

(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2007-205918

(P2007-205918A)

(43) 公開日 平成19年8月16日(2007.8.16)

(51) Int.C1.	F 1	テーマコード (参考)
<b>GO1B 11/30</b> (2006.01)	GO1B 11/30	1 O 2 G 2 F O 6 5
<b>GO2B 23/26</b> (2006.01)	GO2B 23/26	A 2 H O 4 O
<b>A61B 1/00</b> (2006.01)	A61B 1/00	3 O O D 4 C O 6 1
<b>GO1B 11/00</b> (2006.01)	GO1B 11/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-25667 (P2006-25667)	(71) 出願人	000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22) 出願日	平成18年2月2日 (2006.2.2)	(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
		(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
		(72) 発明者	高橋 進 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ リンパス株式会社内
		F ターム (参考)	2F065 AA06 AA50 BB05 FF49 FF52 GG01 HH02 JJ03 JJ09 JJ26 LL02 LL04 LL12 LL33 LL34 LL36 MM07 NN00 PP22 QQ03 UU07

最終頁に続く

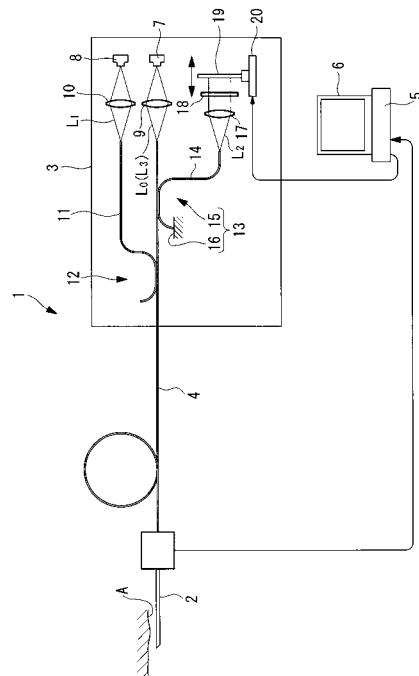
(54) 【発明の名称】計測内視鏡

## (57) 【要約】

【課題】接触式のプローブでは計測困難な観察対象の表面粗さ等を精度よく測定しつつ、表面状態を観察することを可能とする。

【解決手段】プローブ2と、低コヒーレント光源7を備える光源装置3と、プローブ2と光源装置4とを接続する単一の光ファイバ4とを備え、光源装置3に、低コヒーレント光 $L_0$ を参照光 $L_2$ と計測光 $L_3$ とに分岐する第1の低コヒーレント光分岐部13と、参照光 $L_2$ の光路長を調節する光路長調節部20と、光路長を調節された参照光 $L_2$ と計測光 $L_3$ とを合波して光ファイバ4に入射させる光合波部15とが備えられ、プローブ2に、参照光 $L_2$ を分岐する第2の低コヒーレント光分岐部と、観察対象Aから戻る計測光 $L_3$ と参照光 $L_2$ とを合波する低コヒーレント光合波部と、合波された参照光 $L_2$ および計測光 $L_3$ を撮像する撮像素子とが備えられる計測内視鏡1を提供する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

低コヒーレント光を出射する低コヒーレント光源を備える光源装置と、該光源装置から発せられた低コヒーレント光を観察対象に照射し、観察対象における反射光を集光するプローブと、

該プローブと光源装置とを接続する単一の光ファイバとを備え、前記光源装置に、前記低コヒーレント光源から出射された低コヒーレント光を第1の低コヒーレント光と第2の低コヒーレント光とに分岐する第1の低コヒーレント光分岐部と、第1の低コヒーレント光の光路長を調節する光路長調節部と、該光路長調節部により光路長を調節された第1の低コヒーレント光と第2の低コヒーレント光とを合波して前記光ファイバに入射させる光合波部とが備えられ、

前記プローブに、前記光ファイバを介して伝播されてきた光から第1の低コヒーレント光を分岐する第2の低コヒーレント光分岐部と、観察対象において反射されて戻る第2の低コヒーレント光と、前記第2の低コヒーレント光分岐部により分岐された前記第1の低コヒーレント光とを合波する低コヒーレント光合波部と、合波された低コヒーレント光を撮像する撮像素子とが備えられている計測内視鏡。10

**【請求項 2】**

照明光を出射する照明光源を備え、前記プローブが、低コヒーレント光とともに照明光を観察対象に照射し、前記撮像素子が、合波された低コヒーレント光および照明光の観察対象における反射光を撮像する請求項1に記載の計測内視鏡。20

**【請求項 3】**

前記低コヒーレント光源から発せられる低コヒーレント光が、直線偏光光であり、前記光路調節部が、第1の低コヒーレント光の光路に沿う方向に移動可能に配置され、光路を折り返すように第1の低コヒーレント光を反射する可動ミラーと、該可動ミラーによって反射されて戻る第1の低コヒーレント光の偏光方向を90°回転させる偏光部材とを備え、

前記第2の低コヒーレント光分岐部が、前記第1の低コヒーレント光または第2の低コヒーレント光のいずれか一方を反射し、他方を透過させる偏光ビームスプリッタにより構成されている請求項1または請求項2に記載の計測内視鏡。30

