

(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2010-237183

(P2010-237183A)

(43) 公開日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
GO1B	9/02	(2006.01)	GO1B 9/02	2F064
GO1B	11/24	(2006.01)	GO1B 11/24	D 2F065
GO1B	11/06	(2006.01)	GO1B 11/06	G 2H052
GO2B	21/00	(2006.01)	GO2B 21/00	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-88480 (P2009-88480)
 (22) 出願日 平成21年3月31日 (2009.3.31)

(71) 出願人 000183266
 住友大阪セメント株式会社
 東京都千代田区六番町6番地28
 (74) 代理人 100097320
 弁理士 官川 貞二
 (74) 代理人 100100398
 弁理士 柴田 茂夫
 (74) 代理人 100131820
 弁理士 金井 俊幸
 (74) 代理人 100106437
 弁理士 加藤 治彦
 (74) 代理人 100155192
 弁理士 金子 美代子

最終頁に続く

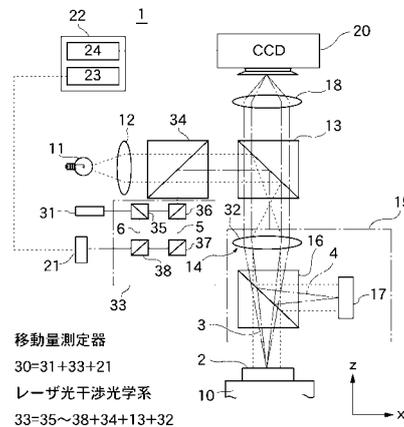
(54) 【発明の名称】 低コヒーレンス干渉計及び光学顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 外乱（例えば温度変化や振動）が測定精度に与える影響を抑制でき、測定レンジに依存しない高精度の測定が可能な低コヒーレンス干渉計を提供する。

【解決手段】 本発明に係る低コヒーレンス干渉計 1 は、測定対象 2 の三次元形状又は膜厚測定に供される低コヒーレンス干渉計であって、白色光を射出する光源 11 と、白色光を測定対象に集光させ光軸方向に移動可能な対物レンズ 14 と、白色光を測定対象 2 に照射する物体光 3 と参照鏡 17 に照射する参照光 4 とに分波し、測定対象で反射された物体光 3 と参照鏡 17 で反射された参照光 4 を合波して白色干渉光を出力させる光分波合波器 16 と、光分波合波器 16 から出力された白色干渉光を検出する白色光検出器 20 と、対物レンズの光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器 30 を備え、移動量測定器はレーザ光を射出するレーザ光源 31 と光軸上に形成されレーザ光を反射する反射膜 32 を有する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定に供される低コヒーレンス干渉計であって；
 コヒーレンス長が短い低コヒーレンス光を射出する低コヒーレンス光源と；
 前記低コヒーレンス光を測定対象に集光させ、光軸方向に移動可能な対物レンズと；
 前記対物レンズの通過前又は通過後の前記低コヒーレンス光を前記測定対象に照射する
 物体光と参照鏡に照射する参照光とに分波し、かつ前記測定対象で反射された物体光と前
 記参照鏡で反射された参照光を合波して低コヒーレンス干渉光を出力させる光分波合波器
 と；

前記光分波合波器から出力された低コヒーレンス干渉光を検出する低コヒーレンス光検
 出器と； 10

前記対物レンズの前記光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器を備え；

前記移動量測定器は、レーザ光を射出するレーザ光源と、前記光軸上又は前記光軸の近
 傍に形成され前記レーザ光を反射する反射体を有する；

低コヒーレンス干渉計。

【請求項 2】

前記反射体は、前記光軸上で前記対物レンズに形成された反射膜である；

請求項 1 に記載の低コヒーレンス干渉計。

【請求項 3】

測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定に供される低コヒーレンス干渉計であって； 20
 コヒーレンス長が短い低コヒーレンス光を射出する低コヒーレンス光源と；
 前記低コヒーレンス光を測定対象に集光させ、光軸方向に移動可能な対物レンズと；
 前記対物レンズの通過前又は通過後の前記低コヒーレンス光を前記測定対象に照射する
 物体光と参照鏡に照射する参照光とに分波し、かつ前記測定対象で反射された物体光と前
 記参照鏡で反射された参照光を合波して低コヒーレンス干渉光を出力させる光分波合波器
 と；

前記光分波合波器から出力された低コヒーレンス干渉光を検出する低コヒーレンス光検
 出器と；

前記対物レンズの前記光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器を備え；

前記移動量測定器は、レーザ光を射出するレーザ光源と、前記対物レンズの近傍に設け
 られ前記対物レンズと一体的に移動する前記レーザ光を反射する反射体を有する； 30

低コヒーレンス干渉計。

【請求項 4】

前記反射体は、前記対物レンズを当該低コヒーレンス干渉計に取り付けるための対物レ
 ンズ取り付け部材に形成された反射鏡である；

請求項 3 に記載の低コヒーレンス干渉計。

【請求項 5】

前記移動量測定器は、

前記レーザ光源から射出されたレーザ光を測定レーザ光と参照レーザ光に分波し、前記
 測定レーザ光を前記反射体に照射させ、前記反射体で反射された測定レーザ光を前記参照
 レーザ光と合波し干渉させて干渉レーザ光を出力させるレーザ光干渉光学系と； 40

前記レーザ光干渉光学系から出力された干渉レーザ光を検出するレーザ光検出器と；

前記レーザ光検出器で検出された干渉レーザ光の強度の前記対物レンズの移動による変
 化に基づいて前記対物レンズの移動量を算出する移動量演算部を有する；

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の低コヒーレンス干渉計。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の低コヒーレンス干渉計を備える；

共焦点顕微鏡。

【請求項 7】

対物レンズの光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器を備え； 50

前記移動量測定器は、レーザ光を射出するレーザ光源と、前記光軸上又は前記光軸の近傍に形成され前記レーザ光を反射する反射体を有する；

光学顕微鏡。

【請求項 8】

対物レンズの光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器を備え；

前記移動量測定器は、レーザ光を射出するレーザ光源と、前記対物レンズの近傍に設けられ前記対物レンズと一体的に移動する前記レーザ光を反射する反射体を有する；

光学顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は低コヒーレンス干渉計及び光学顕微鏡に関する。詳しくは、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定に供され、対物レンズ位置の移動量測定を介して高さ方向の界面位置を精密に測定するための低コヒーレンス干渉計及び光学顕微鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定において、対物レンズの光軸方向（高さ方向：Z方向）の基準位置からの移動量を測定する場合、Z軸ステージを高さ方向（Z方向）に移動させて対物レンズとの間隔を変化させ、測定対象に対する対物レンズ位置の移動量を測定していた。この移動量は、（A）Z軸ステージとしてステッピングモータを用いたアクチュエータ（移動レンジ約数百mm）を使用する場合は、アクチュエータに取り付けた精密リニアスケール（例えば回折格子を利用したガラススケール）により測定し、（B）Z軸ステージとしてピエゾアクチュエータ（移動レンジ約数百 μm ）を使用する場合は、ピエゾアクチュエータと組み合わせた静電容量センサにより測定していた。

