

(19)日本国特許庁（ J P ）

(12) 公表特許公報（ A ） (11)特許出願公表番号

特表2003 - 529753

(P2003 - 529753A)

(43)公表日 平成15年10月7日(2003.10.7)

(51)Int.Cl⁷

G 0 1 B 9/02

11/24

識別記号

F I

G 0 1 B 9/02

11/24

テマコード^{*}（参考）

2 F 0 6 4

D 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 予備審査請求（全 35数）

(21)出願番号 特願2001 - 572827(P2001 - 572827)

(86)(22)出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)

(85)翻訳文提出日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(86)国際出願番号 PCT/DE01/01191

(87)国際公開番号 W001/075395

(87)国際公開日 平成13年10月11日(2001.10.11)

(31)優先権主張番号 100 15 878.1

(32)優先日 平成12年3月30日(2000.3.30)

(33)優先権主張国 ドイツ(DE)

(31)優先権主張番号 100 65 179.8

(32)優先日 平成12年12月23日(2000.12.23)

(33)優先権主張国 ドイツ(DE)

(71)出願人 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
ミット ベシユレンクテル ハフツング
ROBERT BOSCH GMBH
ドイツ連邦共和国 シュツツガルト（番
地なし）

(72)発明者 フリードリヒ プリンツハウゼン
ドイツ連邦共和国 シュツツガルト ル
フヴェーク 1ペー

(72)発明者 ミヒャエル リントナー
ドイツ連邦共和国 ロイテンバッハ ター
ルシュトラッセ 47

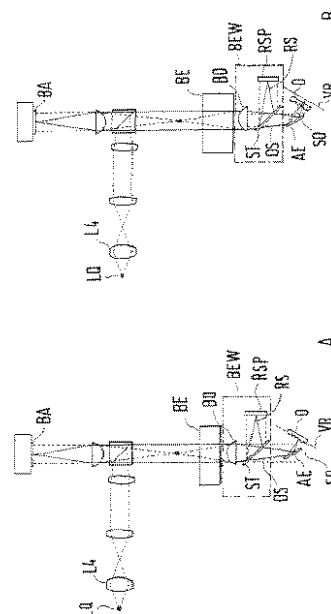
(74)代理人 弁理士 矢野 敏雄（外2名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 干渉測定装置

(57)【要約】

本発明は、物体（O）の表面の形状を測定するための干渉測定装置（1）であって、短コヒーレント光を放射する光源（LQ）と、物体光路を介して物体（O）に導かれる物体光（OS）と参照光路を介して反射する参照面（RSP）に導かれる参照光（RS）を形成するためのビームスプリッタ（ST）と、前記物体（O）と前記参照面（RSP）とから戻されかつ干渉されている光を捕捉し、この光を、表面形状を突き止めるための評価装置に供給する撮像装置（BA）とを備えた形式のものに関する。接近が困難な測定個所に良好な適合性と操作性が、物体光路内に、物体（O）に対して不動の光学系（SO）が配置されていてかつ前記不動の光学系（SO）に、前記不動の光学系（SO）の光軸方向に対して可動な光学系（BO）が続いていることにより可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体（O）の表面の形状を測定するための干渉測定装置（1）であって、短コヒーレント光を放射する光源（LQ）と、物体光路を介して物体（O）に導かれる物体光（OS）と参照光路を介して反射する参照面（RSP）に導かれる参照光（RS）を形成するためのビームスプリッタ（ST）と、前記物体（O）と前記参照面（RSP）とから戻されかつ干渉されている光を捕捉し、この光を、表面形状を突き止めるための評価装置に供給する撮像装置（BA）とを備えた形式のものにおいて、物体光路内に、物体（O）に対して不動の光学系（SO）が配置されていてかつ前記不動の光学系（SO）に、前記不動の光学系（SO）の光軸方向に対して可動な光学系（BO）が続いていることを特徴とする干渉測定装置。

【請求項2】 前記不動の光学系（SO）は、平面波面を変形する素子を有している請求項1記載の測定装置。

【請求項3】 前記不動の光学系（SO）は、全部または部分的に内視鏡として構成されている請求項1または2記載の測定装置。

【請求項4】 前記不動の光学系（SO）は、中間像を生じる光学系の部分である請求項1乃至3のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項5】 前記不動の光学系（SO）は、物体を無限に結像する請求項1乃至4のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項6】 前記可動の光学系（BO）は、物体光路の完全に外部か、部分的に内部か、部分的に外部か、あるいは完全に内部に位置している請求項1乃至5のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項7】 前記可動の光学系（BO）は、全部または部分的に、光軸に可動に支承されている光学素子からなる請求項1乃至6のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項8】 前記参照面（VR）の像は、結像する光学系の被写界深度範囲に位置している請求項1乃至7のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項9】 前記参照面（VR）の像は、結像する光学系の像平面内に位置している請求項8項記載の測定装置。

【請求項10】 前記参照面（VR）の像は、可動の光学系（BO）が運動する際に、結像する光学系の像平面と同期して運動する請求項8または9記載の測定装置。

【請求項11】 前記不動の光学系（SO）が、物体表面の、物体（O）に対して不動の中間像（SZB）が生じる不動の中間結像装置（L2、L3）として構成されており、可動な光学系（BO）として、ビーム路内に、不動の中間像（SZB）に後続する対物レンズー光学系が構成されており、対物レンズー光学系は光軸（ROA）の方向で、この光軸に対して垂直に配向された不動の中間像（SZB）の、奥行き方向での走査に対して可動であって、中間像（SZB）は直接または単数若しくは複数の中間像装置を介して撮像装置（BA）に結像される請求項1乃至10のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項12】 前記中間結像装置（L2、L3）は、中間像（SZB）内で結像された全ての物体点のために同じ結像縮尺度を有している請求項11記載の測定装置。

【請求項13】 前記中間結像装置（L2、L3）は、4f 配置のテレセントリック結像装置として構成されている請求項12記載の測定装置。

【請求項14】 参照光路内に、補償のために、物体光路内の光学系に少なくとも部分的に相当する光学系（KSO）が存在する請求項1乃至13のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項15】 前記撮像装置（BA）は、平面的に配置された撮像素子（画素）を有していてかつ、各画素のために、対物レンズー光学系（BO）の、最高の干渉コントラストが生じる位置が検出される請求項1乃至14のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項16】 中間結像装置（L2、L3）が、物体表面の法線からずれた視野方向に位置する場合に、中間像（SZB）を生じる偏向ユニット（AE）が設けられている請求項1乃至15のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項17】 可動のユニットは、可動の対物レンズー光学系（BO）以外に、光源（L2）を有する照射ユニットとビームスプリッタ（ST）を有するかまたは可動の対物レンズー光学系（BO）以外にビームスプリッタ（ST）の

みを有している請求項1乃至16のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項18】 不動の中間結像装置(L2, L3)は、内視鏡として構成されている請求項11乃至17のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項19】 物体(O)及び参照面(RSP)を照射するために、ファイバオプティクス(LL)が設けられている請求項1乃至18のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項20】 物体光路と参照光路並びに他の光路は、レンズ(L1, L2, L3, L4, KSO)として、単レンズ、グリーンレンズ(勾配屈折率レンズ)、棒状レンズ、回析素子、プリズムまたはこれらの組み合わせを有している請求項1乃至19のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項21】 物体光路の内部または外部の結像光学系内に、像を評価のために都合の良い位置に回動可能である光学素子(DE)が位置している請求項1乃至20のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項22】 物体光路内に、不動の光学系(SO)としてあるいは不動の光学系(SO)の部分として、真っ直ぐな状態と折り曲がられた状態との間の角度()による、少なくとも2つの折り曲げ位置において調節可能な蝶番式内視鏡(KL)が配置されている請求項1乃至21のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項23】 前記蝶番式内視鏡(KL)は、2つの、ヒンジ(G)により互いに結合された鏡筒(T1, T2)を有しており、これら鏡筒(T1, T2)内に、偏向素子(KSP)を含む前記蝶番式内視鏡(KL)の光学構成要素(OKL)が内蔵されている請求項1乃至22のいずれか1項記載の測定装置。

【請求項24】 ヒンジ(G)の範囲内に、両鏡筒(T1, T2)と協働するばね機構(F)が配置されている請求項23記載の測定装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

公知技術

本発明は、物体の表面の形状を測定するための干渉測定装置であって、短コヒーレント光を放射する光源と、物体光路を介して物体に導かれる物体光と参照光路を介して反射する参照面に導かれる参照光を形成するためのビームスプリッタと、前記物体と前記参照面とから戻されかつ干渉されている光を捕捉し、この光を、表面形状を突き止めるための評価装置に供給する撮像装置とを備えた形式のものに関する。

【0002】

この形式の干渉測定装置はドイツ特許公開DE 4 10 8 9 4 4 A 1号に記載されている。いわゆる白色光干渉または短いコヒーレント干渉の測定原理に基づいているこの公知の干渉測定装置では、光源が短コヒーレント光を放射し、それはビームスプリッターを介して被測定物を照射する物体ビームと参照ミラーの形で反射する参照面を照射する参照ビームとに分割される。物体表面を奥行き方向において走査するために、参照ミラーはピエゾ式調整操作部材を用いて参照光路の光軸の方向に移動される。物体光路と参照光路とが一致するとき、可干渉距離の領域に、干渉コントラストの最大値が生じる。これは光電イメージ変換器および後続する評価装置を用いて識別されかつ参照ミラーの既知の偏向位置に基づいて物体表面の輪郭を求めるために評価される。

【0003】

白色光干渉に基づいた別のこの形式の干渉測定装置ないし干渉測定方法は、P. de Groot, L. Deck, "Surface profiling by analysis of white-light interferograms in the spatial frequency domain" J. Mod. Opt., Vol. 42, No. 2, 389-401, 1995 および T.Maack, G.Notni, W.Schreiber, W.-D.Prenzel, "Endoskopisches 3-D-Formmesssystem", in Jahrbuch fuer Optik und Feinmechanik, Ed.W.-D.Prenzel, Verlag Schiene und Schoen, Berlin, 231-240, 1998に記載されている。

