

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7368662号
(P7368662)

(45)発行日 令和5年10月25日(2023.10.25)

(24)登録日 令和5年10月17日(2023.10.17)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 3 Q	17/24 (2006.01)	B 2 3 Q	17/24 B
G 0 1 B	11/00 (2006.01)	G 0 1 B	11/00 A
B 2 3 B	25/06 (2006.01)	B 2 3 B	25/06

請求項の数 29 (全27頁)

(21)出願番号	特願2020-534419(P2020-534419)	(73)特許権者	523319645
(86)(22)出願日	平成30年11月29日(2018.11.29)		ウォッチアウトコープ・ソシエテ・アノニム
(65)公表番号	特表2021-507820(P2021-507820 A)		スイス国、1 4 0 0 イヴェルドンレーバン、アヴニユ・デ・デクヴェルト、1 8
(43)公表日	令和3年2月25日(2021.2.25)	(74)代理人	100069556
(86)国際出願番号	PCT/IB2018/059463		弁理士 江崎 光史
(87)国際公開番号	WO2019/123058	(74)代理人	100111486
(87)国際公開日	令和1年6月27日(2019.6.27)		弁理士 鍛冶澤 實
審査請求日	令和3年10月11日(2021.10.11)	(74)代理人	100191835
(31)優先権主張番号	01602/17		弁理士 中村 真介
(32)優先日	平成29年12月22日(2017.12.22)	(74)代理人	100221981
(33)優先権主張国・地域又は機関	スイス(CH)		弁理士 石田 大成
(31)優先権主張番号	01603/17	(74)代理人	100208258
(32)優先日	平成29年12月22日(2017.12.22)		
最終頁に続く		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 工具ホルダと工作物ホルダとの間に3次元位置決め用の光学計測装置を持つ工作機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

工具ホルダ（310）と工作物ホルダ（320）とを装備されている機械加工モジュール（300）と、

前記工具ホルダ（310）と前記工作物ホルダ（320）との間の相対位置の3次元計測用の光学計測装置（10）と

を備える、工作機械であって、

前記光学計測装置（10）が、像取得系を持ち前記工作物ホルダ（320）に搭載されている光学系（100）と、前記工具ホルダ（310）に搭載されて前記光学系（100）の光軸線（0）に配置可能な位置基準を形成する有効面（202）を備える目標（200）とを備える、前記工作機械において、

前記光学計測装置（10）は、前記目標（200）の前記光学系（100）による単一露光ステップによって、機械加工対象の前記工作物ホルダ（320）と前記工具ホルダ（310）との間の3次元相対位置を決定可能に設定されていて、

前記目標（200）は、3次元の目標（200）であって、前記有効面（202）上に、

平面的な基準面（212）を画定する第1構造（210）と、

平面的な前記基準面（212）に対して傾斜している傾斜面（222）を持つ第2構造（220）とを備え、

平面的な前記基準面（212）は、少なくとも第1部分（214）と第2部分（216）との間に分割されていて、

前記第 1 部分 (214) の表面は、第 1 反射変数により反射するものであり、

前記第 2 部分 (216) の表面は、第 1 反射変数と異なる第 2 反射変数により反射するものであり、

前記光学系 (100) は、第 1 露光系 (110) と第 2 露光系 (120) とを備え、

前記光軸線 (0) に沿って、前記第 2 露光系 (120) の焦点距離と前記第 1 露光系 (110) の焦点距離の差に相当する区間が、傾斜面 (222) から前記基準面 (212) を隔てている最小距離と最大距離との間にある、工作機械。

【請求項 2】

前記目標 (200) は、前記光学系 (100) の像焦点平面が前記目標 (200) の前記有効面 (202) に一致可能に位置されている、請求項 1 に記載の工作機械。

【請求項 3】

前記第 1 部分 (214) の表面は、拡散反射にしたがって反射するものであり、

前記第 2 部分 (216) の表面は、鏡面反射にしたがって反射するものである、請求項 1 に記載の工作機械。

【請求項 4】

前記第 2 部分 (216) は、前記第 1 部分 (214) に配置されている一連のローカライズ領域 (217) にしたがって分割されている、請求項 1 に記載の工作機械。

【請求項 5】

前記傾斜面 (222) の表面は、均一に分布されている、レリーフ要素 (224) 又は鏡面要素 (225) を有する、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項 6】

一連の前記ローカライズ領域 (217) が次の、四辺形、平行四辺形、長方形、正方形、ひし形、正多角形及び円形のリストに属する幾何学的図形の外形を画定する、請求項 4 に記載の工作機械。

【請求項 7】

前記第 2 部分 (216) の前記ローカライズ領域 (217) は、前記第 1 部分 (214) に分布された島又は区間によって形成されている、請求項 4 に記載の工作機械。

【請求項 8】

前記第 1 構造 (210) と前記第 2 構造 (220) とが、互いに同心に前記有効面 (202) 上に位置されている、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項 9】

前記第 1 構造 (210) は前記第 2 構造 (220) を囲んでいる、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項 10】

前記第 1 構造 (210) の前記第 2 部分 (216) の前記ローカライズ領域 (217) は、前記第 2 構造 (220) を囲む正方形を画定している、請求項 4 に記載の工作機械。

【請求項 11】

前記第 2 構造 (220) を収容するハウジング (219) の開口部 (218) を前記第 1 構造 (210) が囲んで画定している、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項 12】

前記第 2 構造 (220) は、前記第 1 構造 (210) の前記基準面 (212) に対して後退されている前記傾斜面 (222) を持ち、前記ハウジング (219) 内に位置している請求項 11 に記載の工作機械。

【請求項 13】

前記第 2 構造 (220) の傾斜面 (222) の表面は、横紋状であるか、もしくは前記第 2 構造 (220) の前記傾斜面 (222) の表面は、次の、刻まれたネットワーク、構造化された格子又は鏡面線 (225) の要素いずれかで覆われている、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記目標（２００）は、前記有効面（２０２）の側で前記第１構造（２１０）及び前記第２構造（２２０）を覆う、透明材料、又はガラスの板も備える、請求項５から１３のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項１５】

前記光学計測装置（１０）は３次元の前記目標（２００）に向かって配向されている光源も備え、光源が、３次元の前記目標（２００）の横方向の照明を作るために位置されている、請求項１から１４のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項１６】

前記光学系（１００）は第１露光系（１１０）と第２露光系（１２０）とを備え、当該光学系において、

第１露光系（１１０）の被写界深度は、第２露光系（１２０）の被写界深度の少なくとも１０倍大きく、

前記光学系（１００）は、前記第１露光系（１１０）の光路と前記第２露光系（１２０）の光路とが、前記光学系（１００）の光軸線（０）上に配置され、第１露光系（１１０）の像焦点平面と第２露光系（１２０）の像焦点平面とを備える共通区間を持つ、請求項１から１５のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項１７】

前記光学系（１００）は、前記目標（２００）からの光路が、前記第１露光系と前記第２露光系（１２０）との一方の少なくとも１部分を、前記第１露光系と前記第２露光系（１２０）との他方に到達する前に、通過するように、配列されている、請求項１６に記載の工作機械。

【請求項１８】

前記第１露光系と前記第２露光系（１２０）は、互いに平行に配置されていて、

前記光学系（１００）は、光学モジュール（１２８）も備え、前記光学モジュール（１２８）は、前記第１露光系と前記第２露光系（１２０）との間に配置され、前記第１露光系及び前記第２露光系（１２０）の一方の少なくとも一部を透過して前記第１露光系及び前記第２露光系（１２０）の他方に向かう光線の一部を偏向するように設定されている、請求項１６又は１７に記載の工作機械。

【請求項１９】

前記第２露光系（１２０）の焦点距離は、前記第１露光系（１１０）の焦点距離より長い、請求項１６から１８のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項２０】

前記第１露光系（１１０）の倍率は、前記第２露光系（１２０）の倍率より小さい、請求項１６から１９のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項２１】

前記第１露光系（１１０）の被写界深度（ＤＯＦ１）は０．８ミリメートル以上である、請求項１６から２０のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項２２】

前記第２露光系（１２０）の被写界深度（ＤＯＦ２）は０．１ミリメートル以下である、請求項１６から２１のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項２３】

前記第１露光系（１１０）はテレセントリックであり、前記第２露光系（１２０）はテレセントリックである、請求項１６から２２のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項２４】

前記第１露光系（１００）が、像焦点面が前記第１構造（２１０）の前記基準面（２１２）に対応可能に設定されていて、

前記第２露光系（１２０）が、像焦点面が３次元の前記目標（２００）の前記傾斜面（２２２）を分割可能に設定されている、請求項１又は１６に記載の工作機械。

【請求項２５】

前記光学装置（１０）が、前記工具ホルダ（３１０）に設けられ前記目標（２００）の

10

20

30

40

50

有効面（２０２）の配向と前記工具ホルダ（３１０）の角度配向との少なくとも一方の配向を登録すべく設定されている第３露光系（１３０）も備える、請求項１６から２４のいずれか一項に記載の工作機械。

【請求項２６】

主方向Ｚにおいて互いに整列され離れている工具ホルダ（３１０）と工作物ホルダ（３２０）との間の、工作機械の３次元空間における３つの直交方向Ｘ、Ｙ、Ｚにしたがった３次元光学的計測方法において、

