

(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2008-82781
(P2008-82781A)

(43) 公開日 平成20年4月10日(2008.4.10)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
GO1B	11/24	(2006.01)	GO1B	11/24	D	2F064
GO1B	9/02	(2006.01)	GO1B	9/02		2F065
GO1M	11/00	(2006.01)	GO1M	11/00	L	2G086

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2006-261176 (P2006-261176)
(22) 出願日 平成18年9月26日 (2006.9.26)

(71) 出願人 000137694
株式会社ミットヨ
神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(74) 代理人 100080458
弁理士 高矢 諭
(74) 代理人 100076129
弁理士 松山 圭佑
(74) 代理人 100089015
弁理士 牧野 剛博
(72) 発明者 半田 博久
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内

最終頁に続く

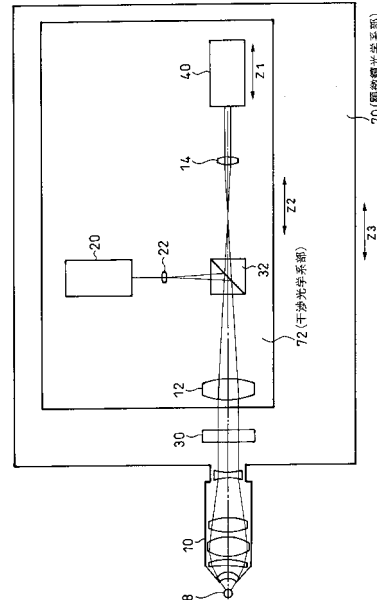
(54) 【発明の名称】 干渉型表面形状測定装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】微小球面の形状計測を行なう場合は、光軸調整が容易で、高精度な測定が出来、誤差の少ない測定手法を提供すると共に、平面形状計測では、位相シフトを行なうための機械的な移動機構を不要とし、低コストで位相シフトを用いた微細形状の形状計測を実現可能とする。

【解決手段】拡大光学系10、12の一部を透過し、測定対象面9を照射する可干渉性光源20と、該光源20と測定対象面9の間の拡大光学系内に基準面30を有し、この基準面30で反射した参照光と、基準面30を透過し測定対象面9で反射される被検光とを干渉させることにより、測定対象面9の形状を計測するように構成された干渉計とを備えた干渉型表面形状測定装置であって、撮像素子上に干渉縞画像を生成する干渉計部72の結像光学系が、拡大光学系とは独立した焦点調節機構を有し、前記拡大光学系を通して無限遠方までの任意位置の画像を前記の撮像素子40上に結像可能とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

拡大光学系と、

該拡大光学系の一部を透過し、測定対象面を照射するように配置された可干渉性光源と

、
該可干渉性光源と測定対象面との間の拡大光学系内に基準面を有し、この基準面で反射した参照光と、基準面を透過し測定対象面で反射させることによって得られる被検光とを干渉させることにより、測定対象面の形状を計測し得るように構成された干渉計とを備えた干渉型表面形状測定装置であって、

撮像素子上に干渉縞画像を生成する干渉計部の結像光学系が、拡大光学系とは独立した焦点調節機構を有し、前記拡大光学系を通して無限遠方までの任意位置の画像を前記干渉計の撮像素子上に結像することが可能であることを特徴とする干渉型表面形状測定装置。

10

【請求項 2】

前記可干渉性光源の波長を変化させることにより、縞の位相を変えた干渉縞画像を複数枚取得し、測定対象面の形状情報を得ることを特徴とする請求項 1 に記載の干渉型表面形状測定装置。

【請求項 3】

前記可干渉性光源が複数搭載され、単独あるいは組合せて測定対象面を照射できるように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の干渉型表面形状測定装置。

【請求項 4】

前記可干渉性光源が、半導体レーザを使用し、この半導体レーザの駆動電流変化により生じる波長変化を利用していることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の干渉型表面形状測定装置。

20

【請求項 5】

通常の観察を行なうための独立した照明光源と、観察用光学系を更に有し、

前記干渉計測用の光学系と、観察用の光学系を切替えて使用可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の干渉型表面形状測定装置。