【0004】

上記干渉測定装置若しくは測定方法の場合には、例えば深い中空室若しくは狭い通路のような異なる個所、特に接近が困難な個所における測定を十分な横方向の分解能をもっておこなうことが困難である。（まだ公開されていない）ドイツ特許出願19948813号には、この問題を解決するために、物体光路のアーム内に少なくとも1つの中間像を生成することが提案されている。これにより、狭い中空室または狭い通路の場合でもより高い横方向の分解能が達成される。他方では、開口数の増大から、被写界深度はより少なくなり、その法線（視野方向）が、物体光路の結像装置の軸線に対して傾斜している、表面範囲の走査も奥行き方向での走査の際の問題につながる。

【0005】

奥行きの走査の際に、被写界深度の範囲を保つ問題は、参照面若しくは参照面を形成する参照ミラーが運動するのではなく、参照光路を保持して、その代わりに物体光路を変化させることにより回避している。これは、2つの形式でおこなわれる。即ち、一方では、物体自体を奥行き方向に動かすことによるか、他方では、測定装置の干渉部分を、物体に対して相対的に動かすことによる。確かに、物体光路のこの種の変化は、白色光干渉において奥行き走査のための措置として例えば上記雑誌から公知であるが、技術的に特に部品を製作する際に実現するのが難しい問題である。

【0006】

本発明の課題は、冒頭で述べた形式の測定装置を改良して、種々の測定上の問題に簡単に適応できて、出来るだけ簡単な構造でかつ出来るだけ簡単な測定の実施で出来るだけ良好な測定結果が達成する点にある。

【0007】

この課題は、請求項1の構成要件で解決される。即ち、物体光路内に、物体に対して（測定中に）不動の光学系が配置されていてかつ前記不動の光学系に、前記不動の光学系の光軸方向に対して（測定中に）可動な光学系が続いていることによる。

【0008】

不動の光学系と、不動の光学系に後接続される可動の光学系により、簡単な形

式で接近が困難な個所における種々の表面を測定することが出来る。例えば、偏向素子により、深度走査装置（深度スキャン）の運動方向に対して斜めに向いた表面を位置に忠実に奥行き方向で走査することが出来る。屈折素子、回折素子または反射素子（例えば、レンズ、凹面ミラー、グリッド等）のような、別の、平面波面を変形する結像素子またはこれら光学素子の組み合わせにより、測定装置の構造全体をコストをかけて変更しないで、それぞれの測定上の問題に適応することが出来る。

【0009】

不動の光学系は、全部または部分的に内視鏡として構成されていることにより、狭い中空室を測定する場合でも、比較的大きな横方向の分解能を得ることが出来る。

【0010】

不動の光学系は、中間像を生じる光学系の部分であることにより、測定装置を種々の測定課題に適合させるのに極めて有利である。この場合、中間像が、中間像を生成する光学系を物体光路内に位置させると特に有利である。

【0011】

物体の横方向の相対運動に対して有効な測定を達成するために、有利には、不動の光学系は、物体を無限に結像している。

【0012】

種々の構造において、可動の光学系が、物体光路の完全に外部か、部分的に内部か、部分的に外部か、あるいは完全に内部に位置している点である。

【0013】

可動の光学系は、全部または部分的に、光軸に可動に支承されている光学素子からなることにより、例えば簡単にズーム対物レンズが構成される。

【0014】

正確な測定のために、参照面の像は、物体を撮像装置で結像する光学系の被写界深度範囲に位置している構成が寄与する。この場合、有利には、参照面の像は、結像する光学系の像平面内に位置しており、更に、参照面の像は、可動の光学系が運動する際に、結像する光学系の像平面と同期して運動している。

【0015】

本発明の有利な構成では、不動の光学系が、物体表面の 有利には物体光路内で、物体に対して不動の中間像が生じる不動の中間結像装置として構成されており、可動な光学系として、ビーム路内に、不動の中間像に後続する対物レンズー光学系が構成されており、対物レンズー光学系は光軸の方向で、この光軸に対して垂直に配向された不動の中間像の、奥行き方向での走査に対して可動であって、中間像は直接または単数若しくは複数の中間像装置を介して撮像装置に結像される。例えば、物体表面の、物体光路内に位置する不動の中間像を、物体光路内の不動の中間像結像装置により得ることにより、一方では、狭い通路または孔内でも、測定される物体表面を比較的大きな横方向の分解能により検知可能であり、かつ撮像装置および後接続された評価装置により奥行き方向の構造を評価することが出来る。不動な中間像の走査は、比較的簡単な措置により可能になる。なぜなら、中間像の奥行き走査のためには、物体の光路の僅かな光学構成要素を運動させればよいからである。この場合、不動の中間像のそれぞれ走査された奥行きは、常に可動な対物レンズー光学系の被写界深度範囲内にとどまっている。なぜなら、奥行き走査（深度スキャン）により、可動な対物レンズー光学系の物体平面は、殆ど不動の中間像を通して運動されかつこのような形式で、最大干渉が、最大の解像度の範囲で評価される。更に、不動の中間像は常に対物レンズー光学系の運動方向に対して垂直に向いているか配向されている。なぜなら、観察された物体表面の、物体光路の軸線に対して斜めの配置も、可動な対物レンズー光学系の軸線に対して法線方向で簡単に結像可能である。これにより、その法線が、対物レンズー光学系の運動方向に対して斜めに向いている物体の表面範囲も簡単に測定される。

【0016】

評価の結像品質と精度は、中間結像装置が、中間像内で結像された全ての物体点のために同じ結像縮尺度を有していることにより向上する。例えば、この場合、中間結像装置は、 $4f$ 配置のテレセントリック結像装置として構成されている。

【0017】

正確な測定結果を得るために、更に、参照光路内に、補償のために、物体光路内の光学系に少なくとも部分的に相当する（若しくは同一な）光学系が存在すると有利である。

【0018】

測定装置の観察された表面範囲の平面的な評価にとって有利な構成は、撮像装置が、平面的に配置された撮像素子（画素）を有しているかつ、各画素のために、対物レンズ－光学系の、最高の干渉コントラストが生じる位置が検出される点である。

【0019】

斜めに配置された物体表面の奥行き走査は、中間結像装置が、物体表面の法線からずれた視野方向に位置する場合に、中間像を生じる偏向ユニットが設けられていることにより簡単な形式で可能になる。

【0020】

測定装置の簡単で良好に操作可能な構造は、可動のユニットが、可動の対物レンズ－光学系以外に、光源を有する照射ユニットとビームスプリッタを有するかあるいは可動の対物レンズ－光学系以外にビームスプリッタのみを有していることにより得られる。

【0021】

測定装置の操作と構造にとって有利な構成は、不動の中間結像装置が、内視鏡として構成されている。

【0022】

物体及び参照面を照射するために、ファイバオプティクスが設けられていることにより、結像装置のレンズにおける反射が減少される利点が生じる。

【0023】

光路の種々の構成の可能性は、物体光路と参照光路並びに他の光路が、レンズとして、単レンズ、グリーンレンズ（勾配屈折率レンズ）、棒状レンズを有することにより生じる。

【0024】

形状の測定は、物体光路の内部または外部の結像光学系内に、像を評価のため

に都合の良い位置に回動可能である光学素子が位置していることにより得られる。

【0025】

物体内部における測定個所の接近性は、物体光路内に、不動の光学系としてあるいは不動の光学系の部分として、真っ直ぐな状態と折り曲がられた状態との間の角度で、少なくとも2つの折り曲げ位置において調節可能な蝶番式内視鏡が配置されていることにより容易になる。

【0026】

この場合、有利には、前記蝶番式内視鏡は、2つの、ヒンジにより互いに結合された鏡筒を有しており、これら鏡筒内に、偏向素子を含む前記蝶番式内視鏡の光学構成要素が内蔵されている。

【0027】

折り曲げ位置は、ヒンジの範囲内に、両鏡筒と協働するばね機構が配置されていることにより簡単に調節される。

【0028】

以下に本発明を図面に示す実施例により詳細に説明する。その際、

図1A及び図1Bは、2つの異なる深度走査位置において、物体に対して不動の偏向ユニットを有する干渉測定装置の第1実施例の略示図であり、

図2A及び図2Bは、2つの異なる走査位置において、干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、この場合、偏向ユニットが、結像する、波面を変形する素子により置換されており、

図3は、物体光路内の光学的に固定された素子が別の形式で配置された干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、

図4A及び図4Bは、参照光路の運動ユニットの大きさを小さくした干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、

図5A及び図5Bは、可動の光学系も参照鏡も運動する別の実施例を示す図であり、

図6は、干渉測定装置の別の実施例の略示図であり、

図7は、傾斜した物体表面を測定する装置を有する、図6に示す干渉測定装置

を示す図であり、

図8は、可動素子の数が、図6及び図7の実施例に比べて減らされている干渉測定装置の別の例を示す図であり、

図9は、可動素子の数が更に減らされた、干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、

図10は、照射のために光伝導フェーザが設けられている干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、

図11は、像回転装置を有する干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、

図12は、導入行程における蝶番式内視鏡を有する干渉測定装置の構成を示す図であり、

図13は、測定位置における図12の測定装置を示す図であり、

図14a乃至図14cは、蝶番式内視鏡を示す図である。

【0029】

図1A及び図1Bに示す干渉測定装置1の場合、放射源若しくは光源LQ（例えば発光ダイオードまたは超発光ダイオード）の、そのコヒーレント長さが典型的な約 $10\text{ }\mu\text{m}$ （例えば3乃至 $100\text{ }\mu\text{m}$ ）のオーダの短コヒーレント光の光線は、レンズL4と他の光学素子を介してビームスプリッタSTに導入される。短コヒーレント光の光線は、このビームスプリッタST内で、物体Oの表面に導かれる物体ビームOSと、参照ミラーRSPに導かれる参照ビームRSに分割される。

【0030】

物体光路若しくは物体アーム内に、不動の光学系SOが、反射偏光ユニットAEの形式で物体Oの前に配置されている。光学系SOは、図1A及び図1Bに示されるように、斜めに配置された物体Oが常に、奥行き方向において物体Oの表面に対して垂直に走査されるように配置される。図1A及び図1Bにでは、2つの異なる走査深度が示されている。これら2つの走査深度は、そこに取り付けられた、例えばピエゾ素子といった運動発生器BEにより運動ユニットBEWの偏向により生じる。仮想参照面VRは、これら走査深度により、基準方向において、物体Oに対して異なる深度に位置している。本実施例では、偏向ユニットAE

