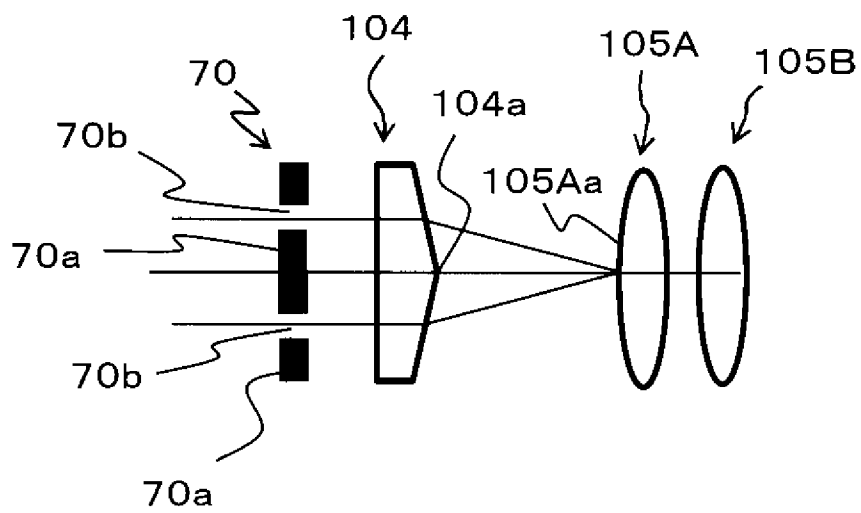
[図5A]



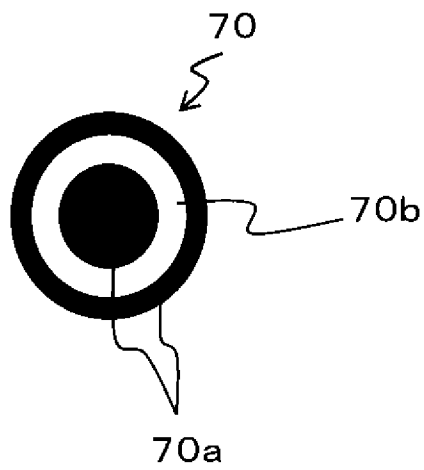
[図5B]



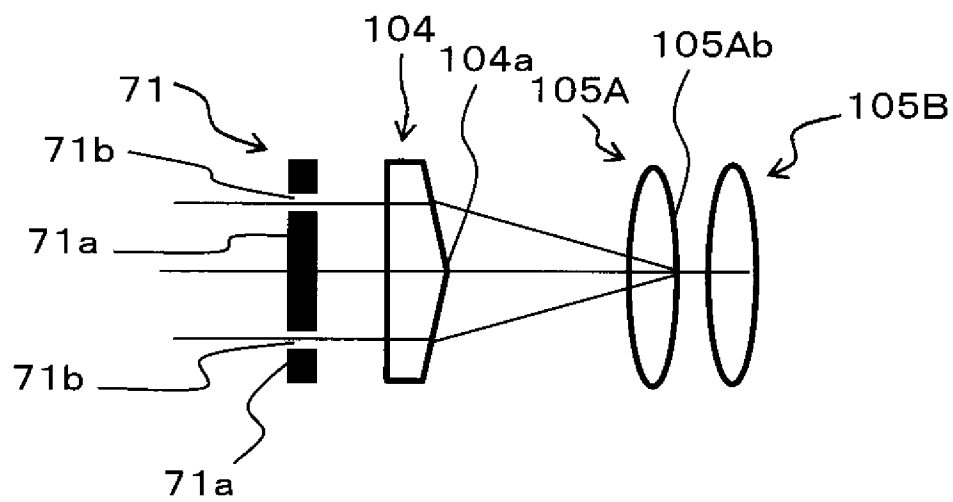
[図5C]