**【請求項 4】**

前記低コヒーレント光合波部が、前記第2の低コヒーレント光分岐部を構成する偏光ビームスプリッタと、該偏光ビームスプリッタにより分岐された一方の低コヒーレント光を反射するミラーと、該ミラーと前記ビームスプリッタとの間に配置され、前記一方の低コヒーレント光の偏光方向を90°回転させる第2の偏光部材と、前記低コヒーレント光合波部により合波された第1、第2の低コヒーレント光の偏光方向を揃える第3の偏光部材とを備える請求項3に記載の計測内視鏡。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、観察対象の表面粗さ等を計測するとともに、表面の状態を撮影して観察可能な計測内視鏡に関するものである。40

**【背景技術】****【0002】**

従来、計測対象物の表面粗さや輪郭形状等の表面の情報を計測する装置として、接触式のプローブを有する表面性状測定機が知られている（例えば、非特許文献1参照。）。

この表面性状測定機は、接触式のプローブを計測対象物の表面に接触させて、相対的に移動させることにより、計測対象物の表面形状に倣って接触式のプローブが移動する移動量を検出することにより、計測対象物の輪郭形状等を計測するものである。

【非特許文献1】株式会社ミツトヨ、商品情報、[online]、[平成17年5月31日検

10

20

30

40

50

索】、インターネット<URL : [http://www.mitutoyo.co.jp/products/keijyou\\_hyomen/hyomen\\_01.html](http://www.mitutoyo.co.jp/products/keijyou_hyomen/hyomen_01.html)>

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、接触式のプローブによる表面形状の測定には限界がある。例えば、孔の内面形状を測定する場合、孔の断面積が比較的大きく、かつ、孔の内径寸法が孔の奥行き方向にほとんど変化しない場合には、小型のプローブを接触させることにより測定可能である。しかし、孔の断面積が比較的小小さく、かつ、孔の内径寸法が孔の入口では小さく、孔の奥行き方向に進行するに従って広がる場合、入口を通過可能な小型のプローブでは、孔の奥側の内壁面に接触させることができず、測定が困難であるという不都合がある。

10

【0004】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、接触式のプローブでは計測困難な観察対象の表面粗さ等を精度よく測定することが可能な計測内視鏡を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明は、低コヒーレント光を出射する低コヒーレント光源を備える光源装置と、該光源装置から発せられた低コヒーレント光を観察対象に照射し、観察対象における反射光を集光するプローブと、該プローブと光源装置とを接続する単一の光ファイバとを備え、前記光源装置に、前記低コヒーレント光源から出射された低コヒーレント光を第1の低コヒーレント光と第2の低コヒーレント光とに分岐する第1の低コヒーレント光分岐部と、第1の低コヒーレント光の光路長を調節する光路長調節部と、該光路長調節部により光路長を調節された第1の低コヒーレント光と第2の低コヒーレント光とを合波して前記光ファイバに入射させる光合波部とが備えられ、前記プローブに、前記光ファイバを介して伝播されてきた光から第1の低コヒーレント光を分岐する第2の低コヒーレント光分岐部と、観察対象において反射されて戻る第2の低コヒーレント光と、前記第2の低コヒーレント光分岐部により分岐された前記第1の低コヒーレント光とを合波する低コヒーレント光合波部と、合波された低コヒーレント光を撮像する撮像素子とが備えられている計測内視鏡を提供する。

20

【0006】

本発明によれば、低コヒーレント光源から発せられた低コヒーレント光は、光源装置に備えられた第1の低コヒーレント光分岐部において第1、第2の低コヒーレント光に分岐される。分岐された第1の低コヒーレント光は、光路調節部により光路長を調節された後に、第2の低コヒーレント光および照明光源から発せられた照明光と合波され、光ファイバに入射される。光ファイバにより伝播された第1、第2の低コヒーレント光の内、第2の低コヒーレント光が、プローブに設けられた第2の低コヒーレント光分岐部において第1の低コヒーレント光から分岐された後、観察対象に照射される。

30

【0007】

観察対象に照射された第2の低コヒーレント光は、観察対象において反射して戻り、低コヒーレント光合波部において第1の低コヒーレント光と合波され、撮像素子において撮像される。

40

この場合において、光路調節部の作動により、第1の低コヒーレント光分岐部において分岐されてから低コヒーレント光合波部において合波されるまでの第1の低コヒーレント光の光路長と第2の低コヒーレント光の光路長とが精度よく一致したとき、両低コヒーレント光が干渉することになるので、撮像素子により取得された画像上に干渉縞が現れる。したがって、観察対象の各点に対して干渉縞を監視することにより、プローブと観察対象の各点との距離を正確に計測することができる。

【0008】

50

また、この場合において、本発明によれば、撮像素子により撮像される時点で合波される2つの低コヒーレント光を同一の光ファイバを介してプローブに伝播させてるので、プローブを移動させた際に発生する光ファイバの変動により2つの低コヒーレント光が受ける影響を等しくすることができる。その結果、2つの低コヒーレント光が異なる影響を受けることによる計測精度の低下を防止することができる。

【0009】

上記発明においては、照明光を出射する照明光源を備え、前記プローブが、低コヒーレント光とともに照明光を観察対象に照射し、前記撮像素子が、合波された低コヒーレント光および照明光の観察対象における反射光を撮像することとしてもよい。