により形成される不動の光学系S Oは、物体Oに対して固定である。不動の光学系S Oに続いて、ビームスプリッタS Tと撮像装置B Aとの間のビーム路内の運動ユニットB E W内に、可動の光学系B Oが配置されている。

【0031】

運動ユニットB E Wの運動による深度走査の際に、物体光路と参照光路とが一致するとき、可干渉距離の領域に、干渉コントラストの最大値が生じる。これは光電撮像装置および後続する評価装置を用いて識別されかつ既知の振れ位置に基づいて物体表面の輪郭を求めるために評価される。

【0032】

更に、運動発生器B Eによる運動ユニットB E Wの2つの異なる振れ位置が示されている、図2 A及び図2 Bに示されている別の実施例の場合、図1 A及び図1 Bに記載の実施例と比べて、不動の光学系S Oが相違して構成されている。即ち、不動の光学系S Oは、レンズL 2、L 3の形式の結像する、波面を変形する素子により構成されている。不動の光学系S Oにより、中間像面Z E内に不動の中間像が生じる。中間像は、運動ユニットB E Wに位置する運動ユニットにより奥行き方向で走査される。この措置により、同じ走査ユニットを相違する測定状態へ簡単に適応させることができる。この場合、例えば、狭い中空空間における比較的大きな横方向分解能での測定が達成される。物体表面が、結像する可動の光学系B Oに対して常に最適に調節されているので、被写界深度に関する問題も生じなくなる。物体Oは、不動の光学系S Oと可動の光学系B Oを有する結像する光学系を介して、撮像装置に撮像される。運動ユニットB E W内の構成部分の適当な配置により、参照面V Rの像が、結像する光学系の画像面と共に運動することになる。

【0033】

図3に示した別の実施例の場合では、不動の光学系S Oは、レンズL 3の形式の結像する、波面を変形する素子と屈曲する素子の形式の偏向ユニットとを有しているので、深度走査方向に対して斜めに位置する物体表面が常に位置に忠実に測定される。レンズL 2の形式の結像する、波面を変形する別の素子は、この場合しかしながら運動ユニットB E W内に位置しているので、確かに一方では、走

査装置へ簡単に適応するが、他方では深度測定範囲は、被写界深度に制限される。なぜなら、全画像面は、深度走査により移動しないからである。不動の光学系SOは、物体を無限に結像する。

【0034】

図4Aと図4Bに、同様に2つの異なる走査位置で示された実施例では、運動ユニットBEWは、非常に小さく構成されている。この場合、参照光路内の結像レンズの比較的大きな直径は、ビームスプリッタST上のビーム分割装置と接続して利用される。

【0035】

図5Aと図5Bに示された別の実施例では、それぞれ1つの運動ユニットBEWが、参照光路と物体光路内に設けられている。運動ユニットは、それぞれ所属の運動発生装置BEにより同期的に偏向する。

【0036】

別の有利な実施例は、図6乃至図10に示されている。図6に示す実施例では、物体光路若しくは物体アーム内に、不動の光学系SOとして、中間結像レンズL2、L3を有する、物体Oに対して不動の中間結像装置SO（以下にバヨネット式光学系として表示する）が配置されている。中間結像装置により、物体表面の不動の中間像SZBが生じる。参照光路は、参照光路の長さにおいて、物体光路に相当するので、仮想参照面VRは、物体表面の範囲内に位置している。仮想参照面VRの像は、参照面BRの像として、不動の中間像SZBの範囲内にバヨネット式光学系SOにより生じる。バヨネット式光学系SOは、有利な構造及び有利な操作のために、内視鏡形式に構成されていてかつ例えばその他の光学系を有するケーシングに付加されている。他の可能性は、バヨネット式光学系SOは、ケーシングから機構的に分離し、物体Oに定置に連結されている点にある。

【0037】

参照光路若しくは参照アームは、レンズアームの光学素子にほぼ相当する光学素子を、補償光学系KSOとして有しているので、物体光路内の光学系の妨害する光学的特性が補償される。

【0038】

バヨネット式光学系 S O によって生じる不動の中間像 S Z B は、奥行き方向、即ち、中間像の法線に対して平行に、法線方向に対して平行、即ちその光軸に沿って可動な光学系 B O により奥行き方向に走査される（深度スキャン）。参照面 B R の像は、可動な対物レンズの被写界深度範囲、有利には可動な対物レンズ若しくは可動な対物レンズ光学系の物体面に位置する。深度走査は、可動な対物レンズ B O が、不動の中間像 S Z B に対して相対的に運動することにより行われる。この場合、参照面 B R の像は、可動な対物レンズ 光学系 B O と同期的に運動することが補償される。

【0039】

これにより、可動な対物レンズ B O の走査と共に、参照面 B R の像が、不動の中間像 S Z B により運動する。

【0040】

不動の中間像 S Z B は、可動な対物レンズ—光学系 B O により、直接または少なくとも1つの中間結像装置を介して、多数の並列した撮像素子を有する撮像装置 B A、例えば C C D - カメラで結像し、後続する表面形状を求める評価装置において、例えば干渉コントラストの最大値を検知することにより評価される。この場合、可動な対物レンズ B O のそれぞれの位置が基礎になっている。

【0041】

撮像装置 B A 上の物体の像において、物体アームと参照アーム内の光路差が、コヒーレンス長よりも小さい場合に、高い干渉コントラストが発生する。3 D - 基準形状を得るために、種々の、公知の方法（当初に述べた文献参照）が使用される。

【0042】

図6及び後続の図で示される構造では、例示的にマイケルソン干渉計を有している。不動のバヨネット式光学系 S O により、複数の中間結象も生じることができる。走査のために、斜線で示した範囲が運動する。この範囲は、例えば、その上にバヨネット式 光学系 S O が載置されているケーシング内に位置することができる。択一的に、バヨネット式 光学系 S O をケーシングから分離して、物体と定置に結合することができる。

【0043】

図7に示した構造の場合、物体Oの被測定表面は、バヨネット式光学系SOの光軸に対して斜めに配置されていてかつ物体Oの前に、偏向素子AEまたは別の結像ユニットが位置決めされている。偏向素子AEを介して、可動の対物レンズBOの光軸に対して垂直に配向された不動の中間像SZBが生じる。不動の中間像SZBの走査を介して、斜めの物体表面の走査が、簡単な処置により実施可能になる、なぜなら中間像に対する、可動な対物レンズBOの光軸の視野方向が零度であるからである。走査軸は、可動な対物レンズBOの光軸に対して平行に向いてなければならない。従って、バヨネット式光学系SOの視野方向が、深度走査の走査軸と関連している。

【0044】

干渉測定装置1の、図8に示した構造の場合、主として参照アーム、ビームスプリッタST並びに可動な対物レンズBOを有する斜線に範囲で示した素子の数が示すように、深度走査をおこなう可動要素の数が著しく減らされている。

【0045】

不動の中間像SZBの走査装置を有する干渉測定装置1の別の実施例は、図9に示されている。この場合、可動な対物レンズBO以外に、ビームスプリッタST及び光源LQを有する照射ユニットが運動する。参照アームの光軸に対して直角に、参照ビームの僅かな移動は、比較的僅かな走査運動距離のために、測定結果に実際の影響を及ぼさない。

【0046】

図10に示す実施例の場合、物体Oは、択一的に少なくとも部分的にバヨネット式光学系SO内に延びるファイバオプティクスを介して、ファイバライトガイドLLにより照射される。このファイバオプティクスによる照射は、バヨネット式光学系SOのレンズにおける反射が減少するという利点がある。物体アーム内と参照アーム内の光学路長と拡散の調整のために、両干渉計アーム内のファイバ長と幾何学模様ができるだけ一致するように選択されなければならない。

【0047】

干渉測定装置内のレンズのために、例えばアクロマート、グリーンレンズ(勾配

屈折率レンズ)または棒状レンズのような種々の構成が選択できる。

【0048】

図11に示した実施例では、結像する光学系内に、像を回転するための光学素子DEが含まれている。不動の光学系SOが、例えば半径方向対称な物体(例えば、弁座)の種々のセグメントを測定するために、物体に対して回転すると、撮像装置BA上で同様に物体Oの像が回転する。しかしながら、撮像装置BA上で、物体の固定の像を有することは有利である。これは、有利には物体光路の外側で、結像する光学系内で、光学素子(例えば反転プリズム、ドーププリズム等)が設けられていて、これにより像の回転が再び補償されることにより達成することができる。

【0049】

図12乃至図14には、干渉測定装置の別の実施例が示されている。この場合、不動の光学系SOは、蝶番式内視鏡KLとして構成されている。

【0050】

蝶番式内視鏡KLは、例えば2つの鏡筒T1, T2からなる。2つの鏡筒T1, T2は、それぞれ鏡筒軸TA1, TA2を有しておりかつ、一方の鏡筒T1の旋回軸KAを他方の鏡筒T2に対して相対的に形成するために、ヒンジGにより互いに接続されている。両鏡筒T1, T2は、図14b)及び図14c)から明らかなように、折り曲げ角度において相違する例えば2つの異なる折り曲げ位置を占めることができる。両鏡筒T1, T2は、両鏡筒軸TA1, TA2が真っ直ぐな状態では角度零度を形成するのに対して、折り曲げた状態では、所定の折り曲げ角度を中心に互いに角度をなしている。蝶番式内視鏡の光学的構成要素OKLを収容している両鏡筒T1, T2の間のヒンジGの範囲内に、ばねを有するばね機構(F)が位置している。蝶番式内視鏡KLが真っ直ぐな状態では、ばねFは緊張しているのに対して、折り曲げられた状態ではばねFは弛緩している。内視鏡光学系は、本実施例では、折り曲げられた状態のために設計されている。内視鏡光学系は、少なくとも1つの光学偏向素子、例えばヒンジGの範囲に配置された鏡KSPを有している。偏向素子として、光軸を鏡筒軸TA1, TA2の相応して偏向するプリズムまたはグリッドも考えられる。図12に示すよ

うに、物体Oに挿入する際に、蝶番式内視鏡KLは、真っ直ぐな状態である。この挿入は、ばねを緊張させて内視鏡の独自の案内装置により達成することができる。案内装置として、しかし、図12及び図13に示すように、弁座を測定する際の案内孔のように、物体自体も役立つことができる。蝶番式内視鏡KLが完全に物体O若しくは構造部分に挿入されると、ヒンジGは自由に位置することになるので、蝶番式内視鏡KLは、折り曲げられた状態を占めることができる。蝶番式内視鏡KLは、折り曲げられた状態において、正確に測定位置MSTを観察するように製作されている。