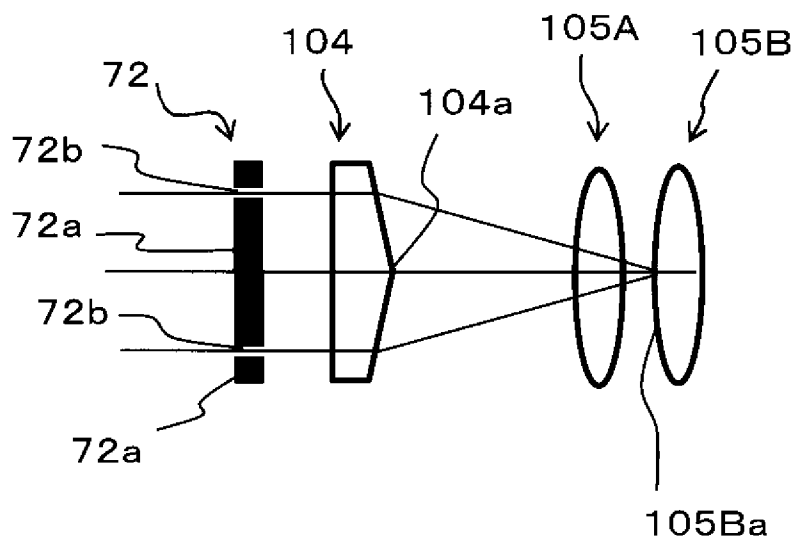
[図5D]



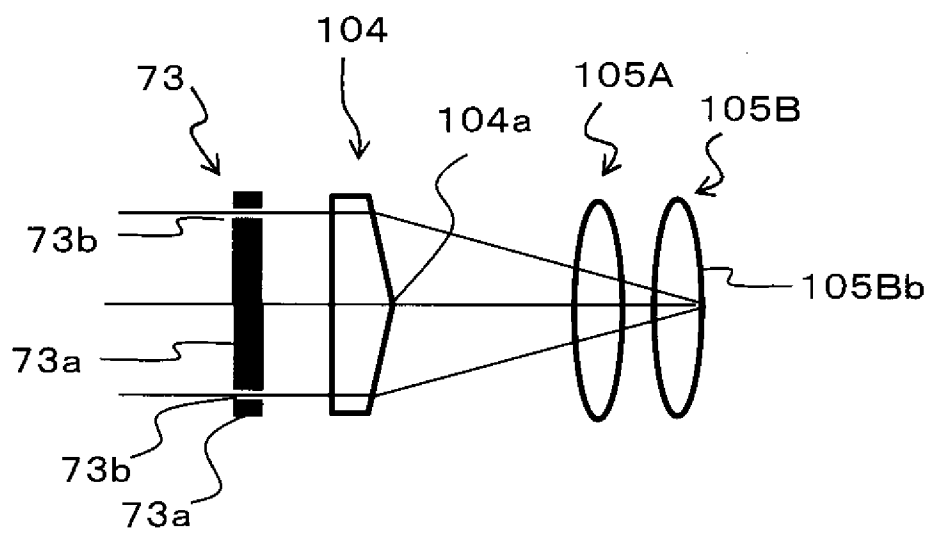
[図5E]



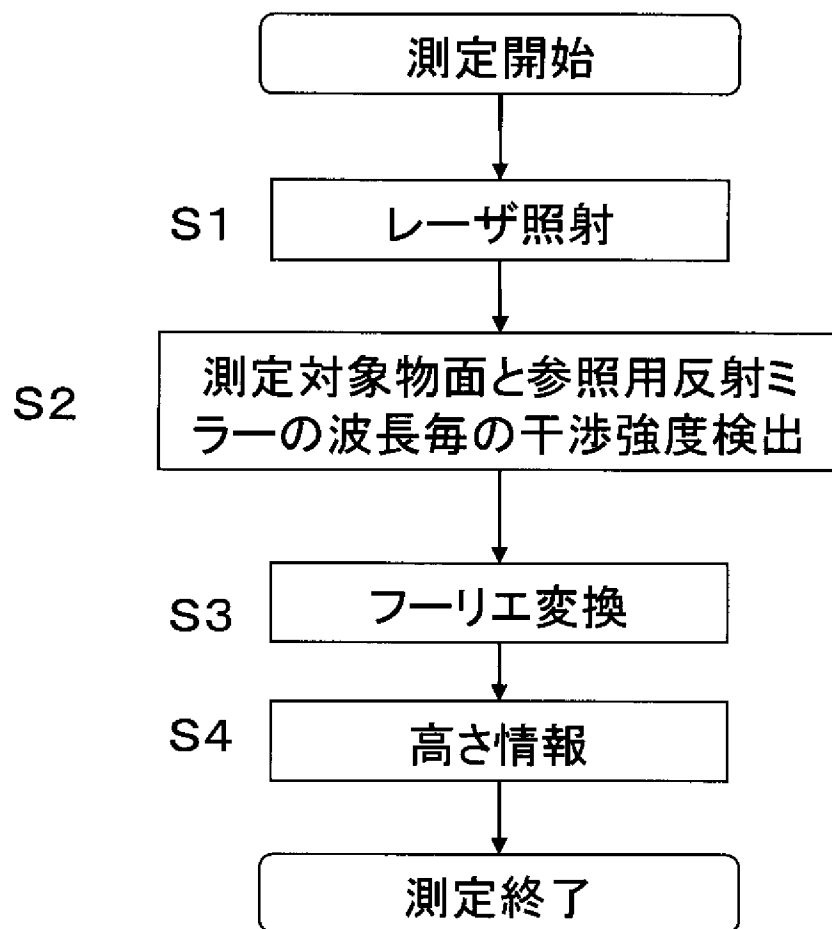
[図5F]