20

【0003】

上記（A）の精密リニアスケールで対物レンズの移動量を測定する場合には、測定すべき移動量は対物レンズの光軸上における移動量であるのに、精密リニアスケールが設置されている位置が対物レンズの光軸から離れているため、外乱（例えば温度変化や振動）の影響により測定精度が低くなるという問題があった。また、上記（B）の静電容量センサで対物レンズの移動量を測定する場合には、静電容量センサの測定分解能は測定レンジに比例するため（一般的には0.03%程度で比例）、測定レンジが長くなると高い測定精度を保つことができないという問題、静電容量センサは対物レンズの光軸に近い位置に設置されるが厳密には光軸上ではないため外乱（例えば温度変化や振動）の影響により測定精度が低くなるという問題があった。

30

【0004】

ところで、光軸方向の対物レンズ移動量測定にレーザ光を使用する三次元形状測定装置が提案されている（例えば特許文献1）。この装置では、白色光源（広帯域光源）とレーザ光源（コヒーレント光源）とを共に測定対象と参照鏡に入射し、測定対象で反射された物体光と参照鏡で反射された参照光を合波してそれぞれ白色光の干渉縞とレーザ光の干渉縞を形成する。このとき、レーザ光の干渉縞によって測定対象に対する対物レンズ位置の移動量を求め、白色光の干渉縞を解析することでXY平面の各点における測定対象の表面位置（すなわち表面形状）を求める。レーザ光で対物レンズ位置の移動量を測定することで、レーザ光の高いコヒーレンス性により、測定レンジに依存しない高精度の測定ができる。

40

【0005】

また、レーザ光を光軸近傍で測定対象に照射することにより、アッペの原理を近似的に満たし、外乱（例えば温度変化や振動）の測定精度への影響を抑制することができる。なお、アッペの原理とは、高い測定精度を実現するためには測定物と基準（スケール）を同一の軸上に配置すべきという原理である。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4180084号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記レーザ光を使用する装置では測定対象にレーザ光を照射するため、測定対象の表面における傾斜、表面粗さ、吸収などの表面状態に影響を受けて、測定精度が不安定になるという問題があった。さらに、通常の三次元形状測定装置では薄膜の表側界面と裏側界面の光学的距離を測定することができるが、この装置は対物レンズ位置の移動量を測定対象で反射したレーザ光で測定するため、測定対象が薄膜である場合には、表裏界面での反射光の干渉によって測定対象に対する対物レンズ位置の移動量における測定精度が低下するという問題や、薄膜裏面での反射光の干渉縞による測定対象に対する対物レンズ位置の移動量測定の結果は、薄膜の屈折率のばらつきによって正確な値にならないという問題があった。

10

【0008】

本発明は、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定について、外乱（例えば温度変化や振動）による測定精度への影響を抑制でき、測定レンジに依存しない、かつ測定対象の表面状態に影響を受けない高精度な三次元形状測定又は膜厚測定を可能にする低コヒーレンス干渉計を提供することを目的とする。

20

また、対物レンズの移動量を高精度で測定可能な光学顕微鏡を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る低コヒーレンス干渉計1は、例えば図1に示すように、測定対象2の三次元形状測定又は膜厚測定に供される低コヒーレンス干渉計であって、コヒーレンス長が短い低コヒーレンス光を射出する低コヒーレンス光源11と、低コヒーレンス光を測定対象2に集光させ、光軸方向に移動可能な対物レンズ14と、対物レンズ14の通過前又は通過後の低コヒーレンス光を測定対象2に照射する物体光3と参照鏡17に照射する参照光4とに分波し、かつ測定対象2で反射された物体光3と参照鏡17で反射された参照光4を合波して低コヒーレンス干渉光を出力させる光分波合波器16と、光分波合波器16から出力された低コヒーレンス干渉光を検出する低コヒーレンス光検出器20と、対物レンズ14の光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器30を備え、移動量測定器30は、レーザ光を射出するレーザ光源31と、光軸上又は光軸の近傍に形成されレーザ光を反射する反射体32を有する。

30

【0010】

ここにおいて、三次元形状測定には、表面形状の測定だけでなく、測定対象の表面が透明膜の場合には膜厚分布の測定や膜内の欠陥（異物、傷など）分布の測定なども含まれる。また、コヒーレンス長が短いとは、重ね合わさった光波の可干渉距離が短いことをいい、自然光の場合は数波長程度（数 μm 程度）が一般的である。また、光軸方向とは、対物レンズ14の光軸をいうが、中を通る低コヒーレンス光の光軸及び低コヒーレンス光から分波された物体光3の光軸と一致する。また、反射体は反射膜、反射鏡を含み、入射光の一部を反射するものも含む。また、光軸上に形成されたとは反射体が光軸と交差することを意味する。

40

【0011】

本態様のように構成すると、測定対象2の三次元形状測定又は膜厚測定において、光軸上又は光軸の近傍に形成された反射体からの反射光を用いて測定するので、外乱（例えば温度変化や振動）による測定精度への影響を抑制でき、また、測定に用いるレーザ光のコヒーレンス長は数m程度から数十km程度と長いので、測定レンジに依存しない高精度の測定ができる。したがって、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定について、外乱（例

50

例えば温度変化や振動)による測定精度への影響を抑制でき、測定レンジに依存しない高精度の測定を可能にする低コヒーレンス干渉計を提供できる。また、対物レンズ14の表面に形成した反射体32からの反射光を用いて対物レンズ14の移動量を測定するので、測定対象表面の表面状態(表面粗さ、斜面、吸収など)による影響を受けない。

【0012】

また、本発明の第2の態様に係る低コヒーレンス干渉計1は、第1の態様に係る低コヒーレンス干渉計において、例えば図3に示すように、反射体は、光軸上で対物レンズ14に形成された反射膜32である。

【0013】

本態様のように構成すると、反射膜32は対物レンズ14に密着して形成されるので、反射膜32からのレーザ反射光を用いることにより、対物レンズ14の移動量を非常に精密に測定できる。また、光軸上に形成され、アッペの原理を満たすので外乱(例えば温度変化や振動)による測定精度への影響を受けない。

【0014】

上記課題を解決するために、本発明の第3の態様に係る低コヒーレンス干渉計1Aは、例えば図7に示すように、測定対象2の三次元形状測定又は膜厚測定に供される低コヒーレンス干渉計であって、コヒーレンス長が短い低コヒーレンス光を射出する低コヒーレンス光源11と、低コヒーレンス光を測定対象2に集光させ、光軸方向に移動可能な対物レンズ14と、対物レンズ14の通過前又は通過後の低コヒーレンス光を測定対象2に照射する物体光3と参照鏡17に照射する参照光4とに分波し、かつ測定対象2で反射された物体光3と参照鏡17で反射された参照光4を合波して低コヒーレンス干渉光を出力させる光分波合波器16と、光分波合波器16から出力された低コヒーレンス干渉光を検出する低コヒーレンス光検出器20と、対物レンズ14の光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器30を備え、移動量測定器30は、レーザ光を射出するレーザ光源31と、対物レンズ14の近傍に設けられ対物レンズ14と一体的に移動するレーザ光を反射する反射体43を有する。