【請求項 6】

通常の観察を行なうための独立した照明光源と、観察用光学系を更に有し、

前記干渉計測用の可干渉性光源と観察用の光源とは異なる偏光特性を与えられ、これを同時に測定対象面に照射した後、偏光特性の違いを利用して測定画像と観測画像を分離し、尚且つ、同時に取得できるように構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の干渉型表面形状測定装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、高精度な表面形状計測に用いられる干渉計を用いた平面形状測定装置（干渉型表面形状測定装置と称する）に係る。特に、曲率半径が数ミリ～数 μm といった通信分野で多用される光ファイバを接続するための光学部品等、微小球面の形状計測や、半導体等の平面基板上の微細形状を計測することが可能な干渉型表面形状測定装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

干渉計を用いた表面形状測定装置として、出願人は特許文献 1 で、光源からの光により照射された被検体と参照体からの各々の反射光により干渉縞を形成する干渉光学系と、前記干渉縞に基づいて前記被検体の表面性状測定を行なう表面性状測定部と、前記被検体からの反射光を集光する集光光学系と、前記被検体を並進移動させて前記集光光学系により集光された光の変化に基づいて前記被検体の曲率半径測定を行なう曲率半径測定部とを含む曲面形状測定装置を提案している。

【0003】

又、被測定面が平面の場合においては、測定対象物あるいは参照面や対物レンズを圧電

50

素子（PZT）等のアクチュエータで移動することで、位相シフトを行ない、形状測定を可能とすることが、特許文献2や3に記載されている。

【0004】

【特許文献1】特開2002-54910号公報

【特許文献2】特開平8-110204号公報

【特許文献3】特開平8-313205号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、曲率半径が数ミリ～数 μm といった微小球面の形状計測を行なう場合においては、次のような問題が生じていた。

10

【0006】

(1)一般的なレンズ等の測定と同様に、口径が60～100mmといった測定対象物から比べれば大型の干渉計を用いて測定を行なわなければならない関係上、測定対象物の反射光が微小で光軸調整機構が有効に利用できないため、測定前の調整作業に多大な時間を必要としていた。

【0007】

(2)測定対象物が非常に小さいため、従来使用されてきた一般的な大きさのレンズ等を測定する時に使用する、数枚程度で構成された参照レンズでは、基準参照面の精度には問題が無くても、球面収差補正の点で不足がある。

20

【0008】

(3)従来球面形状測定等に一般的に使用されてきた「参照レンズをPZT等のアクチュエータで移動し、光路長を可変にした位相シフトする方法」では、被測定面の曲率半径がマイクロメートルオーダーになった場合、位相シフトによる基準参照面の移動に伴い、被測定面を照射する測定光の波面形状が変化し、正確に測定できない。

【0009】

又、特許文献2や3のように参照面や対物レンズをPZT等のアクチュエータで移動することで位相シフトを行なう技術では、高精度な移動機構と制御装置が必要であり、高価になるという問題点を有していた。

【0010】

本発明は、前記従来の問題点を解決するべくなされたもので、曲率半径が数ミリ～数 μm といった微小球面の形状計測を行なう場合において、顕微鏡のような拡大光学系に干渉計の光学系を組み合わせることで、光軸調整が容易で、高精度な測定に対応し、測定時に生じる誤差の少ない測定手法を提供すると共に、平面形状計測においては、可干渉光源の波長を変化させて位相シフトを行なう方法を用いることで、位相シフトを行なうための機械的な移動機構を不要とし、低コストで位相シフトを用いた微細形状の形状計測が実現可能となる手法を提供することを課題とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、拡大光学系と、該拡大光学系の一部を透過し、測定対象面を照射するように配置された可干渉性光源と、該可干渉性光源と測定対象面との間の拡大光学系内に基準面を有し、この基準面で反射した参照光と、基準面を透過し測定対象面で反射させることによって得られる被検光とを干渉させることにより、測定対象面の形状を計測し得るように構成された干渉計とを備えた干渉型表面形状測定装置であって、撮像素子上に干渉縞画像を生成する干渉計部の結像光学系が、拡大光学系とは独立した焦点調節機構を有し、前記拡大光学系を通して無限遠方までの任意位置の画像を前記干渉計の撮像素子上に結像することが可能であるようにして、前記課題を解決したものである。