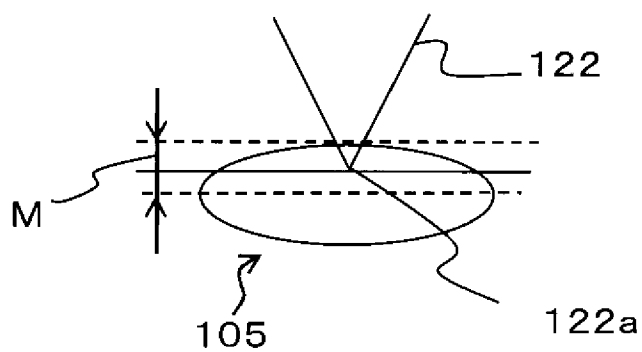
[図5G]



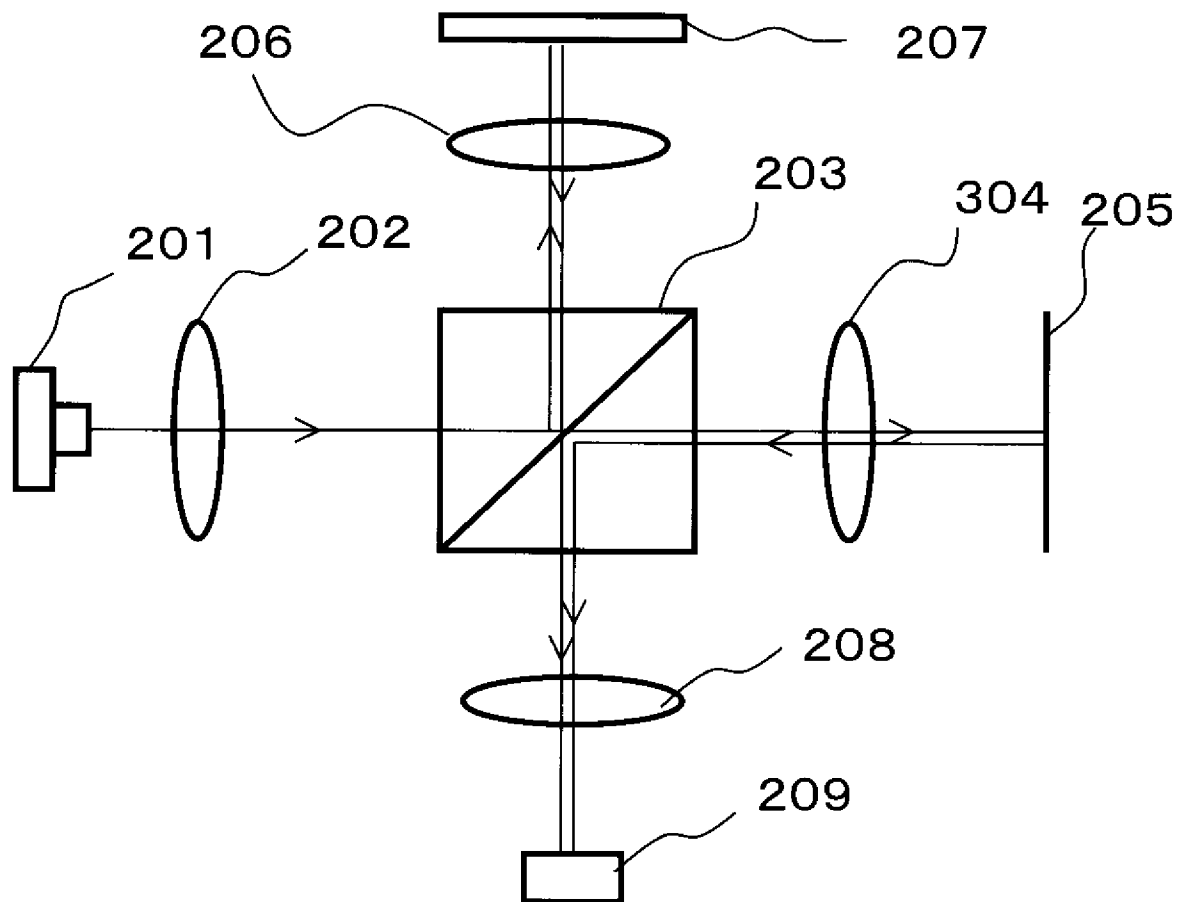
[図5H]



