

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-502953

(P2004-502953A)

(43) 公表日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 9/02	GO 1 B 9/02	2 F O 6 4
GO 1 B 11/24	GO 1 J 9/02	2 F O 6 5
GO 1 J 9/02	GO 1 B 11/24	D

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 39 頁)

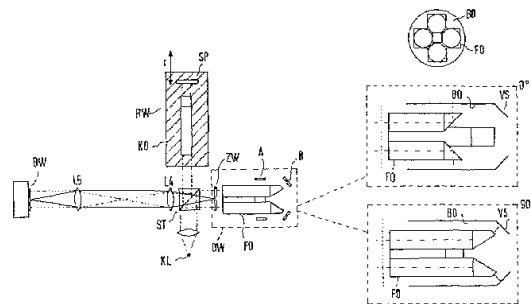
(21) 出願番号	特願2002-509716 (P2002-509716)	(71) 出願人	390023711 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンクテル ハフツング ROBERT BOSCH GMBH ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (番地なし) Stuttgart, Germany
(86) (22) 出願日	平成13年7月6日 (2001.7.6)	(74) 代理人	100061815 弁理士 矢野 敏雄
(85) 翻訳文提出日	平成14年3月7日 (2002.3.7)	(74) 代理人	100094798 弁理士 山崎 利臣
(86) 国際出願番号	PCT/DE2001/002517	(74) 代理人	100099483 弁理士 久野 琢也
(87) 国際公開番号	W02002/004888		
(87) 国際公開日	平成14年1月17日 (2002.1.17)		
(31) 優先権主張番号	100 33 028.2		
(32) 優先日	平成12年7月7日 (2000.7.7)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(31) 優先権主張番号	101 31 779.4		
(32) 優先日	平成13年7月3日 (2001.7.3)		
(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		

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 (BO) の面 (A) 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 (KL) と、物体光路 (OW) を介して物体 (OB) に導かれる物体光と参照光路 (RW) を介して反射する参照面 (SP1) に導かれる参照光とを形成するためのビームスプリッタ (ST) と、前記物体面 (A) と前記参照面 (SP1) とから戻されかつ干渉されている光を捕捉検出するイメージ変換器 (BW) と、該物体面 (A) に関連する測定結果を突き止めるための評価装置とを備えており、測定のために、参照光路 (RW) の光路長に対して物体光路 (OW) の光路長が相対的に変化されるとい形式のものに関する。物体光路 (OW) に、多焦点光学素子 (LB) または種々異なった結像要素から成っている自由セグメント光学系 (FO) を備えたスーパーポジション光学系が設けられており、該スーパーポジション光学系によって同時に、前記物体面 (A) からの他に少なくとも1つの別の面 (B) から像を生成できるようになっており、該像は直接または物体光路における少なくとも1つの中間結像を介して前記イメージ



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体 (B O) の面 (A) 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 (K L) と、物体光路 (O W) を介して物体 (O B) に導かれる物体光と参照光路 (R W) を介して反射する参照面 (S P 1) に導かれる参照光とを形成するためのビームスプリッタ (S T) と、前記物体面 (A) と前記参照面 (S P 1) とから戻されかつ干渉されている光を捕捉検出するイメージ変換器 (B W) と、該物体面 (A) に関連する測定結果を突き止めるための評価装置とを備えており、測定のために、参照光路 (R W) の光路長に対して物体光路 (O W) の光路長が相対的に変化される

10

という形式のものにおいて、

物体光路 (O W) に、多焦点光学系 (L B) または種々異なった結像要素から成っている自由セグメント光学系 (F O) を備えたスーパーポジション光学系が設けられており、該スーパーポジション光学系によって同時に、前記物体面 (A) からの他に少なくとも 1 つの別の面 (B) から像を生成できるようになっており、該像は直接または物体光路における少なくとも 1 つの中間結像を介して前記イメージ変換器 (B W) に結合されかつ前記物体面 (A) および少なくとも 1 つの別の面 (B) の測定は参照光路の光路長に対する物体光路の光路長の相対変化に基づいて行われることを特徴とする測定装置。

20

【請求項 2】

自由セグメント光学系 (F O) は相互に斜めに配向されている面 (A , B) を収容するように実現されている請求項 1 記載の測定装置。

【請求項 3】

物体 (B O) の面 (A) 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 (K L) と、物体光路 (O W) を介して物体 (B O) に導かれる物体光と参照光路 (R W) を介して反射する参照面 (S P 1) に導かれる参照光とを形成するためのビームスプリッタ (S T) と、前記物体面 (A) と前記参照面 (T S , S P 1) とから戻されかつ干渉されている光を捕捉検出するイメージ変換器 (B W) と、該物体面 (A) に関連する測定結果を突き止めるための評価装置とを備えており、測定のために、参照光路 (R W) の光路長に対して物体光路 (O W) の光路長が相対的に変化される

30

という形式のものにおいて、

物体光路 (O W) に、少なくとも前記両面の光路長差の被写界深度を有する結像光学系が設けられており、該結像光学系によって同時に、前記物体面 (A) からの他に少なくとも 1 つの、該面の前方または後方に位置している、平行な別の面 (B) - または光学的な偏向素子を介して相互に斜めにまたは直角に配置されている面 - から像を生成できるようになっており、該像は物体光路における少なくとも 1 つの中間結像を介して前記イメージ変換器 (B W) に結合されかつ

40

前記物体面 (A) および少なくとも 1 つの別の面 (B) の測定は参照光路の光路長に対する物体光路の光路長の相対変化に基づいて行われることを特徴とする測定装置。

【請求項 4】

前記物体光路 (O W) は前記物体面 (A) の中間像および前記別の面 (B) の中間像の共通の中間像 (Z W) を物体光路における共通の中間像面に生成するように構成されており、かつ

該共通の中間像 (Z W) は直接または少なくとも 1 つの中間結像を介して前記イメージ変換器 (B W) に結像される

請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

50

【請求項 5】

前記共通の中間像 (Z W) の走査が行われる

請求項 4 記載の測定装置。

【請求項 6】

物体光路 (O W) は内視鏡として実現されている

請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

【請求項 7】

物体を平面波で照射するために、光導波体 (L L) が設けられており、該光導波体の物体側の出口は物体光路 (O W) のテレセントリックな結像装置に置かれているか、または付加的なレンズ (L Z 1 , L Z 2) および偏向エレメント (A E 1 , A E 2) を備えた照射光路 (L W) が形成されている

請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

10

【請求項 8】

参照光路 (R W) は物体光路 (O W) に類似しているまたは同一の光学系を有している

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

【請求項 9】

前記物体光路 (O W) に、該物体 (B O) に関して不動の光学系が配置されており、かつ該不動の光学系に光軸の方向に移動する光学系 (B O) が続く

請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

【請求項 10】

前記不動の光学系はスーパーポジション光学系の部分である

請求項 9 記載の測定装置。

20

【請求項 11】

前記不動の光学系は無遠を結像する

請求項 9 または 10 記載の測定装置。

【請求項 12】

前記不動の光学系は物体 (B O) に対して不動の少なくとも 1 つの中間像を生成するスーパーポジション光学系として実現されており、かつ

可動の光学系として、光路において不動の中間像の後に続く対物レンズ光学系が光軸の方向において移動するように実現されていて、該軸に対する法線方向に配向されている中間像が深度方向において走査されかつこの中間像が直接または 1 つまたは複数の中間結像を介してイメージ変換器 (B W) に結像されるようにする

請求項 9 から 11 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

30

【請求項 13】

中間結像は中間像 (Z W) に結像されるすべての物体点に対して同じ結像縮尺度を有している

請求項 4 から 12 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

【請求項 14】

不動の光学系は 4 f 装置として実現されている

請求項 9 から 13 までのいずれか 1 項記載の測定装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、物体の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とを形成するためのビームスプリッタと、前記物体面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検出するイメージ変換器と、該物体面に関連する測定結果を突き止めるための評価装置とを備えており、ここで測定のために、参照光路の光路長に対する物体光路の相対的な光路長を変化するという形式のものに関する。

【0002】

従来技術

50

この形式の干渉測定装置はDE 4 1 0 8 9 4 4 A 1に記載されている(しかしここでは本明細書において択一的にこれから記述する中間画像サンプリングには触れられていない)。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置接続されている評価装置を用いて識別されかつ参照ミラーの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。

10

【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 Th. Dresel, G. Haeusler, H. Venzke; "Three-dimensional sensing of rough surfaces by coherence radar", Appl. Opt., Vol. 31, No. 7, 919-925, 1992)に記載されている。

20

【0004】

(まだ公開されていない)ドイツ連邦共和国特許出願19948813号にも、白色光干渉法に基づいたこの形式の干渉測定装置が記載されており、その際殊に狭い中空空間における測定のために、物体光路に中間像を生成することによって、横方向の分解能が高められる。同じくまだ公開されていないドイツ連邦共和国特許出願10015878.1号に、同時に横方向の分解能を比較的大きくしておいてなおかつ被写界深度を増大するために中間像走査を実施することが提案されている。

【0005】

公知の干渉測定装置ないし測定方法では、測定課題により例えば数ミリメートル離れているおよび/または相互に斜めに配向されている複数の相互に空間的に別個の面の走査が必要であるとき、難題が生じる。

30

【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、少なくとも2つの相互に空間的に別個の面(平面および曲面)をできるだけ僅かなコストで正確な、申し分なく再現可能な測定結果を以て測定することができるようにすることである。