40

【0012】

前記可干渉性光源の波長を変化させることにより、縞の位相を変えた干渉縞画像を複数枚取得し、測定対象面の形状情報を得ることができる。

50

【 0 0 1 3 】

又、前記可干渉性光源を複数搭載し、単独あるいは組合せて測定対象面を照射できるように構成することができる。

【 0 0 1 4 】

又、前記可干渉性光源として半導体レーザを使用し、この半導体レーザの駆動電流変化により生じる波長変化を利用するようにすることができる。

【 0 0 1 5 】

又、通常の観察を行なうための独立した照明光源と、観察用光学系を更に有し、前記干渉計測用の光学系と、観察用の光学系を切替えて使用可能に構成することができる。

【 0 0 1 6 】

又、通常の観察を行なうための独立した照明光源と、観察用光学系を更に有し、前記干渉計測用の可干渉性光源と観察用の光源とに異なる偏光特性を与え、これを同時に測定対象面に照射した後、偏光特性の違いを利用して測定画像と観測画像を分離し、尚且つ、同時に取得できるように構成することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、曲率半径が数ミリ～数 μm といった微小球面の形状計測を行なう場合において、顕微鏡のような拡大光学系に干渉計の光学系を組み合わせることで、光軸調整が容易で、高精度な測定に対応し、測定時に生じる誤差の少ない測定を行うことができる。

【 0 0 1 8 】

又、平面形状計測においては、可干渉光源の波長を変化させて位相シフトを行なう方法を用いることで、位相シフトを行なうための機械的な移動機構が不要となり、低コストで位相シフトを用いた微細形状の形状計測が実現可能となる。

【 0 0 1 9 】

更に、上記計測を実現する高精度な光学部品（レンズ等）の性能評価や組立調整にも活用できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

本発明の第1実施形態は、本発明を球面測定に用いたもので、図1に光学系を示す如く、顕微鏡対物レンズ10、レンズ12及び14でなる拡大光学系と、該拡大光学系の一部を透過し、被測定物8の測定対象面を照射するように配置されたレーザ等の可干渉性光源20と、該可干渉性光源20と測定対象面の間の拡大光学系内に基準面（参照面とも称する）30を有し、この基準面30で反射した参照光と、該基準面30を透過し測定対象面で反射させることによって得られる被検光とを干渉させるためのビームスプリッタ（BS）32と、発生した干渉縞を撮像するための干渉縞撮像系40とを含んでいる。図において、22は可干渉性光源20の光を拡大するための拡大レンズである。

【 0 0 2 2 】

この第1実施形態において、可干渉性光源20より射出した光線は、レンズ22によりビーム径を拡大され、レンズ12に入射され平行光線となる。基準面30は、どちら側になってもよいが、通常、光源20側の面（図の右側面）を半透過面とし、この面からの反射光を参照光とする。

【 0 0 2 3 】

基準面30を透過した光は、そのままレンズ10を通過し、測定対象面上を垂直に入射する。レンズ10としては、顕微鏡の対物レンズを使用し、ここでは無限補正対物レンズを使用する。倍率1Xから200Xまで、通常使用される対物レンズが全て使用可能である。無限補正対物レンズは、そのままでは結像しないので、レンズ12が、顕微鏡としての結像レンズと、干渉計としてのリレーレンズを兼ねる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

ここで、干渉測定用のレンズとして顕微鏡対物レンズ 1 0 を使用する理由は、高精度の球面測定に重要な球面収差の補正が十分なされていることと、測定対象面の曲率半径が、非常に小さいからである。

【 0 0 2 5 】

測定対象面から反射して戻ってきた光は、再度レンズ 1 0、基準面 3 0、レンズ 1 2 を逆に通過し、ビームスプリッタ 3 2 を通り、レンズ 1 4 によって、撮像系 4 0 に干渉縞の画像を生成する。

【 0 0 2 6 】

通常顕微鏡として焦点調節する場合は、図 2 に全体構成を示す如く、顕微鏡光学系部 7 0 を被測定物 8 に対して Z 3 の移動機構を使用して移動させるか、あるいは、被測定物 8 を単独で移動して焦点調節を行なうが、本発明においては、これとは別に、干渉光学系部 7 2 も独立に移動可能な移動機構 Z 2 を設けている。