【0051】

観察される物体表面は、折り曲げられた状態の蝶番式内視鏡KLにより、平面波により照射されて、直接または中間像を介して撮像装置BA（例えばCCDカメラ）により結像される。参照光路内で、参照ビームRSが、参照鏡RSPにより反射される。内視鏡光学系を補償するために、参照光路若しくは参照アーム内に、内視鏡光学系に類似または相当する光学系を挿入することができる。データの評価は、前記実施例と関連して記載してある。

【0052】

干渉計は、マイケルソン干渉計以外（例えばコモンパース干渉計、マッハ・ツェンダー干渉計等）でも実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1A】

2つの異なる深度走査位置において、物体に対して不動の偏向ユニットを有する干渉測定装置の第1実施例の略示図である。

【図1B】

2つの異なる深度走査位置において、物体に対して不動の偏向ユニットを有する干渉測定装置の第1実施例の略示図である。

【図2A】

2つの異なる走査位置において、干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、この場合、偏向ユニットが、結像する、波面を変形する素子により置換されている。

【図2B】

2つの異なる走査位置において、干渉測定装置の別の実施例を示す図であり、この場合、偏向ユニットが、結像する、波面を変形する素子により置換されている。

【図3】

物体光路内の光学的に固定された素子が別の形式で配置された干渉測定装置の別の実施例を示す図である。

【図4A】

参照光路の運動ユニットの大きさを小さくした干渉測定装置の別の実施例を示す図である。

【図4B】

参照光路の運動ユニットの大きさを小さくした干渉測定装置の別の実施例を示す図である。

【図5A】

可動の光学系も参照鏡も運動する別の実施例を示す図である。

【図5B】

可動の光学系も参照鏡も運動する別の実施例を示す図である。

【図6】

干渉測定装置の別の実施例の略示図である。

【図7】

傾斜した物体表面を測定する装置を有する、図6に示す干渉測定装置を示す図である。

【図8】

可動素子の数が、図6及び図7の実施例に比べて減らされている干渉測定装置の別の例を示す図である。

【図9】

可動素子の数が更に減らされた、干渉測定装置の別の実施例を示す図である。

【図10】

照射のために光伝導フェーザが設けられている干渉測定装置の別の実施例を示す図である。

す図である。

【図11】

像回転装置を有する干渉測定装置の別の実施例を示す図である。

【図12】

導入行程における蝶番式内視鏡を有する干渉測定装置の構成を示す図である。

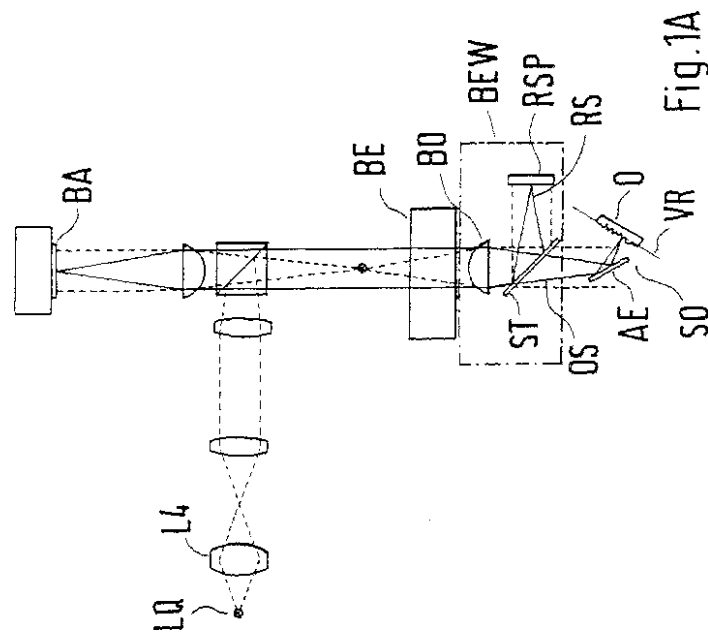
【図13】

測定位置における図12の測定装置を示す図である。

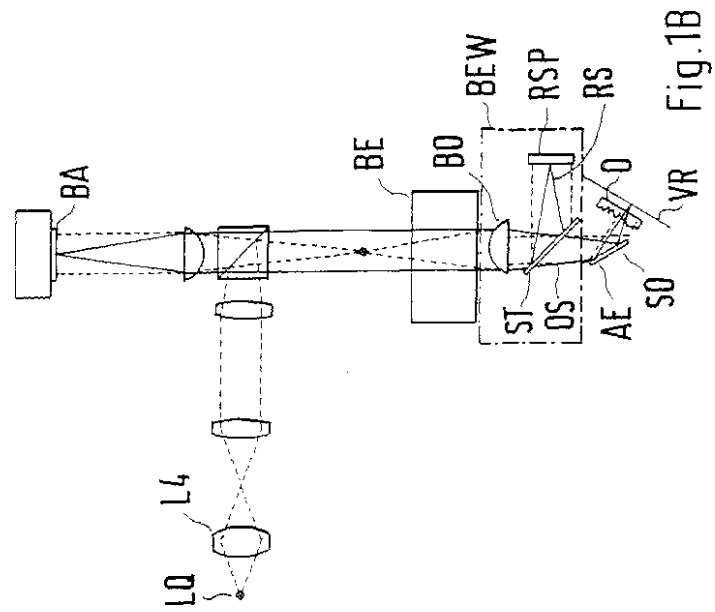