【0007】

発明の利点

この課題は請求項1および択一選択的に請求項3の特徴部分に記載の構成によって解決される。これによれば、物体光路に、多焦点光学素子または種々異なった結像要素から成っている自由セグメント光学系を備えたスーパーポジション光学系が設けられており、該スーパーポジション光学系によって同時に、前記物体面からの他に少なくとも1つの別の面から像を生成できるようになっており、該像は直接または物体光路における少なくとも1つの中間結像を介して前記イメージ変換器に結合されかつ前記物体面および少なくとも1つの別の面の測定は参照光路の光路長に対する物体光路の光路長の相対変化(走査、スキャン)に基づいて行われるようになっており、択一選択的に、物体光路に、少なくとも前記両面の光路長差の被写界深度を有する結像光学系が設けられており、該結像光学系によって同時に、物体面からの他に少なくとも1つの、該面の前方または後方に位置している、平行な別の面-または光学的な偏向素子を介して相互に斜めにまたは直角に配置されている面-から像を生成できるようになっており、該像は物体光路における少なくとも1つの中間結像を介して前記イメージ変換器に結合されかつ前記物体面および少なくとも1つ

40

50

の別の面の測定は参照光路の光路長に対する物体光路の光路長の相対変化に基づいて行われるようになってきている。

【0008】

この構成によって、物体光路を新たな調整せずとも、異なっている面の正確な測定が可能になる。参照最大値を捕捉検出するために、参照光路および物体光路の光路長を異なっている面の配置状態（位置、姿勢）に相応して順次に調整設定しさえすればよい。その際自由セグメント光学系は例えば、相互に斜めに置かれているまたは相対向している面にも容易に整合される。多焦点光学系および、少なくとも両面の光路長差の被写界深度を有している結像光学系によっても、相互に異なった距離だけ離れかつ相互に異なって配向されている面および例えばその平行度または平坦度、厚みおよび直径が測定される。

10

【0009】

更に種々の有利な形態によれば、物体光路は物体面の中間像および別の面の中間像の共通の中間像を物体光路における共通の中間像面に生成するように構成されておりかつ該共通の中間像は直接または少なくとも1つの中間結像を介してイメージ変換器に結像されるようになってきている。少なくとも1つの中間結像によって、一方において中間像走査が可能でありかつ他方において高められた横方向の分解能が可能である。

【0010】

物体光路が内視鏡として実現されているようにすれば、狭い中空空間においても比較的大きな横方向の分解能を有する測定が簡単に実施される。

【0011】

更に正確な測定のために、物体を平面波で照射する光導波体が設けられており、該光導波体の物体側の出口は物体光路のテレセントリックな結像装置に置かれているか、または付加的なレンズおよび偏向エレメントを備えた照射光路が形成されているという構成が有利である。

20

【0012】

参照光路が、干渉の発生を可能にするまたは干渉コントラストを最適化するまたは物体光路における構成要素の光学的な影響を補償する、物体光路に類似しているまたは同一の光学系を有しているようにすることによって測定が可能になるまたは一層効果的になる。

【0013】

物体光路に、該物体に関して不動の光学系が配置されておりかつ該不動の光学系に光軸の方向に移動する光学系が続くようにすれば種々異なった表面をアクセスしにくい個所でも簡単な手法で測定する種々多様な可能性が得られる。

30

【0014】

不動の光学系をスーパーポジション光学系の部分として構成することで、構造および取り扱いの点で有利な形態が可能である。

【0015】

物体の横方向の相対運動に対してロバストな測定を実現するために、有利には、不動の光学系が無窮遠を結像するようにされる。

【0016】

更に本発明の有利な形態によれば、不動の光学系は物体に対して不動の少なくとも1つの中間像を生成するスーパーポジション光学系として実現されており、かつ可動の光学系として、光路において不動の中間像の後に続く対物レンズ光学系が光軸の方向において移動するように実現されていて、該軸に対する法線方向に配向されている中間像が深度方向において走査されかつこの中間像が直接または1つまたは複数の中間結像を介してイメージ変換器に結像されるようにしている。例えば物体光路にある、物体表面の中間像を物体光路にあるスーパーポジション光学系を用いて生成することによって、狭い通路または孔においても測定すべき物体表面が比較的大きな横方向の分解能で捕捉検出可能でありかつイメージ変換器または後置接続されている評価装置によって深度構造に関して評価可能である。不動の中間像の走査は比較的小さい手段で可能である。というのは、深度走査のために、物体光路のほんの僅かな数の光学的構成要素を動かささえすればよい。この場合不動

40

50

の中間像のその都度走査される深度は、深度走査（深度スキャン）によって、移動する対物光学素子の物体面も不動の中間像を通して移動するから常に可動の対物光学素子の被写界深度領域にとどまりかつこのようにして例えば干渉最大値が最大の鮮鋭度領域において評価される。

【0017】

中間像に結像されるすべての物体点に対する中間結像が同じ結像縮尺を有しているようにすれば、評価の結像品質および精度が改善される。その際例えば、不動の光学系が4f装置として実現されているように構成することができる。

【0018】

不動の光学系および可動の光学系を実現するための詳細に関して補足するのに、本出願人のドイツ連邦共和国特許出願10115524号が参考になる。

【0019】

図面

本発明を次に図面を参照して実施例に基づき詳細に説明する。その際：

図1は、自由セグメント光学系を有している白色干渉（コヒーレンス干渉）の原理に従った干渉測定装置の略図であり、ここで自由セグメント光学系は相互に90°回転された2つの位置で図示されており、

図2は、干渉測定装置の別の実施例の略図であり、その際物体光路には複数の別個のレンズ素子を有するスーパーポジション光学系が形成されており、

図3は、干渉測定装置の別の実施例の略図であり、その際物体光路には2焦点光学系が配置されており、

図4は、参照光路および物体光路に光導波体により光がガイドされるようになっている干渉測定装置の別の実施例の略図であり、

図5は、ビームが物体光路においてレンズおよび偏向素子を有する照射光路を介してガイドされるようになっている干渉測定装置の別の実施例の略図である。

【0020】

実施例

図1に示されているように、白色光干渉（短コヒーレンス干渉）の原理に従った干渉測定装置は、それ自体公知でありかつ冒頭に述べた刊行物並びにそこに挙げられている文献に詳細に記載されているような、物体光路OWと、参照光路RWと、評価装置が後置接続されているイメージ変換器BWとを有している。その際干渉はコヒーレンス長の領域においてしか生じないということが利用され、これにより参照光路RWおよび物体光路OWの光路長の簡単な調整並びに例えば干渉最大値の補足検出が可能になる。その際短コヒーレント光源KLから放射される光線は例えば10μmのオーダのコヒーレンス長を有している。短コヒーレント光源KLの光線はビームスプリッターSTを用いて参照光路RWを介して導かれる参照ビームと物体光路OWを介して導かれる物体ビームとに分割される。イメージ変換器BWに対する光路に、結像のため用に第4および第5のレンズL4, L5が配設されている。

【0021】

参照光路が、干渉の発生を可能にするまたは干渉コントラストを最適化するまたは物体光路における構成要素の光学的な影響を補償する、物体光路に類似しているまたは同一の光学系を有しているようにすることによって測定が可能になるまたは一層効果的になる。

【0022】

物体光路OWには別の特別な点として、自由セグメント光学系FOの形のスーパーポジション光学系が配置されている。この素子は右隣で示されている断面図（上側の図）において0°図（真ん中の図）および90°図（下の図）に弁孔BOに弁座VSの近傍まで導かれている状態において示されている。自由セグメント光学系FOによって同時に、孔BOないし弁座VSの複数のお互いに別個の面A, Bを捕捉検出しかつ物体光路OWの光学的な主軸に対して垂直である、物体光路における中間像面において共通の中間像ZWに結像することができる。自由セグメント光学系FOは光を偏向する複数の面および光を結像す

る複数のレンズエレメントを有しておりかつそれぞれの測定要求に整合されている。殊に、共通の中間像 Z W から異なった距離で離れていて、相互に斜めに配向されているまたは相対向している面 A , B を捕捉検出しかつ共通の中間像 Z W に結像することができる。

【 0 0 2 3 】

両方の面 A , B に相応する干渉最大値の検出は走査方向 r に相応する参照光路 R W の変化によって行われる。移動するユニットは鎖線で示されている。

【 0 0 2 4 】

物体光路 O W に配置されているスーパーポジション光学系は並列接続された 2 つのレンズ、すなわち異なった焦点距離を有する第 1 のレンズ L 1 と第 2 のレンズ L 2 とを有している。これらレンズにはプリズム形状のエレメントを前置することができる。物体光路は更に、テレセントリックな結像を実現するように構成されている。2 つのレンズ L 1 および L 2 によって、異なった距離の、例えば数 μm ないし 1 cm 相互に離れている、相互に平行であって、物体光路 O W の光学的な主軸 O W に対して垂直に位置している面 A , B が共通の中間像 Z W に結像される。この像は、面 A の中間像 Z A と面 B の中間像 Z B とから成っておりに物体光路における中間像面において結像される。第 1 および第 2 のレンズ L 1 , L 2 の焦点距離は F_A および F_B で示されている。物体光路 O W の光路にはさらに、結像のための第 3 のレンズ L 3 が配置されている。干渉最大値を検出するために、ミラー S P が走査方向 r において移動する。