光学系（１００）が像取得系を備えて提供され、

前記光学系（１００）は前記工作物ホルダ（３２０）上に搭載され、

目標（２００）が、位置基準を形成する有効面（２０２）を備えて提供され、

前記目標（２００）は、前記工具ホルダ（３１０）上に搭載され、

前記工具ホルダ（３１０）と前記工作物ホルダ（３２０）は、前記目標（２００）を前記光学系（１００）の光軸線（０）に置けるように位置され、

前記目標（２００）と協働すべく位置される前記光学系（１００）を使用して前記目標（２００）の露光の単一ステップが実行され、それによって機械加工対象の前記工作物ホルダ（３２０）と前記工具ホルダ（３１０）との間の３次元相対位置が決定され、

前記目標（２００）は、３次元の目標（２００）であって、前記有効面（２０２）上に、平面的な基準面（２１２）を画定する第１構造（２１０）と、

平面的な前記基準面（２１２）に対して傾斜している傾斜面（２２２）を持つ第２構造（２２０）とを備え、

平面的な前記基準面（２１２）は、少なくとも第１部分（２１４）と第２部分（２１６）との間に分割されていて、

前記第１部分（２１４）の表面は、第１反射変数により反射するものであり、

前記第２部分（２１６）の表面は、第１反射変数と異なる第２反射変数により反射するものであり、

前記光学系（１００）は、第１露光系（１１０）と第２露光系（１２０）とを備え、

前記光軸線（０）に沿って、前記第２露光系（１２０）の焦点距離と前記第１露光系（１１０）の焦点距離との間の差に相当する区間が、傾斜面（２２２）から前記基準面（２１２）を隔てている最小距離と最大距離との間にある、

計測方法。

【請求項２７】

露光ステップにおいて、前記光学系（１００）と前記目標（２００）とは、前記光学系（１００）の像焦点面が前記目標（２００）の前記有効面（２０２）と一致可能に配置される、請求項２６に記載の計測方法。

【請求項２８】

請求項２６又は２７に記載の計測方法において、

前記目標（２００）は、３次元であって、前記有効面（２０２）上にて、

少なくとも第１部分（２１４）と、第２部分（２１６）との間で分割された平面的な基準面（２１２）を画定する第１構造（２１０）であって、

前記第１部分（２１４）の表面は、拡散反射にしたがって反射するものであり、

前記第２部分（２１６）の表面は、鏡面反射にしたがって反射するものである、第１構造（２１０）と、

平面的な前記基準面（２１２）に対して傾斜面（２２２）を持つ第２構造（２２０）とを備え、

前記第１露光系（１１０）の被写界深度は、前記第２露光系（１２０）の被写界深度の少なくとも１０倍大きく、

前記光学系（１００）は、

前記第１露光系（１１０）の光路と前記第２露光系（１２０）の光路とが、前記第１露光系（１１０）の像焦点平面及び前記第２露光系（１２０）の像焦点平面を含む共通区間を持つように構成され、

10

20

30

40

50

前記工具ホルダ（３１０）と前記工作物ホルダ（３２０）とは、

一方で、前記第１露光系（１１０）の焦点距離が、前記第１露光系（１１０）の像焦点を前記目標（２００）の前記第１構造（２１０）上に置けるように、

他方で、前記第２露光系（１２０）の焦点距離が、前記第２露光系（１２０）の像焦点を前記目標（２００）の前記第２構造（２２０）上に置けるように位置され、

前記光学系（１００）を用いる露光ステップにおいて、少なくとも１つの露光が、光学系（１００）の前記第１露光系（１１０）と前記光学系（１００）の前記第２露光系（１２０）とを用いて同時に行われ、それによって、光学系（１００）の各露光に、

一方で、前記第１露光系（１１０）が、前記第１部分（２１４）に対する前記第２部分（２１６）の位置を、前記基準面（２１２）上での特定を可能にする前記目標（２００）の第１像を生成し、

前記第１像は、第１に、前記目標（２００）の方向Ｘにおける前記第１露光系（１１０）に対しての相対位置についての情報の第１部分を与え、第２に、方向Ｙにおける目標（２００）と前記第１露光系（１１０）との間の相対位置についての情報の第２部分を与え、

他方で、前記第２露光系（１２０）が、前記第２構造（２２０）の前記傾斜面（２２２）の位置に対応するシャープな部分を備える前記目標（２００）の第２像を生成し、

前記第２像は、方向Ｚにおける前記目標（２００）と前記第２露光系（１２０）との間の距離についての情報の第３部分を与える、

計測方法。

【請求項２９】

平面的な前記基準面（２１２）の前記第２部分（２１６）は、前記第１部分（２１４）に配置されている一連のローカライズ領域（２１７）にしたがって分割されていて、前記第１露光系（１１０）は前記目標（２００）の第１像を生成し、前記第２部分（２１６）の前記ローカライズ領域（２１７）の位置が、前記基準面（２１２）上に特定されて、方向Ｙと方向Ｘにしたがった相対位置を計測可能にする、前記ローカライズ領域（２１７）と前記第１露光系（１１０）との間の相対位置の情報を示す、

請求項２６から２８のいずれか一項に記載の計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は工作機械の分野に関する。本発明は、第１対象物と第２対象物との間、特に、工作機械の工具ホルダと工作物ホルダの相対位置を光学的に計測する分野にも関する。

【背景技術】

【０００２】

とりわけ材料の除去によって機械加工を行う工作機械の分野では、調整中に開発された機械加工計画に適合した加工範囲を確保するために、工具ホルダと工作物ホルダとの間の相対位置を正確に知る必要がある。

【０００３】

機械加工モジュール（工作機械）、特に自動旋盤、自動旋回機、ターンミルセンタ、フライス盤、マシニングセンタ、搬送機による工作物の製造には、一般的に３つの異なる段階がある。

【０００４】

第１調整（又はプリセット）段階では、オペレータ（例えば、旋盤オペレータ）が加工モジュール上で加工平面を定義し、テストする。オペレータは、例えば、最も効率的な加工計画が得られるようにする。すなわち、所与の工作物を最小限の操作で加工可能になり、工具間や工作物との衝突を回避可能になる、加工計画が得られるようにする。オペレータは、使用すべき工具を選択し、得られる工作物の品質、例えば表面の仕上げ、公差への適合性などを検査する。

【0005】

第2生産段階では、調整段階で設定された変数を用いて、プリセットされた加工モジュール上で一連の工作物が生産される。この段階は唯一の生産段階であり、自動供給機又はブランク搭載機（加工前の工作物）を使用して加工モジュールに原材料を供給しながら、多くの場合24時間体制で行われる。

【0006】

一連の工作物の生産は、摩耗した工具を交換するため、同じ加工モジュールで別のタイプの工作物を生産するため、機械のメンテナンスのためなどに中断され、その後、再開されることがある。そのような場合には、調整段階中にあらかじめ設定した変数を適用するために、前準備段階が必要となる。この前準備段階は、調整段階より速く行われる。

10

【0007】

前準備段階では、しばしば、機械に取り付けられた工具を、実施する加工に適した別の工具セットに交換する必要がある。これらの工具の位置決め精度が加工品質を左右するが、連続した前準備段階での再現は難しい。

【0008】

さらに、生産段階では、新しい工作物の加工が進むにつれて、特に長い間には、工具ホルダと工作物ホルダの間の位置のドリフト（ずれ）、特に機械の熱膨張に起因する位置のドリフトが起こらないとはいえない。

【0009】

したがって、生産段階及び前準備時に工具ホルダと工作物ホルダとの間の正しい相対位置決め、すなわち調整時に工具ホルダと工作物ホルダとの間の相対位置に整合する相対位置決めを保証するため、従来の技術では異なる解決策が提案されてきた。

20

【0010】

工作機械で使用される多くの原位置計測技術は、工作物又は工作物ホルダと工具自体との間の相対的な位置を計測することに焦点を当てている。しかし、この場合、工作物又は工作物ホルダと工具との間の相対位置の計測は、工具の摩耗や運転中の工作機械の熱ドリフトの影響を受ける。

【0011】

また、このタイプの相対位置計測は、特許文献1（DE202016004237U）に記載されているように、一般的に2次元、いわば2方向で実施される。

30

【0012】

工作物又は工作物ホルダと工具との間のこの相対位置決めは、2次元（例えば、Y及びX、それぞれ横方向及び縦方向）に限定されているので、正しい相対位置を保証するのに十分ではないので、別の技術が、第3次元（例えば、Z、工作物ホルダの前進／後退方向、とも呼ばれる。以下、「材料の方向」という。）の計測に、使用されなければならない。これでは、計測技術の費用が高くなるだけでなく、当該計測技術の実装にも時間がかかり、2つの計測系列を同時に使用することで誤差が生じることとなる。

【0013】

特許文献2（US2014362387AA）は、目標物が工具ホルダに干渉しないことを確認するために工具ホルダに配置された光学計測装置を開示する。この光学計測装置は、反射光線のセンサと入射光線の発光部との間の位置を含むレーザ光線計測装置の幾何学的変数の特徴付けるべく、複数の傾斜部を有する基準要素を使用する。この基準要素は、工具ホルダと機械加工される工作物となり得る目標物との間の相対位置の計測中には、利用されない。

40

【0014】

特許文献3（US2010111630AA）は、工作機械用の工具の再位置決めシステムを開示する。このシステムは、工具上に置かれる不規則な形の目標であって、位置が不特定の複数の光学計測要素により、工具の正確な位置の光学計測を可能にする目標を、備える。

【0015】

50

特許文献4（US5831734）には、光学センサが工具ホルダに固定されていて、当該センサが、識別印（溝）を用いて、この工具ホルダの加工対象の工作物に対する相対位置の登録を実施するという解決手段が記載されている。