【図14】

a) ~ c) は蝶番式内視鏡を示す図である。

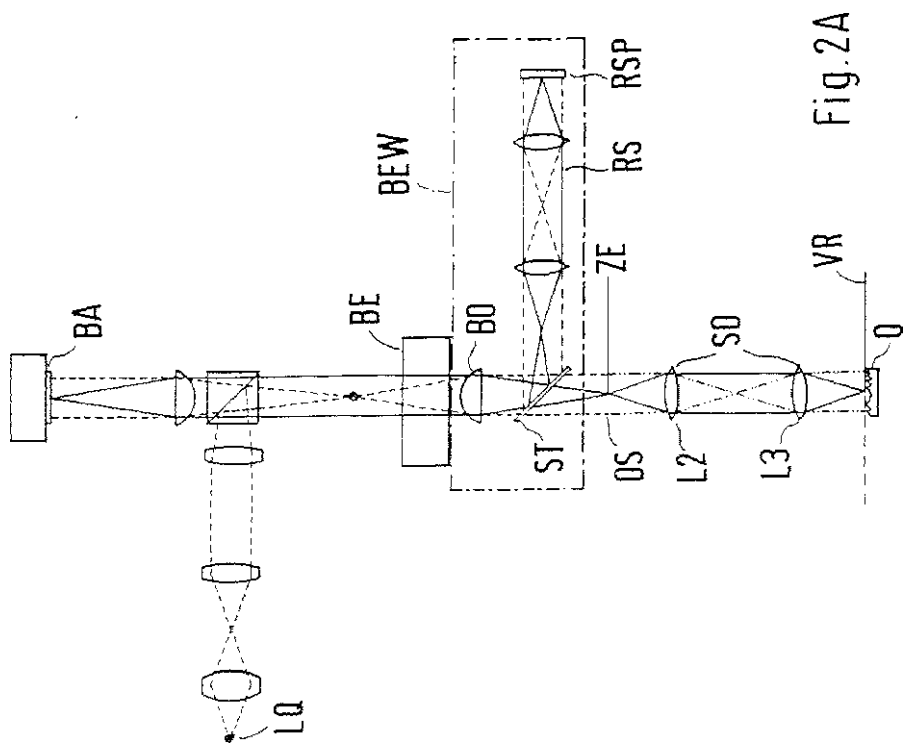
【図1A】



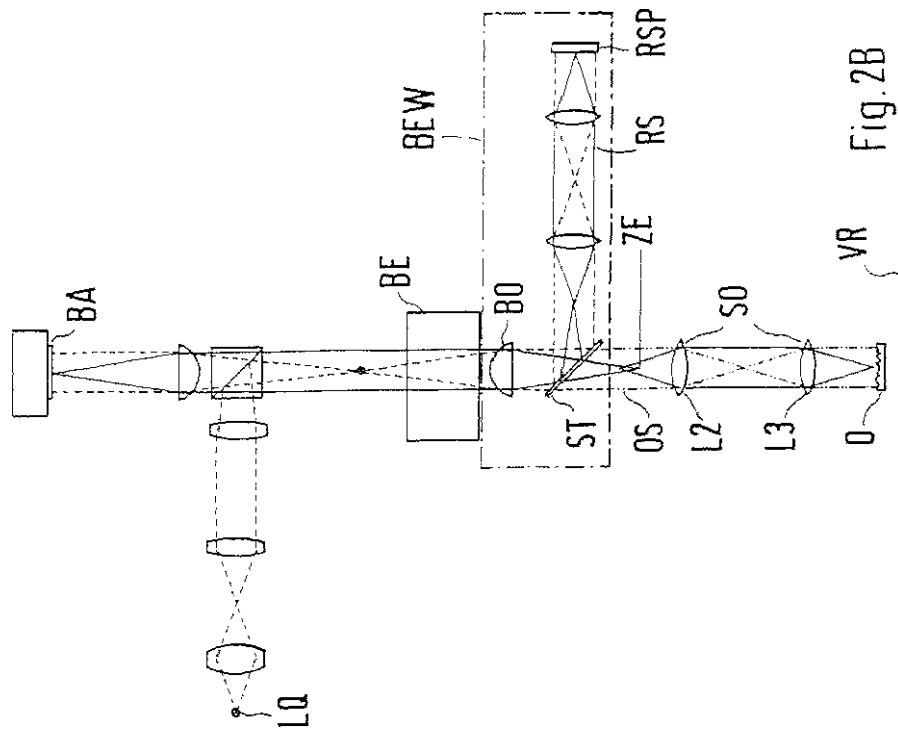
【図1B】



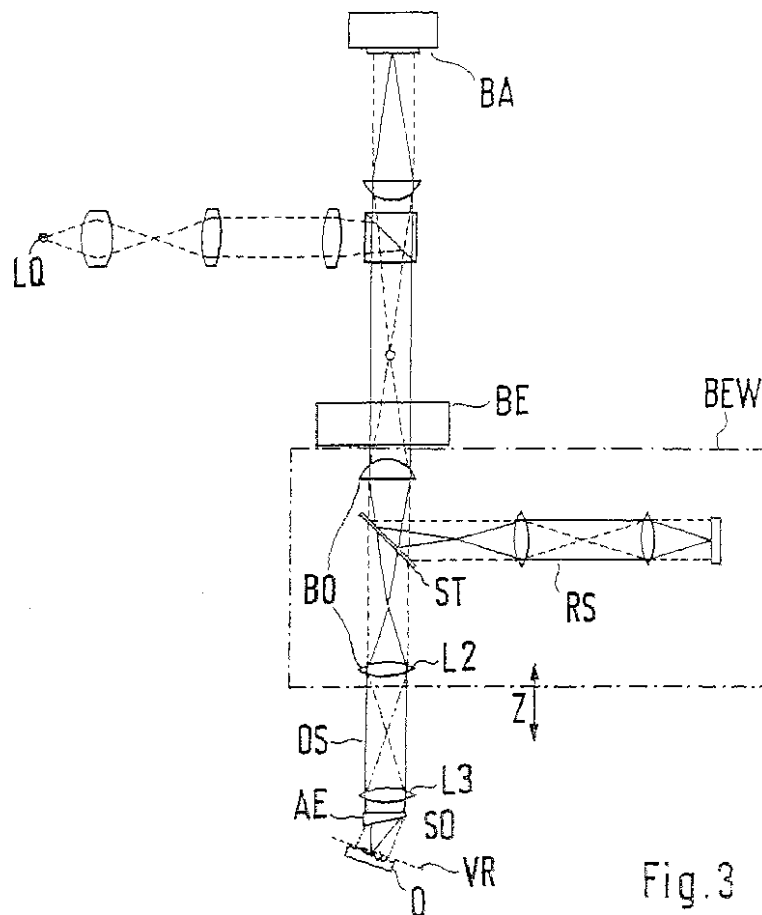
【図2A】



【図2B】



【図3】



【図4A】

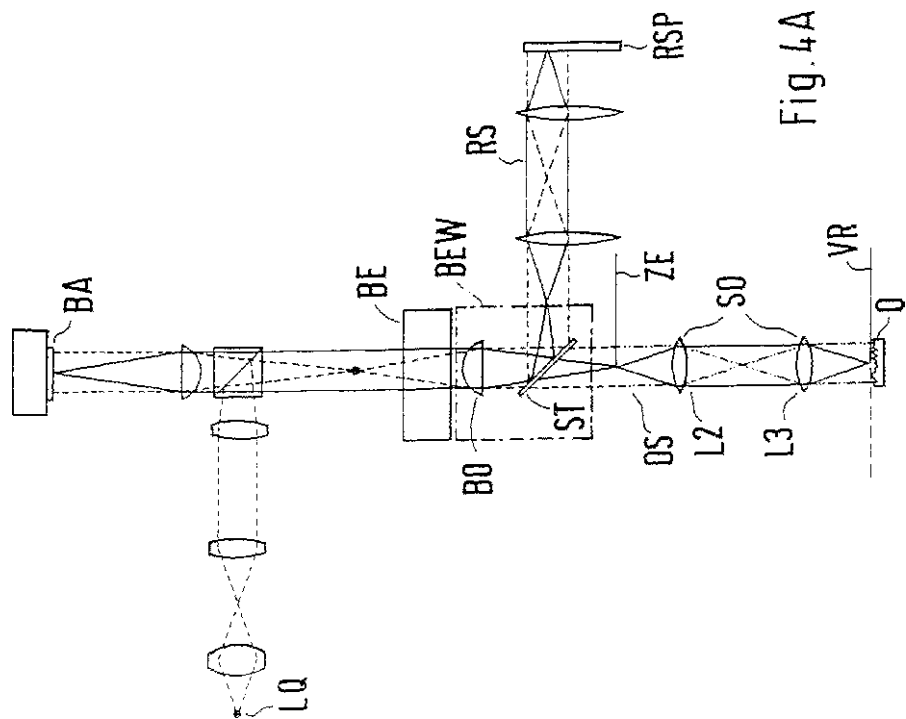


Fig. 4A

【図4B】

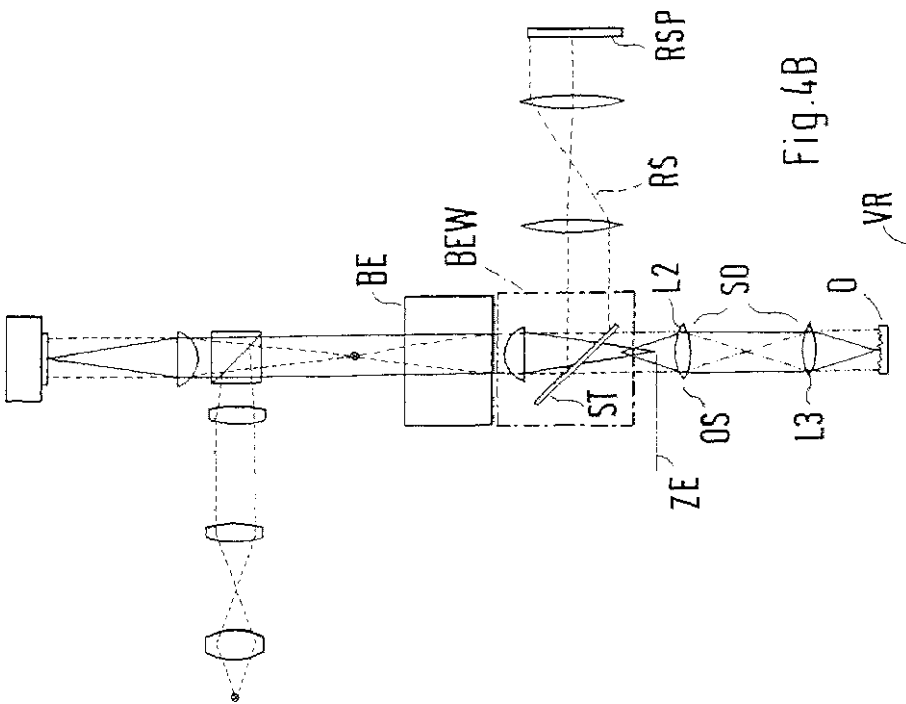


Fig. 4B

【図5A】

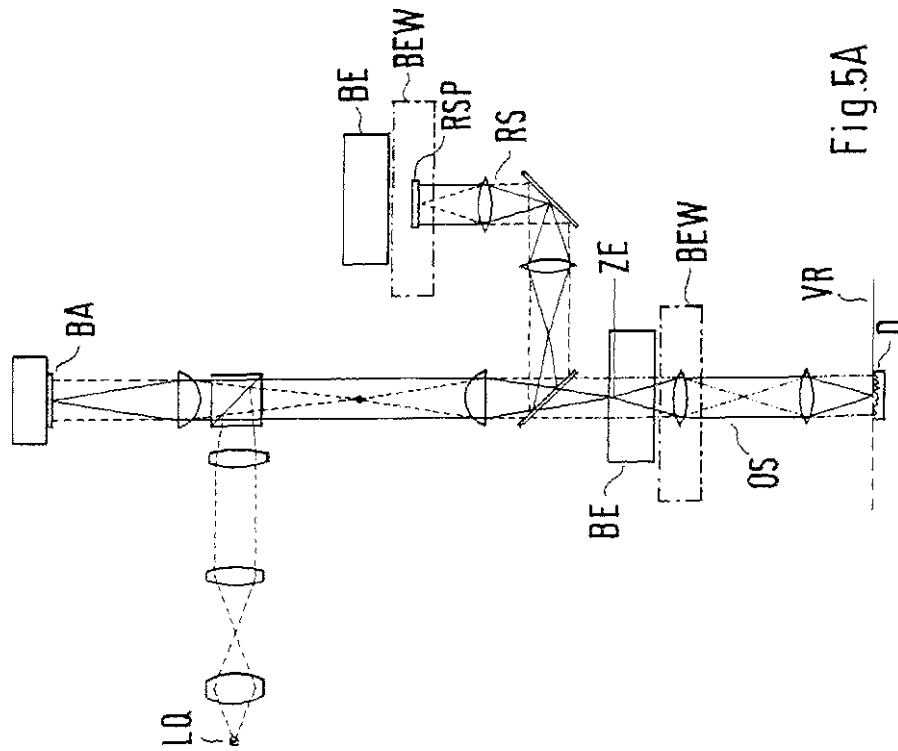


Fig.5A

【図5B】

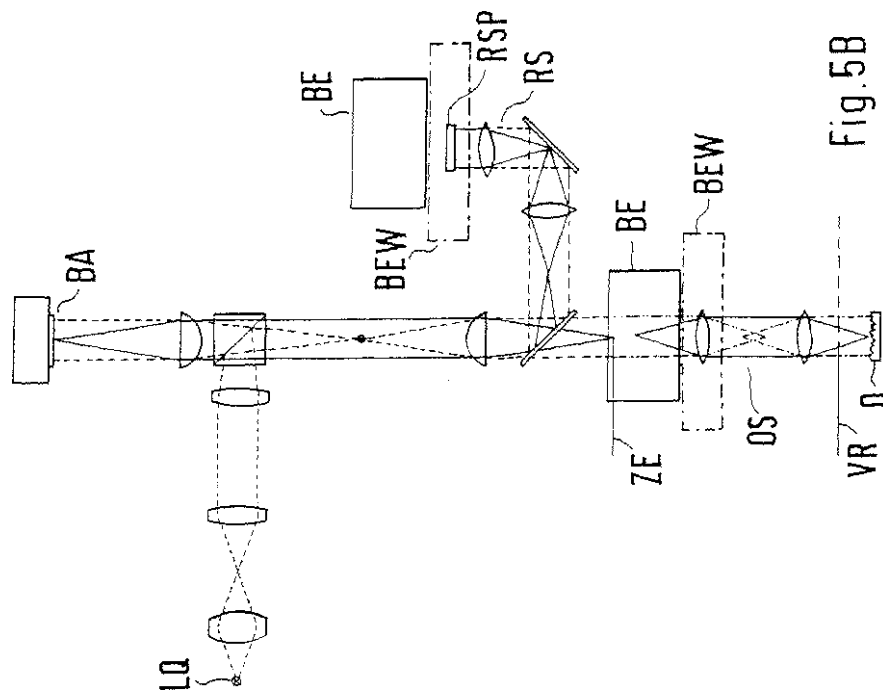


Fig.5B

【図7】

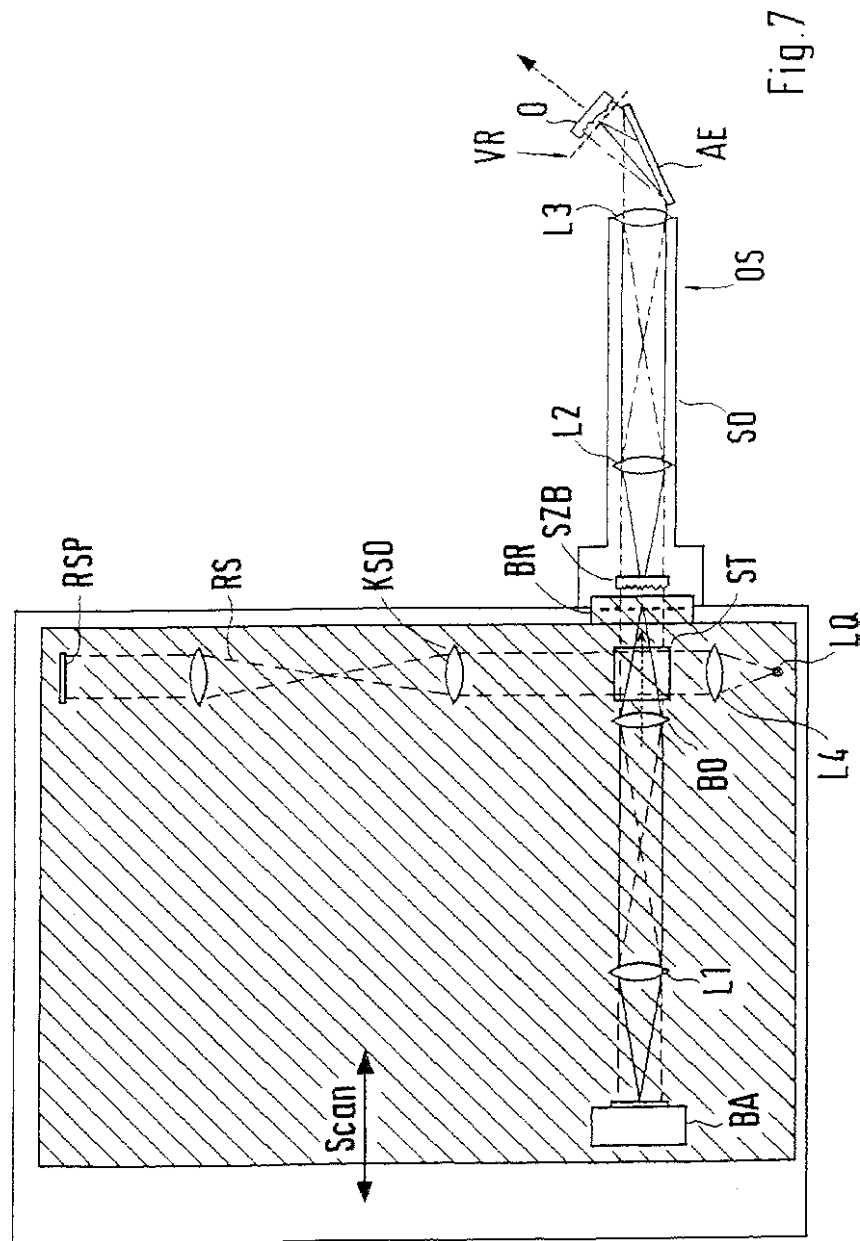


Fig.7

【图 8】

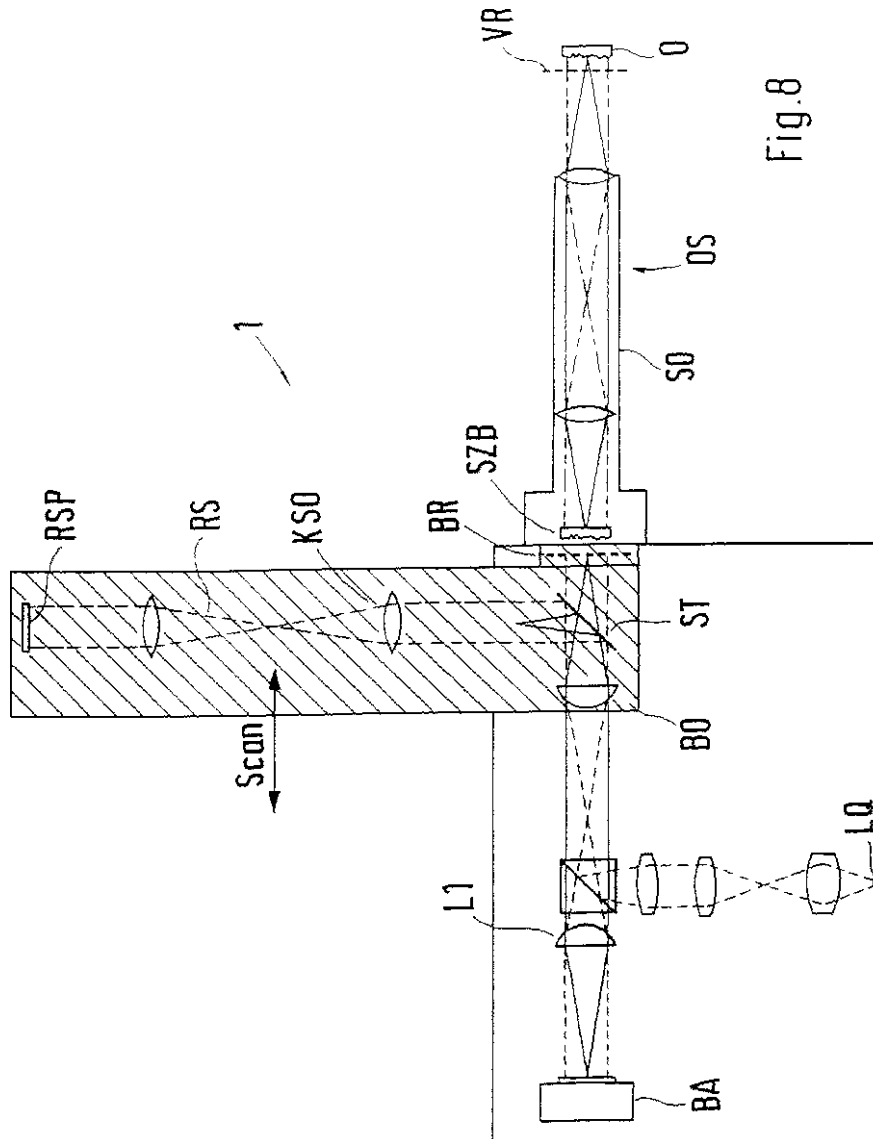


Fig. 8

【図9】

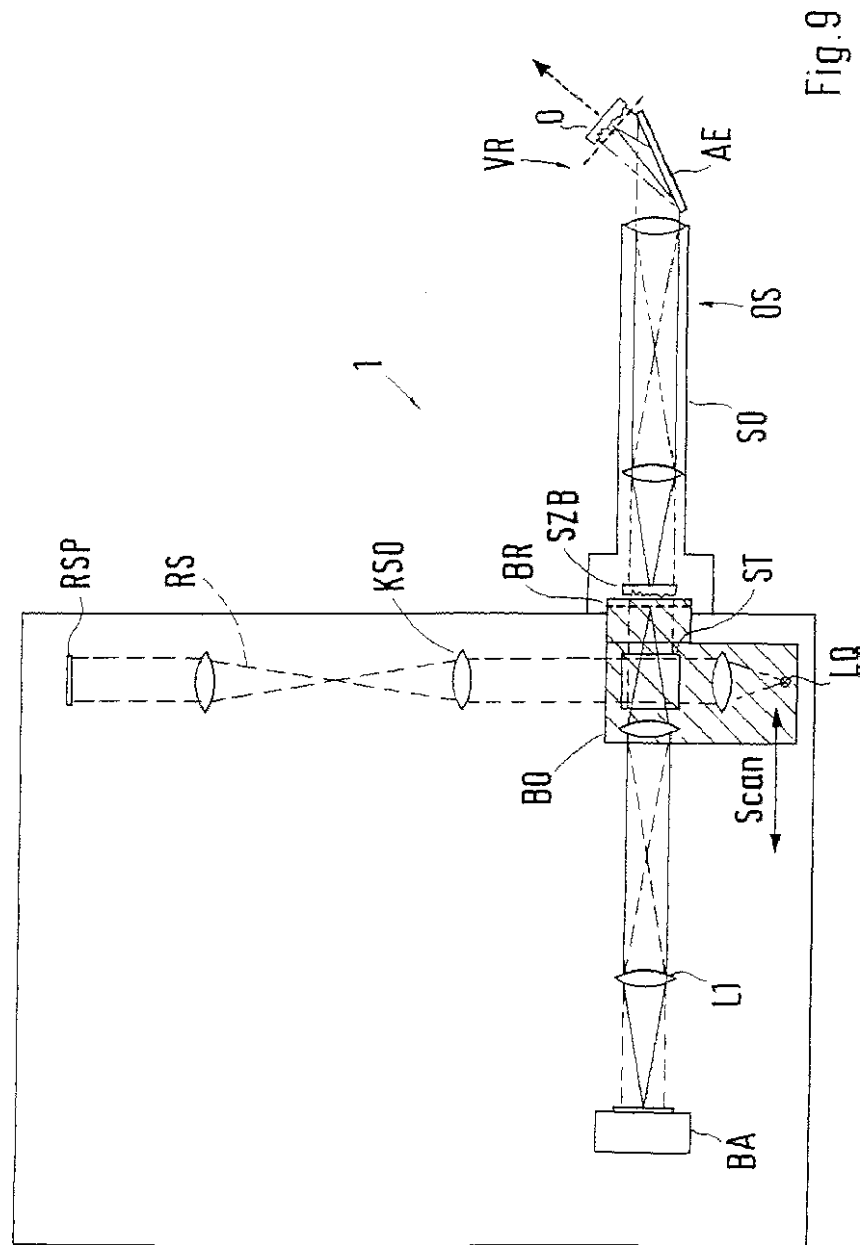
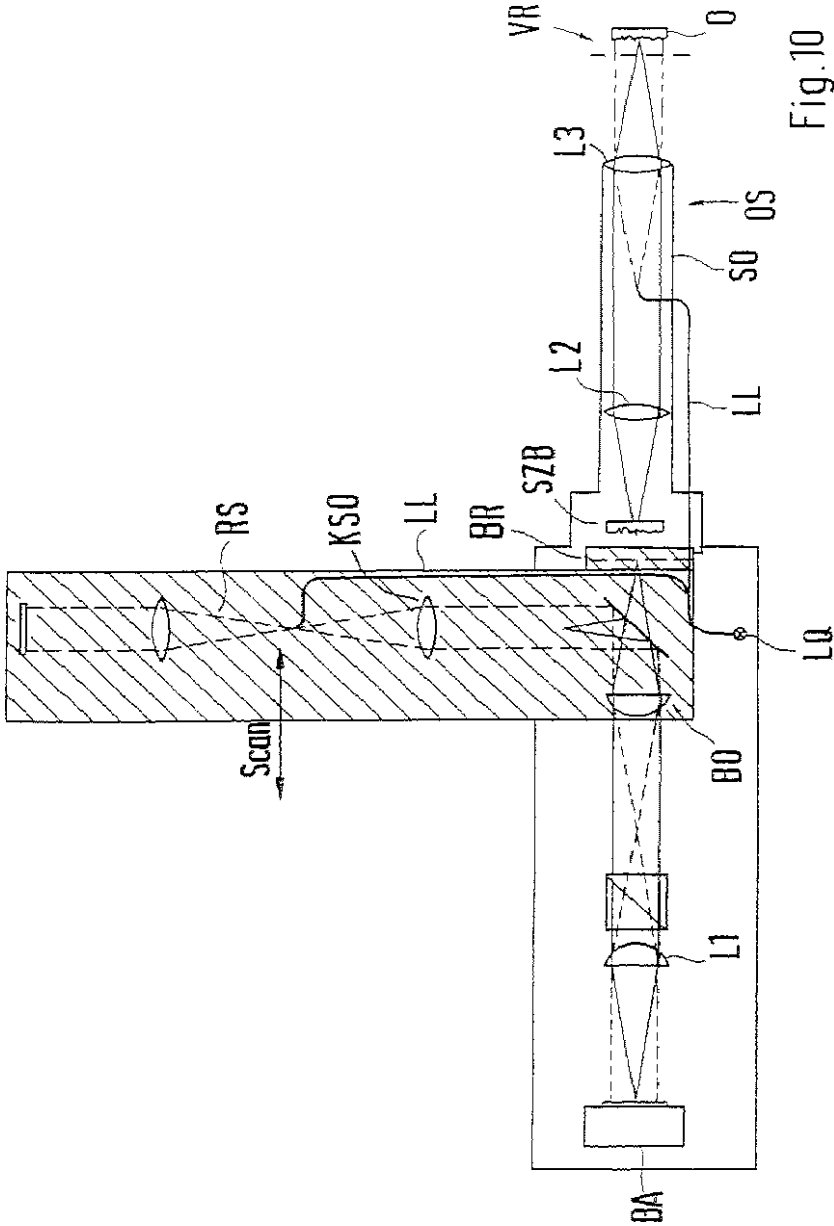