10

【 0 0 2 5 】

図 3 には、図 2 と比べて、2 つのレンズ L 1 , L 2 に代わって、該 2 つのレンズ L 1 , L 2 の特性にほぼ相応している 2 焦点レンズ L B が配置されている。

20

【 0 0 2 6 】

図 4 に示されている実施例では、2 焦点レンズ L B の物体光路の光路に、物体側に置かれている別のレンズ L 6 , L 7 が挿入されている。物体光路 O W には更に光導波体 L L が設けられている。これを介して光源 K L からコヒーレント光が導かれて、面 A , B に別のレンズ L 7 を介して平面波が照射される。実質的に相応するレンズが補償のために参照光路 R W にも配置されており、かつ参照光路にも光導波体を介してビームが供給される。

【 0 0 2 7 】

図 5 では、図 4 に比べて、物体光路 O W において光導波体 L L がディスクレートな付加的なレンズ L Z 1 , L Z 2 および偏向エレメント A E 1 , A E 2 を備えている、面 A , B に平面波で照射するための照射光路 L W に置き換えられている。その際別のレンズ L 6 , L 7 は設けられていない。

30

【 0 0 2 8 】

これまで説明してきた干渉測定装置によって、上に述べたスーパーポジション光学系の形の特別な光学系を使用して同時に、空間的に互いに離れている面 A , B が測定可能である。その際空間的に互いに離れている面 A , B の距離ないし厚さ、平行度および直径を測定することができる。空間的に離れているこれらの面は直接または物体光路 O W における共通の中間像 Z W を介してイメージ変換器 B W に結像することができる。

【 0 0 2 9 】

共通の中間像 Z W は直接または物体光路における 1 つまたは複数の中間像を介してイメージ変換器 B W、例えば CCD カメラに結像することができる。

40

【 0 0 3 0 】

干渉測定装置の構成は例えばマイケルソン干渉計として実現されている。短コヒーレント光源 K L は例えばスーパーluminescenceダイオードまたは発光ダイオードである。スーパーポジション光学系による照射によって、物体の空間的に離されている面 A , B が照射され、その際別個の面 A , B を近似的な平面波によって照射すると好都合である。

【 0 0 3 1 】

自由セグメント光学系 F O の形のスーパーポジション光学系は例えば、異なっている光軸に沿ってかつ異なっている光路長を以て異なった面を共通の中間像面に結像する種々の個別レンズ系から成っていることができる。自由セグメント光学系 F O は、相互に組み合わ

50

せることができる、例えば球面レンズ、非球面レンズ、ロッドレンズまたはグリーン (GRIN) レンズまたは回折光学素子またはプリズムまたはミラーのような光学素子によって実現することができる。

【0032】

スーパーポジション光学系を2焦点レンズLBとして実現する代わりに、多数の面を測定すべきときには多焦点光学系を使用することができる。多焦点光学系は例えば別のレンズと組み合わせてテレセントリック装置にすることができる。

【0033】

2つの干渉計アーム、すなわち参照光路RWおよび物体光路OWにおける光路長および分散を調整するために、使用の光導波体のファイバ長および幾何学模様はできるだけ同一に選択されていた方がよい。

10

【0034】

スーパーポジション光学系は近似的に、大きな被写界深度または拡大されている被写界深度を有する光学素子、例えばアキシコン (Axicon) によって実現することもできる。

【0035】

スーパーポジション光学系として多焦点光学系ないし2焦点光学系を使用する場合、参照光路RWにおける補償のために、図3に示されているように、1つの焦点面しか有していない光学系を使用することができる。

【0036】

イメージ変換器BWに、参照波と重畳される、考察すべき面A, Bの像が生成される。データ評価のために、例えば、物体および参照光路における光路長間の光路差に変化が生じるようにされる(深度のスキャン)。この変化は走査運動rによって引き起こされる。光路差を変化するために従来技術に従った種々の手法を用いることができる。例えば、参照ミラーを動かす、物体を深度方向に動かす、物体に対して相対的にセンサ全体を動かすまたはドイツ連邦共和国特許出願第10015878号に記載されているように中間像を走査するまたは音響光学変調器により光路長を変化する。

20

【0037】

物体のイメージには、2つの干渉計アームにおける光路差がコヒーレンス長より小さいとき、高い干渉コントラストが生じる。3D高さプロファイルを得るために、種々の方法が使用されている。これらは、それぞれの画素(ピクセル)に対する深度を走査していくと、最高の干渉コントラストが生じる光路差が検出されることに基づいている。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】

白色干渉(コヒーレンス干渉)の原理に従った干渉測定装置の略図である。

【図2】

干渉測定装置の別の実施例の略図である。

【図3】

干渉測定装置の別の実施例の略図である。

【図4】

参照光路および物体光路に光導波体により光がガイドされるようになっている干渉測定装置の別の実施例の略図である。

40

【図5】

ビームが物体光路においてレンズおよび偏向素子を有する照射光路を介してガイドされるようになっている干渉測定装置の別の実施例の略図である

【国際公開パンフレット】

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Januar 2002 (17.01.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/04888 A1

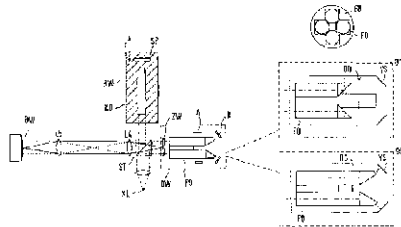
- (51) Internationale Patentklassifikation: G01B 11/24
- (72) Erfinder: und
- (75) Erfinder/Anmelder *nur für US:* PRINZHAUSEN, Friedrich [DE/DE]; Rottweg 1b, 70619 Stuttgart (DE); LINDNER, Michael [DE/DE]; Talstrasse 47, 71597 Leutenbach (DE); THOMINET, Vincent [CH/CH]; Chemin du Boeage 9B, CH 1026 Echandens (CH).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02517
- (22) Internationales Anmeldedatum: 6. Juli 2001 (06.07.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (81) Bestimmungsstaaten *national:* JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (84) Bestimmungsstaaten *regional:* europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 7. Juli 2000 (07.07.2000) DE 100 53 028.2; 8. Juli 2001 (05.07.2001) DE 101 51 779.4
- (71) Anmelder *für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US:* ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70412 Stuttgart (DE).

Veröffentlicht: mit internationalem Recherchetrieht vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen einreichen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERFEROMETRIC, SHORT COHERENT FORM-MEASURING DEVICE FOR SEVERAL SURFACES (NAIVE SEATS) USING MULTI-FOCAL OPTICS, OPTICAL SEGMENTS OR HIGH DEPTH OF FOCUS

(54) Bezeichnung: INTERFEROMETRISCHE, KURZKOHÄRENTE FORMMESSVORRICHTUNG FÜR MEHRERE FLÄCHEN (VENILSITZ) DURCH MULTIFOKALOPTIK, OPTIKSEGMENTE ODER HOHE SCHARFENTIEFE



(57) Abstract: The invention relates to an interferometric measuring device for measuring the form of a surface (A) of an object (BO), comprising a radiation source (KL), giving off a short coherent radiation, a beam splitter (ST) for the formation of an object beam, guided to the object (BO), by means of an object light path (OW) and a reference beam, guided to a reflecting reference plane (SP), by means of a reference light path (RW) and an image converter (BW). Said image converter records the radiation returning from the surface (A) and from the reference plane (SP), which has undergone interference and feeds the above to an evaluation unit for the determination of a measuring result, concerning the surface (A). The optical length of the object light path (OW) is altered relative to the optical length of the reference light path (RW), in order to determine the interference maximum. A precise measurement of spatially separated surfaces is achieved by simple adjustment, whereby a superimposed optic with a multifocal optic (FB), or a free-segment optic (FO), with various imaging elements is provided in the object light path (OW), such that an image of another surface (B), other than surface (A), may be simultaneously created with the superimposed optics. The imaging occurs directly on the image converter (BW), or by means of at least one intermediate image, such that the evaluation of the interference maxima, corresponding to the surface (A) and to the at least one other surface (B), occur by sequential sampling.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/04888 A1

WO 02/04888 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messvorrichtung zur Formvermessung einer Fläche (A) eines Objektes (BO) mit einer eine kurzkohärente Strahlung abgebenden Strahlungsquelle (KL), einem Strahlteiler (ST) zum Bilden eines über einen Objektweg (OW) zu dem Objekt (BO) geleiteten Objektstrahls und eines über einen Referenzlichtweg (RW) zu einer reflektierenden Referenzebene (SP) geleiteten Referenzstrahls und mit einem Bildwandler (BW), der die von der Fläche (A) und der Referenzebene (SP) zurück geworfene und zur Interferenz gebrachte Strahlung aufnimmt und einer Auswerteinrichtung zum Bestimmen eines die Fläche (A) betreffenden Messergebnisses zuführt, wobei zum Auswerten des Interferenzmaximums die optische Länge des Objektlichtweges (OW) relativ zu der optischen Länge des Referenzlichtweges (RW) geändert wird. Bei einfacher Justierung wird eine genaue Messung räumlich voneinander getrennter Oberflächen dadurch erreicht, dass in dem Objektlichtweg (OW) eine Superpositionsoptik mit einer Multifokaloptik (LB) oder einer Freie-Segmente-Optik (FO) aus verschiedenen Abbildungselementen vorgesehen ist, dass mit der Superpositionsoptik gleichzeitig außer von der Fläche (A) von mindestens einer weiteren Fläche (B) ein Bild erzeugbar ist, das direkt oder über mindestens eine Zwischenabbildung auf dem Bildwandler (BW) abgebildet wird und dass die Auswertung der der Fläche (A) und der der mindestens einen weiteren Fläche (B) entsprechenden Interferenzmaxima nacheinander zeitlich aufeinander folgendem Abtasten erfolgt.