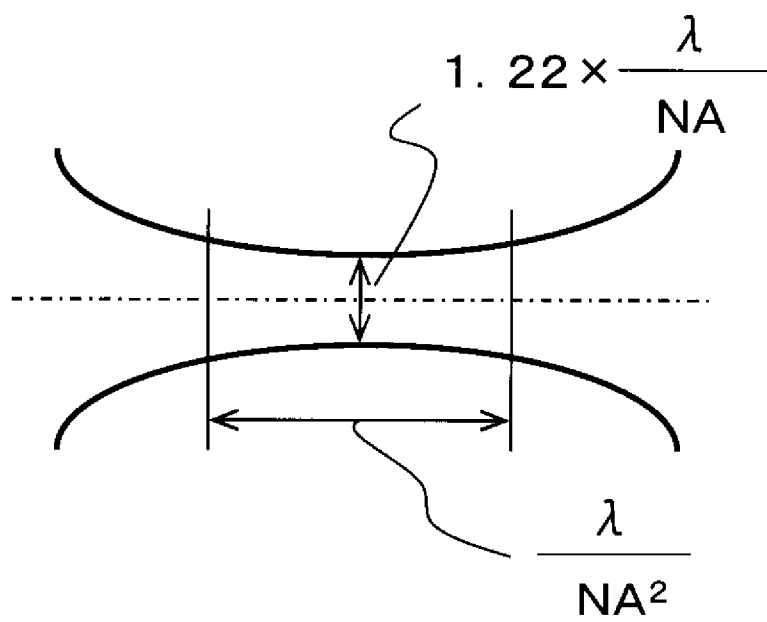
[図5I]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/24(2006.01) i, G01B9/02(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B9/00-11/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 3633713 B2 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 March 2005 (30.03.2005), claims; paragraphs [0001] to [0035]; fig. 2 & US 5781269 A	1, 2, 4, 5, 7 3, 6
Y A	JP 6-341809 A (Mitsutoyo Corp.), 13 December 1994 (13.12.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 5, 7 3, 6
A	JP 8-136248 A (Idec Izumi Corp.), 31 May 1996 (31.05.1996), paragraph [0010]; fig. 2 (Family: none)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 May, 2010 (07.05.10)Date of mailing of the international search report
18 May, 2010 (18.05.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-63508 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 10 March 1995 (10.03.1995), paragraphs [0009], [0015] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B11/24(2006.01)i, G01B9/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B9/00-11/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 3633713 B2 (松下電器産業株式会社) 2005.03.30, 【特許請求の範囲】, 【0001】 - 【0035】, 図 2 & US 5781269 A	1, 2, 4, 5, 7 3, 6
Y A	JP 6-341809 A (株式会社ミットヨ) 1994.12.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 7 3, 6
A	JP 8-136248 A (和泉電気株式会社) 1996.05.31, 【0010】, 図 2 (ファミリーなし)	1-7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

丑田 真悟

2 S

3 1 0 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 7-63508 A (石川島播磨重工業株式会社) 1995.03.10, 【0009】 , 【0015】 (ファミリーなし)	1-7