【0015】

ここにおいて、対物レンズ14の近傍とは、対物レンズの筐体40Bに接触しているか、筐体40Bから数mm以内の位置にあることを意味する。本態様のように構成すると、反射体43は対物レンズ14に対して固定された位置関係にあるので、反射体43で反射されるレーザ光を用いることにより、対物レンズ14の移動量を精密に測定できる。また、反射体43は比較的光軸に近い位置にあり、アッペの原理を近似的に満たすので外乱(例えば温度変化や振動)による測定精度への影響を抑制できる。したがって、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定について、温度変化や振動等の外乱による測定精度への影響を抑制でき、測定レンジに依存しない高精度の測定を可能にする低コヒーレンス干渉計を提供できる。また、対物レンズ14と一体的に移動する反射体43からの反射光を用いて対物レンズ14の移動量を測定するので、測定対象表面の表面状態(表面粗さ、斜面、吸収など)による影響を受けない。

【0016】

また、本発明の第4の態様に係る低コヒーレンス干渉計は、第3の態様に係る低コヒーレンス干渉計において、例えば図7に示すように、反射体は、対物レンズ14を当該低コヒーレンス干渉計1Aに取り付けるための対物レンズ取り付け部材40に形成された反射鏡43である。

【0017】

ここにおいて、対物レンズ取り付け部材40(40A又は40B)とは、対物レンズを当該低コヒーレンス干渉計1Aに取り付ける部材であり、対物レンズ14を保持する筐体40B及び筐体40Bを低コヒーレンス干渉計1Aに取り付けるためのレボルバ40Aを含む。本態様のように構成すると、反射鏡43は対物レンズ14の近傍にある対物レンズ取り付け部材に形成されるので、アッペの原理を近似的に満たし、外乱(例えば温度変化や振動)による測定精度への影響を抑制でき、また、反射体の取り付けを容易にできる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の第 5 の態様に係る低コヒーレンス干渉計 1 は、第 1 ないし第 4 のいずれかの態様に係る低コヒーレンス干渉計において、例えば図 1 に示すように、移動量測定器 3 0 は、レーザ光源 3 1 から射出されたレーザ光を測定レーザ光 5 と参照レーザ光 6 に分波し、測定レーザ光 5 を反射体 3 2 に照射させ、反射体 3 2 で反射された測定レーザ光 5 を参照レーザ光 6 と合波し干渉させて干渉レーザ光を出力させるレーザ光干渉光学系 3 3 と、レーザ光干渉光学系 3 3 から出力された干渉レーザ光を検出するレーザ光検出器 2 1 と、レーザ光検出器 2 1 で検出された干渉レーザ光の強度の対物レンズ 1 4 の移動による変化に基づいて対物レンズ 1 4 の移動量を算出する移動量演算部 2 3 を有する。

【 0 0 1 9 】

ここにおいて、移動量測定器 3 0 は対物レンズ 1 4 の移動量算出に係る部分であり、図 1 ではレーザ光源 3 1、レーザ光干渉光学系 3 3、レーザ光検出器 2 1、移動量演算部 2 3 を有して構成される。また、レーザ光干渉光学系 3 3 はレーザ光の干渉に係る部分であり、図 1 ではビームスプリッタ 3 5 ~ 3 8 (3 7 は反射鏡でも良い)、ビームスプリッタ 3 4、ビームスプリッタ 1 3 及び反射体 3 2 を有して構成される。また、干渉レーザ光の強度は測定レーザ光 5 と参照レーザ光 6 の光路長差に対して周期的に変化し(図 4 参照)、対物レンズ 1 4 の移動量に対しても周期的に変化するので、これを干渉波の波形とすると、干渉波の波数(サイクル数)と位相差の変化から移動量を算出できる。本態様のよう

10

20

【 0 0 2 0 】

また、本発明の第 6 の態様に係る共焦点顕微鏡は、第 1 ないし第 5 のいずれかの態様の低コヒーレンス干渉計を備える。このように構成すると、上記態様のコヒーレンス干渉計を備えるので、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定に用いる場合に、外乱(例えば温度変化や振動)による測定精度への影響を抑制でき、測定レンジに依存しない、かつ測定対象の表面状態に影響を受けない高精度の測定を可能にする共焦点顕微鏡を提供することができる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の第 7 の態様に係る光学顕微鏡は、対物レンズ 1 4 の光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器 3 0 を備え、移動量測定器 3 0 は、レーザ光を射出するレーザ光源 3 1 と、光軸上又は光軸の近傍に形成されレーザ光を反射する反射体を有する。

30

このように構成すると、本態様に係る移動量測定器は、外乱(例えば温度変化や振動)による測定精度への影響を抑制でき、測定レンジに依存しない高精度の測定ができ、また、測定対象表面の表面状態(表面粗さ、斜面、吸収など)による影響を受けないので、対物レンズの移動量を高精度で測定可能な光学顕微鏡を提供できる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の第 8 の態様に係る光学顕微鏡は、対物レンズの光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器を備え、移動量測定器は、レーザ光を射出するレーザ光源と、対物レンズの近傍に設けられ対物レンズと一体的に移動するレーザ光を反射する反射体を有する。

40

このように構成すると、本態様に係る移動量測定器は、外乱(例えば温度変化や振動)による測定精度への影響を抑制でき、測定レンジに依存しない高精度の測定ができ、また、測定対象表面の表面状態(表面粗さ、斜面、吸収など)による影響を受けないので、対物レンズの移動量を高精度で測定可能な光学顕微鏡を提供できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定において、外乱(例えば温度変化や振動)が測定精度に与える影響を抑制でき、測定レンジに依存しない、かつ測定対象の表面状態に影響を受けない高精度の測定を可能にする低コヒーレンス干渉計を提供することができる。

50

また、対物レンズの移動量を高精度で測定可能な光学顕微鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施例1における低コヒーレンス干渉計の構成例を示す図である。

【図2】白色光による干渉を説明するための図である。

【図3】反射膜の模式図である。

【図4】レーザ光による干渉を説明するための図である。

【図5】実施例2における反射膜の形成を説明するための図である。

【図6】実施例3における反射膜の形成を説明するための図である。

【図7】実施例4における低コヒーレンス干渉計の構成例を示す図である。

【図8】実施例5における反射鏡の設置を説明するための図である。

【図9】実施例6における反射鏡の設置を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において、互いに同一又は相当する部分には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【実施例1】