10

【 0 0 2 7 】

このため、顕微鏡の焦点合わせとは別個に焦点調節を行なうことが可能であり、顕微鏡対物レンズ 1 0 を通して無限遠方に至る任意位置に対し焦点を合わせることが可能となる。これにより、干渉光学系側では、顕微鏡対物レンズ 1 0 の焦点位置外にある被測定物 8 を観察することが可能となる。このため、この被測定物 8 の画像を見ながら位置合わせをすることが可能となり、光軸調整作業が格段に容易となる。

【 0 0 2 8 】

又、本実施形態では、干渉光学系内部においても焦点調節機構 Z 1 を設けている。

20

【 0 0 2 9 】

顕微鏡対物レンズ 1 0 を通して無限遠方に至る任意位置に対し焦点を合わせることの意味を説明するため、図 3 に、測定対象物（球）をセットし、まだ位置合わせを行っていない状態の画像を示す。装置が横位置に設置されているため、周囲の状況の画像と、ずれて設置された測定対象物の球の画像が、干渉計視野内に見える。

【 0 0 3 0 】

調整時の詳細な状況を以下に説明する。

【 0 0 3 1 】

干渉測定時は、焦点位置が無限遠なので、図 4 (A) に示す状態では、対物レンズを通して周囲が見える。

30

【 0 0 3 2 】

測定対象球をセットした状態を図 4 (B) に示す。

【 0 0 3 3 】

次いで、画面を見ながら、図 4 (C) に示す如く、測定対象球の位置を、視野のほぼ中央にセットする。そして、このまま光軸方向に球を近づけていく。

【 0 0 3 4 】

測定対象球が、画面一杯になったところを図 1 1 (D) に示す。球に反射して、対物レンズが見える。

【 0 0 3 5 】

更に近づけると、図 4 (E) に示す如く、対物レンズの中心にレーザ光が反射して見えるので、この光線が画面から外れないようにすれば、迅速に光軸調整できる。

40

【 0 0 3 6 】

更に近づけると、図 4 (F) に示す如く、徐々に光線が大きくなる。

【 0 0 3 7 】

更に近づけると、図 4 (G) に示す如く、視野一杯まで広がる。

【 0 0 3 8 】

更に近づけると、図 4 (H) に示す如く、今度は明るい部分が小さくなっていく。途中、光線が画面から外れてきたら、その都度、適宜修正する。

【 0 0 3 9 】

50

更に近づけると、図4(I)に示す如く、一旦明るい部分が点になる。この位置が、球の表面にピントが合った位置である。

【0040】

更に近づけると、図4(J)に示す如く、又、大きくなって来る。

【0041】

更に近づけると、図4(K)に示す如く、干渉縞が見えて来る。

【0042】

この辺で光軸調整(アライメント)モードに切り替えた状態を図4(L)に示す。

【0043】

次いで図4(M)に示す如く、Z軸を調節してサイズを合わせ、光軸方向の位置をセットする。

10

【0044】

次いで図4(N)に示す如く、X、Y方向を調節して、光線を重ね合わせる。

【0045】

次いで、アライメントモードから干渉縞測定モードにすると、調節が良ければ、図4(O)に示す程度の干渉縞が見える。

【0046】

あとは適宜X、Y、Zを調節して、図4(P)に例示する如く、好みの干渉縞の見え方に調節する。

【0047】

20

以上のように、測定用レーザ光のスポットが常に見えるため、この光線が視野から外れないように保ちながら位置を調節することで、必ず迅速に干渉縞を観測可能な状態にセットできる。

【0048】

図4(A)~(P)まで、通常30秒から1分程度である。

【0049】

本実施形態においては、測定対象面として、球面形状の基準となり得るほど高精度な球面又は平面を使用することで、逆にレンズ10自体の性能を測定するという応用も可能である。

【0050】

30

第1実施形態は、一般の顕微鏡対物レンズ10を測定レンズとして用いた場合の例であり、レンズ10とは別個の基準面30を設けて使用している。顕微鏡対物レンズ10は、収差補正が十分なされているため、実用上このような構成も可能となる。

【0051】

次に、本発明の第2実施形態を図5を参照して説明する。

【0052】

本実施形態は、顕微鏡対物レンズ10の測定対象面側の最外面を基準面30としたものであり、光線は、この球面である基準面30をそれぞれ垂直に通過し、測定対象面上に垂直に照射する。