WO 02/04588

PCT/DE01/02517

INTERFEROMETRISCHE, KURZKOHÄRENTE FORMMESSVORRICHTUNG FÜR MEHRERE FLÄCHEN
(VENTILSITE) DURCH MULTIFOKALOPTIK, OPTIKSEGMENTE ODER HOHE SCHRÄGFENTLEFE

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messvorrichtung zur Form-
vermessung einer Fläche eines Objektes mit einer kurzkohärente Strahlung
abgebenden Strahlungsquelle, einem Strahlteiler zum Bilden eines über einen Ob-
jektlichtweg zu dem Objekt geleiteten Objektstrahls und eines über einen Refe-
renzlichtweg zu einer reflektierenden Referenzebene geleiteten Referenzstrahls
10 und mit einem Bildwandler, der die von der Fläche und der Referenzebene zurück
geworfene und zur Interferenz gebrachte Strahlung aufnimmt und einer Auswer-
teeinrichtung zum Bestimmen eines die Fläche betreffenden Messergebnisses zu-
führt, wobei für die Messung die optische Länge des Objektlichtweges relativ zu
15 der optischen Länge des Referenzlichtweges geändert wird.

ERSATZBLATT (REGEL 26)

WG 02/04588

PCT/DE01/02517

2

5

Stand der Technik

10

15

20

25

Eine interferometrische Messvorrichtung dieser Art ist in der DE 41 08 944 A1 angegeben (wobei die vorliegend alternativ noch angegebene Zwischenbildabtastung jedoch nicht genannt ist). Bei dieser bekannten interferometrischen Messvorrichtung, die auf dem Messprinzip der sogenannten Weisslichtinterferometrie oder Kurzkohärenzinterferometrie beruht, gibt eine Strahlungsquelle kurzkohärente Strahlung ab, die über einen Strahlteiler in einen ein Messobjekt beleuchtenden Objektstrahl und einen eine reflektierende Referenzebene in Form eines Referenzspiegels beleuchtenden Referenzstrahl aufgeteilt wird. Um die Objektoberfläche in Tiefenrichtung abzutasten, wird der Referenzspiegel mittels eines Piezostellelementes in Richtung der optischen Achse des Referenzlichtweges verfahren. Wenn der Objektlichtweg und der Referenzlichtweg übereinstimmen, ergibt sich im Bereich der Kohärenzlänge ein Maximum des Interferenzkontrastes, der mittels eines photoelektrischen Bildwändlers und einer nachgeschalteten Auswerteinrichtung erkannt und zur Bestimmung der Kontur der Objektoberfläche auf der Grundlage der bekannten Auslenkposition des Referenzspiegels ausgewertet wird.

30

Weitere derartige interferometrische Messvorrichtungen bzw. interferometrische Messverfahren auf der Basis der Weisslichtinterferometrie sind in 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 und Th. Dressel, G. Häusler, H. Venzke; "Three-dimensional sensing of rough surfaces by coherence radar", Appl. Opt., Vol. 31, No. 7, 919-925, 1992 angegeben.

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

3

5

10 In der (nicht vorveröffentlichten) deutschen Patentanmeldung 199 48 813 ist ebenfalls eine derartige interferometrische Messvorrichtung auf der Basis der Weisslichtinterferometrie gezeigt, wobei insbesondere zur Messung in engen Hohlräumen die laterale Auflösung vergrößert wird, indem im Objektlichtweg ein Zwischenbild erzeugt wird. In der ebenfalls nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 100 15 878.1 ist vorgeschlagen, zur Vergrößerung der Schärfentiefe bei gleichzeitig relativ großer lateraler Auflösung eine Zwischenbild-

16 abtastung durchzuführen.

Bei den bekannten interferometrischen Messvorrichtungen bzw. Messverfahren bestehen Schwierigkeiten, wenn die Messaufgabe die Abtastung mehrerer voneinander getrennter Flächen erfordert, die z.B. mehrere Millimeter beabstandet und/oder schräg zueinander orientiert sind.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine interferometrische Messvorrichtung der eingangs genannten Art bereit zu stellen, mit der mindestens zwei voneinander räumlich getrennte Flächen mit möglichst geringem Aufwand mit genauen, gut reproduzierbaren Messergebnissen vermessen werden können.

25

Vorteile der Erfindung

30

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und alternativ 3 gelöst. Hiernach ist vorgesehen, dass in dem Objektlichtweg eine Superpositionsoptik mit einer Multifokaloptik oder einer Freie-Segmente-Optik aus verschiedenen Abbildungselementen vorgesehen ist, dass mit der Superpositionsoptik gleich-

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

4

5

10 zeitig außer von der Fläche von mindestens einer weiteren Fläche ein Bild erzeugbar ist, die direkt oder über mindestens eine Zwischenabbildung im Objektlichtweg auf dem Bildwandler abgebildet werden und dass die Messung der Fläche und der mindestens einen weiteren Fläche unter relativer Änderung der optischen Länge des Objektlichtweges zu der optischen Länge des Referenzlichtwegs (Abtasten, Scan) erfolgt. Alternativ ist vorgesehen, dass in dem

15 Objektlichtweg eine Abbildungsoptik mit einer Schärfentiefe von mindestens dem optischen Wegunterschied der beiden Flächen vorgesehen ist, mit der gleichzeitig außer von der Fläche von mindestens einer davor oder dahinter liegenden, parallelen weiteren Fläche - oder über optische Ablenkelemente schräg oder rechtwinklig zueinander angeordneten Flächen - ein Bild erzeugbar

20 ist, das über mindestens eine Zwischenabbildung im Objektlichtweg auf dem Bildwandler abgebildet wird und dass die Messung der Fläche und der mindestens einen weiteren Fläche unter relativer Änderung der optischen Länge des Objektlichtweges zu der optischen Länge des Referenzlichtweges erfolgt.

25 Mit diesen Maßnahmen wird ohne neue Justierung des Objektlichtweges eine genaue Messung der unterschiedlichen Flächen ermöglicht. Zur Erfassung des Referenzmaximums müssen lediglich die optischen Längen des Referenzlichtweges und des Objektlichtweges entsprechend den Lagen der verschiedenen Flächen nacheinander eingestellt werden. Die Freie-Segmente-Optik lässt sich

30 dabei z.B. auch leicht an schräg zueinander gestellte oder gegenüberliegende Flächen anpassen. Mit der Multifokaloptik und auch mit der eine Schärfentiefe von mindestens dem optischen Wegunterschied der beiden Flächen aufweisenden Abbildungsoptik lassen sich unterschiedlich weit voneinander entfernte und

WG 02/04888

PCT/DE01/02517

5

5

10 unterschiedlich zueinander orientierte Flächen und auch z.B. deren Parallelität
oder Planheit, Dicke und Durchmesser vermessen.

15 Verschiedene günstige Ausgestaltungen bestehen weiterhin darin, dass der
Objektlichtweg zum Erzeugen eines gemeinsamen Zwischenbildes der Fläche
und des Zwischenbildes der weiteren Fläche(n) in einer gemeinsamen Zwi-
schenbildebene im Objektlichtweg ausgebildet ist und dass das gemeinsame
Zwischenbild direkt oder über mindestens eine Zwischenabbildung auf dem
Bildwandler abgebildet wird. Mit mindestens einer Zwischenabbildung ist zum
einen eine Zwischenbildabtastung und zum anderen eine erhöhte laterale Auf-
lösung möglich.

20

Eine Messung mit relativ großer lateraler Auflösung auch in engen Hohlräumen
lässt sich einfach durchführen, wenn vorgesehen ist, dass der Objektlichtweg
als Endoskop ausgebildet ist.

25

Für eine genaue Messung sind weiterhin die Maßnahmen vorteilhaft, dass zur
Beleuchtung des Objektes mit einer ebenen Welle ein Lichtwellenleiter vorge-
sehen ist, deren objektseitiger Ausgang in eine telezentrische Abbildungs-
anordnung des Objektlichtweges gelegt ist, oder dass ein Beleuchtungslichtweg
mit zusätzlichen Linsen und Ablenkelementen gebildet ist.

30

Die Messung wird dadurch ermöglicht oder weiterhin begünstigt, dass der Refe-
renzlichtweg dem Objektlichtweg ähnliche oder identische Optiken aufweist,
durch welche die Erzeugung der Interferenzen ermöglicht wird oder der Inter-

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

6

5

ferenzkontrast optimiert wird oder optische Einflüsse der Komponenten im Objektlichtweg kompensiert werden.

10

Viefältige Möglichkeiten, auf einfache Weise verschiedene Oberflächen auch an schwer zugänglichen Stellen zu vermessen, ergeben sich dadurch, dass im Objektlichtweg eine bezüglich des Objekts starre Optik angeordnet ist und dass der starren Optik eine in Richtung ihrer optischen Achse bewegliche Optik folgt.