【0026】

本実施例では、反射膜を対物レンズの表面に形成する例で、光分波合波器を対物レンズと一体化した干渉対物レンズを用いる例について説明する。

【0027】

図1に本実施例における低コヒーレンス干渉計1の構成例を示す。低コヒーレンス干渉計1は、測定対象2を搭載するXYステージ10と、光軸方向に移動可能な対物レンズ14と、低コヒーレンス光を射出し、対物レンズ14を通して測定対象2に照射する照射光学系と、照射光学系の途中に配置され、測定対象2に向かう低コヒーレンス光を測定対象2に照射する物体光3と参照鏡17に照射する参照光4とに分波し、かつ測定対象2で反射された物体光3と参照鏡17で反射された参照光4を合波して低コヒーレンス干渉光を出力させる光分波合波器16と、光分波合波器16から出力される低コヒーレンス干渉光を低コヒーレンス光検出器20に導く検出光学系と、対物レンズ14の光軸方向の移動量を測定するための移動量測定器30を備えて構成される。照射光学系は、低コヒーレンス光源11と、低コヒーレンス光源11から射出される低コヒーレンス光の光軸上にコリメータレンズ12、ビームスプリッタ34、ビームスプリッタ13がこの順序で配置され、また、ビームスプリッタ13で反射された低コヒーレンス光の光軸上に対物レンズ14、光分波合波器16及びXYステージ10がこの順序で配置されている。検出光学系は、光分波合波器16から出力される低コヒーレンス干渉光の光軸上に対物レンズ14、ビームスプリッタ13、結像レンズ18及び低コヒーレンス光検出器20がこの順序で配置されている。移動量測定器30は対物レンズ14の光軸方向の移動量を測定するもので、移動量測定器30はレーザ光源31、レーザ光干渉光学系33、レーザ光検出器21、移動量演算部23を有して構成される。また、レーザ光干渉光学系33はレーザ光の干渉に係る部分であり、ビームスプリッタ35～38、ビームスプリッタ34、ビームスプリッタ13及び反射体としての反射膜32を有して構成される。以下に、本実施例における低コヒーレンス干渉計1の構成及び作用について説明する。

【0028】

測定対象2はXYステージ10上に搭載され、低コヒーレンス干渉計1により三次元形状の測定に供される。本実施例では、XYステージ10はZ方向（対物レンズ14の光軸方向）に固定されるが、XY方向（光軸に垂直な平面内）には移動可能であり、例えば、XY方向にはステップモータなどにより駆動される。低コヒーレンス光源11はコヒーレンス長が短い低コヒーレンス光（例としてハロゲンランプ光源）を射出する。例えば、ハロゲンランプなどの白色光源を使用できる。ハロゲンランプは近赤外光から可視光まで混合した白色光を射出し、コヒーレンス長は例えば数 μm 程度となる。本実施例では低

10

20

30

40

50

コヒーレンス光としてこの白色光を使用する。かかる白色光を用いると、測定対象 2 に照射され反射される物体光 3 と参照鏡 1 7 に照射され反射される参照光 4 の光路長がほぼ一致した時に干渉縞が局所的に発生するので、得られた干渉縞を解析することで測定対象 2 の三次元形状を精密に測定できる。本実施例ではこの低コヒーレンス干渉計はマイケルソン型干渉計で構成されている。また、光源の波長帯域を制限するフィルタを用いて、波長帯域を制限した低コヒーレンス干渉計とすることもできる。

【 0 0 2 9 】

図 2 は白色光による干渉を説明するための図である。横軸に光路長差を、縦軸に検出光強度を示す。物体光 3 と参照光 4 の光路長が一致した時に干渉は最大になり、最大の強度が得られる。そして、物体光 3 と参照光 4 の光路長の差がゼロである近傍で干渉は最大になり、最大の強度が得られる。そして、光路長差が白色光のコヒーレンス長以内 ($\pm 1 c$ 以内) であるとき、局所的に干渉が生じ、検出光強度が光路長差の変化によって周期的に変動する干渉縞が発生する。干渉波のピークは包絡線を描き、光路長の差が大きくなるに従い徐々に小さくなり、光路長の差が $\pm 1 c$ で干渉は消滅する。干渉縞の本数は数本程度である。

10

【 0 0 3 0 】

図 1 に戻り、照射光学系において、低コヒーレンス光源 1 1 から射出される低コヒーレンス光の光軸上にコリメータレンズ 1 2、ビームスプリッタ 3 4、ビームスプリッタ 1 3 がこの順序で配置されている。また、ビームスプリッタ 1 3 で反射された低コヒーレンス光の光軸上に対物レンズ 1 4、光分波合波器 1 6 及び X Y ステージ 1 0 がこの順序で配置されている。低コヒーレンス光源 1 1 から射出された低コヒーレンス光はコリメータレンズ 1 2 で略平行光束となり、ビームスプリッタ 3 4 を透過し、ビームスプリッタ 1 3 で反射され略平行光束となり、対物レンズ 1 4 に入射される。ビームスプリッタ 3 4 は後述するレーザ光干渉光学系 3 3 からの測定レーザ光 5 を白色光と合波するためのものである。ビームスプリッタ 1 3 は、白色光の一部を反射し、一部を透過する。例えば反射率 5 0 %、透過率 5 0 % とする。なお、低コヒーレンス光源 1 1 からの低コヒーレンス光を光ファイバを通し、光ファイバの出射端で拡散レンズによりコリメータレンズ 1 2 に投光しても良い。

20

【 0 0 3 1 】

対物レンズ 1 4 は低コヒーレンス光を測定対象 2 に集光させる。ビームスプリッタ 1 3 から反射された低コヒーレンス光の光軸が対物レンズ 1 4 の光軸と一致している。本実施例では対物レンズ 1 4 は干渉対物レンズ 1 5 (図の一点鎖線内) の構成をしており、光分波合波器 1 6 及び参照鏡 1 7 と一体的に構成されている。光分波合波器 1 6 は、対物レンズ 1 4 を通った低コヒーレンス光を測定対象 2 に照射する物体光 3 と参照鏡 1 7 に照射する参照光 4 とに分波し、かつ測定対象 2 で反射されて戻ってきた物体光 3 と参照鏡 1 7 で反射されて戻ってきた参照光 4 を合波して低コヒーレンス干渉光を出力させる。光分波合波器 1 6 は、例えば、白色光の一部を反射し、一部を透過するビームスプリッタを使用でき、例えば反射率 5 0 %、透過率 5 0 % とする。対物レンズ 1 4 を通ってビームスプリッタ 1 6 に入射された光束は物体光 3 と参照光 4 に分波される。ビームスプリッタ 1 6 を透過した物体光 3 は、測定対象 2 に照射され、測定対象 2 で反射されてビームスプリッタ 1 6 に戻る。ビームスプリッタ 1 6 で反射された参照光 4 は、参照鏡 1 7 に照射され、参照鏡 1 7 で反射されてビームスプリッタ 1 6 に戻る。測定対象 2 で反射されて戻ってきた物体光 3 と参照鏡 1 7 で反射されて戻ってきた参照光 4 はビームスプリッタ 1 6 で合波されて、低コヒーレンス干渉光となり、対物レンズ 1 4 に向けて出力される。