【0016】

特許文献5（JP07246547）は、工具取付け軸に取り付けられた反射体と、反射体の位置を登録（計測）可能で、複数のレーザ干渉計を持つ計測装置と、を装備した工作機械を提案する。

【0017】

これらの解決手段は、しかしながら、空間の3次元における相対位置の決定を可能にする情報を提供する単一露光ステップにより、加工対象の工作物と工具との間の相対位置の決定を可能にするものではない。

【0018】

これらの解決手段はまた、機械加工中にリアルタイムで変化する変数、特に工具の摩耗と、工具、及び／又は加工される工作物を受け取る機械工具の作業空間の熱変動とを受けないものにはできない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

【文献】独国実用新案第202016004237号明細書

米国特許出願公開第2014／362387号明細書

米国特許出願公開第2010／111630号明細書

米国特許第5831734号明細書

特開平07-246547号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

本発明の課題は、既知の計測技術の制限から解放された、工具ホルダと工作物ホルダとの間の相対位置の計測の実施を可能にする技術を提案することである。

【0021】

本発明の別の課題は、工具ホルダと工作物ホルダとの間の相対位置の計測の実施を可能にする技術であって、単一の露光ステップから第1対象物と第2対象物との間の3次元相対位置を提供する技術を提案することである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明によると、工具ホルダ及び工作物ホルダを装備されている機械加工モジュールと、工作物ホルダと、工具ホルダ及び工作物ホルダの間の相対位置の3次元計測用の光学計測装置とを備える、工作機械であって、当該光学計測装置が、像取得系を持ち工作物ホルダに搭載されている光学系と、工具ホルダに搭載されて光学系の光軸線に配置可能な位置基準を形成する有効面を備える目標とを備える。

【0023】

本発明によると、光学計測装置は、目標の光学系による単一露光ステップによって、機械加工対象の工作物のホルダと工具ホルダとの間の3次元相対位置を決定可能に構成されている。このようにして、光学系によって目標の露光が実施されることによって、工具ホルダと工作物ホルダとの間の正確な位置の取得が可能である。この露光は、光学系による目標の像（又は複数の像）を取ることで、より具体的には、目標の1つ又はそれ以上の像の取得、捕捉又は記録に対応する。特に、1つの可能性によると、光学系は、目標の第1像と第2像とを同時に取得可能である。これら2つの像（1組の像）は、目標と光学系との間の相対位置についての情報を持っていて、当該情報は、空間の3方向（特に、X、Y及びZ）における目標と光学系との間の相対位置を得ることを可能にする。変形例によると、光学系は、目標の像の組を一連で取得可能である。

10

20

30

40

50

【0024】

特に、目標は、光学系の像焦点平面が目標の有効面に一致可能に位置される。

【0025】

1実施形態によると、目標は、3次元目標であり、有効面上に、

平面的基準面を画定する第1構造と、

平面的基準面に対して傾斜した面を持つ第2構造とを備え、

光学系は、第1露光系と第2露光系とを備え、当該光学系において、第2露光系の焦点距離と、第1露光系との間の差が、傾斜面から基準面が離れている最小距離と最大距離との間にある。

【0026】

よって、光学系は、

一方で、第1露光系によって生成される像を介して基準面（又は第1基準面）に対する相対位置と、

他方で、第1露光系によって生成され、目標上の位置は基準面に対して既知である像を介して特定される傾斜面（又は第2基準面）の少なくとも1つの領域に対する相対位置とを同時に特定可能である。

【0027】

この目標は、以下の特定事項の1つ又は他の又は複数に準拠可能でもある。

平面的基準面は、少なくとも、第1部分の表面が第1反射変数に応じて反射する第1部分と、第2部分の表面が第2反射変数に応じて反射する第2部分との間で分割されている。

第1部分の表面は、拡散反射にしたがって反射するものであり、第2部分の表面は、鏡面反射にしたがって反射するものである。

第2部分は、第1部分に位置する一連のローカライズ領域によって分割されている。

傾斜面の表面は、均一に分布されている、レリーフ要素又は他に鏡面要素を有する。

ローカライズ領域は、ローカライズ領域の間に、次の、四辺形、平行四辺形、長方形、正方形、ひし形、正多角形及び円形のリストに属する幾何学的図形を画定する。

第2部分のローカライズ領域は、第1部分に分布された島又は区間によって形成されている。

ローカライズ領域はクロムからなる。

第1構造及び第2構造は、互いに同心に有効面上に位置されていて、特に、第1構造は第2構造を囲む。

第1構造の第2部分のローカライズ領域は、第2構造を囲む正方形を画定している。

第1構造は、第2構造を収容するハウジングの開口部を区分ける。

第2構造は、第1構造の基準面に対して後退されている、特に基準面に区分けられた平面の後ろに下がっている、傾斜面を持ち、ハウジング内に位置している。

第2構造の傾斜面の表面は、横紋状であり、特に、傾斜面の表面は、次の、刻まれたネットワーク、構造化された格子又は鏡面線の要素いずれかで覆われている。

【0028】

一実施態様によると、当該傾斜面の表面は、均一に分布されたレリーフ要素を有する。

別の実施態様によると、当該傾斜面の表面は、均一に分布された鏡面反射要素を有する。

両方の態様において、おおまかに平面的で、方向Zにおいて基準面に直交している、傾斜面の登録（傾斜面の位置決め）を可能にする。

これを実施するには、ある場合では、レリーフ要素は、小さな不均等又は粗さの表面を構成し、傾斜面の表面は、粗さを有して、傾斜面の一部をはっきりととらえるべく目標を見る光学系に拡散反射の形成を可能にする。特に、それらレリーフ要素は、700ナノメートルより大きなサイズ、特に1マイクロメートルより大きく、より具体的には入射放射、ここでは自然光の波長より大きなサイズを有している。

他の場合は、傾斜面の鏡面要素は、例えば、相互に平行な線として幾何学的配置にしたがって、そして方向Zについて異なる位置に、位置されていて、（好ましくは、拡散反射にしたがって反射するものとして）傾斜面の他の表面から視覚的に識別される。したがって

10

20

30

40

50

、傾斜面の一部分をはっきりととらえるべく目標を見る光学系の可能な形態は、それらの鏡面要素の1つ又はそれ以上を持つものである。

【0029】

この3次元目標は、有効面を形成する側には、二つの構造を持ち、これら構造のそれぞれが第1平面的基準面と、第1基準面に対して傾斜された平面を画定する第2基準面とを画定している。目標のこの3次元幾何学形状は、それぞれが第1基準面と第2基準面とを作る2つの表面の特定の異なる特性に結びつけられていて、使用される光学系に対するこの目標の空間の3次元X、Y及びZにおける光学的登録（光学的位置決め）のために許容される。

一実施態様において、この光学系は、上記光学的登録（光学的位置決め）を可能にする、より具体的には、第1平面基準面と第2傾斜基準面との両方の露光の単一ステップによって、相対位置計測を最大限に可能にする。それゆえ、当該単一ステップは、第1平面的基準面と第2基準面との像の同時露光を含む。

この同時露光は、2、3又はそれ以上の繰り返しで、n回（nは1より大きな整数であり、例えば2から15である。）の露光に増大しても、実行可能である。このように、第1平面的基準面と第2基準面との複数の像（一連の像）を有することがある。このことは、計算アルゴリズムによる処理を、第1平面的基準面と第2基準面との単一の像ではなく、第1平面的基準面と第2基準面との一連の像の処理の実施を可能として、よって精度を得る。

【0030】

特に、一つの可能な規定では、後述するように、第1平面的基準面と第2基準面との像（又は複数の像）のこの生成は、調整の実施を必須とすることなく、使用される光学系で実施される。この場合、光学系で実施される特別な設定はなく、3次元目標の相対位置の計測を実施する上での時間の節約を可能にする。この解決手段は、特にこの目標を見る光学系の焦点距離における、複数の計測ステップ又は設定の変更を要せず、従来技術に対して特筆すべき優位性を提示する。

【0031】

また、この目標が、工具ホルダと工作物ホルダとの相対位置の計測に使用されるとき、この目標を工具ホルダに配置することで、（計測を）工具の摩耗と、工具の熱変動及び／又は加工対象の工作物を受け取る工作機械の作業空間の熱変動とから独立したものとすることが可能となる。

【0032】

1実施形態において、光学系は、第1露光系及び第2露光系を備え、当該光学系において、

第1露光系の被写界深度は、第2露光系の被写界深度の少なくとも10倍大きく、

光学系は、第1露光系の光路と第2露光系の光路とが、第1露光系の像焦点平面及び第2露光系の像焦点平面を含む共通区間を持つように構成されている。

【0033】

このような光学系は、関係する2つの対象物の一つ（工作物ホルダによって形成される第2対象物）に配置可能であり、当該光学系は、2つの露光系によって、2つの対象物のもう一方（工具ホルダによって形成される第1対象物）上の、互いに隣り合う2つの位置の2つのシャープな像を同時に取得できるようにする。第1対象物のそれら2つの位置は、第2対象物からわずかに異なる距離にある。このような光学系は、以下に後述するように、2つの像を介して、光学系を支持する、第1対象物と第2対象物との間の相対位置の3次元的な登録（位置決め）を可能にする。