15

Eine günstige Ausbildung für den Aufbau und die Handhabung besteht darin, dass die starre Optik Teil der Superpositionsoptik ist.

20

Zum Erreichen einer gegen laterale Relativbewegung des Objektes robusten Messung ist es vorteilhaft vorgesehen, dass die starre Optik nach Unendlich abbildet.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht desweiteren darin, dass die starre Optik als Superpositionsoptik ausgebildet ist, mit der mindestens ein zum Objekt starres Zwischenbild erzeugt wird, und dass als bewegliche Optik eine im Strahlengang hinter dem starren Zwischenbild folgende Objektiv-Optik in Richtung ihrer optischen Achse beweglich zur Abtastung des normal zu dieser Achse ausgerichteten Zwischenbilds in Tiefenrichtung und Abbilden desselben direkt oder über eine oder mehrere Zwischenabbildungen auf dem Bildwandler ausgebildet ist. Durch die Erzeugung des z.B. im Objektlichtweg liegenden starren Zwischenbilds der Objektoberfläche mit der Superpositionsoptik in dem Objektlichtweg wird auch in engen Kanälen oder Bohrungen die zu messende Objektoberfläche mit relativ großer lateraler Auflösung erfassbar und

25

30

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

7

6

mit dem Bildwandler und der nachgeschalteten Auswerteeinrichtung hinsichtlich
10 der Tiefenstruktur auswertbar. Die Abtastung des starren Zwischenbildes ist mit
relativ einfachen Maßnahmen möglich, da zu seiner Tiefenabtastung nur wenige
optische Komponenten des Objektlichtweges bewegt werden müssen, wobei die
jeweils abgetastete Tiefe des starren Zwischenbildes stets im Schärfetie-
fenbereich der beweglichen Objektivoptik bleibt, da durch die Tiefenabtastung
15 (Tiefenscan) die Objektebene der bewegten Objektivoptik gleichsam durch das
starre Zwischenbild hindurch bewegt wird und auf diese Weise z.B. die Inter-
ferenzmaxima im Bereich größter Schärfentiefe ausgewertet werden.

Die Abbildungsqualität und Genauigkeit der Auswertung wird dadurch begün-
20 stigt, dass die Zwischenabbildung für alle im Zwischenbild abgebildeten Ob-
jektpunkte gleichen Abbildungsmaßstab besitzt. Beispielsweise kann dabei der
Aufbau derart sein, dass die starre Optik als 4f-Anordnung ausgebildet ist.

Bezüglich der Ausbildung der starren Optik und der beweglichen Optik sei er-
25 gänzend auf die deutsche Patentanmeldung Nr. 101 15 524 derselben Anmelde-
rin hingewiesen.

Zeichnung

30

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezug-
nahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

8

5

10 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer interferometrischen Mess-
vorrichtung nach dem Prinzip der Weisslichtinterferometrie (Kurz-
kohärenzinterferometrie) mit einer Freie-Segmente-Optik, wobei die
Freie-Segmente-Optik in zwei um 90° zueinander gedrehten Lagen
dargestellt ist,

15 Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel der interferometrischen Mess-
vorrichtung, wobei in dem Objektlichtweg eine Superpositionsoptik
mit getrennten Linsenelementen gebildet ist,

20 Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine interferometrische Mess-
vorrichtung, wobei in dem Objektlichtweg eine Bifokaloptik ange-
ordnet ist,

25 Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer interferometrischen Mess-
vorrichtung, bei dem die Strahlung in dem Referenzlichtweg und
dem Objektlichtweg mit Lichtwellenleitern geführt wird und

30 Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der interferometrischen Mess-
vorrichtung, bei dem die Strahlung in dem Objektlichtweg über
einen Beleuchtungslichtweg mit Linsen und Ablenkelementen ge-
führt wird.

WO 02/04588

PCT/DE01/02517

9

5

Ausführungsbeispiel

10

Wie Fig. 1 zeigt, weist eine auf dem Prinzip der Weisslichtinterferometrie (Kurzkohärenzinterferometrie) beruhende interferometrische Messvorrichtung einen Objektlichtweg OW, einen Referenzlichtweg RW und einen Bildwandler BW mit nachgeschalteter Auswerteeinrichtung auf, wie an sich bekannt und in den einleitend genannten Druckschriften sowie darin genannter Literatur näher beschrieben. Dabei wird ausgenutzt, dass Interferenz nur im Bereich der Kohärenzlänge auftritt, wodurch eine einfache Abstimmung der optischen Weglängen des Referenzlichtweges RW und des Objektlichtweges OW sowie z.B. die Erfassung des Interferenzmaximums ermöglicht wird. Eine von einer kurzkohärenten Lichtquelle KL abgegebene Strahlung hat dabei z.B. eine Kohärenzlänge in der Größenordnung von 10 μm . Die Strahlung der kurzkohärenten Lichtquelle KL wird mittels eines Strahlteilers ST in einen über den Referenzlichtweg RW geführten Referenzstrahl und einen über den Objektlichtweg OW geführten Objektstrahl aufgeteilt. In dem Lichtweg zu dem Bildwandler BW sind für die Abbildung vorliegend eine vierte und eine fünfte Linse L4, L5 angeordnet.

25

Die Messung wird dadurch ermöglicht oder weiterhin begünstigt, dass der Referenzlichtweg dem Objektlichtweg ähnliche oder identische Optiken aufweist, durch welche die Erzeugung der Interferenzen ermöglicht wird oder der Interferenzkontrast optimiert wird oder optische Einflüsse der Komponenten im Objektlichtweg kompensiert werden.

30

In dem Objektlichtweg OW ist als weitere Besonderheit eine Superpositionsoptik in Form einer Freie-Segmente-Optik FO angeordnet, die in dan rechts daneben

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

10

5

gezeigten Darstellungen im Querschnitt (obere Darstellung) in einer 0° -Ansicht (mittlere Darstellung) und in einer 90° -Ansicht (untere Darstellung) in einem in
10 eine Ventilbohrung BO bis in die Nähe eines Ventilsitzes VS geführten Zustand wiedergegeben ist. Mit der Freien-Segmente-Optik FO können gleichzeitig mehrere voneinander getrennte Flächen A, B der Bohrung BO bzw. des Ventilsitzes VS erfasst und in einem gemeinsamen Zwischenbild ZW in einer Zwischenbild-
15 ebene im Objektlichtweg abgebildet werden, die senkrecht zu einer optischen Hauptachse des Objektlichtweges OW liegt. Die Freie-Segmente-Optik FO besitzt mehrere Licht ablenkende Flächen und abbildende Linsenelemente und ist an die jeweilige Messanforderung angepasst. Insbesondere können unterschiedlich weit von dem gemeinsamen Zwischenbild ZW entfernte und auch schräg zueinander
20 gerichtete oder gegenüberliegende Flächen A, B erfasst und in dem gemeinsamen Zwischenbild ZW abgebildet werden.

Die Erfassung der den beiden Flächen A, B entsprechenden Interferenzmaxima erfolgt durch Änderung des Referenzlichtweges RW entsprechend einer Abtast-
25 richtung r. Die bewegte Einheit ist strichliert dargestellt.

Die in dem Objektlichtweg OW angeordnete Superpositionsoptik weist zwei parallel geschaltete Linsen, nämlich eine erste Linse L1 und eine zweite Linse L2 mit verschiedenen Brennweiten auf, denen prismenförmige Elemente vorgeschaltet
30 sein können. Der Objektlichtweg ist außerdem zum Erzeugen einer telezentrischen Abbildung ausgelegt. Mit den beiden Linsen L1 und L2 werden unterschiedlich weit, z.B. einige μm bis über 1 cm voneinander entfernte, parallel zueinander und senkrecht zur optischen Hauptachse des Objektlichtweges OW liegende Flächen A, B in das gemeinsame Zwischenbild ZW aus dem Zwischen-

WO 02/04588

PCT/DE01/02517

11

5

10 bild ZA der Fläche A und dem Zwischenbild ZB der Fläche B in einer Zwischen-
bildebene im Objektlichtweg abgebildet. Die Brennweiten der ersten und der
zweiten Linse L1, L2 sind mit F_A , F_B angegeben. In dem Strahlengang des Ob-
jektlichtweges OW ist weiterhin eine dritte Linse L3 zur Abbildung angeordnet.
Zum Erfassen des Interferenzmaximums wird der Spiegel SP in Abtastrichtung r
bewegt.

15

In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel der interferometrischen Messvorrichtung
gezeigt, bei dem gegenüber der Fig. 2 anstelle der beiden Linsen L1, L2 eine
Bifokaloptik LB angeordnet ist, deren Eigenschaft in etwa den beiden Linsen L1,
L2 entspricht.

20

Bei dem in Fig. 4 angegebenen Ausführungsbeispiel sind in den Strahlengang
des Objektlichtweges der Bifokaloptik LB objektseitig gelegene weitere Linsen
L6, L7 eingebracht. In dem Objektlichtweg OW liegt außerdem ein Lichtwellen-
leiter LL, über den die kurzkohärente Strahlung von der Strahlungsquelle KL
geführt wird, um die Flächen A, B über die weitere Linse L7 mit einer ebenen
Wellenfront zu beleuchten. Im Wesentlichen entsprechende Linsen sind auch in
25 den Referenzlichtweg RW zur Kompensation angeordnet, und auch in dem Ob-
jektlichtweg wird die Strahlung über einen Lichtwellenleiter zugeführt.