このようにすることで、第2の低コヒーレント光とともに照明光が観察対象に照射され、プローブに設けられた撮像素子により撮像されて、観察対象の距離計測位置近傍における画像を取得することができる。

【0010】

また、上記発明においては、前記低コヒーレント光源から発せられる低コヒーレント光が、直線偏光光であり、前記光路調節部が、第1の低コヒーレント光の光路に沿う方向に移動可能に配置され、光路を折り返すように第1の低コヒーレント光を反射する可動ミラーと、該可動ミラーによって反射されて戻る第1の低コヒーレント光の偏光方向を90°回転させる偏光部材とを備え、前記第2の低コヒーレント光分岐部が、前記第1の低コヒーレント光または第2の低コヒーレント光のいずれか一方を反射し、他方を透過させる偏光ビームスプリッタにより構成されていることとしてもよい。

【0011】

このようにすることで、低コヒーレント光源から発せられた直線偏光光である低コヒーレント光は、第1の低コヒーレント光分岐部によって分岐された後、可動ミラーにより反射されて戻り、低コヒーレント光合波部において合波される。可動ミラーを第1の低コヒーレント光の光路に沿う方向に移動させることにより、第1の低コヒーレント光の光路長を容易に調節することができる。

【0012】

可動ミラーによって反射されて戻る第1の低コヒーレント光は、偏光部材の作動により偏光方向を90°回転させられるので、偏光方向の異なる2種類の低コヒーレント光が合波された状態で光ファイバ内を伝播させられる。プローブに伝播されてきた2種類の低コヒーレント光は、プローブに設けられている偏光ビームスプリッタにより分岐され、一方が観察対象に照射され、その反射光が他方の低コヒーレント光と合波されることにより干渉を生じさせ、これによって観察対象までの距離を精度よく計測することができる。これにより、相互に干渉させる2種類の低コヒーレント光を同一の光ファイバによってプローブまで伝播させることができ、プローブに設けられた撮像素子において干渉画像を取得することが可能となる。

【0013】

また、上記発明においては、前記低コヒーレント光合波部が、前記第2の低コヒーレント光分岐部を構成する偏光ビームスプリッタと、該偏光ビームスプリッタにより分岐された一方の低コヒーレント光を反射するミラーと、該ミラーと前記偏光ビームスプリッタとの間に配置され、前記一方の低コヒーレント光の偏光方向を90°回転させる第2の偏光部材と、前記低コヒーレント光合波部により合波された低コヒーレント光の偏光方向を揃える第3の偏光部材とを備えることとしてもよい。

【0014】

このようにすることで、偏光ビームスプリッタにおいて透過（あるいは反射）した一方の低コヒーレント光は、ミラーによって反射されて戻る間に第2の偏光部材によってその偏光方向を90°回転させられるので、偏光ビームスプリッタにおいて反射（あるいは透過）させられる。偏光ビームスプリッタにおいて反射（あるいは透過）した他方の低コヒーレント光は、観察対象において反射されて戻り、その少なくとも一部が偏光ビームスプリッタにおいて透過（あるいは反射）させられる。

10

20

30

40

50

## 【0015】

これにより、一方の低コヒーレント光の反射（あるいは透過）方向と、他方の低コヒーレント光の透過（あるいは反射）方向とを一致させておくことにより、両低コヒーレント光を合波されるので、第3の偏光部材により2つの低コヒーレント光の偏光方向を揃えることにより干渉させ、撮像素子において干渉画像を取得することができる。このように構成することで、偏光ビームスプリッタを第2の低コヒーレント光分岐部と低コヒーレント光合波部とで共用することができ、構造の簡素化およびプローブの小型化を図ることができる。

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明によれば、接触式のプローブでは計測困難な観察対象の表面粗さ等を精度よく測定しつつ、表面状態を観察することができるという効果を奏する。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0017】

以下、本発明の第1の実施形態に係る計測内視鏡1について、図1および図2を参照して説明する。

本実施形態に係る計測内視鏡1は、図1に示されるように、観察対象Aに近接配置されるプローブ2と、該プローブ2に低コヒーレント光L<sub>0</sub>および照明光L<sub>1</sub>を供給する光源装置3と、該光源装置3とプローブ2とを接続し、光源装置3からの低コヒーレント光L<sub>0</sub>および照明光L<sub>1</sub>をプローブ2まで伝播する単一の光ファイバ4と、光源装置3を制御するとともに、プローブ2により取得された画像情報を処理する制御装置5とを備えている。図中、符号6は、制御装置5により処理された画像を表示するモニタである。

## 【0018】

光源装置3は、図1に示されるように、一方向に偏光方向を設定された低コヒーレント光（例えば、P偏光光）L<sub>0</sub>を出射する低コヒーレント光源7と、不可視（後述する撮像素子が感度を有しない波長帯域）の励起光（照明光）L<sub>1</sub>を出射する照明光源8と、これらの光源7, 8から出射された低コヒーレント光L<sub>0</sub>および励起光L<sub>1</sub>を集光する集光レンズ9, 10とを備えている。該集光レンズ9, 10により集光された低コヒーレント光L<sub>0</sub>および励起光L<sub>1</sub>は、それぞれ、光ファイバ4, 11に入射されて伝播されていくようになっている。これらの光ファイバ4, 11は第1のカプラ（光合波部）12により接続され、低コヒーレント光L<sub>0</sub>と励起光L<sub>1</sub>とが合波されるようになっている。