【0034】

1実施形態において、光学系は、光路が、第1露光系と第2露光系との一方の少なくとも1部分を、第1露光系と第2露光系との他方に到達する前に、通過するように、構成される。このように、第1及び第2露光系と共通又は非常に近い、光学系の入力／出力として光路の1区間を持ってもよい。また、第1及び第2露光系を同一の光学系に組み合わせ

10

20

30

40

50

が可能であるだけでなく、第1対象物上の互いに隣り合う2つの位置、20ミリメートルや30ミリメートルの位置、2ミリメートル又は3ミリメートルでの位置も、さらに1ミリメートル未満での近い位置の登録が可能である。

【0035】

1実施態様において、第1及び第2露光系は、互いに平行に配置されていて、光学系は、光学モジュールも備え、光学モジュールは、第1露光系と第2露光系との間に配置され、第1露光系及び第2露光系の一方の少なくとも一部を透過して第1露光系及び第2露光系の他方に向かう光線の一部を偏向するように構成されている。1つの可能性によると、この光学モジュールは、鏡のような反射光学系であるか、鏡のような反射光学系を備える。この光学系は、以下の規定の1つ又は他の又は複数に準拠可能でもある。

10

第2露光系の焦点距離は、第1露光系の焦点距離よりも長い。

第1露光系の倍率は、第2露光系の倍率以下である。

第1露光系の被写界深度(DOF1)は、0.8ミリメートル以上である。

第2露光系の被写界深度(DOF2)は、0.1ミリメートル以下である。

第1露光系はテレセントリックであり、第2露光系はテレセントリックである。

【0036】

第1露光系は、第1露光系の像焦点平面が第1構造の基準面に対応可能に設定され、第2露光系は、第2露光系の像焦点平面が3次元目標の傾斜面を分割するように設定され、光学装置は、工具ホルダ上に位置されて有効面の配向と工具ホルダの配向角度との少なくとも一方を登録すべく設定される第3露光系をも備える。

20

【0037】

本発明は、主方向Zにおいて互いに整列され離れている工具ホルダと工作物ホルダとの間の、工作機械の3次元空間における3つの直交方向X、Y、Zにしたがった3次元光学的計測方法にも関する。当該方法において、

光学系が像取得系を備えて提供され、

光学系は工作物ホルダ上に搭載され、

目標が、位置基準を形成する有効面を備えて提供され、

目標は、目標を光学系の光軸線に置けるように工具ホルダ上に搭載され、

目標と協働すべく位置される光学系を使用して目標の露光の単一ステップが実行され、それによって機械加工対象の工作物のホルダと工具ホルダとの間の3次元相対位置が決定される。

30

【0038】

この方法の一実施態様によると、露光ステップにおいて、光学系と目標とは、光学系の像焦点平面が目標の有効面と一致可能に位置される。

【0039】

この方法の一実施態様によると、目標は、3次元的であり、有効面上にて、

少なくとも第1部分と、第2部分との間で分割された平面的な基準面を画定する第1構造であって、

第1部分の表面は、拡散反射にしたがって反射するものであり、

第2部分の表面は、鏡面反射にしたがって反射するものである、第1構造と、

平面的な基準面について傾斜面を持つ第2構造とを備え、

40

光学系は、第1露光系と第2露光系とを備え、

第1露光系の被写界深度は、第2露光系の被写界深度の少なくとも10倍大きく、

光学系は、

一方で、第1露光系の光路と第2露光系の光路とが、第1露光系の像焦点平面及び第2露光系の像焦点平面を含む共通区間を持つように構成され、

他方で、第2露光系の焦点距離と第1露光系の焦点距離との差が、基準面が傾斜面から離される最短距離と最長距離との間にあるように構成される。

工具ホルダと工作物ホルダとは、

50

一方で、第 1 露光系の焦点距離が、第 1 露光系の像焦点を目標の第 1 構造上に置けるように、

他方で、第 2 露光系の焦点距離が、第 2 露光系の像焦点を目標の第 2 構造上に置けるように位置される。

光学系を用いる露光ステップにおいて、少なくとも 1 つの露光が、光学系の第 1 露光系と光学系の第 2 露光系とを用いて同時に行われ、それによって、光学系の各露光に、

一方で、第 1 露光系が、第 1 部分に対する第 2 部分の位置を、基準面上での特定を可能にする目標の第 1 像を生成し、

第 1 像は、第 1 に、目標の方向 X における第 1 露光系についての相対位置についての情報の第 1 部分を与え、第 2 に、方向 Y における目標と第 1 露光系との間の相対位置についての情報の第 2 部分を与え、

他方で、第 2 露光系が、第 2 構造の傾斜面の位置に対応するシャープな部分を備える目標の第 2 像を生成し、

第 2 像は、方向 Z における目標と第 2 露光系との間の距離についての情報の第 3 部分を与える。

【0040】

別の可能な規定によると、平面的な基準面の第 2 部分は、第 1 部分に配置されている一連のローカライズ領域にしたがって分割されていて、そこでは、第 1 露光系が目標の第 1 像を生成するとき、第 2 部分のローカライズ領域の位置が基準面上に特定され、これがローカライズ領域と第 1 露光系との間の相対位置についての情報の 1 部分を与える。この情報の 1 部分は、方向 Y と方向 X とにおける相対計測の推定を可能にする。

【0041】

本発明の実装例は、添付の図面に描かれる記載において示される。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】 3 次元目標及び光学系を備える 3 次元計測装置を示す。

【図 2 A】 工具ホルダと工作物ホルダ（材料スピンドルとも呼ばれる）間の相対位置の空間での計測のための本発明による工作機械における図 1 の 3 次元計測装置の使用を示す。

【図 2 B】 図 2 A の方向 I I B から、すなわち、目標が光学系に向けられたときに光学系によって見られる方向 Z に従って、3 次元目標を有する工具ホルダに対応する図 2 A の部分を示す。

【図 3 A】 3 次元目標の構造を正面図で示す図である。

【図 3 B】 3 次元目標の構造を斜視図で示す図である。

【図 3 C】 3 次元目標の構造を、断面図で示す図である。

【図 3 D】 図 3 A、3 B 及び 3 C におけるような、変形実施形態による目標の第 2 構造の斜視図である。

【図 3 E】 図 3 A、3 B 及び 3 C におけるような、変形実施形態による目標の第 2 構造の斜視図である。

【図 4 A】 光学系の第 2 露光系によって生成された画像の処理を示す。

【図 4 B】 光学系の第 2 露光系によって生成された画像の処理を示す。

【図 5】 3 次元目標を備えた工具ホルダを斜視図及び分解図で表す。

【図 6】 本発明による工具ホルダへの 3 次元光学計測装置の取り付けを示す。

【発明を実施するための形態】

【0043】

図 1 は、光学系 100 と、目標 200 と光学系 100 との間の相対位置の 3 次元計測を実行するために協働可能な 3 次元目標 200 とを備える光学装置 10 を示す。計測位置では、目標 200 は、主水平方向 Z を形成する主軸に平行な光学系 100 に向けられている。このため、光学系 100 の出力において、光路 O は、目標 200 の有効面 202 に直交している。

【0044】

次に、目標200について、図1、図3A、図3B及び図3Cに関連して説明する。目標200は、ペレットの形態であり、ここでは円形断面（それは正方形断面又は他のものであり得る）の円筒形状であり、その一方の側は、計測を実行するための有効面202を形成する。したがって、計測を実行するために、この有効面202は、光学系100に向けられ、特に光学系100の入力面102に向けられ、軸線Zは、主方向（図では水平）に対応する。軸線Zは、光学系100の入力面102から有効面202を分離する。

【0045】

目標200の有効面202の表面は、第1構造210と第2構造220との間に分布する。第1構造210は、その表面が滑らかであり、その第1部分214の間に分布する平面基準面212と、第2部分216とを有する。第2部分216の表面は、拡散反射によって反射性であり、その表面が鏡面反射によって反射性である。一実施形態では、第1部分214は、例えば硫酸バリウムBaSO₄で作られた反射拡散層で被覆され、第2部分216は、例えばクロムで作られた鏡面反射による反射層で形成される。図示の実施形態では、第2部分216は、連続する第1部分214内に形成された島を形成する円の形のいくつかのローカライズ領域217から構成される。これらのローカライズ領域217は、円以外の形状の区間又は島のような、他の形状を有し得る。

これらのローカライズ領域217は、複数領域間の関係によって次のリスト、四辺形、平行四辺形、長方形、正方形、ひし形、正多角形及び円形に属する幾何学的図形を画定する。この幾何学的図形は、中心対称性を持つ幾何学的図形にしてもよい。図3A及び図3Bでは、24個の円形ローカライズ領域217が正方形に配置されている。この第1構造210の目的は、標準的な視覚工具を使用してその中心C3を正確に識別可能にすることである。正方形の場合、この正方形の2つの対角線C1とC2は正方形の中心で交差する。図1から図3と図5とに示すように、計測位置では、基準面212はX及びY方向に平行に配置される。X方向とY方向とはそれぞれ、図示の配置の場合、それぞれ垂直方向（軸線）と横方向（軸線）をなす。

【0046】

第2構造220は、基準面212に対して傾斜した面222を備える。この傾斜面222は本質的に平面であり、この傾斜面の正中面は、基準面212に対して鋭角 α を形成する。鋭角 α は、10度から80度の間、例えば20度から30度の間、好ましくは25度程度（図3C参照）である。

【0047】

1つの実施形態では、この傾斜面222の表面は滑らかではないが、ランダムであるか、又は所定の形状に従って、例えばそれらの間に格子（グリッド）又はネットワークの形態を規定する表面の不均等さを形成するレリーフ要素224を有する。ラインの構造化された格子（図示なし）又は構造化されたラインのネットワーク（図3Dを参照）を構成する。