30

40

【 0 0 3 2 】

ビームスプリッタ 1 6 を透過して、測定対象 2 に照射され、測定対象 2 で反射されてビームスプリッタ 1 6 に戻る物体光 3 の光路長と、ビームスプリッタ 1 6 で反射されて、参照鏡 1 7 に照射され、参照鏡 1 7 で反射されてビームスプリッタ 1 6 に戻る参照光 4 の光路長がほぼ等しくなるときに物体光 3 は測定対象 2 で合焦し、参照光 4 は参照鏡 1 7 で合焦するようにビームスプリッタ 1 6 及び参照鏡 1 7 が配置される。物体光 3 の光路長と参

50

照光 4 の光路長がほぼ一致する時に白色光の干渉縞が局所的に発生する。測定対象 2 の表面の高低差が白色光のコヒーレンス長以内であるときには、低コヒーレンス光検出器 20 で検出される像は面内で干渉縞が発生しているため、対物レンズ 14 の位置を移動せずに干渉縞解析によって表面形状を算出することができる。

【 0 0 3 3 】

対物レンズ 14 は光軸方向 (Z 方向) に移動可能に構成される。本実施例では X Y ステージ 10 を固定し、対物レンズ 14 を移動するものとする。例えば図示しないステッピングモータ、 piezo アクチュエータ又はこれらの組み合わせにより Z 方向に移動できる。 piezo アクチュエータを用いると、移動量を測定する静電容量センサを対物レンズ 14 の近傍に設置できるため、精度が高い移動量測定が可能になるので好適である。これにより、測定対象表面の高低差が白色光のコヒーレンス長以上であるときには、対物レンズ 14 の位置を移動 (走査しても良い) させながら低コヒーレンス光検出器 20 で検出される干渉縞の画像を撮像・収集し、これらの干渉縞に基づいて、画像の各画素における検出強度の Z 方向位置依存性を解析することで、測定対象 2 の三次元形状を精密に測定できる。

10

【 0 0 3 4 】

検出光学系において、ビームスプリッタ 16 から出力される低コヒーレンス干渉光の光軸上に対物レンズ 14、ビームスプリッタ 13、結像レンズ 18 及び低コヒーレンス光検出器 20 がこの順序で配置されている。ビームスプリッタ 16 から出力された低コヒーレンス干渉光は対物レンズ 14 を通って略平行光束となり、ビームスプリッタ 13 に入射される。ビームスプリッタ 13 を透過した白色光は結像レンズ 18 を通って低コヒーレンス光検出器 20 に入射される。低コヒーレンス光検出器 20 は低コヒーレンス干渉光を検出するもので、例えば CCD カメラを使用できる。一般的な CCD カメラ 20 は近赤外から可視光にかけて感度を有するが、低コヒーレンス干渉光 (干渉縞を生じる部分) から離れた波長の光を波長帯域フィルタにより遮断しても良い。CCD カメラ 20 は低コヒーレンス干渉光による干渉縞画像を撮像する。CCD カメラ 20 は得られた干渉縞画像は解析装置 22 における白色光干渉解析部 24 で解析することにより、測定対象 2 の三次元形状を高精度に測定することができる。解析装置 22 として例えばパーソナルコンピュータ (PC) を使用できる。

20

【 0 0 3 5 】

移動量測定器 30 は対物レンズ 14 の光軸方向の移動量を測定する。移動量測定器 30 はレーザ光源 31、レーザ光干渉光学系 33、レーザ光検出器 21、移動量演算部 23 を有して構成される。また、レーザ光干渉光学系 33 はレーザ光の干渉に係る部分であり、ビームスプリッタ 35 ~ 38 (37 は反射鏡でも良い)、ビームスプリッタ 34、ビームスプリッタ 13 及び反射体としての反射膜 32 を有して構成される。レーザ光源 31 はレーザ光を射出する。反射膜 32 はレーザ光を反射する。

30

【 0 0 3 6 】

図 3 に、反射膜 32 の模式図を示す。反射膜 32 は対物レンズ 14 に形成される。例えば、対物レンズ 14 の測定対象 2 と反対側の面に形成される。反射膜 32 には一般的な誘電体多層膜 (例えばダイクロイックミラーに用いられる) などを使用して、反射光の波長を選択することが好適である。例えば、対物レンズ 14 の表面に透明で屈折率の異なる 2 層が交互に積層された多層膜からなる反射膜 32 が形成される。多層膜は例えば蒸着により高屈折率層 P1 と低屈折率層 P2 を交互に積層して形成する。2 層の膜厚を光路長がレーザ光の波長に適合するように調整することによりレーザ光が効率よく反射される。このように反射膜 32 は対物レンズ 14 に密着してその光軸上を含んで、すなわち光軸と交差するように形成されている。レーザ光は反射膜 32 の光軸上に局所的に照射され、アッペの原理を満たしている。したがって、外乱 (例えば温度変化や振動) が測定精度に与える影響を受けにくい。また、反射膜 32 からの反射光を測定することにより、対物レンズ 14 それ自体の移動量を測定している。また、レーザ光で測定することにより、測定レンジに依存しない高精度の測定が可能である。また、対物レンズ 14 に形成した反射膜 32 からの反射光を用いて対物レンズ 14 の移動量を測定するので、測定対象 2 表面の表面状態

40

50

(表面粗さ、斜面、吸収など)による影響を受けない。

【0037】

図1に戻り、レーザ光源31として例えばHe-Neレーザを使用できる。He-Neレーザ31から射出されたレーザ光(波長632.8nm)は、レーザ光干渉光学系33に入射される。He-Neレーザの代わりに各波長の半導体レーザやNd-YAGレーザ(波長1064nm)などを使用しても良い。レーザ光の波長が低コヒーレンス光の波長(干渉範囲の波長)または波長帯域を制限するフィルタの波長帯域から離れていれば、レーザ光は白色光の干渉縞に影響を及ぼさないのが好適である。レーザ光干渉光学系33は、レーザ光源31から射出されたレーザ光を入射し、ビームスプリッタ35で測定レーザ光5と参照レーザ光6に分波する。参照レーザ光6はビームスプリッタ35からビームスプリッタ38に至る。測定レーザ光5はビームスプリッタ36で反射されてビームスプリッタ34で低コヒーレンス光学系に入射され、その後低コヒーレンス光と同様に(本実施例では測定レーザ光5の光軸と低コヒーレンス光の光軸は一致する)、ビームスプリッタ13で反射され、対物レンズ14に形成された反射膜32で反射され、ビームスプリッタ13、ビームスプリッタ34で反射された後に、低コヒーレンス光学系から分かれて、ビームスプリッタ36を透過後にビームスプリッタ37(反射鏡でも良い)で反射されてビームスプリッタ38に入射する。ビームスプリッタ38は測定レーザ光5と参照レーザ光6を合波して干渉レーザ光を出力する。