## 【0019】

また、低コヒーレント光L<sub>0</sub>を伝播する光ファイバ4には、低コヒーレント光L<sub>0</sub>を参照光L<sub>2</sub>と計測光L<sub>3</sub>の2つに分岐する第1の低コヒーレント光分岐部13が設けられている。該第1の低コヒーレント光分岐部13は、光ファイバ4に他の光ファイバ14を接続する第2のカプラ15と、該第2のカプラ15を介して光ファイバ4から分岐された参照光（第1の低コヒーレント光）L<sub>2</sub>を反射する反射部16とを備えている。また、光ファイバ14の端面には、コリメートレンズ17、1/4波長板18および可動ミラー19が対向配置されている。可動ミラー19にはミラー移動機構20が設けられ、該ミラー移動機構20は制御装置5からの指令信号に応じて、可動ミラー19を光軸方向に移動させるようになっている。

## 【0020】

これにより、低コヒーレント光源7から出射された低コヒーレント光L<sub>0</sub>は、集光レンズ9によって光ファイバ4に入射され、第2のカプラ15によって分岐された計測光（第2の低コヒーレント光）L<sub>3</sub>がそのまま光ファイバ4内を進行させられる一方、第2のカプラ15によって分岐された参照光L<sub>2</sub>は、光ファイバ14内を伝播して、反射部16および可動ミラー19で反射された後に、再度第2のカプラ15において計測光L<sub>3</sub>と合波され、光ファイバ4内を伝播させられるようになっている。

## 【0021】

この場合に、参照光L<sub>2</sub>は、光ファイバ14の端面から出射され、コリメートレンズ1

10

20

30

40

50

7 によって平行光とされた後、1 / 4 波長板 18 を 2 回通過させられることにより、その偏光方向を 90° 回転させられる（例えば、S 偏光光となる。）ようになっている。したがって、光ファイバ 4 内には偏光方向が 90° 異なる 2 種類の低コヒーレント光である参照光 L<sub>2</sub> と計測光 L<sub>3</sub> とが合波され、さらに、励起光 L<sub>1</sub> が合波された形態でプローブ 2 まで伝播されるようになっている。

#### 【0022】

前記プローブ 2 は、細い孔にも挿入可能な細長の棒状に形成され、図 2 に示されるように、内部に、後端側に入射された励起光 L<sub>1</sub> および計測光 L<sub>3</sub> を長手方向に沿って先端側までリレーする不均質媒質レンズ 21 と、先端までリレーされた励起光 L<sub>1</sub> を 90° 偏向させて半径方向に出射させるプリズム 22 とを備えている。プリズム 22 の半径方向の外面には、励起光 L<sub>1</sub> により励起されることで蛍光 L<sub>4</sub> を発生する蛍光物質 23 が配置されている。また、プローブ 2 の先端には、計測光 L<sub>3</sub> を 90° 偏向させて半径方向外方に射させ、かつ、観察対象 A において反射されて戻る蛍光 L<sub>4</sub> をプローブ 2 の計測光 L<sub>3</sub> の光路に合流させる蛍光合波プリズム 24 が配置されている。図中、符号 25 は、励起光 L<sub>1</sub> を透過し、蛍光 L<sub>4</sub> を反射する蛍光反射膜である。

#### 【0023】

また、プローブ 2 には、光ファイバ 4 内を伝播されてきた光 L<sub>1</sub> , L<sub>2</sub> , L<sub>3</sub> の内、S 偏光光からなる参照光 L<sub>2</sub> のみを透過させる偏光ビームスプリッタ 26 と、該偏光ビームスプリッタ 26 を透過した参照光 L<sub>2</sub> を反射するミラー 27 と、該ミラー 27 と偏光ビームスプリッタ 26 との間に配置された 1 / 4 波長板 28 とが備えられている。また、プローブ 2 には、偏光ビームスプリッタ 26 に近接してポーラライザ 29 と撮像素子 30 とが配置されている。撮像素子 30 は、例えば、CCD（荷電結合素子）である。図中、符号 31 は光ファイバ 4 により伝播されてきた光 L<sub>1</sub> , L<sub>2</sub> , L<sub>3</sub> を 90° 偏向させるプリズム、符号 32 は、コリメートレンズである。

#### 【0024】

このように構成された本実施形態に係る計測内視鏡 1 の作用について以下に説明する。本実施形態に係る計測内視鏡 1 により、プローブ 2 先端面から観察対象 A 表面までの距離を計測しつつ、観察対象 A 表面の状態を観察するには、図 1 に示されるように、低コヒーレント光源 7 および照明光源 8 を作動させ、低コヒーレント光 L<sub>0</sub> および励起光 L<sub>1</sub> を射出させる。