Fig. 9

【図10】



【図11】

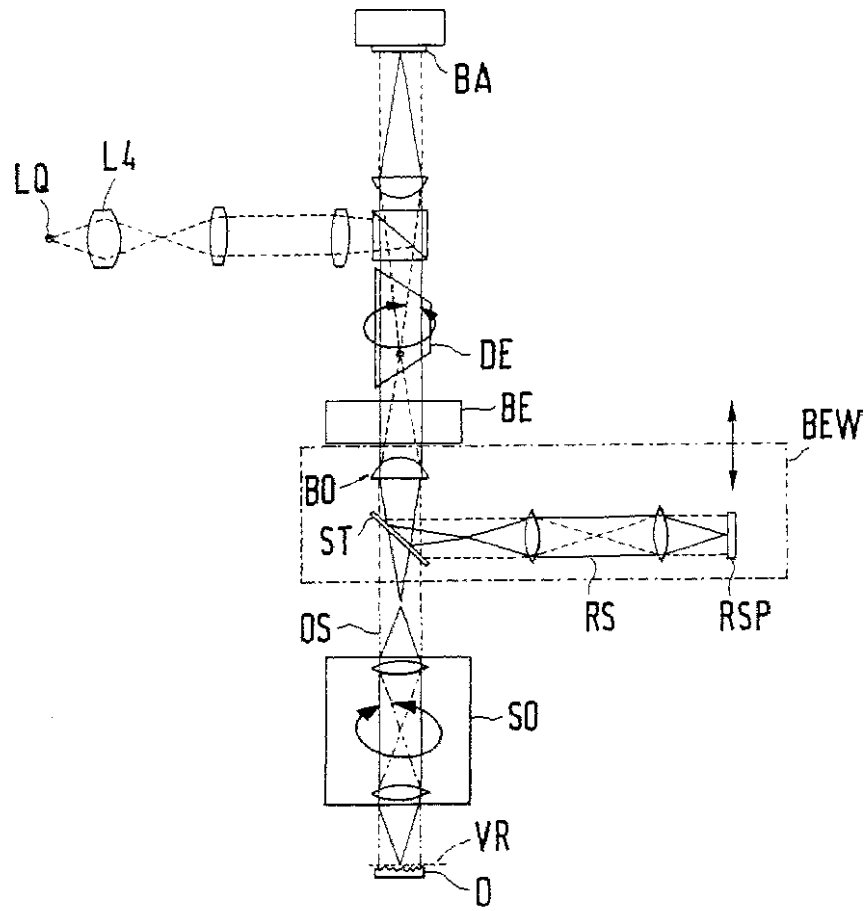


Fig.11

【図12】

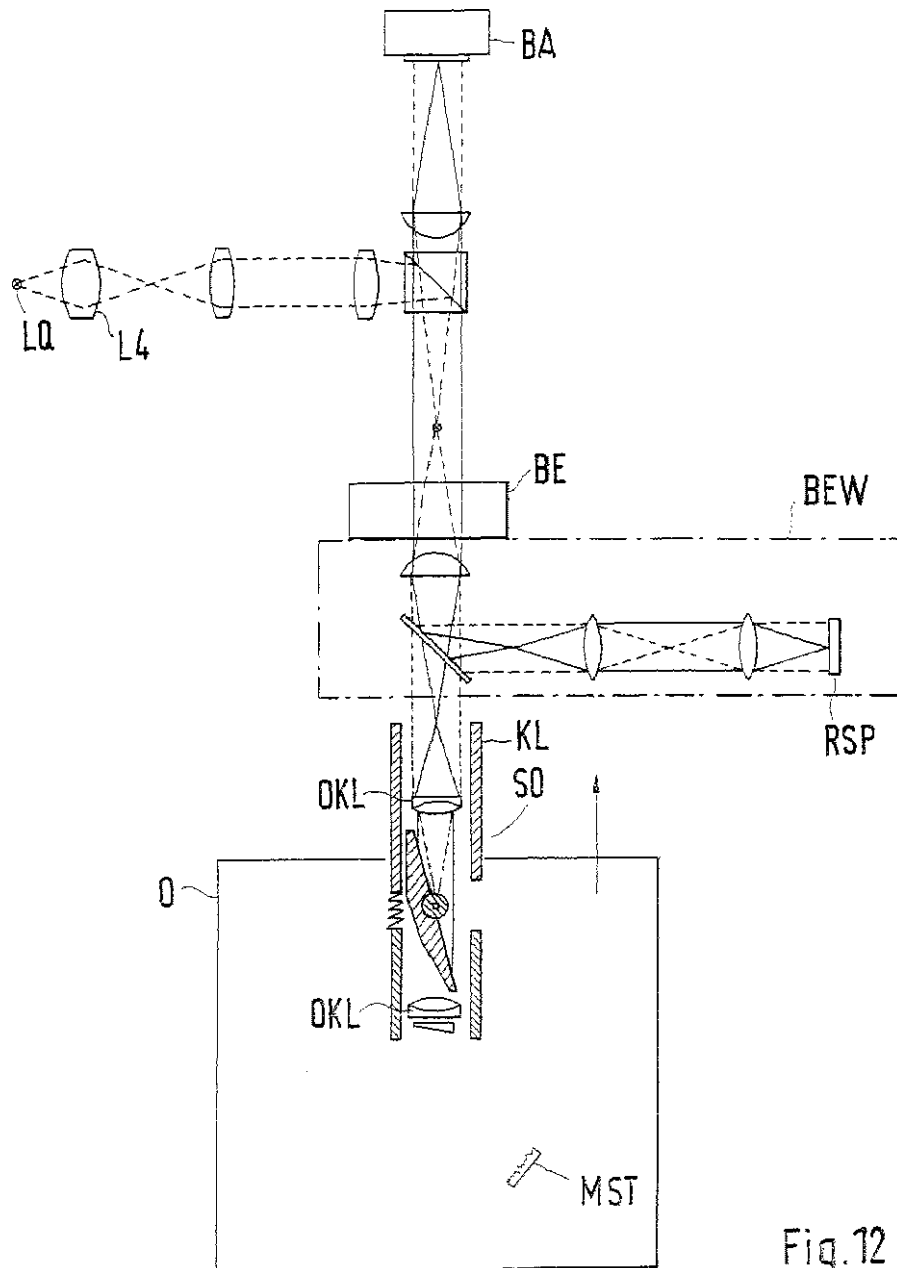


Fig.12

【図13】

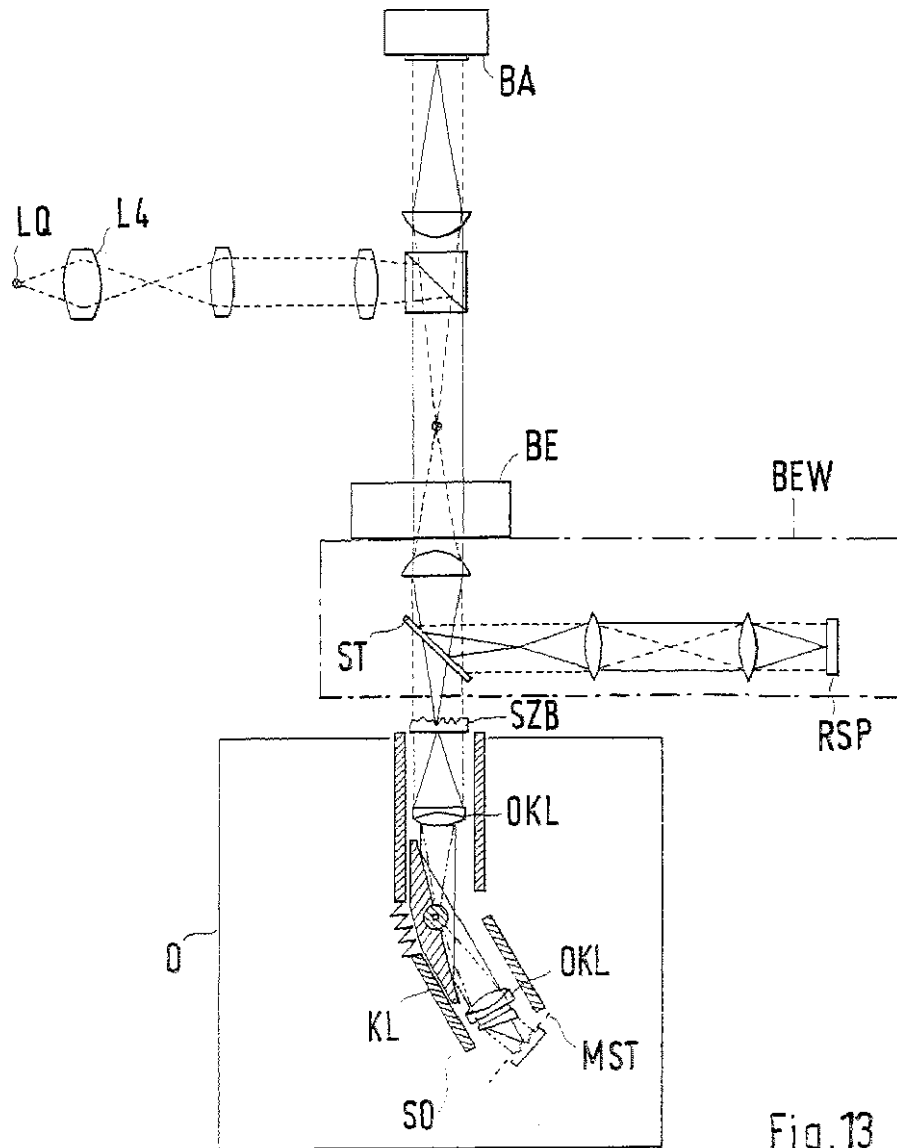
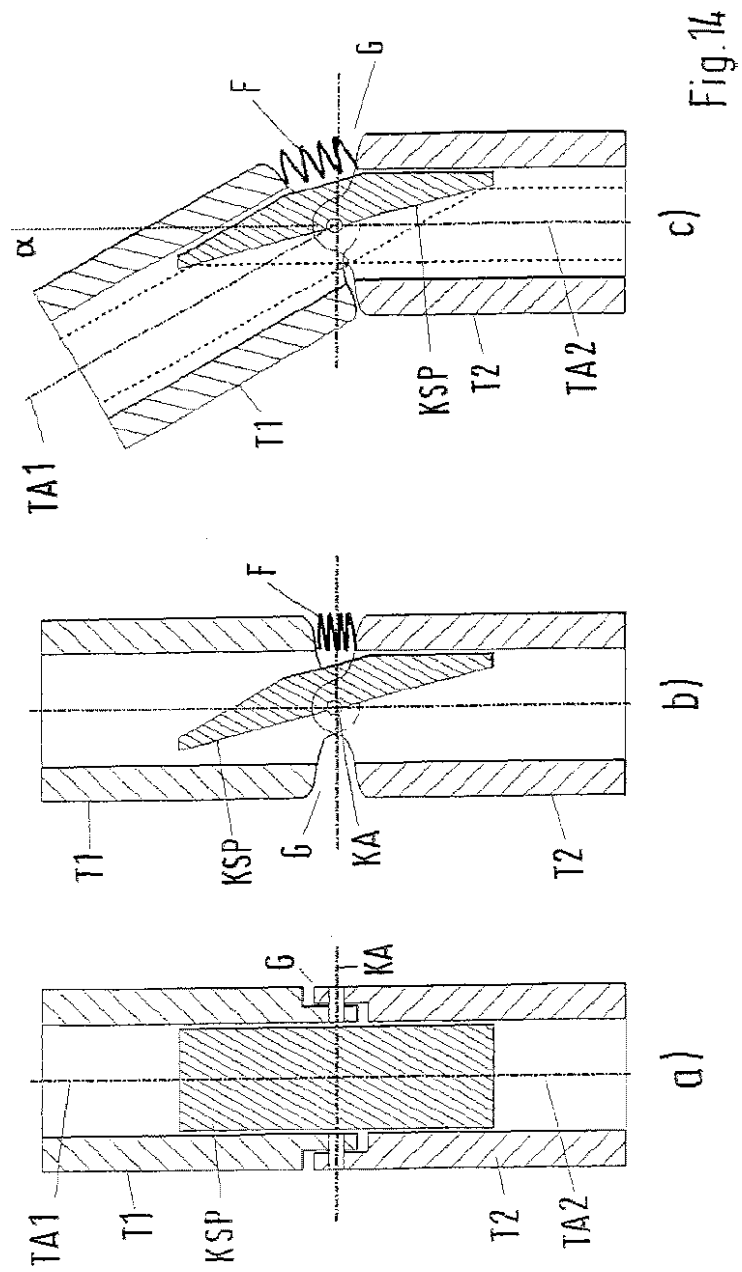


Fig.13

【図14】



【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/DE 01/01191		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01B11/30 G01N21/47 A61B5/00		
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) IPC 7 G01B G01N A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages Relevant to claim No.	
X	WO 97 27468 A (BOEHRINGER MANNHEIM GMBH ; KNUETTEL ALEXANDER (DE); BOECKER DIRK (D)) 31 July 1997 (1997-07-31) column 11, line 22 - line 28; figure 11 ---	1
X	WO 99 46557 A (OPTICAL BIOPSY TECHNOLOGIES INC) 16 September 1999 (1999-09-16) column 11, line 38 - column 12, line 51; figures 8A-8C ---	1-3
A	WO 97 32182 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 4 September 1997 (1997-09-04) abstract -----	1-24
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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 'Z' document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 July 2001	Date of mailing of the international search report 31/07/2001	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Arca, G	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/JP 01/01191

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
W0 9727468 A	31-07-1997	AU 2150297 A	20-08-1997
		EP 0876595 A	11-11-1998
		US 6144449 A	07-11-2000
W0 9946557 A	16-09-1999	US 6201608 B	13-03-2001
		US 6233055 B	15-05-2001
		US 6252666 B	26-06-2001
W0 9732182 A	04-09-1997	US 6134003 A	17-10-2000