10

【0038】

干渉レーザ光はレーザ光検出器21に入射され、検出される。レーザ光検出器21は例えば光電センサを使用できる。光電センサ21での検出信号を解析装置22に送信し、解析装置22では移動量演算部23にてレーザ光の干渉縞を解析することにより、高精度で対物レンズ14の移動量を測定できる。解析装置22にはパーソナルコンピュータ(PC)を使用できる。これら、ビームスプリッタ34~38及びビームスプリッタ13、反射膜32はレーザ光干渉光学系33を構成する。レーザ光干渉光学系33における測定レーザ光5の光路長と参照レーザ光6の光路長の差を変化させたとき、干渉レーザ光強度が周期的に変化する。これら2つの光路長が一致すると又は2つの光路長の差異がレーザ光の半波長の整数倍であるとき干渉レーザ光の強度が最大になる。また、レーザ光は反射膜32の局所に照射され、反射されれば良いが、本実施例ではビームスプリッタ13の中心に照射され、対物レンズ14の中心に向かって、光軸上を進み、光軸上で反射膜32から反射される。レーザ光を光軸上に照射する(すなわち光軸上の反射膜32で反射させる)とアッペの原理を満たすのが好適であるが、厳密な光軸上でなくても光軸の近傍であればアッペの原理を近似的に満たすので、外乱(例えば温度変化や振動)が測定精度への影響を抑制できる。

20

30

【0039】

図4はレーザ光による干渉を説明するための図である。横軸にZ方向移動量を、縦軸に検出光強度を示す。干渉縞の波長は、レーザ光の波長の1/2になる。このように移動量に対して干渉縞が繰り返されるので、対物レンズ14の移動量は干渉縞の数と位相差により測定できる。すなわち、移動量測定器30は、レーザ光検出器21で検出された干渉レーザ光の検出光強度を移動量演算部23に送信し、移動量演算部23は、レーザ光検出器21で検出された干渉レーザ光の強度の対物レンズ14の移動による変化に基づいて対物レンズ14の移動量を算出する。干渉レーザ光の強度は測定レーザ光5と参照レーザ光6の光路長差に対して周期的に変化し、対物レンズ14の移動量に対しても周期的に変化するので、これを干渉波の波形とすると、干渉波の波数(サイクル数)と位相差の変化から移動量を算出できる。

40

【0040】

以上より、本実施例によれば、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定において、光軸上に形成された反射膜からの反射光を用いて測定するので、外乱(例えば温度変化や振動)による測定精度に与える影響を抑制し、また、測定に用いるレーザ光のコヒーレンス長は長いので、測定レンジに依存しない高精度の測定ができる。また、対物レンズに形成し

50

た反射膜からの反射光を用いて対物レンズの移動量を測定するので、測定対象表面の表面状態（表面粗さ、斜面、吸収など）による影響を受けない。

【実施例 2】

【0041】

図 5 は実施例 2 における反射膜 3 2 の形成を説明するための図である。実施例 1 では対物レンズ 1 4 が 1 つとして説明したが、実施例 2 では複数のレンズで構成された対物レンズを用い、その 1 つの対物レンズ 1 4 A に反射膜 3 2 を形成する例を説明する。実施例 1 との差異点を主に説明する。対物レンズ 1 4 の測定対象 2 と反対側のレンズ 1 4 A の測定対象 2 と反対側の面に反射膜 3 2 を形成する。レンズ 1 4 A の表面に透明で屈折率の異なる 2 層が交互に積層された多層膜からなる反射膜 3 2 が形成される。レンズ 1 4 A は筐体 4 0 B に保持され、筐体 4 0 B はレボルバ 4 0 A により低コヒーレンス干渉計に取り付けられる。その他の構成は実施例 1 と同様であり、実施例 1 と同様の効果を奏する。

10

【実施例 3】

【0042】

図 6 は実施例 3 における反射膜の形成を説明するための図である。実施例 1 では対物レンズ 1 4 にレーザ光を反射する反射膜 3 2 を形成する例を説明したが、本実施例では反射体として透明基板 4 2 に形成された多層膜 3 2 B を用いる例を説明する。実施例 1 との差異点を主に説明する。例えばガラス基板などの透明基板上に屈折率の異なる 2 層が交互に積層された多層膜を蒸着して多層膜フィルタ 4 2 を形成する。例えば対物レンズ 1 4 を装着した筐体 4 0 B の測定対象 2 と反対側にレボルバ 4 0 A を取り付け、筐体 4 0 B とレボルバ 4 0 A の間に多層膜フィルタ 4 2 を挟む。これにより、多層膜フィルタ 4 2 に照射されたレーザ光は多層膜からなる反射膜 3 2 B により反射される。白色干渉縞近傍の波長の光は多層膜フィルタ 4 2 を透過する。透明基板に多層膜 3 2 B を形成するので、対物レンズ 1 4 に直接形成するよりも、簡易に形成、取り扱いができる。その他の構成は実施例 1 と同様であり、実施例 1 と同様の効果を奏する。

20

【実施例 4】

【0043】

実施例 1 では対物レンズ 1 4 にレーザ光を反射する反射膜 3 2 を形成する例を説明したが、本実施例では対物レンズ取り付け部材 4 0（4 0 A 又は 4 0 B）に反射鏡 4 3 を形成する例を説明する。したがって、実施例 1 では反射膜 3 2 が対物レンズ 1 4 の表面に配置されるが、本実施例では反射鏡 4 3 が対物レンズ 1 4 と一体的に移動する対物レンズ取り付け部材 4 0 に配置される。

30

【0044】

図 7 に実施例 4 における低コヒーレンス干渉計 1 A の構成例を示す。図 7（a）に低コヒーレンス干渉計 1 A の構成例を、図 7（b）に反射鏡 4 3 の設置部分の例を示す。実施例 1 との差異を主に説明する。対物レンズ取り付け部材 4 0 は、対物レンズ 1 4 を低コヒーレンス干渉計 1 A に取り付けるための部材であり、対物レンズ 1 4 を保持する筐体 4 0 B 及び筐体 4 0 B を低コヒーレンス干渉計 1 A に取り付けるためのレボルバ 4 0 A を含む。対物レンズ 1 4 は筐体 4 0 B に保持され、筐体 4 0 B は低コヒーレンス干渉計 1 A に取り付けられている。例えば反射鏡 4 3 はレボルバ 4 0 A の測定対象 2 と反対側の面上に配置され、対物レンズ 1 4 と一体的に移動し、レーザ反射光を用いて対物レンズ 1 4 の移動量を測定するので、測定レンジに依存せず、かつ測定対象表面の表面状態による影響を受けずに、移動量を精密に測定できる。また、レボルバ 4 0 A は物体光 3 の対物レンズ 1 4 への入射を妨げない位置にあるので、白色干渉縞の観察に影響を与えない。反射鏡 4 3 は対物レンズ 1 4 の光軸に対して垂直に設置され、反射鏡 4 3 に入射されたレーザ光の反射光は入射光の光路を戻す。反射鏡 4 3 は対物レンズ 1 4 の近傍に配置されるので、厳密にはアッペの原理を満たさないが、アッペの原理を近似的に満たすものといえる。したがって、外乱（例えば温度変化や振動）が測定精度への影響を抑制できる。また、反射膜 3 2 の対物レンズ 1 4 への形成に比して、レボルバ 4 0 A への反射鏡 4 3 の取り付けは、貼り付ければ良いので容易である。