#### 【0025】

これら、低コヒーレント光源 7 および照明光源 8 から射出された低コヒーレント光 L<sub>0</sub> および励起光 L<sub>1</sub> は、それぞれ、集光レンズ 9 , 10 によって光ファイバ 4 , 11 の端面に入射される。低コヒーレント光源 7 から射出された低コヒーレント光 L<sub>0</sub> は、光ファイバ 4 の途中位置に配置されている第 2 のカプラ 15 によって 2 つに分岐され、一方の計測光 L<sub>3</sub> がそのまま進行し、他方の参照光 L<sub>2</sub> が他の光ファイバ 14 内を進行する。

#### 【0026】

参照光 L<sub>2</sub> は、反射部 16 において反射されて光ファイバ 14 内を他端まで戻り、他端から射出されてコリメートレンズ 17 により平行光に変換され、1 / 4 波長板 18 を通過させられた後、可動ミラー 19 により反射され、再度 1 / 4 波長板 18 を通過させられる。そして、コリメートレンズ 17 によって光ファイバ 14 の端面に集光され、再度光ファイバ 14 内を伝播させられる途中で、第 2 のカプラ 15 によって光ファイバ 4 内に戻る。参照光 L<sub>2</sub> は、1 / 4 波長板 18 を 2 回通過させられることで、計測光 L<sub>3</sub> に対して偏光方向を 90° 回転させられるとともに、ミラー移動機構 20 の作動により可動ミラー 19 の位置を調節することで、光路長を適宜調節される。これにより、偏光方向の直交する 2 種類の低コヒーレント光である参照光 L<sub>2</sub> と計測光 L<sub>3</sub> が合波された形態で光ファイバ 4 内を伝播させられる。

#### 【0027】

また、照明光源 8 から発せられた励起光 L<sub>1</sub> は、光ファイバ 11 内を伝播した後、第 1 のカプラ 12 によって光ファイバ 4 内を伝播されている参照光 L<sub>2</sub> および計測光 L<sub>3</sub> と合

波される。したがって、光ファイバ4を介して、励起光L<sub>1</sub>、参照光L<sub>2</sub>および計測光L<sub>3</sub>がプローブ2まで伝播させられることになる。

【0028】

プローブ2内に伝播されてきた3種類の光は、プリズム31およびコリメートレンズ32によって略平行光とされた後、偏光ビームスプリッタ26に入射される。偏光ビームスプリッタ26においては、S偏光光である参照光L<sub>2</sub>が通過させられ、P偏光光である励起光L<sub>1</sub>および計測光L<sub>3</sub>は反射される。偏光ビームスプリッタ26を透過した参照光L<sub>2</sub>は、1/4波長板28を透過した後、ミラー27により反射されて再度1/4波長板28を透過させられる。これにより、参照光L<sub>2</sub>は偏光方向を90°回転させられるので、偏光ビームスプリッタ26により反射され、ポーラライザ29方向に指向される。

10

【0029】

一方、偏光ビームスプリッタ26において反射された励起光L<sub>1</sub>は、プローブ2の不均質媒質レンズ21内をリレーされて、蛍光合波プリズム24を透過した後、先端のプリズム22により90°偏向させられる。プリズム22には蛍光物質23が塗布されているので、励起光L<sub>1</sub>によって励起された蛍光物質23が蛍光L<sub>4</sub>を発生し、プローブ2の側方に配置されている観察対象Aに照射される。蛍光物質23から発せられた蛍光L<sub>4</sub>は、蛍光反射膜25により反射されるのでプリズム22側に戻ることなく観察対象Aに効率的に照射され、観察対象A表面における反射光L<sub>4</sub>が蛍光合波プリズム24によってプローブ2内に戻る。

20

【0030】

一方、計測光L<sub>3</sub>はプリズム24を介して観察対象Aに照射され、観察対象A表面における反射光L<sub>3</sub>が蛍光反射膜25により反射されることなくプリズム24を介してプローブ2内に戻り、蛍光L<sub>4</sub>とともに不均質媒質レンズ21を逆方向に進行させられる。

この場合において、P偏光光である計測光L<sub>3</sub>は観察対象A表面において反射されることにより、散乱させられ、S偏光光を含むようになるので、不均質媒質レンズ21内を戻った計測光L<sub>3</sub>の内、S偏光光成分のみが偏光ビームスプリッタ26を撮像素子30方向に透過させられる。また、計測光L<sub>3</sub>とともに戻った蛍光L<sub>4</sub>も偏光ビームスプリッタ26を透過させられる。偏光ビームスプリッタ26は、P偏光光となつた参照光L<sub>2</sub>を撮像素子30方向に反射しているので、これらS偏光光である計測光L<sub>3</sub>、P偏光光である参照光L<sub>2</sub>および観察対象Aからの蛍光L<sub>4</sub>が偏光ビームスプリッタ26によって合波される。

30

【0031】

そして、これらの参照光L<sub>2</sub>および計測光L<sub>3</sub>は、ポーラライザ29により、直交する2つの直線偏光光の偏光方向に対して45°方位の直線偏光成分のみが通過させられる。したがって、ポーラライザ29を透過した参照光L<sub>2</sub>および計測光L<sub>3</sub>はそれらの偏光方向が一致している。その結果、第2のカプラ15により分岐されてから、偏光ビームスプリッタ26により合波されるまでの参照光L<sub>2</sub>の光路長と計測光L<sub>3</sub>の光路長とが精度よく一致した場合には、これら参照光L<sub>2</sub>と計測光L<sub>3</sub>とが干渉して干渉縞が発生するために、撮像素子30により取得される画像の特定点の光量が急激に増減することになる。