【0048】

そのようなレリーフ224の要素は、傾斜面222の平均平面に対して、突出又はくぼんで、すなわち下がっていてもよく、特に小さな粗さの形で、又は他の任意の表面の不規則性となっていてよい。そのようなレリーフ要素224は、傾斜面222の表面全体にわたって存在し得る。そのようなレリーフ要素224は、傾斜面222の表面全体にわたって規則的に分布され得る。例えば、これらのレリーフ要素224は、格子又はネットワークを区切るセットの形態を取り得る。あるいはより一般的には、レリーフ要素224は、この傾斜面222で反射された光を拡散可能にする構造化表面又は粗面を形成してもよい。第2構造222の傾斜面222の表面は、例えば、次の要素の一つで覆われている。刻まれたネットワーク又は構造化格子で、格子又はネットワークのパターン間のピッチが5マイクロメートルと100マイクロメートルとの間、特に5と50マイクロメートルとの間、特に8と15マイクロメートルとの間、例えば10マイクロメートル程度である。

【0049】

例えば、この傾斜面 222 は、研磨されていないシリコン又はその他のセラミック、又は研磨されていない金属又はガラス、又はその他の構造化材料で作られ、レリーフ 224 の要素は、フォトリソグラフィー、削りくずの除去による機械加工、直接書き込みなど、又はその他の構造化プロセスによって得られたものである。これらのレリーフ要素 224 は、例えば、それぞれ平均平面から数マイクロメートル又は数 10 マイクロメートル、特に 0.5 と 50 マイクロメートルの間の値で、後退／突出する窪み及び／又は突起を形成する。

【0050】

別の実施形態では、図 3 E に示すように、この傾斜面 222 の表面は滑らかであり、クロムの線のネットワーク、又は鏡面要素 225 を構成するこれらのクロムの線の鏡面反射を引き起こす別の材料のネットワークを備える。線の形態のこれらの鏡面要素 225 は、互いに平行に配置される。計測位置では、線又は帯の形のこれらの鏡面要素 225 が平面 Y、Z に平行に配置されるため、傾斜面に沿って、方向 Z で、これらの線が 1 つずつ出会う（これは X 方向に進む場合も同様である）。次に、第 2 構造 220 のウェハを形成する基板は、ガラス又はシリコンを含む異なる材料で製造可能であり、傾斜面 222 上に、例えば鏡面要素 225 と交互になる硫酸バリウム BaSO₄ で作られた反射拡散層を備える。あるいは、傾斜面の表面全体を覆い、鏡面要素 225 がこの拡散反射層の上に配置される。

例示的な実施形態では、線の形のこれらの鏡面要素 225 は、25 マイクロメートルのピッチでネットワークを形成し、（特にクロムの）線は、12.5 マイクロメートルの幅を有し、幅 12.5 マイクロメートルの線又は条片の形の拡散反射を伴う線の間隔又は部分の幅に等しい。別の実施によれば、10 マイクロメートル以上のピッチ、より一般的には 5 と 50 マイクロメートルとの間のピッチが使用される。拡散反射を生成する残りの表面と交互になるこれらの鏡面要素 225 は、帯を形成する連続線又はセグメント以外の形、特に不連続線又は点線、ドットの境界線、円、三角形、その他の幾何学的形状などのパターンの形状をなしてもよい。

【0051】

図示されていない実施形態によれば、第 2 構造 220 の傾斜面 222 は、点状で、突出しているレリーフ要素 224 を持っていて、レリーフ要素 224 は、互いに平行な列に分布されている小さな盛り上がりの又はとがった形で、レリーフ要素 224 は、ある列が別の列からずらされて、互い違いのパターンを形成している。図示されていない別の実施形態によれば、第 2 構造 220 の傾斜面 222 は、互いに平行な区間の形態で、互いに 90° で交差する 2 つのシリーズにおいて等しい距離で突出するレリーフ要素 224 を担持する。このレリーフ要素 224 のセットは、格子パターンを構成する。この格子は、互いに 90° とは異なる角度で交差する一連の区間を持つ、互いに平行な 2 連の区間で形成してもよいことを特記する。図 3 A、図 3 B、図 3 C 及び図 3 D では、第 2 構造 220 の傾斜面 222 は、方向 X に沿って、互いに平行でかつ互いに等距離にある一連の区間の形でくぼみが作られたレリーフ要素 224 を持つ。これらのレリーフ要素 224 は、この場合、溝を形成する。この方向 X は、したがって、レリーフ 224 の要素を形成する区間の方向に直交する。

【0052】

図 3 E の実施形態では、したがって、第 2 構造 220 の傾斜面 222 の表面は、鏡面線 225 のネットワーク、すなわち、表面が鏡面反射特性を有する相互に平行な連続条片のネットワークによって覆われる。

【0053】

よって、上記の事例、特に図 3 D 及び図 3 E のものにおいては、傾斜面 222 の表面は、横紋状である。

【0054】

目標 200 について示される実施形態によれば、目標 200 を区切るパッチは、その有効面 202 上に、有効面 202 の表面の大部分を占める第 1 構造 210 と、第 1 構造 21

10

20

30

40

50

0 内に、第 2 構造 2 2 0 の領域とを備える。この状況では、第 1 構造 2 1 0 は第 2 構造 2 2 0 を取り囲む。より特定のには、第 1 構造 2 1 0 の第 2 部分 2 1 6 のローカライズ領域 2 1 7 は、第 2 構造を取り囲む正方形を画定する。可能な配置と、示される目標 2 0 0 の実施形態の場合とによれば、第 1 構造 2 1 0 及び第 2 構造 2 2 0 は、有効面 2 0 2 上に同心円状に配置される。

さらに、図示の場合のように、第 1 構造体 2 1 0 は、第 2 構造体 2 2 0 を収容するハウジング 2 1 9 用の開口部 2 1 8 を画定し、そして例えば、傾斜面 2 2 2 を有するウェハ上に配置される。ウェハがハウジング 2 1 9 に収容されるとき、第 1 構造体 2 1 0 の傾斜面 2 2 2 は、ハウジング 2 1 9 の外側に向かって、開口部 2 1 8 に向かって回転される。この特定の場合、第 2 構造体 2 2 0 は、ハウジング 2 1 9 内に配置され、傾斜面 2 2 2 は、第 1 構造 2 1 0 の基準面から後退される。これは、傾斜面 2 2 2、したがって、第 2 構造 2 2 0 が、ハウジング 2 1 9 内で基準面 2 1 2 によって画定される平面の後ろ（主方向 Z について、図 3 B 参照。）に配置されることを意味する。そして、第 2 構造 2 2 0 は、例えば、0.05 から 2 ミリメートル又は他の値、およそ 0.15 ミリメートルで、後退される。図示されていない別の可能性によれば、第 2 構造体 2 2 0 は、基準面 2 1 2 によって区切られた平面の前、前面に配置される。図示されていないさらに別の可能性によれば、第 2 構造体 2 2 0 は、基準面 2 1 2 に対して、基準面 2 1 2 で区切られた平面のいずれかの側、すなわち、傾斜面 2 2 2 の一部が後方に配置され、傾斜面 2 2 2 の他の部分が前方に配置される。

【0055】

図 3 C に見られるように、第 1 構造 2 1 0 及び第 2 構造 2 2 0 を環境（ほこり、油、衝撃など）から保護するために、目標 2 0 0 は、特にガラスの、透明な材料で、有効面 2 0 2 の側で第 1 構造 2 1 0 及び第 2 構造 2 2 0 を覆う保護板 2 3 0 を備える。

可能な一実装によれば、図 3 C に示されるように、目標 2 0 0 は、スタックの形で次の要素を備える。底壁 2 3 1 は、有効面 2 0 2 の側の開口部 2 1 8 によって区切られたハウジング 2 1 9 を区切るために、その中心がくり抜かれた板によって形成された天板 2 3 2 が上に載っている。天板 2 3 2 は、ハウジング 2 1 9 を閉じる保護板 2 3 0 が上に載っている。全体は、目標 2 0 0 全体を保持する円筒形の壁 2 3 4 によって囲まれている。第 2 構造 2 2 0 は、例えば、有効面 2 0 2 に向かって傾斜されている（レリーフ要素 2 2 4 又は鏡面要素 2 2 5 を支持する）傾斜面 2 2 2 を有するハウジング 2 1 9 に収容されたシリコンウェハである。

有効面 2 0 2 に向けられた天板 2 3 2 の面は、説明したように 2 つの領域に反射層 2 3 3 を備え、それぞれ、第 1 部分 2 1 4（拡散反射による反射面）と、第 2 部分 2 1 6（鏡面反射による反射面、特に、ローカライズ要素 2 1 7 の形態）に関する。

【0056】

さらに、目標 2 0 0 は、RFID（近距離無線通信を用いた自動認識技術）タイプのチップ（図示せず）を装備して、目標 2 0 0 と、目標 2 0 0 が取り付けられることが意図されている第 1 対象物、特に工具ホルダ 3 1 0（図 5 及び 6 を参照）とに関連する一意の識別子及びデータの記憶及び読み取りを可能にしてもよい。例えば、この工具ホルダ 3 1 0 の参照情報及び使用に関する他の情報（例えば、シリアル番号、タイプ、材料センター又は工作物ホルダに対する設定、使用回数など）である。