30

In Fig. 5 ist gegenüber der Fig. 4 in dem Objektlichtweg OW der Lichtwellen-
leiter LL durch einen Beleuchtungslichtweg LW mit diskreten zusätzlichen Linsen
LZ1, LZ2 und Ablenkelementen AE1, AE2 ersetzt, um die Flächen A, B mit einer
ebenen Welle zu beleuchten. Die weiteren Linsen L6, L7 sind dabei nicht vorge-
35 sehen.

35

WO 02/04588

PCT/DE01/02517

12

5

10 Mit den vorstehend angegebenen interferometrischen Messvorrichtungen werden unter Verwendung von Sonderoptiken in Form der genannten Superpositionsoptiken gleichzeitig die räumlich voneinander getrennten Flächen A, B vermessbar. Dabei können z.B. Abstand bzw. Dicke, Parallelität und Durchmesser der räumlich getrennten Flächen A, B gemessen werden. Die räumlich getrennten Flächen können direkt oder über ein gemeinsames Zwischenbild ZW im Objektlichtweg auf den Bildwandler BW abgebildet werden.

15

Das gemeinsame Zwischenbild ZW kann direkt oder über eine oder mehrere Zwischenabbildungen im Objektlichtweg auf dem Bildwandler BW z.B. einer CCD-Kamera abgebildet werden.

20

Der Aufbau der interferometrischen Messvorrichtung ist z.B. als Michelson-Interferometer realisiert. Die kurzkohärente Strahlungsquelle KL ist z.B. eine Superlumineszenzdiode oder eine Leuchtdiode. Mit der Beleuchtung durch die Superpositionsoptik werden die räumlich getrennten Flächen A, B des Objektes beleuchtet, wobei es günstig ist, die getrennten Flächen A, B mit nahezu ebenen Wellen zu beleuchten.

25

Die Superpositionsoptik in Form der Freie-Segmente-Optik FO kann z.B. aus verschiedenen einzelnen Linsensystemen bestehen, die unterschiedliche Flächen entlang unterschiedlicher optischer Achsen und mit unterschiedlichen optischen Weglängen in die gemeinsame Zwischenbildebene abbilden. Die Freie-Segmente-Optik FO kann mit optischen Elementen, wie z.B. sphärischen Linsen, asphärischen Linsen, Stablinsen oder Grin-Linsen oder mit diffraktiven optischen

30

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

13

5

10 Elementen oder Prismen oder Spiegeln realisiert werden, die miteinander kombiniert sein können.

15 Anstelle der Ausbildung der Superpositionsoptik als Bifokaloptik LB kann auch eine Multifokaloptik verwendet werden, wenn mehr Flächen vermessen werden sollen. Die Multifokaloptik kann z.B. mit einer weiteren Linse zu einer telegen-
zentrischen Anordnung kombiniert werden.

20 Zum Abgleich der optischen Weglängen und der Dispersion in beiden Interferometerarmen, nämlich dem Referenzlichtweg RW und dem Objektlichtweg OW, sollten die Faserlängen und Geometrien der verwendeten Lichtwellenleiter möglichst identisch gewählt werden.

Die Superpositionsoptik kann näherungsweise auch durch eine Optik mit großer Schärfentiefe oder mit erweiterter Schärfentiefe, z.B. Axicon, realisiert werden.

25 Im Falle einer Multifokaloptik bzw. Bifokaloptik als Superpositionsoptik kann zur Kompensation in dem Referenzlichtweg RW eine Optik mit nur einer Brennebene eingesetzt werden, wie aus Fig. 3 ersichtlich.

30 Auf dem Bildwandler BW wird ein mit der Referenzwelle überlagertes Bild der zu betrachtenden Flächen A, B erzeugt. Zur Datenauswertung erfolgt z.B. eine durch die Abtastbewegung r bewirkte Änderung des Gangunterschiedes zwischen den optischen Weglängen im Objekt- und Referenzlichtweg (Tiefenscan). Es können entsprechend dem Stand der Technik verschiedene Vorgehensweisen zur Änderung des Gangunterschiedes vorgesehen sein, z.B. Bewegung des Refe-

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

14

5

10 renzspiegels, Bewegung des Objektes in Tiefenrichtung, Bewegung des Objek-
tivs in Tiefenrichtung, Bewegung des gesamten Sensors relativ zu dem Objekt
oder auch eine Zwischenbildabtastung gemäß der deutschen Patentanmeldung
100 15 878 oder eine Änderung der optischen Weglänge durch akustooptische
Modulatoren.

15 Im Bild des Objektes tritt hoher Interferenzkontrast dann auf, wenn der Gang-
unterschied in beiden Interferometerarmen kleiner als die Kohärenzlänge ist. Zur
Gewinnung des 3D-Höhenprofils haben sich verschiedene Verfahren etabliert.
Sie beruhen darauf, dass während der Tiefenabtastung für jeden Bildpunkt
(Pixel) der Gangunterschied detektiert wird, bei welchem der höchste Inter-
20 ferenzkontrast auftritt.

Ansprüche

- 5 1. Interferometrische Messvorrichtung zur Formvermessung einer Fläche (A) eines Objektes (BO) mit einer eine kurzkohärente Strahlung abgebenden Strahlungsquelle (KL), einem Strahlteiler (ST) zum Bilden eines über einen Objektlichtweg (OW) zu dem Objekt (BO) geleiteten Objektstrahls und
10 eines über einen Referenzlichtweg (RW) zu einer reflektierenden Referenzebene (SP1) geleiteten Referenzstrahls und mit einem Bildwandler (BW), der die von der Fläche (A) und der Referenzebene (SP1) zurück ge-
worfenen und zur Interferenz gebrachte Strahlung aufnimmt und einer Aus-
werteeinrichtung zum Bestimmen eines die Fläche (A) betreffenden Mess-
15 ergebnisses zuführt, wobei für die Messung die optische Länge des Ob-
jektlichtweges (OW) relativ zu der optischen Länge des Referenzlichtwegs (RW) geändert wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Objektlichtweg (OW) eine Superpositionsoptik mit einer
Multifokaloptik (LB) oder einer Freie-Segmenta-Optik (FO) aus verschiede-
20 nen Abbildungselementen vorgesehen ist,
dass mit der Superpositionsoptik gleichzeitig außer von der Fläche (A) von
mindestens einer weiteren Fläche (B) ein Bild erzeugbar ist, die direkt

5

oder über mindestens eine Zwischenabbildung im Objektlichtweg auf dem Bildwandler (BW) abgebildet werden und
10 dass die Messung der Fläche (A) und der mindestens einen weiteren Fläche (B) unter relativer Änderung der optischen Länge des Objektlichtweges zu der optischen Länge des Referenzlichtweges erfolgt.

15 2. Messvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Freie-Segmente-Optik (FO) zum Aufnehmen von schräg zueinander orientierten Flächen (A, B) ausgebildet ist.

20 3. Interferometrische Messvorrichtung zur Formvermessung einer Fläche (A) eines Objektes (BO) mit einer eine kurzkohärente Strahlung abgebenden Strahlungsquelle (KL), einem Strahlteiler (ST) zum Bilden eines über einen Objektlichtweg (OW) zu dem Objekt (BO) geleiteten Objektstrahls und eines über einen Referenzlichtweg (RW) zu einer reflektierenden Referenzebene (SP1) geleiteten Referenzstrahls und mit einem Bildwandler (BW), der die von der Fläche (A) und der Referenzebene (SP1) zurück geworfene und zur Interferenz gebrachte Strahlung aufnimmt und einer Auswerteeinrichtung zum Bestimmen eines die Fläche (A) betreffenden Messergebnisses zuführt, wobei für die Messung die optische Länge des Objektlichtweges (OW) relativ zu der optischen Länge des Referenzlichtweges (RW) geändert wird,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Objektlichtweg (OW) eine Abbildungsoptik mit einer Schärfentiefe von mindestens dem optischen Wegunterschied der beiden Flä-
30

5

10 chen vorgesehen ist, mit der gleichzeitig außer von der Fläche (A) von
mindestens einer davor oder dahinter liegenden, parallelen weiteren
Fläche (B) - oder über optische Ablenkelemente schräg oder rechtwinklig
zueinander angeordneten Flächen - ein Bild erzeugbar ist, das über min-
destens eine Zwischenabbildung im Objektlichtweg auf dem Bildwandler
(BW) abgebildet wird und

15 dass die Messung der Fläche (A) und der mindestens einen weiteren Flä-
che (B) unter relativer Änderung der optischen Länge des Objektlicht-
weges zu der optischen Länge des Referenzlichtweges erfolgt.

20 4. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Objektlichtweg (OW) zum Erzeugen eines gemeinsamen Zwi-
schenbildes (ZW) eines Zwischenbildes der Fläche (A) und eines Zwi-
schenbildes der weiteren Fläche (B) in einer gemeinsamen Zwischen-
bildebene im Objektlichtweg ausgebildet ist und
25 dass das gemeinsame Zwischenbild (ZW) direkt oder über mindestens
eine Zwischenabbildung auf dem Bildwandler (BW) abgebildet wird.

30 5. Messvorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Abtastung des gemeinsamen Zwischenbildes (ZW) erfolgt.

35 6. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Objektlichtweg (OW) als Endoskop ausgebildet ist.