40

【0032】

また、偏光ビームスプリッタ26およびポーラライザ29を透過した蛍光L<sub>4</sub>が撮像素子30により撮像されることにより、画像情報が取得されることになる。

したがって、プローブ2を観察対象Aに対して停止させておき、ミラー移動機構20の作動により可動ミラー19を移動させて参照光L<sub>2</sub>の光路長を変化させることにより、撮像素子30により取得される画像の一部の光量が急激に増減する位置が移動する。これにより、その位置において参照光L<sub>2</sub>の光路長と計測光L<sub>3</sub>の光路長とが一致することがわかる。

【0033】

低コヒーレント光源7からプローブ2の先端までの計測光L<sub>3</sub>の幾何学的な光路長は固定されている。したがって、制御装置5においては、参照光L<sub>2</sub>の光路長と計測光L<sub>3</sub>の

50

光路長とが一致した位置における参照光  $L_2$  の光路長からプローブ 2 先端までの計測光  $L_3$  の光路長を差し引くことにより、プローブ 2 の先端から観察対象 A 表面までの距離が正確に算出される。そして、可動ミラー 19 を移動させて参照光  $L_2$  と計測光  $L_3$  とが干渉する位置を移動させることにより、画像中の各位置におけるプローブ 2 の先端から観察対象 A 表面までの距離を正確に算出することができる。

## 【0034】

次いで、観察対象 A に対してプローブ 2 を軸方向およびそれに交差する方向に微小距離だけ移動させた状態で停止し、上記計測作業を繰り返すことによって、より広範囲にわたって距離の計測を行うことができる。

## 【0035】

このように、本実施形態に係る計測内視鏡 1 によれば、光源装置 3 に対してプローブ 2 を移動させることにより観察対象 A にプローブ 2 先端を近接させ、両者を固定した状態で観察対象 A 表面の各位置までの距離を計測すると同時に表面の状態を画像により観察することができる。観察対象 A 表面の各位置までの距離を精度よく計測することにより、観察対象 A の表面形状や表面粗さ等を精度よく計測することができる。

## 【0036】

この場合において、本実施形態に係る計測内視鏡 1 では、プローブ 2 と光源装置 3 とを単一の光ファイバ 4 により接続しているので、光ファイバ 4 を湾曲させることにより、プローブ 2 の姿勢および位置を自由に変更でき、種々の観察対象 A を観察することができる。

そして、この場合に、参照光  $L_2$  と計測光  $L_3$  とを同一の光ファイバ 4 で伝播させることにより、プローブ 2 の姿勢や位置の変更に伴う光ファイバ 4 の状態によって参照光  $L_2$  および計測光  $L_3$  が受ける影響を等しくすることができる。したがって、プローブ 2 の姿勢や位置を変更することにより、光ファイバ 4 の湾曲状態が変化しても、計測精度の低下を防止することができるという利点がある。

## 【0037】

なお、本実施形態に係る計測内視鏡 1 においては、低コヒーレント光源 7 から発せられる低コヒーレント光  $L_0$  が P 偏光光である場合を例示して示したが、これに代えて、S 偏光光であることとしてもよい。

また、プローブ 2 の先端にプリズム 22 を設けてプローブ 2 の半径方向外方に配置される観察対象 A の計測および観察を行う場合を例示して説明したが、図 3 に示されるように、プローブ 2 のプリズム 22 をなくし、プローブ 2 の軸方向の先端に対向配置される観察対象 A を計測および観察することとしてもよい。

## 【0038】

また、図 3 に示すように、偏光ビームスプリッタ 26 と不均質媒質レンズ 21 との間に 1/4 波長板 33 を配置することとしてもよい。このようにすることで、偏光ビームスプリッタ 26 により反射され、観察対象 A から戻る計測光  $L_3$  の多くの部分が、偏光ビームスプリッタ 26 を透過可能な偏光状態となるので、低コヒーレント光  $L_0$  の利用効率を向上することができる。

## 【0039】

また、図 4 に示されるように、偏光ビームスプリッタ 26, 34 と通常のビームスプリッタ 35 を組合せることとしてもよい。この場合、参照光  $L_2$  は偏光ビームスプリッタ 26, 34 により反射されて撮像素子 30 に導かれ、計測光  $L_3$  は、偏光ビームスプリッタ 26 を透過してプリズム 31 およびビームスプリッタ 35 によりプローブ 2 先端に指向され、観察対象 A に照射される。観察対象 A から戻る計測光  $L_3$  は、ビームスプリッタ 35 および偏光ビームスプリッタ 34 を透過して参照光  $L_2$  と合波され、ポーラライザ 29 を通過させられた時点で、光路長が精度よく一致する場合に干渉することになる。

## 【0040】

また、本実施形態においては偏光ビームスプリッタ 26 を用いたが、これに代えて、低コヒーレント光源 7 が十分な光量の低コヒーレント光  $L_0$  を出射可能な場合には、図 5 に