【0053】

40

他の点は第1実施形態と同様であるので、説明は省略する。

【0054】

なお、光源20から測定対象面までの間の任意の位置に任意形状の基準面を配置しても、干渉計としては成立するので、目的に応じて選択することが可能である。

【0055】

次に、平面形状を干渉計測する場合に用いる本発明の第3実施形態を図6に示す。

【0056】

本実施形態においては、被測定物の測定対象面(平面)9に合わせて基準面30が平面にされると共に、測定のためのレンズ10から測定対象面9に向かって平行な光束が射出されるように、拡大レンズ22の出側にコリメータレンズ24が配置されている点が第2

50

実施形態と異なる。

【0057】

本実施形態においては、レンズ10と測定対象面9の間の測定対象面の側に基準面30が配置されている。この場合、実用的に使用可能な顕微鏡対物レンズ10の倍率としては、中低倍(20~50X程度)以下となる。

【0058】

前記第1乃至第3実施形態において、可干渉性光源20の波長を変化させると、図7に示すような、干渉縞の位相シフトを発生させることができる。ここで位相シフトとは、図7に示すように、干渉縞の位置が変化する現象である。

【0059】

図7で示した5枚の位相シフトされた干渉縞画像に対して、ハリラン法等の既に良く知られた解析アルゴリズムを適用して形状データを算出し、3次元表示したものを図8に示す。

【0060】

更に、図9に示す干渉縞画像の代表例について、同様にして位相シフトを行なった画像を5枚取得し、形状を測定した例を図10に示す。

【0061】

次に、半導体レーザを可干渉性光源として、複数の光源を組み込んだ第4実施形態の要部を図11に示す。図において、51、52、53はレーザダイオード(LD)、61、62、63はコリメータレンズ、34はプリズムである。

【0062】

波長が変化可能な可干渉性光源といっても、その可変範囲には限りがある。半導体レーザを用いたものでは、外部共振器型チューナブルレーザで数nm、駆動電流の制御による方法では、高々0.1nm程度である。又、大きく波長を変えて複数の光源で測定を行なう場合も生じる。そこで本実施形態では、3つの個別のレーザダイオード51、52、53を配置している。例えば3つのレーザダイオード51、52、53の発振波長として、403nm、635nm、780nmのものを使用し、それぞれのオンオフを制御すれば、各波長単独、あるいは組合せて測定を行なうことができる。又、各レーザダイオードには、駆動電流の制御により、個別に位相シフトを行なわせることも可能となる。

【0063】

プリズム34の反射面は、波長選択性を持たせたものを使用することも勿論可能である。これにより、透過効率と各レーザダイオードの分離を向上することができる。

【0064】

次に、本発明による適用効果が大きいと予想される測定対象面が平面の場合をとり、図12に第5実施形態を示す。図中において、照明光束は実線で、結像光線は破線で示す。

【0065】

本実施形態においては、新たに照明光源80とレンズ82が付加され、ビームスプリッタ(BS)84により、干渉計用の可干渉性光源20と同一光路を通過して測定対象面9を照明することが可能となるよう配置されている。

【0066】

本実施形態において、照明光源80からの照明によって測定対象面9から来る光線(破線)と、可干渉性光源20の照射により、測定対象面9から反射して戻ってきた光(実線)は、新たに設けられたビームスプリッタ(BS)86により、干渉計とは別の光路を通り、この例では接眼レンズ88に入射されるものと、干渉計(40)に入射されるものとに分けられる。

【0067】

ビームスプリッタ86は、図中にある矢印の方向で破線で形が示された位置まで移動し、光路内を出し入れすることが可能となっている。このため、ビームスプリッタ86の光路内への挿入と連動して、可干渉性光源20と照明光源80をオンオフ、又は、シャッタ等により遮断して切り替えることで、干渉縞撮像系40において、通常の顕微鏡観測画像

10

20

30

40

50

と干渉画像とを個別に観測することができると共に、別個に接眼レンズ 88 で目視観測を行なうことができる。

【0068】

又、ビームスプリッタ 86 の光路内挿入と連動して、可干渉性光源 20 から照明光源 80 に切り替えることにより、観察時の安全を確保するといった使用法も可能となる。

【0069】

次に、図 13 を参照して本発明の第 6 実施形態を詳細に説明する。

【0070】

本実施形態は、第 5 実施形態において、更に、可干渉性光源 20 と照明光源 80 からの光線を、それぞれ偏光素子 90、92 によって互いに直交する直線偏光である p - 偏光と s - 偏光にする。可干渉性光源 20 に半導体レーザ等を用いている場合、既に直線偏光である場合もあるので、その場合は、そのまま使用することができる。