【0057】

ここで図 1 を参照して、空間 2 0 0 の 3 方向における 2 つの物体間の相対位置を計測するための光学装置 1 0 を一緒に形成するために説明された目標 2 0 0 に関連する光学系 1 0 0 を提示する。特に、図に直接示されているデカルト座標系 X、Y、Z の直交空間について考えることとする。この光学系 1 0 0 は、露光の同一シーケンスにおいて、目標 2 0 0 の第 1 構造 2 1 0 の画像と、同時に目標 2 0 0 の第 2 構造 2 2 0 の画像との両方の同時撮像を意図している。現時点の記載によると、この 2 つの画像の同時撮像は調整なしで実行されるため、この露光の実行速度は非常に速くなる。特に上述の目標 2 0 0 の特定の構造に関連する他の特性も、最大の精度を可能にする。出願人の企業は、本明細書による光

10

20

30

40

50

学的3次元計測装置10を製造し、1マイクロメートル以下の精度で再現可能な相対計測を0.5秒以下で達成することに成功した。

【0058】

この光学系100は、第1露光系110及び第2露光系120を備える。一構成によれば、当該光学系100は、第1露光系110の焦点距離と第2露光系120の焦点距離の差が、基準面212を傾斜面222から隔てる最小距離と最大距離との間にある。

別の構成によると、第1露光系110の被写界深度DOF1は、第2露光系120の被写界深度DOF2よりもはるかに大きく、特に少なくとも10倍大きい。例えば、第1露光系110の被写界深度DOF1は、10と10,000の間であるか、又は第2露光系120の被写界深度DOF2よりも100倍から5000倍大きい。

異なる可能性の中で、第1露光系110の被写界深度DOF1は、0.8ミリメートル以上、また他に、0.5と5ミリメートルの間、また他に0.8と3ミリメートルの間、また他に1と2ミリメートルの間である。また、異なる可能性によると、第2露光系120の被写界深度DOF2は、0.1ミリメートル以下、また他に5と50マイクロメートル、また他に8と30マイクロメートル、また他に10と20マイクロメートルの間である。

【0059】

これにより、第1露光系110は、自然に、他の調整なしに、目標200と第1露光系との間の、数ミリメートルにわたって変化する可能性がある距離の範囲内で第1構造210の基準面212全体に焦点合わせが可能となる。並行して、第2露光系120は、第2露光系120の焦点距離に対応する距離で第2露光系から離れている第2構造体210の傾斜面222の部分に、自然にそして他の調整なしに、焦点合わせが可能である。1つの可能性によると、第1露光系210の倍率は、第2露光系220の倍率未満である。

【0060】

本願記載の意味の範囲内の各露光系（第1露光系210及び第2露光系220）は、光学系、特に、光学部品と、像取得系とのセットを備える中心光学系に対応する。そのような像取得系は、写真及び／又はビデオ撮影を可能にし、例えば、カメラ又は写真装置、特にデジタル写真装置である。可能な構成によれば、第1露光系110の第1像取得系112及び第2露光系120の第2像取得系122は、第1像取得系110による第1画像及び第2露光系120による第2画像を同時に取得すべく同期される。

【0061】

第1露光系210及び第2露光系220による目標200の視野への同時アクセスを可能にするために、後者は、第2露光系220に出入りする共通の光路の一部を有する。目標200を第1対象物に取り付け、光学系100を第2対象物に取り付けた後、光学系100によって監視されている物体から生じ、この場合は目標200である（図1及び図2を参照）。このために、計測位置では、第1露光系210は、目標200の有効面202の方向に回転され、目標200と整合された露光系、及び第2露光系を形成する。第2露光系120は、目標200と整合された露光系110の光路116に結合し、光軸に関して目標200に対してずらした露光系を形成する光路126を有する。光学系100の光学軸線Oであり、光路116及び126の共通部分（目標と整列）に対する。換言すると、目標200と整合された露光系の光路は、基準面212に対して実質的に垂直である。光軸線Oは、第1光路116の共通部分の平均半径と重ね合わされる。この共通部分では、第1光路116の区間及び第2光路126の区間は互いに平行であるが、必ずしも重ね合わされる必要はない。

【0062】

特に、図1及び図2に示すように、第1露光系210は、目標200の有効面202の方向に向けられ、換言すると、目標200の有効面202に直角に配向される。これは、光軸線Oと、光路116及び126との共通部分が目標200と位置合わせされ、目標200の有効面202（したがって基準面212）に対して直角にあることを意味する。この構成では、図1及び図2に見られるように、光軸線Oと、光路116及び126との共通部分は、主方向Zに平行であり、横方向X及びYと、平面X、Yとに直交している。

【0063】

光路116及び126の共通部分において、光線は、少なくとも部分的に一致するか、又は他に、互いに単に平行である。中心からずれている第2露光系120は、この第2露光系120の内部に、好ましくは光軸線Oに平行な光路126の一部分を有する。この内部光路126の内側部分は、光路116に接続されている、あるいはより具体的には、鏡129などの反射光学系を備える専用光学モジュール128によって位置合わせされた第1露光系110の光路116に結合される。このようにして、中心の光軸から離れて位置されている露光系の入力（ここでは第2露光系120）は、整列された露光系（ここでは第1露光系110）の経路又は光路に接続される。

【0064】

より一般的には、第1露光系110及び第2露光系120のうちの1つは、目標200の有効面202に向けられ、目標200に整列された露光系を形成して、他方が第1露光系110から外れた露光系を形成することが理解される。そして第2露光系120は、目標200に整列されている露光系110の光路116に結合する光路126を備えて、中心の光軸から外れた露光系を形成する。これは、他方の露光系が、傾斜面222、すなわち目標200の第2構造220を通過する光軸線を有することを意味する。

また、第1露光系110と第2露光系120は、互いに平行に配置されている。さらに、光学系は、第1露光系110と第2露光系120との間に配置され、第1露光系110及び第2露光系120の一方の少なくとも一部を透過して第1露光系及び第2露光系の他方に向かう光線の一部を偏向するように構成された（例えば、鏡などの反射光学系を有する）光学モジュール128をさらに備える。

逆に、光学系100は、光学系100によって見られる物体（図1及び図2の目標200）からの光路が、第1露光系110及び第2露光系120の他方（図1及び図2の第2露光系120）に到達する前に、第1露光系110と第2露光系120の一方の少なくとも一部（図1及び図2の第1露光系110）を通過するように配置される。

【0065】

一実施形態では、第2露光系120の焦点距離は、第1露光系110の焦点距離よりも長い。例えば、第2露光系120の焦点距離と、第1露光系110の焦点距離の差は、0.5と5ミリメートルの間にある。

【0066】

一実施形態では、第1露光系110の倍率は、第2露光系120の倍率以下である。例えば、第1露光系110の倍率は、第2露光系120の倍率の0.2倍と1倍との間である。例えば、第1露光系110の倍率は、第2露光系120の倍率の0.3倍と0.8倍との間、又は他に0.4倍と0.6倍との間、好ましくは第2露光系120の0.5倍である。

【0067】

図1及び図2の実施形態では、光学系100は、3次元目標200の方向に向けられた光源140をさらに備え、この光源140は、3次元目標200の横方向の照明を構成するように配置される。この目的のために、この光源140は、中心軸線から外して配置され、光学系100の光路116+126に対して傾斜している。特に、光源140の光線は、目標の反射面上での鏡面反射が、特にローカライズ領域217で、光学系100に入射しない反射光線を生成するような角度とされる。同様に、傾斜面222が鏡面反射要素225を備える場合、これらの鏡面反射素子225上での光源140からの光線の反射は、光学系100に入射しない。

【0068】

一実施形態によれば、使用される第1露光系210及び使用される第2露光系220はテレセントリックである。念のため、テレセントリックとは、光学系を通過する全ての主光線（光線の各線の中心光線）が、実質的にコリメートされ、光軸線に平行である、光学系の一特性である。テレセントリック光学系の場合、被写界深度の概念は作動距離の概念に置き換えられる別の実施形態によれば、使用される第1露光系210及び使用される第

10

20

30

40

50

2 露光系 220 がテレセントリックではないか、両方がテレセントリックではない。それらが両方ともテレセントリックである場合、それらはまた、工具ホルダ 310 上に配置された工具の幾何学的特性の計測にも、使用可能である。

【0069】

次に、図 2A 及び図 6 を参照して、機械加工モジュール 300 が上記のような光学装置 10 を備える工作機械の場合における、目標 200 と光学系 100 との間の三次元光学計測方法を説明する。選択される工作機械の基準方向 X、Y 及び Z は、工作機械から、特に工作機械の、垂直 X 方向（又は第 1 横軸線）と、主水平方向 Z（又は主軸線）と、横水平方向 Y（又は第 2 横軸線）を提示する枠部から選択される。目標 200 は、第 1 対象物として機能する工具ホルダ 310 上に配置される（図 5 参照）。工具ホルダ 310 は、X 軸線に対応する水平主方向に延在し、この X 軸線周りに回転可能性を持つ。このために、工具ホルダ 310 の一部、例えばクランプ部は、その周囲に、通常、クランプ把持／解放する工具の搭載専用の溝部を持ち、そこに、これまでに説明したように R F I D チップに関連付けられている目標 200 を配置可能となっている。