WG 02/04588

PCT/DE01/02517

18

5

7. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Beleuchtung des Objektes (BO, VS) mit einer ebenen Welle ein
Lichtwellenleiter (LL) vorgesehen ist, deren objektseitiger Ausgang in eine
telezentrische Abbildungsanordnung des Objektlichtweges (OW) gelegt
ist, oder
dass ein Beleuchtungslichtweg (LW) mit zusätzlichen Linsen (LZ1, LZ2)
und Ablenkelementen (AE1, AE2) gebildet ist.
8. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Referenzlichtweg (RW) dem Objektlichtweg (OW) ähnliche oder
identische Optiken aufweist.
9. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Objektlichtweg (OW) eine bezüglich des Objekts (30) starre Optik
angeordnet ist und
dass der starren Optik eine in Richtung ihrer optischen Achse bewegliche
Optik (BO) folgt.
10. Messvorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die starre Optik Teil der Superpositionsoptik ist.

WO 02/04888

PCT/DE01/02517

19

5

11. Messvorrichtung nach Anspruch oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die starre Optik nach Unendlich abbildet.
12. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die starre Optik als Superpositionsoptik ausgebildet ist, mit der
mindestens ein zum Objekt (BO) starres Zwischenbild erzeugt wird, und
dass als bewegliche Optik eine im Strahlengang hinter dem starren Zwischenbild folgende Objektiv-Optik in Richtung ihrer optischen Achse beweglich zur Abtastung des normal zu dieser Achse ausgerichteten Zwischenbilds in Tiefenrichtung und Abbilden desselben direkt oder über eine oder mehrere Zwischenabbildungen auf dem Bildwandler (BW) ausgebildet ist.
13. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zwischenabbildung für alle im Zwischenbild (ZW) abgebildeten Objektpunkte gleichen Abbildungsmaßstab besitzt.
14. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die starre Optik als 4f-Anordnung ausgebildet ist.

10

15

20

25

30

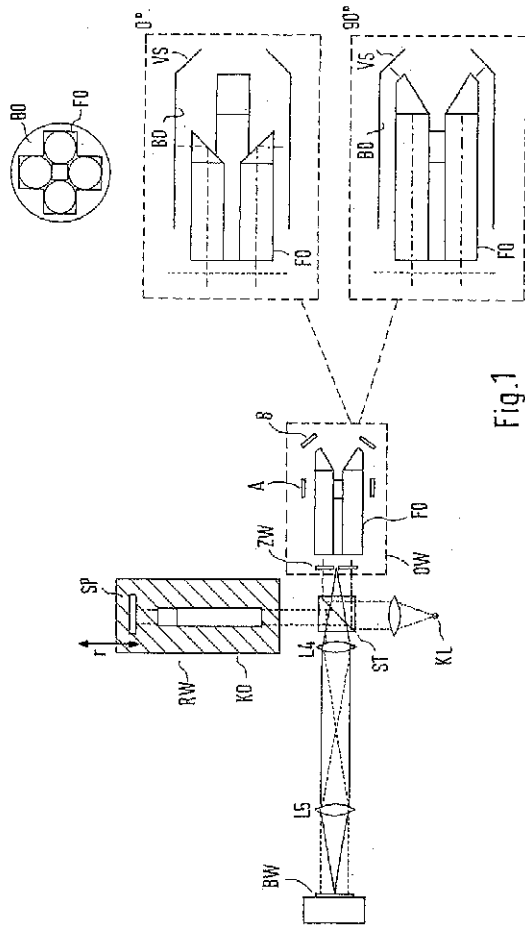
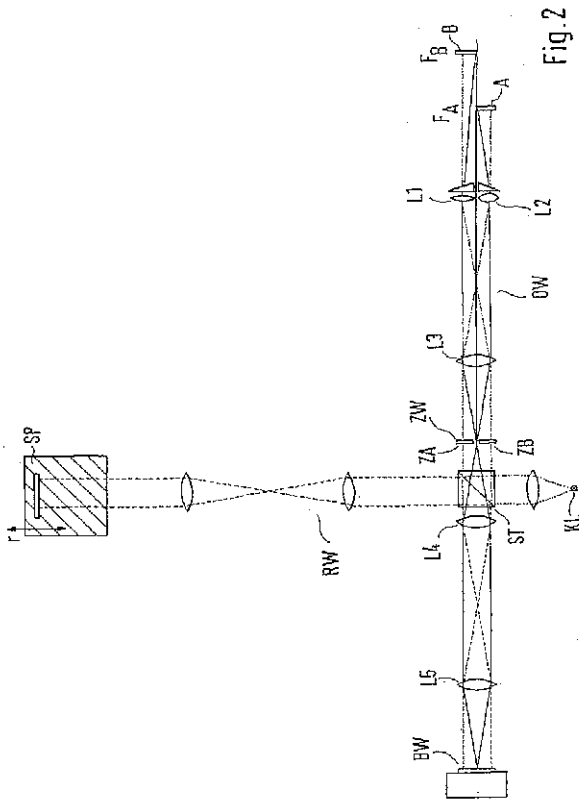