10

【0071】

これらは、偏光ビームスプリッタ 85 で重ね合わされ、更に無偏光ビームスプリッタ 33 を経由して測定観察光学系内に導入される。

【0072】

測定対象面 9 から戻ってくる p - 偏光と s - 偏光は、偏光状態を保ったまま戻ってくるので、偏光ビームスプリッタ 87 で、s - 偏光である照明による測定対象面の画像は、観察光学系の接眼レンズ 88 に導入され、p - 偏光である可干渉性光源 20 による干渉画像は、干渉計内の撮像光学系 40 に、それぞれ分離されて導入される。

20

【0073】

このため、測定対象面 9 は可干渉性光源 20 と通常の照明光源 80 で同時に照射されているにも拘わらず、観測光学系 (88) においては、通常の顕微鏡観察像を観測することができると共に、尚且つ、干渉計光学系内の撮像系 40 においては、同時に干渉画像だけを良好に得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図 1】本発明の第 1 実施形態の光学系を示す光路図

【図 2】同じく全体構成を示す断面図

【図 3】無限遠方に至る任意位置に対し焦点を合わせることを示すための図

30

【図 4】同じく詳細な調整時の状況を示す図

【図 5】本発明の第 2 実施形態の光学系を示す光路図

【図 6】同じく第 3 実施形態の光学系を示す光路図

【図 7】第 1 乃至第 3 実施形態で可干渉性光源の波長を変化したときに得られる、位相をシフトされた干渉縞画像を示す図

【図 8】図 7 から算出された形状データを 3 次元表示した例を示す図

【図 9】干渉縞画像の代表例を示す図

【図 10】図 9 で位相シフトを行なった画像を 5 枚取得し形状測定した例を示す図

【図 11】本発明の第 4 実施形態の要部を示す光路図

【図 12】同じく第 5 実施形態の光学系を示す光路図

40

【図 13】同じく第 6 実施形態の光学系を示す光路図

【符号の説明】

【0075】

8 ... 被測定物

9 ... 測定対象面

10 ... 顕微鏡対物レンズ

12、14 ... レンズ

20 ... 可干渉性光源

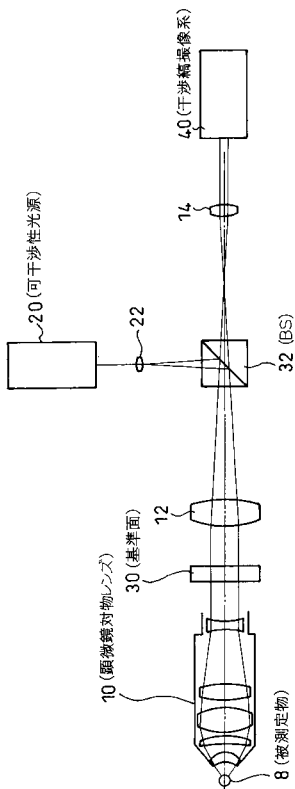
30 ... 基準面

32、33、85、87 ... ビームスプリッタ (BS)

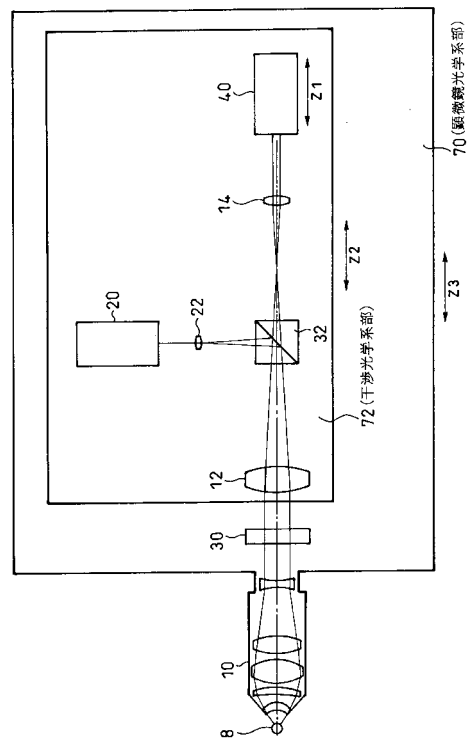
50

- 40 ... 干渉縞撮像系
- 51、52、53 ... レーザダイオード (LD)
- 70 ... 顕微鏡光学系部
- 72 ... 干渉光学系部
- 88 ... 接眼レンズ
- 90、92 ... 偏光素子