40

50

【 0 0 4 5 】

また、実施例 1 の光学系からビームスプリッタ 3 4 (図 1 参照) が除かれ、ビームスプリッタ 1 3 が白色光及びレーザ光を対物レンズ 1 4 の方向に向けて反射する。レーザ光はビームスプリッタ 1 3 の端の方の局所に照射され、反射鏡 4 3 に向かって反射される。このためレーザ光は対物レンズ 1 4 には入射されず、低コヒーレンス光の干渉には影響を与えない。また、反射鏡 4 3 からの反射光はビームスプリッタ 1 3 で反射されてビームスプリッタ 3 6 に向かい、対物レンズ 1 4 から出力される低コヒーレンス干渉光はビームスプリッタ 1 3 を透過して結像レンズ 1 8 に向かう。

【 0 0 4 6 】

He - Ne レーザ 3 1 から射出されたレーザ光 (波長 6 3 2 . 8 n m) は、レーザ光干渉光学系 3 3 A に入射される。He - Ne レーザの代わりに各波長の半導体レーザや Nd - Y A G レーザ (波長 1 0 6 4 n m) などを使用しても良い。レーザ光干渉光学系 3 3 A は、レーザ光源 3 1 から射出されたレーザ光を入射し、ビームスプリッタ 3 5 で測定レーザ光 5 と参照レーザ光 6 に分波する。参照レーザ光 6 はビームスプリッタ 3 5 からビームスプリッタ 3 8 に至る。測定レーザ光 5 はビームスプリッタ 3 6 を透過してビームスプリッタ 1 3 で低コヒーレンス光学系に入射され、その後低コヒーレンス光の光路に沿って進む。ただし、本実施例では測定レーザ光 5 はビームスプリッタ 1 3 の端に近い部分に局所的に入射され、測定レーザ光 5 の光軸と低コヒーレンス光の光軸は平行であるが、一致しない。ビームスプリッタ 1 3 で反射された測定レーザ光 5 は、レボルバ 4 0 A の測定対象 2 と反対側の面に設置された反射鏡 4 3 で反射された後に、ビームスプリッタ 1 3 で反射され、低コヒーレンス光学系から分かれてビームスプリッタ 3 6 及びビームスプリッタ 3 7 (反射鏡でも良い) で反射され、ビームスプリッタ 3 8 に入射する。ビームスプリッタ 3 8 は測定レーザ光 5 と参照レーザ光 6 を合波して干渉レーザ光を出力する。干渉レーザ光はレーザ光検出器 2 1 に入射され、検出される。

【 0 0 4 7 】

移動量測定器 3 0 はレーザ光源 3 1、レーザ光干渉光学系 3 3、レーザ光検出器 2 1、移動量演算部 2 3 を有して構成される。また、レーザ光干渉光学系 3 3 はレーザ光の干渉に係る部分であり、ビームスプリッタ 3 5 ~ 3 8、ビームスプリッタ 1 3 及び反射体としての反射鏡 4 3 を有して構成される。

【 0 0 4 8 】

その他の構成は実施例 1 と同様であり、白色光の干渉縞が局所的に発生し、また、対物レンズ 1 4 の移動量をレボルバ 4 0 A に配置された反射鏡 4 3 からのレーザ光の反射を測定することにより、対物レンズ 1 4 の移動量を測定できる。反射鏡 4 3 は対物レンズ 1 4 の近傍に設けられ対物レンズ 1 4 と一体的に移動する。したがって、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定において、外乱 (例えば温度変化や振動) が測定精度に与える影響を抑制でき、また、測定レンジに依存しない高精度の測定ができる。

【 実施例 5 】

【 0 0 4 9 】

図 8 は実施例 5 における反射鏡 4 3 の設置を説明するための図である。実施例 4 では反射鏡 4 3 がレボルバ 4 0 A に設置される例を説明したが、本実施例では反射鏡 4 3 が対物レンズ 1 4 の筐体 4 0 B に設置される例を説明する。すなわち、反射鏡 4 3 が対物レンズ 1 4 の筐体 4 0 B に密着した位置に固定され、レボルバ 4 0 A に穴あけ加工がされ、ビームスプリッタ 1 3 で反射されたレーザ光は穴 4 4 を通って反射鏡 4 3 に照射され、反射鏡 4 3 から反射され、ビームスプリッタ 1 3 に戻る。なお、反射鏡 4 3 の位置を対物レンズ 1 4 と同じ高さ (Z 座標) とすると、外乱 (例えば温度変化や振動) が測定精度に与える影響をさらに抑制できる。その他の構成は実施例 4 と同様であり、実施例 4 と同様の効果を奏する。

【 実施例 6 】

【 0 0 5 0 】

図 9 は実施例 6 における反射鏡 4 3 の設置を説明するための図である。図 9 (a) は対

10

20

30

40

50

物レンズ 14 とレボルバ 40A を側面から見た図、図 9 (b) はこれらを上面から見た図である。実施例 4 では反射鏡 43 がレボルバ 40A に設置される例を説明したが、本実施例では反射鏡 43 が対物レンズ 14 の筐体 40B とレボルバ 40A に挟まれて設置される例を説明する。すなわち、反射鏡 43 が対物レンズ 14 の筐体 40B に密着した位置に筐体 40B とレボルバ 40A に挟まれて設置され、レボルバ 40A に穴あけ加工がされ、ビームスプリッタ 13 で反射された低コヒーレンス光は穴 44 を通って反射鏡 43 に照射され、反射鏡 43 から反射され、ビームスプリッタ 13 に入射される。その他の構成は実施例 4 と同様であり、実施例 4 と同様の効果を奏する。

【0051】

また、本発明のレーザ光干渉光学系を共焦点顕微鏡に組み込むことができる。かかる共焦点顕微鏡は、本発明のコヒーレンス干渉計を備えるので、測定対象の三次元形状測定又は膜厚測定に用いる場合に、外乱（例えば温度変化や振動）による測定精度への影響を抑制でき、測定レンジに依存しない、かつ測定対象の表面状態に影響を受けない高精度の測定が可能になる。

【0052】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施例に種々変更を加えられることは明白である。