		AU 1977597 A	16-09-1997
		EP 0883793 A	16-12-1998
		JP 2000503237 T	21-03-2000
		US 6111645 A	29-08-2000
		US 6160826 A	12-12-2000
		US 5956355 A	21-09-1999

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 101 15 524.7
(32)優先日 平成13年3月28日(2001.3.28)
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP, US
Fターム(参考) 2F064 AA09 DD01 DD08 EE01 FF03
GG02 GG12 GG22 GG45 GG47
GG52 HH03 HH08 KK01 KK04
2F065 AA01 AA51 FF04 FF51 GG07
HH04 JJ26 LL02 LL08 LL10
LL12 LL31 LL46 QQ24

专利名称(译)	干涉测量装置		
公开(公告)号	JP2003529753A	公开(公告)日	2003-10-07
申请号	JP2001572827	申请日	2001-03-29
[标]申请(专利权)人(译)	罗伯特·博世有限公司		
申请(专利权)人(译)	罗伯特Botsushiyu Gezerushiyafuto Mitsuto Beshiyurenkuteru有限公司		
[标]发明人	フリードリヒプリントハウゼン ミハエルリントナー		
发明人	フリードリヒ プリントハウゼン ミハエル リントナー		
IPC分类号	G01B9/02 A61B5/00 G01B11/24 G01B11/30		
CPC分类号	G01B11/30 A61B5/0062 A61B5/0066 A61B5/0084		
FI分类号	G01B9/02 G01B11/24.D		
F-TERM分类号	2F064/AA09 2F064/DD01 2F064/DD08 2F064/EE01 2F064/FF03 2F064/GG02 2F064/GG12 2F064/GG22 2F064/GG45 2F064/GG47 2F064/GG52 2F064/HH03 2F064/HH08 2F064/KK01 2F064/KK04 2F065/AA01 2F065/AA51 2F065/FF04 2F065/FF51 2F065/GG07 2F065/HH04 2F065/JJ26 2F065/LL02 2F065/LL08 2F065/LL10 2F065/LL12 2F065/LL31 2F065/LL46 2F065/QQ24		
优先权	10015878 2000-03-30 DE 10065179 2000-12-23 DE 10115524 2001-03-28 DE		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明是一种用于测量物体（O）的表面形状的干涉仪（1），其包括发射短的相干光的光源（LQ）和通过物体光路的物体（O）。分束器（ST），用于形成被引导到通过对象光（OS）和要被覆盖的参考光路反射的参考表面（RSP）的参考光（RS），对象（O）和参考表面（RSP）。）成像器（BA），捕获从中返回并产生干涉的光，并将该光提供给用于定位表面特征的评估设备。对于难以接近的测量点具有良好的适应性和可操作性，并且相对于对象（O）不可移动的光学系统（SO）放置在对象的光路中，而固定式光学系统（SO）这是可能的，因为在固定光学系统（SO）的光轴方向上可移动的光学系统（BO）继续存在。