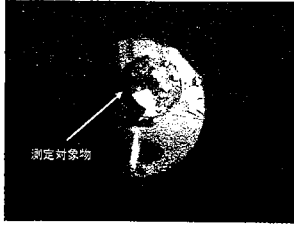
【図1】



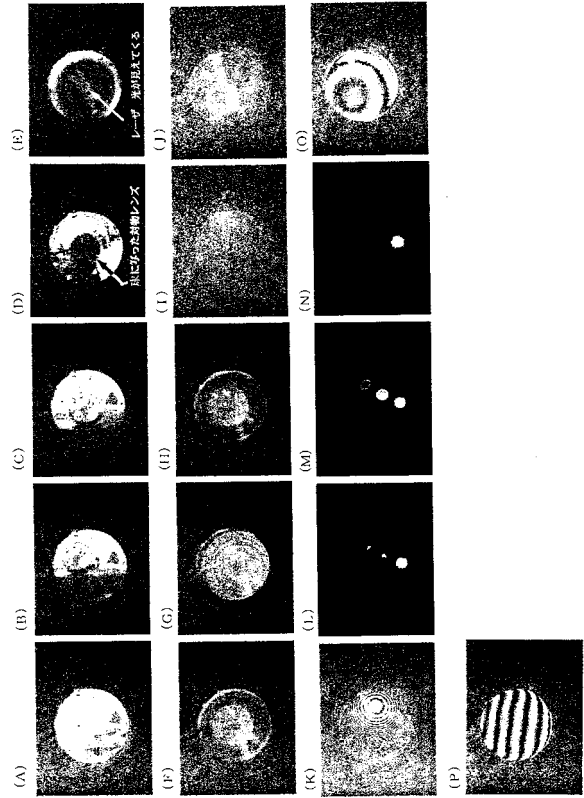
【図2】



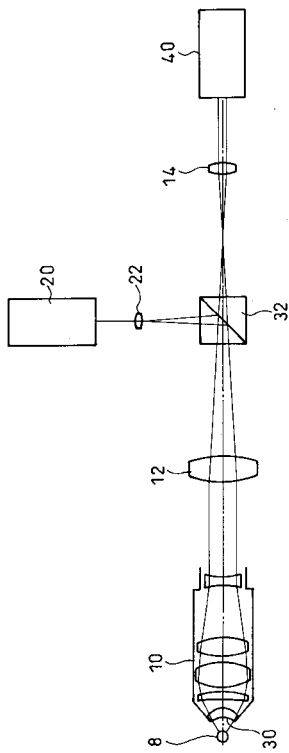
【 図 3 】



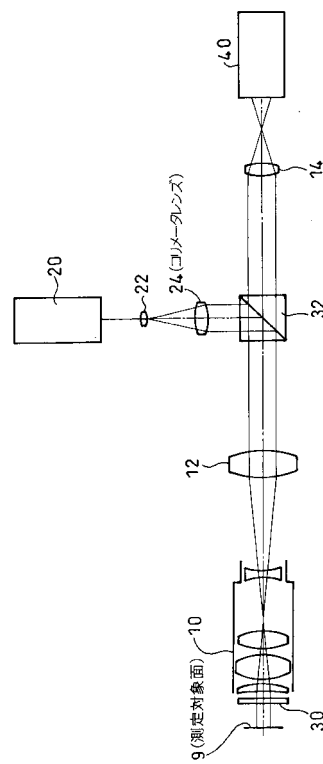
【 図 4 】



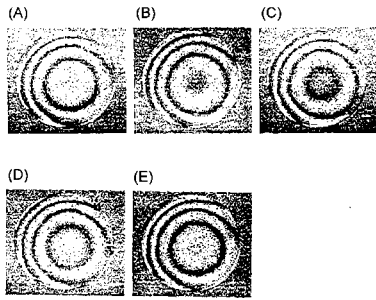
【 図 5 】



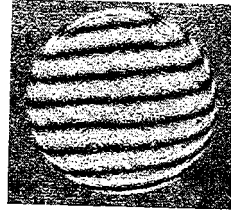
【 図 6 】



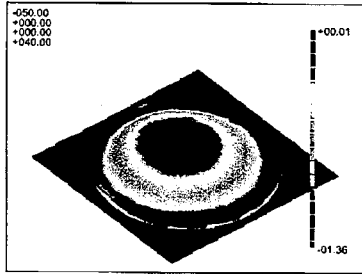
【 図 7 】



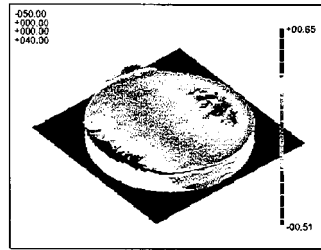
【 図 9 】