10

20

30

40

50

示されるように、通常のビームスプリッタ36により、参照光L<sub>2</sub>と計測光L<sub>3</sub>との分岐と合波とを行うこととしてもよい。ビームスプリッタ36は、例えば、4個の3角プリズムを貼り合わせたものである。このようにすることで、プローブ2の構造を簡易なものとして、プローブ2の小型軽量化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の一実施形態に係る計測内視鏡を模式的に示す全体構成図である。

【図2】図1の計測内視鏡のプローブの構造を模式的に示す拡大図である。

【図3】図1の計測内視鏡のプローブの第1の変形例を模式的に示す拡大図である。

10

【図4】図1の計測内視鏡のプローブの第2の変形例を模式的に示す拡大図である。

【図5】図1の計測内視鏡のプローブの第3の変形例を模式的に示す拡大図である。

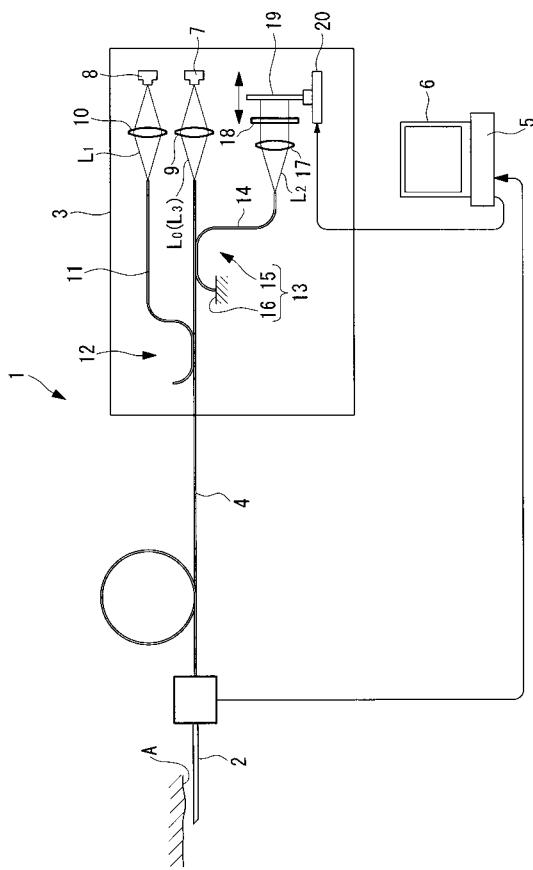
【符号の説明】

【0042】

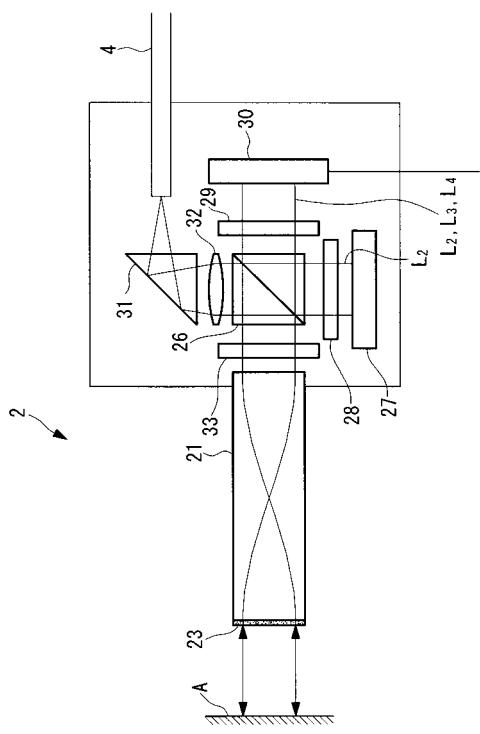
A 観察対象

L <sub>0</sub>	低コヒーレント光	
L <sub>1</sub>	励起光(照明光)	
L <sub>2</sub>	参照光(第2の低コヒーレント光)	
L <sub>3</sub>	計測光(第2の低コヒーレント光, 反射光)	
1	計測内視鏡	
2	プローブ	20
3	光源装置	
4	光ファイバ	
7	低コヒーレント光源	
8	照明光源	
12	第1のカプラ(合波部)	
13	第1の低コヒーレント光分岐部	
15	第2のカプラ(合波部)	
18	1/4波長板(偏光部材)	
19	可動ミラー(光路長調節部)	
20	ミラー移動機構(光路長調節部)	30
26	偏光ビームスプリッタ(第2の低コヒーレント光分岐部:低コヒーレント光合波部)	
27	ミラー(低コヒーレント光合波部)	
28	1/4波長板(第2の偏光部材)	
29	ポーラライザ(第3の偏光部材)	
30	撮像素子	