さらに、光学系 100 は、第 2 対象物として機能し、加工対象の工作物 322 を受け入れる工作物ホルダ 320（図 6 を参照）に取り付けられる。工作物ホルダ 320 は、軸線 Z について回転可能性を持ちながら、軸線 Z に対応する水平主方向に延在する。次に、工作物ホルダ 320 及び工具ホルダ 310 は、機械加工ステップの前に、近接位置に配置されて、工具 312 及び加工対象の工作物を互いに近くに配置する。工具ホルダ 310 上の目標 200 の位置決め及び工作物ホルダ 320 上の光学系 100 の位置決めは、この相対的な計測位置において、目標 200、より正確には基準面 202 が、光学系 100 の光軸線 O（この光軸線 O は方向 Z に平行であることに注意されたい）の延長に、配置されることを可能にする。よって、目標 200 の基準面 202 は、光学系 100 の入力面 102 の方向に向けられる。

【0070】

図 6 に示される場合のように、光学装置 10 はまた、工具ホルダ 310 上に配置されて、目標 200 の有効面 202 の配向及び／又は工具ホルダ 310 の回転部分の特に軸線 X についての角度配置を登録すべく構成された第 3 露光系 130 を備える。当該光学系 100 を用いた同時露光ステップの前に目標 200 を位置決めする追加の予備ステップが実行される。追加の予備ステップは、次のとおりである。

3 次元目標 200 の有効面 202 が光学系 100 の光路 O にあるように、工具ホルダ 310 及び工作物ホルダ 320 が配置される。特に、工具ホルダ 310 の回転部分に対する、それにより軸線 X に対する目標 200 の角度配置を登録するのに、第 3 露光系を使用してもよい。これにより、必要に応じて、X 軸に対する工具ホルダ 310 の回転部分の角度配置（図 6 の矢印 R を参照）が変更可能、それゆえ、目標 200 の有効面 202 が光学系 100 に向けられるように目標 200 の配置を変更可能になる。相対計測位置は、図 1 及び図 2A の場合に先に説明したように、目標 200 は光学系 100 の方向に向けられて、得られる。この場合、方向 Z は目標 200 と光学系 100 との間に延在する。

【0071】

光学装置 10、個別にいうと、工作物ホルダ 320（又はより一般的には第 2 対象物）と工具ホルダ 310（又はより一般的には第 1 対象物）とにそれぞれ搭載される、光学系 100 と関連する目標 200 を、初めて使用するときは、目標 200 を支持する工具ホルダ 310（又はより一般的には第 1 対象物）に対する目標 200 の位置を、3 方向 X、Y、Z における空間的に基準を取る、追加の予備ステップを実行する必要がある。光学系 100 の変数、より具体的には第 1 露光系 110 及び第 2 露光系の変数が、焦点距離を含み、既知となっていることは、明らかであり、留意されたい。この段階で、加工モジュール 300 の作業空間が閉じられていて一定温度に維持されるとき、この熱安定性は、光学装置 10 の、したがってその変数の寸法安定性を生成すると言及可能である。

【0072】

工具ホルダ 310（又はより一般的には第 1 対象物）と工作物ホルダ 320（又はより

一般的には第2対象物)との間の、X、Y及びZに関する3次元相対位置を最終的に知るべく、目標200と光学系100との間の3次元相対位置の計測が工作機械の場合に使用されることを再度考える。

【0073】

現記載において、3方向X、Y及びZは、例えば工作機械の機械加工モジュール300の軸線である。よってZは、主軸線、より詳しくは、第1対象物(工具ホルダ310)を第2対象物(工作物ホルダ320)から離す主水平方向として定義してもよい。Xは、横水平方向、又はより一般的には、第2横断軸線として定義してもよい。一実施形態では、工具ホルダ310はこの方向Xに平行な軸線について回転する。

【0074】

目標200の3方向X、Y及びZにおける位置の空間的基準をとる(光学装置10の較正)ステップでは、例えば図2A及び図2Bの配置では、光学系100による露光が有効となって、

一方で、第1露光系110の第1像取得系112による、全ての基準面212を持つ目標200の全ての有効面202の、鮮明な、第1像の生成という結果となり、

他方で、第2露光系12の第2像取得系122による、水平方向の帯の形態の鮮明な領域を持つ目標200の全ての傾斜面222の第2像の生成という結果となる。

この第1像は、ローカライズ領域217の像を備える。ここでは、第1像の処理が、正方形の対角線C1及びC2をなし、正方形の中心C3を特定可能にするように、正方形を区画している(図3A参照)。よって、第1像の光学軸線Oの位置がわかるので、正方形の中心C3の位置の決定で、光学軸線Oだけでなく、一方で、工具ホルダ310のX方向における基準点314に対する位置と、工具ホルダ310のY方向における基準点316に対する位置とに対する、目標200のXとYにおける位置がわかるようになる。

事実上、図2A及び図2Bからわかるように、X基準として、軸線Xに直交する、工具ホルダ310の一面が使用される。第1像上の線に見え、その面が方向Xにおいて基準点314を形成する、工具ホルダ310の区間に沿って段となった肩部が、その一面の例である。

さらに、図2A及び図2Bからわかるように、Y基準として、軸線Xに直交し、目標200のそばの工具ホルダ310の幅(方向Yに平行)で代表されることがある、目標200のそばの工具ホルダ310の寸法が使用される。寸法は、例えば、工具ホルダ310の目標200のそばの部分が円形区間の円筒であるなら、直径であり、この寸法が、方向Yの基準点316を形成する。

【0075】

並行して、例えば図4Aにみられる第2像の処理が実施される。この第2画像の局所的なコントラストを分析することにより(X位置の関数としてのコントラスト曲線を示す図4Bを参照)、第2画像のシャープな領域の鉛直方向Xの位置X0が決定される。この解析は、画像の中で最もシャープな画素の決定を可能にするアルゴリズムを用いて行われる。傾斜面222の傾斜が既知であるので、目標200に固有のこの傾斜面222のXとZとの間のマッピングから対応曲線を得る。この対応曲線によって、位置X0(図4A及び図4Bを参照)が既知であることにより、光軸O上の傾斜面222の位置Z0、ひいては光学系100に対する目標200のZについての位置の推定が可能となる。さらに、工作物ホルダ320に対する光学系100の相対的なZについての位置は、光学系100を支持する工作物ホルダ320上のZ軸に沿って配置された計測尺度(図示せず)から既知である。同様に、工具ホルダ310の314に対する目標200のZについての相対位置は既知である。

【0076】

この操作を複数回実施し、毎回Zについて工作物ホルダ310の工具ホルダ320に対する距離を変更する(例えば工作物ホルダ310を後退又は前進させる)ことで、目標200の傾斜面222の3次元像の再構築と、工具ホルダ310に対する目標200の傾斜面222の3次元直交系のための図面にする基準のベースを持つことが、可能である。究

10

20

30

40

50

極的には、それは、工具ホルダ 3 1 0 に対して 3 方向 X、Y、Z において空間的に基準とされる、目標 2 0 0 の有効面 2 0 2 の全面（基準面 2 1 2 及び傾斜面 2 2 2）である。

【0 0 7 7】

次に、上述した空間的基準計測の精度を維持するために、この目標 2 0 0 と光学系 1 0 0 を搭載した加工モジュール 3 0 0 を使用する動作の間に、必要に応じてその間に分解しないときはいつでも実測が実施可能である。この目的のために、例えば、図 2 A の配置が示されている。ワークホルダ 3 2 0 は、必要に応じて、目標 2 0 0 を光学系 1 0 0 に整列させるために、軸線 X と平行なその回転軸（図 6 の矢印 R を参照）について回転される。次に、光学系 1 0 0 による露光が作動されて、それにより、一方で、第 1 露光系 1 1 0 の第 1 像取得系 1 1 2 は、基準面 2 1 2 の全体がシャープな焦点である目標 2 0 0 の全体の有効面 2 0 2 の第 1 画像を生成し、他方で、第 2 露光系 1 2 0 の第 2 像取得系 1 2 2 は、第 2 露光系 1 2 0 の焦点距離に対応し水平な条片の形でシャープな領域のみを有する目標 2 0 0 の全体の傾斜面 2 2 2 の第 2 画像を生成する。この第 1 画像の分析により、上述したように、ローカライズ要素 2 1 7 によって形成された正方形の中心 C 3 の特定が可能となり、よって、光軸線 O に対する目標 2 0 0 の X 及び Y における位置、並びに工具ホルダ 3 1 0 に対する位置の特定が可能となる。第 2 画像の分析、特に第 2 画像（図 2 A のような）の X についてのシャープな領域の位置によって、光学系 1 0 0 に対する目標 2 0 0 の Z についての位置、ひいては距離がわかるようになる。実際、第 2 画像については、工具ホルダ 3 1 0 上の基準 3 1 4 及び 3 1 6 に対する傾斜面 2 2 2 の画像の各画素の位置 Z が既知であるので、目標 2 0 0 の位置 Z、ひいては工具ホルダ 3 1 0 の位置 Z の非常に迅速な計測が可能である。

【0 0 7 8】

上記から、このようにして、この光学系 1 0 0 の設定又は調整が伴う時間の損失なしに、光学系 1 0 0 によって生成された 2 つの画像の分析のみによって、光学系 1 0 0 に対する目標 2 0 0 の X、Y 及び Z についての位置、及び工作物ホルダ 3 2 0 に対する工具ホルダ 3 1 0 から始まる位置は、非常に迅速に計測される。これは、工作物ホルダ 3 2 0 に対する光学系 1 0 0 の X、Y 及び Z についての位置が既知であるために可能である。