Fig.1



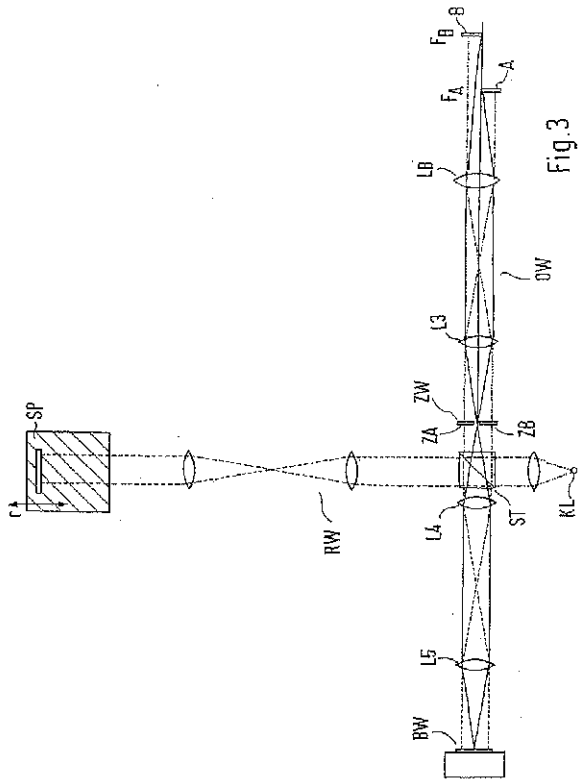


Fig. 3

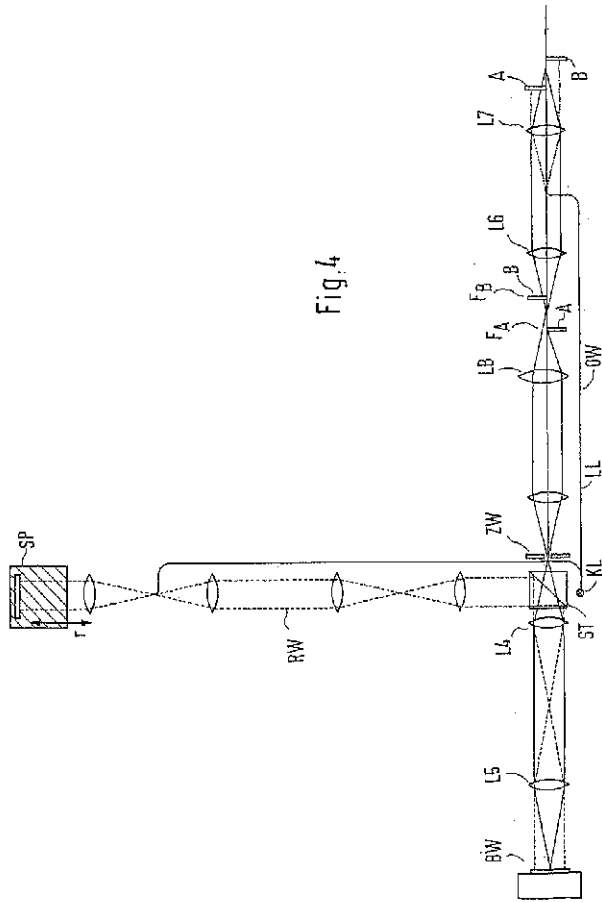


Fig. 4

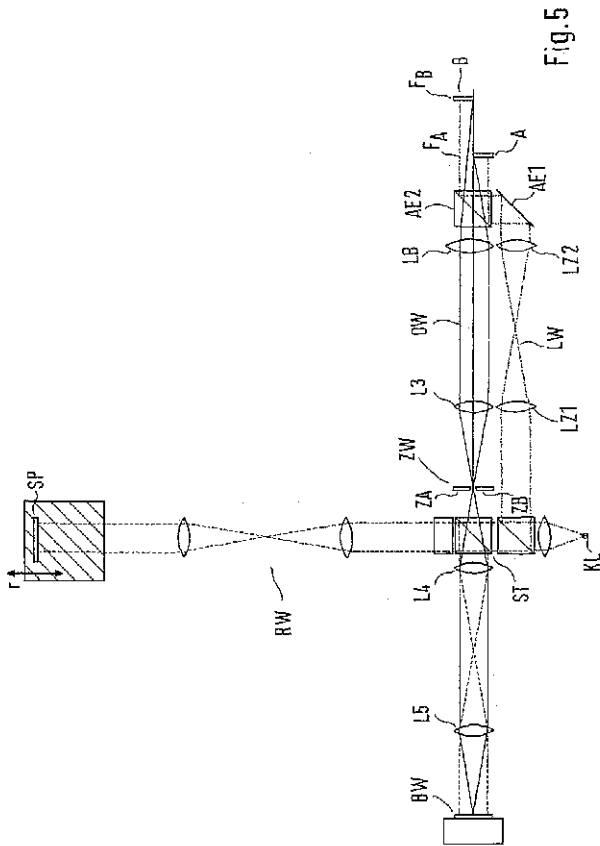


Fig.5

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Intern - Application No PCT/DL 01/02517
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 601B11/24		
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 601B		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category ¹	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	DE 197 21 843 C (BOSCH) 11 February 1999 (1999-02-11) column 4, line 2-46; figure 1	1, 3
A	EP 0 534 795 A (HUGHES AIRCRAFT) 31 March 1993 (1993-03-31) page 4, line 13 - line 18; figure 2	1
A	US 5 321 501 A (MIT) 14 June 1994 (1994-06-14) column 12, line 39 - line 55; figure 3A column 15, line 34 - line 65; figure 9	3
A	DE 198 08 273 A (BOSCH) 9 September 1999 (1999-09-09) figure 1	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
¹ Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *B* earlier document but published on or after the international filing date *I* 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 cited documents, each 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 30 October 2001		Date of mailing of the international search report 07/11/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P. B. 5818, Heilmannstr. 2 DK - 2500 HV, Copenhagen Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3010		Authorized officer Mielke, W

Form PCT/IS297W (2000/09/02) (July 1993)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

relation on patent family members

International Application No.

PCT/DE 01/02517

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 19721843	C	11-02-1999	DE 19721843 C1	11-02-1999
			GB 2325738 A ,B	02-12-1998
			JP 11006720 A	12-01-1999
			US 5933237 A	03-08-1999
EP 534795	A	31-03-1993	US 5218423 A	08-06-1993
			EP 0534795 A2	31-03-1993
			JP 2779102 B2	23-07-1998
			JP 5210006 A	20-08-1993
US 5321501	A	14-06-1994	US 5465147 A	07-11-1995
			DE 69227902 D1	28-01-1999
			DE 69227902 T2	17-06-1999
			EP 0581871 A1	09-02-1994
			JP 6511312 T	15-12-1994
			US 5459570 A	17-10-1995
			US 6111645 A	29-08-2000
			WO 9219930 A1	12-11-1992
			US 6160826 A	12-12-2000
			US 6282011 B1	28-08-2001
			US 6134003 A	17-10-2000
			US 5956355 A	21-09-1999
DE 19808273	A	09-09-1999	DE 19808273 A1	09-09-1999
			WO 9944009 A1	02-09-1999
			EP 1058812 A1	13-12-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Internationales Aktenzeichen PC1/DE 01/02517
A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01B11/24		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE Forschertechnische Mitbestimmung (Klassifikationszylinder und Klassifikationszylinder) IPK 7 G01B		
Forschertechnische aber nicht zum Mindeststoffstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchkriterien) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Ref. Anspruch Nr.
A	DE 197 21 843 C (BOSCH) 11. Februar 1999 (1999-02-11) Spalte 4, Zeile 2-46; Abbildung 1	1,3
A	EP 0 534 795 A (HUGHES AIRCRAFT) 31. März 1993 (1993-03-31) Seite 4, Zeile 13 - Zeile 18; Abbildung 2	1
A	US 5 321 501 A (MIT) 14. Juni 1994 (1994-06-14) Spalte 12, Zeile 39 - Zeile 55; Abbildung 3A Spalte 15, Zeile 34 - Zeile 65; Abbildung 9	3
A	DE 198 08 273 A (BOSCH) 9. September 1999 (1999-09-09) Abbildung 1	
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfälle		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* Dieses Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die gegenüber einem Prioritätsanspruch zweifelhaft erschienen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Prioritätsanspruch genannten Veröffentlichung behindert werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie Ausgewähltes) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Bemerkung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die im internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beabsichtigten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *S* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht korrespondiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung betrachtet wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied des selben Patentfalls ist		
Datum des Abschusses der internationalen Recherche 30. Oktober 2001		Abschlussdatum des internationalen Recherchenberichts 07/11/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P. B. 5316 Patenten 2 NL - 2280 IX The Hague Tel. (+31 70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-2010		Bevollmächtigter Beauftragter Mielke, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Internationale Anzeichen	
Angaben zu Veröffentlichung		PCT/DE 01/02517	
is zur selben Patentfamilie gehören			
Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19721843 C	11-02-1999	DE 19721843 C1	11-02-1999
		GB 2325738 A ,B	02-12-1998
		JP 11006720 A	12-01-1999
		US 5933237 A	03-08-1999
EP 534795 A	31-03-1993	US 5218423 A	08-06-1993
		EP 0534795 A2	31-03-1993
		JP 2779102 B2	23-07-1998
		JP 5210006 A	20-08-1993
US 5321501 A	14-06-1994	US 5465147 A	07-11-1995
		DE 69227902 D1	28-01-1999
		DE 69227902 T2	17-06-1999
		EP 0581871 A1	09-02-1994
		JP 6511312 T	15-12-1994
		US 5459570 A	17-10-1995
		US 6111645 A	29-08-2000
		WO 9219930 A1	12-11-1992
		US 6160826 A	12-12-2000
		US 6282011 B1	28-08-2001
		US 6134003 A	17-10-2000
US 5956355 A	21-09-1999		
DE 19808273 A	09-09-1999	DE 19808273 A1	09-09-1999
		WO 9944009 A1	02-09-1999
		EP 1058812 A1	13-12-2000

 フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 フリードリッヒ プリンツハウゼン

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト ルフヴェーク 1ベ

(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

(72)発明者 ヴァンサン トミネー

スイス国 エシャンデン シュマン デュ ポカジュ 9ベ

Fターム(参考) 2F064 AA06 AA09 AA15 CC01 EE01 FF03 FF07 GG06 GG32 GG44

GG45 GG49 GG61 HH03 HH08 KK01

2F065 AA30 AA45 AA51 BB01 BB05 DD03 DD10 FF04 FF52 GG07

GG12 GG24 HH03 HH13 JJ03 JJ26 LL01 LL12 LL32 LL42

UU07

【要約の続き】

変換器 (BW) に結合されかつ前記物体面 (A) および少なくとも1つの別の面 (B) の測定は参照光路の光路長に対する物体光路の光路長の相対変化に基づいて行われるようにしたことで、簡単な調整において空間的に相互に分離している表面の正確な測定が可能になる。

专利名称(译)	干涉测量装置		
公开(公告)号	JP2004502953A	公开(公告)日	2004-01-29
申请号	JP2002509716	申请日	2001-07-06
[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	フリードリッヒプリンツハウゼン ミハエルリントナー ヴァンサントミネー		
发明人	フリードリッヒ プリンツハウゼン ミハエル リントナー ヴァンサン トミネー		
IPC分类号	G01B9/02 A61B1/00 A61B5/107 G01B11/24 G01J9/02		
CPC分类号	G01B11/2441 A61B1/00165 A61B5/1076		
FI分类号	G01B9/02 G01J9/02 G01B11/24.D		
F-TERM分类号	2F064/AA06 2F064/AA09 2F064/AA15 2F064/CC01 2F064/EE01 2F064/FF03 2F064/FF07 2F064/GG06 2F064/GG32 2F064/GG44 2F064/GG45 2F064/GG49 2F064/GG61 2F064/HH03 2F064/HH08 2F064/KK01 2F065/AA30 2F065/AA45 2F065/AA51 2F065/BB01 2F065/BB05 2F065/DD03 2F065/DD10 2F065/FF04 2F065/FF52 2F065/GG07 2F065/GG12 2F065/GG24 2F065/HH03 2F065/HH13 2F065/JJ03 2F065/JJ26 2F065/LL01 2F065/LL12 2F065/LL32 2F065/LL42 2F065/UU07		
代理人(译)	矢野俊夫		
优先权	10033028 2000-07-07 DE 10131779 2001-07-03 DE		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明是一种用于测量物体 (BO) 的表面 (A) 的形状的干涉测量装置，包括：用于发射短相干光的光源 (KL) ;以及物体 (OB) 用于形成被引导到参考平面 (SP) 的物光束的分束器 (ST) 和由参考光束路径 (RW) 反射的参考光束 (SP1) 用于捕获和检测从参考平面 (SP1) 返回和干涉的光的图像转换器 (BW) ，以及用于定位与物平面相关联的测量结果的评估装置 (A) 并且，对象光路 (OW) 相对于参考光路 (RW) 的光路长度的光路长度相对改变以进行测量。物体光路径 (OW) ，多焦点光学元件具有 (LB) 或各种不同的自由段光学从成像元件 (FO) 叠加光学系统与提供，叠加光学系统由同时，可以从所述物平面 (A) 的至少一个另外的平面 (B) 生成图像，所述图像 (A) 和至少一个另外的平面 (B) 相对于参考光束路径的光路长度，物平面 (A) 和至少一个另外的平面 (B) 的测量直接或通过物光束路径中的至少一个中间图像耦合到图像换能器 (BW) 根据物体光路的光程长度的相对变化，可以在简单的调整中精确地确定空间分离的表面测量成为可能。