【0053】

例えば、以上の実施例における低コヒーレンス干渉計を構成している光学部品の位置関係や構成順序を変更可能である。例えば、実施例 1 または実施例 4 では低コヒーレンス干渉計をマイケルソン型干渉計で構成する例を説明したが、光分波合波器と対物レンズの位置の上下関係を逆にしても良い。また、低コヒーレンス干渉計を光分波合波器と対物レンズの位置の上下関係を逆にして物体光の対物レンズと参照光の対物レンズの 2 つの対物レンズを有するリニク型干渉計で構成することも可能であり、また、光分波合波器を対物レンズ筐体内部に形成しているミラウ型干渉計で構成することも可能である。また、実施例 4 では反射鏡をレボルバの上面に配置する例を説明したが、レボルバの上面から開けた穴の底に配置しても良い。この場合、穴底の位置、すなわち反射鏡 43 の位置を対物レンズ 14 と同じ高さ（Z 座標）とすると、外乱（例えば温度変化や振動）による測定精度への影響を抑制できる。また、実施例 1 の反射膜 32 に代えて、対物レンズ 14 の光軸上で、反射鏡を対物レンズ 14 の表面に局所的に設置しても良い。この場合、低コヒーレンス光及び低コヒーレンス干渉光の一部が対物レンズ 14 の透過を妨げられるが、局所的なので、白色光の干渉縞への影響は小である。また、反射膜や反射鏡の構成や配置、その他の低コヒーレンス干渉計を構成する各部品の選択、配置などを適宜変更可能である。

【産業上の利用可能性】

【0054】

本発明は、三次元形状や膜厚の測定機器及び光学顕微鏡に利用される。

【符号の説明】

【0055】

- 1, 1A 低コヒーレンス干渉計
- 2 測定対象
- 3 物体光
- 4 参照光
- 5 測定レーザ光
- 6 参照レーザ光
- 10 XY ステージ
- 11 低コヒーレンス光源（ハロゲンランプ）
- 12 コリメータレンズ
- 13 ビームスプリッタ
- 14, 14A 対物レンズ

10

20

30

40

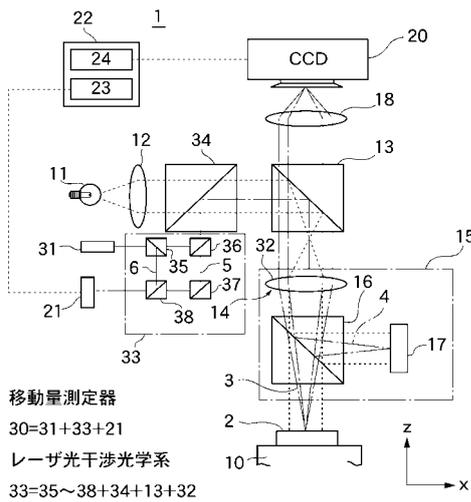
50

- 1 5 干渉対物レンズ
- 1 6 光分波合波器 (ビームスプリッタ)
- 1 7 参照鏡
- 1 8 結像レンズ
- 2 0 低コヒーレンス光検出器 (C C Dカメラ)
- 2 1 レーザ光検出器
- 2 2 解析装置
- 2 3 移動量演算部
- 2 4 白色光干渉解析部
- 3 0 移動量測定器
- 3 1 レーザ光源 (H e - N e レーザ)
- 3 2 , 3 2 A , 3 2 B 反射体 (反射膜)
- 3 3 , 3 3 A レーザ光干渉光学系
- 3 4 ビームスプリッタ
- 3 5 ~ 3 8 ビームスプリッタ
- 4 0 対物レンズ取り付け部材
- 4 0 A レボルバ
- 4 0 B 筐体
- 4 2 多層膜フィルタ
- 4 3 反射体 (反射鏡)
- 4 4 穴
- P 1 高屈折率層
- P 2 低屈折率層

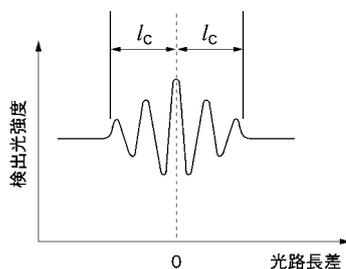
10

20

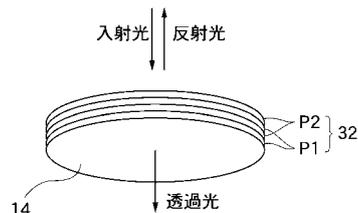
【 図 1 】



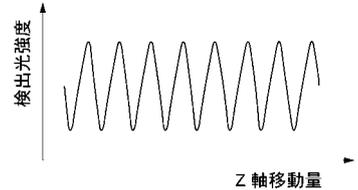
【 図 2 】



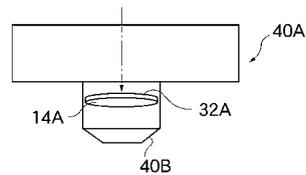
【 図 3 】



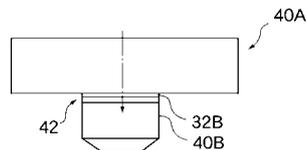
【 図 4 】



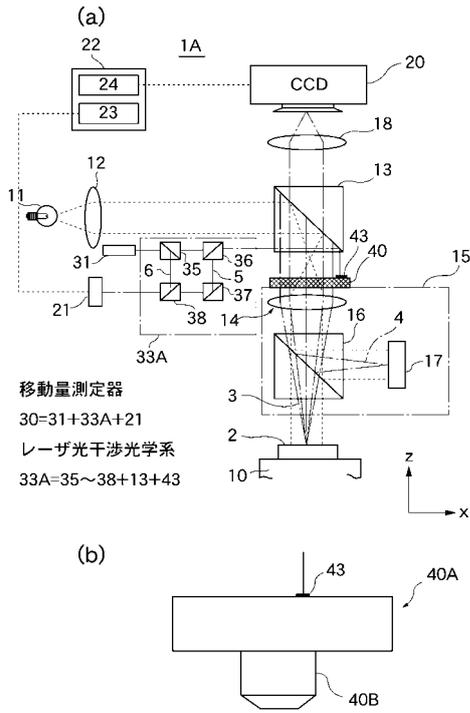
【 図 5 】



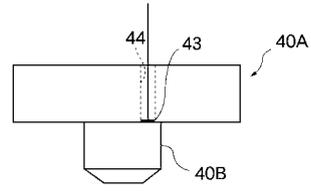
【 図 6 】



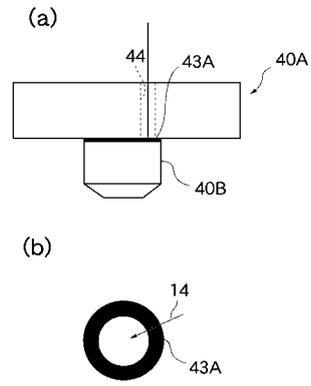
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 小杉 純一

東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内

Fターム(参考) 2F064 AA09 EE01 EE10 FF02 FF07 GG02 GG22 GG42 HH03 HH08
JJ01
2F065 AA09 AA30 AA53 BB17 CC31 DD11 FF04 FF41 FF51 GG02
GG05 GG06 GG24 JJ03 JJ26 LL00 LL22 PP12 PP24
2H052 AA04 AC04 AC14 AC34 AD16 AF03