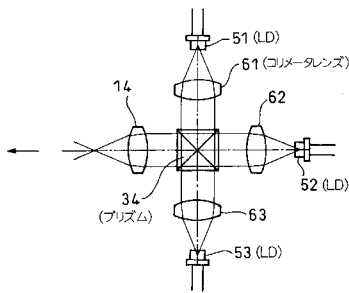
【 図 8 】



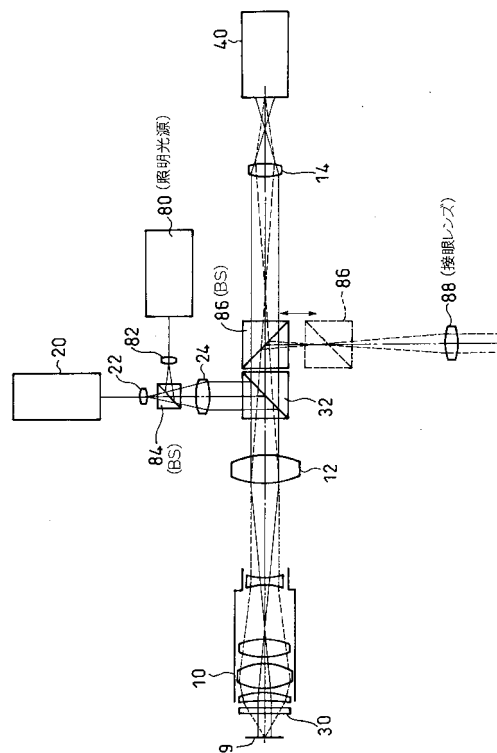
【 図 10 】



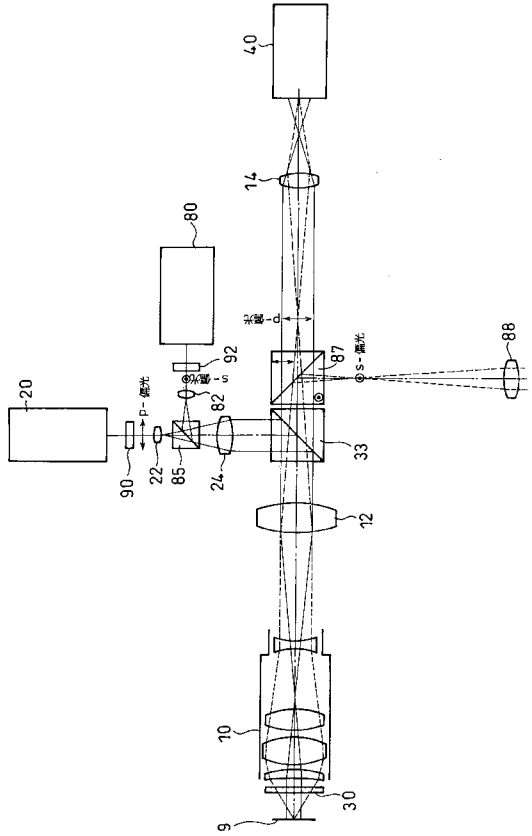
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F064 AA09 BB03 EE05 FF02 FF08 GG22 GG44 GG53 GG55 GG61
GG65 GG66 HH03 HH08 HH09 JJ01
2F065 AA53 BB05 BB07 CC25 DD06 FF53 FF61 GG06 GG23 GG25
HH04 HH13 JJ03 JJ09 JJ26 LL04 LL09 LL33 LL46 QQ03
QQ23 QQ31 UU03 UU05
2G086 FF01 FF03