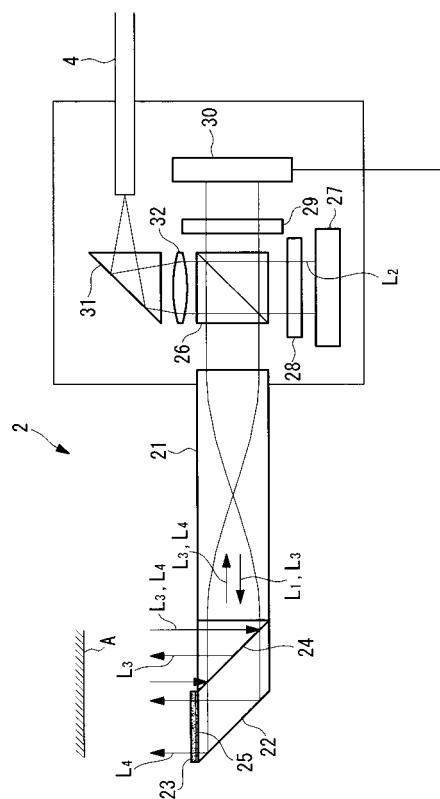
【図1】



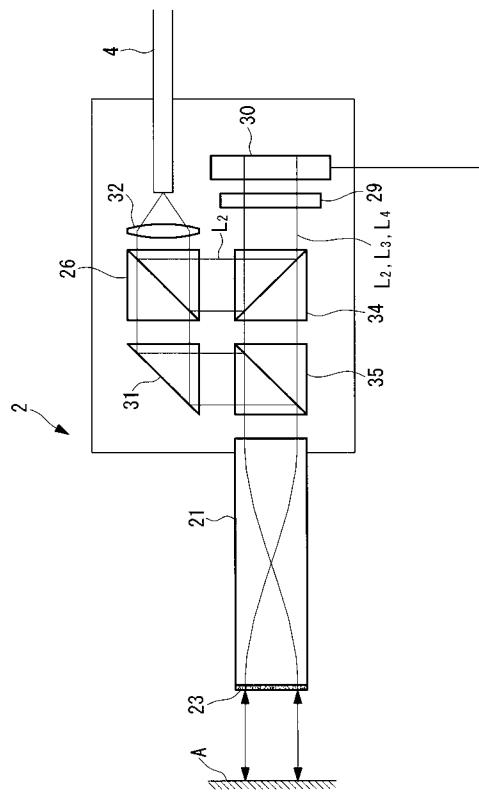
【 図 3 】



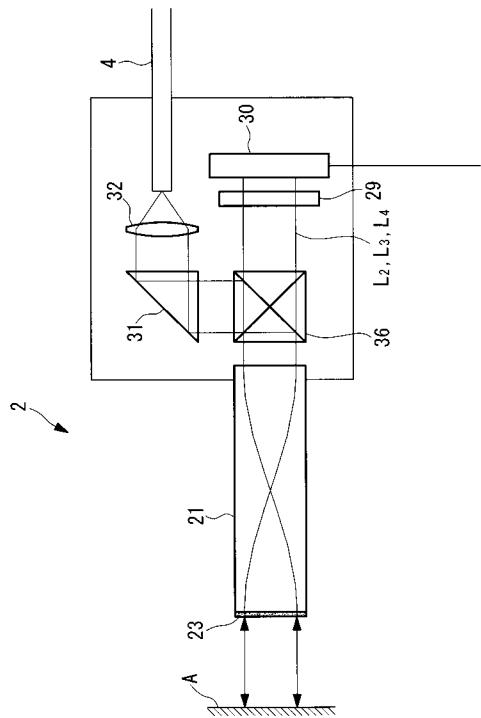
【 図 2 】



【 図 4 】



【図5】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H040 AA01 BA22 CA02 CA04 CA06 CA09 CA11 CA13 CA24 CA25  
CA26 DA12 FA10 GA02  
4C061 HH53

专利名称(译)	测量内窥镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2007205918A</a>	公开(公告)日	2007-08-16
申请号	JP2006025667	申请日	2006-02-02
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	高橋進		
发明人	高橋 進		
IPC分类号	G01B11/30 G02B23/26 A61B1/00 G01B11/00		
CPC分类号	G01B11/303 G01B11/2441		
FI分类号	G01B11/30.102.G G02B23/26.A A61B1/00.300.D G01B11/00.B A61B1/00.521 A61B1/00.550 A61B1/00.553		
F-TERM分类号	2F065/AA06 2F065/AA50 2F065/BB05 2F065/FF49 2F065/FF52 2F065/GG01 2F065/HH02 2F065/JJ03 2F065/JJ09 2F065/JJ26 2F065/LL02 2F065/LL04 2F065/LL12 2F065/LL33 2F065/LL34 2F065/LL36 2F065/MM07 2F065/NN00 2F065/PP22 2F065/QQ03 2F065/UU07 2H040/AA01 2H040/BA22 2H040/CA02 2H040/CA04 2H040/CA06 2H040/CA09 2H040/CA11 2H040/CA13 2H040/CA24 2H040/CA25 2H040/CA26 2H040/DA12 2H040/FA10 2H040/GA02 4C061/HH53 4C161/HH53		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

解决的问题：在准确地测量难以用接触式探针测量的观察目标的表面粗糙度等的同时观察表面状态。解决方案：提供探针2，具有低相干光源7的光源设备3以及连接探针2和光源设备4的单根光纤4，并且低相干光L0被分为参考光L2和测量光L3到第一低相干光分支部分13，用于调节参考光L2的光路长度的光路长度调节部分20和光路。长度被调节的参考光L2和测量光L3彼此组合并入射在光纤4上。探头2接收参考光L2。第二低相干光分支部，将从观察对象A返回的测定光L3和基准光L2进行合成的低相干光合成部，以及合成后的基准光L( 提供一种具有用于拾取测量光L3的图像的图像拾取装置的测量内窥镜1。[选型图]图1