【0 0 7 9】

本願の記載は、光学系に搭載されることが意図されている第 1 対象物と第 2 対象物との間の相対位置の 3 次元計測用の当該光学系についても関する。当該光学系は、第 1 露光系と、第 2 露光系とを備え、当該光学系において、

第 1 露光系の被写界深度は、第 2 露光系の被写界深度の少なくとも 1 0 倍大きく、

当該光学系は、第 1 露光系の光路と第 2 露光系の光路とが、第 1 露光系の像焦点平面及び第 2 露光系の像焦点平面を含む共通区間を持つように構成されている。

【0 0 8 0】

本願の記載は、主方向 Z において整列されていて互いに離れている第 1 対象物と第 2 対象物との間の相対位置を 3 つの直交方向 X、Y、Z にしたがって計測するための 3 次元光学的計測方法にも関する。当該 3 次元光学的計測方法において、以下のとおりである。

3 次元目標が、位置基準を形成して有効面上に提供されていて、第 1 構造と第 2 構造とを備える。

第 1 構造は、少なくとも第 1 部分と、第 2 部分との間で分割された平面的な基準面を画定し、

第 1 部分の表面は、拡散反射にしたがって反射するものであり、

第 2 部分の表面は、鏡面反射にしたがって反射するものであり、第 2 部分は、第 1 部分に配置されている一連のローカライズ領域にしたがって分割されている。

第 2 構造は、平面的な基準面について傾斜面を持つ。

光学系が、第 1 露光系と第 2 露光系とを備えて提供され、

一方で、第 1 露光系の光路と第 2 露光系の光路とが、第 1 露光系の焦点平面と第 2 露光系の焦点平面とを持つ共通区間を持つように、

他方で、第 2 露光系の焦点距離と第 1 露光系の焦点距離との差が、傾斜面から基準面

10

20

30

40

50

が離れている最小距離と最大距離との間にあるように、構成されている。

3次元目標は、

一方で第1露光系の焦点距離が第1露光系の像焦点を目標の第1構造に置けるように、
他方で第2露光系の焦点距離が第2露光系の像焦点を目標の第2構造に置けるように、
第1対象物に位置される。

光学系が第2対象物に位置されて、

少なくとも1つの露光が、光学系の第1露光系と光学系の第2露光系とを使って同時に行われ、

それによって、光学系の各露光のため、

一方で、第1露光系が、基準面上で第1部分に対する第2部分の位置の特定を可能にする目標の第1像を生成し、

第1像は、

最初に、第1露光系に対する目標の方向Xにおける相対位置の情報の第1部分を示し、

第2に、方向Yにおける目標と第1露光系との間の相対位置の情報の第2部分を示し、

他方で、第2露光系が、第2構造の傾斜面の位置に対応するシャープな部分を備える目標の第2像を生成し、

第2像は、目標と第2露光系との間の方向Zにおける距離についての情報の第3部分を示す。

【0081】

これまで説明したように、光学系100はしたがって第1画像及び第2画像を同期して生成する。さらに、光学系100は、調節を実施することなく、第1画像及び第2画像を生成する。これにより、時間の喪失なく、即時に露光の実施が可能である。

【0082】

本願の記載は、前もって定義されるごとく光学目標を備える工作機械並びに前もって定義されるごとく光学システムを備える工作機械にも関する。本願の記載はまた、工具ホルダ及び工作物ホルダを備えた機械加工モジュールを備える工作機械、並びに前記工具ホルダと前記工作物ホルダとの間の相対位置を3次元計測するための光学計測装置に関する。光学計測装置は、工作物ホルダに取り付けられた光学系と工具ホルダに取り付けられた目標を備え、光学系の光軸に配置可能な位置決め基準を形成する有効面を備える。例えば、光学計測装置は、光学系による目標の単一の露光工程を通じて、機械加工される工作物のホルダと工具ホルダとの間の3次元の相対位置の決定を可能にするように構成される。また、1つの可能な規定によれば、目標は、光学系の像焦点面が目標の有効面と一致可能に配置される。

【0083】

本願記載は、第1対象物と第2対象物との間の相対位置を計測する3次元光学計測の装置にも関する。当該装置は、

第1対象物と第2対象物とを備える設備と、

本願に記載の光学計測装置であって、当該光学計測装置において、

第1露光系が、第1露光系の像焦点面が第1構造の基準面に対応可能に設定されている、

第2露光系が、第2露光系の像焦点面が3次元目標の傾斜面を分割可能に設定されている、光学計測装置と、
を備える。

上述の第1可能性と互換性があるか、又は単独で用いる第2の可能性によると、光学計測装置は、

第1露光系の焦点距離は、像焦点を第1構造上に置けるように、

第2露光系の焦点距離は、像焦点を第2構造上に置けるようにするものである。

【0084】

そのような設備は、互いに可動で、3次元空間における相対位置の基準決めを実施するのに必要な第1対象物と第2対象物とを持つ、例えば装置一式、機械、モジュールであり、特に科学的又は工業的なものである。例えば、設備は、第1対象物として工具ホルダ又は複数の工具ホルダの1つを持ち、第2対象物として機械加工対象の一片（棒、ブランクなど）を支持する工作物支持部を持つ、加工機械又は機械加工モジュールである。別の例によると、この設備は、第1対象物としてPCB（プリント回路基板）の支持部を持ち、第2対象物として電子部品を搭載する把持部又は他の工具を持つ、電子部品をPCB（プリント回路基板）に搭載するユニットである。この設備のさらに別の例は、第1対象物がマイクロプレートの支持部であり、第2対象物が播種対象の細胞を注入する装置の支持部である、マイクロプレートに格納されている一連のウェルに播種する細胞培養モジュールである。

10

【0085】

本願の記載は、主方向Zにおいて整列されていて互いに離れている第1対象物と第2対象物との間の相対位置を3つの直交方向X、Y、Zにしたがって計測するための3次元光学的計測方法にも関する。当該3次元光学的計測方法において、以下のとおりである。

3次元目標が、位置基準を形成して有効面上に提供されていて、第1構造と第2構造とを備える。

第1構造は、少なくとも第1部分と、第2部分との間で分割された平面的な基準面を画定し、

第1部分の表面は、拡散反射にしたがって反射するものであり、

20

第2部分の表面は、鏡面反射にしたがって反射するものであり、第2部分は、第1部分に配置されている一連のローカライズ領域にしたがって分割されている。

第2構造は、平面的な基準面について傾斜面を持つ。

光学系が、第1露光系と第2露光系とを備えて提供され、

3次元目標は、

一方で、第1露光系の焦点距離が第1露光系の像焦点を目標の第1構造に置けるように、

他方で、第2露光系の焦点距離が第2露光系の像焦点を目標の第2構造に置けるように、第1対象物に位置される。

光学系が第2対象物に位置されて、

30

少なくとも1つの露光が、光学系の第1露光系と光学系の第2露光系とを使って同時に行われ、

それによって、光学系の各露光のため、

一方で、第1露光系が、基準面上で第1部分に対する第2部分の位置（又は特に、基準面のローカライズ領域の位置）を特定可能にする目標の第1像を生成し、

第1像は、

最初に、第1露光系に対する目標の方向Xにおける相対位置の情報の第1部分を示し、

第2に、方向Yにおける目標と第1露光系との間の相対位置の情報の第2部分を示し、

40

他方で、第2露光系が、第2構造の傾斜面の位置に対応するシャープな部分を備える目標の第2像を生成し、

第2像は、目標と第2露光系との間の方向Zにおける距離についての情報の第3部分を示す。

このため、1つの可能性によると、第1露光系の被写界深度（DOF1）は、第2露光系の被写界深度（DOF2）の少なくとも10倍大きい。

さらに、単独の又は上述の可能性と組み合わせられる別の可能性によると、光学系は、第1露光系の光路と第2露光系の光路とが、第1露光系の像焦点平面及び第2露光系の像焦点平面を含む共通区間を持つように構成されている。

さらに、単独の又は上述の可能性と組み合わせられる別の可能性によると、第2露光系の

50

焦点距離と、第1露光系の焦点距離との差は、基準面を傾斜面から隔てる最小距離と最大距離との間にある。

【0086】

この方法によって、(第1)基準面と、目標の傾斜面又は第2基準面とに結び付けられる空間的幾何学情報を持つことが可能であり、そこから3つの空間的方向X、Y、Zにおける第1対象物と第2対象物との間の相対位置を推定可能である。目標と第1対象物との間の相対的3次元位置の基準の設定と、光学系と第2対象物との間の相対的3次元位置の設定とは、実行されているだろう。

【0087】

1実施態様において、露光又は像生成は、対応する露光系の調整なしで実行されると述べておくことは重要である。確かに、基準面と傾斜面とにそれぞれ対応する2つの像の同時生成を可能にするのは、

露光系が見ている(そしてそれゆえ第1露光系の目標の基準面に対する相対位置と、第2露光系の目標の傾斜面に対する相対位置)対象物に対する露光系の3方向X、Y、Zの相対位置と、

光学特性と、

例えば、光学系の各露光系の非常に異なる被写界深度である。

これら2つの像(複数の像の2連でもよい)の分析は、そこから、X(この方向Xは、例えば高さに対応する)についてと、Y(この方向Yは、例えば水平横方向に離れることに
20 対応する)についてと、Z(この方向Zは、例えば主水平距離に対応する)についての、
目標と光学系との間の相対位置、よって、3次元目標を支持する第1対象物と光学系を支持する第2対象物と間の相対的3次元位置についての情報の推定を可能にする。

【0088】

一実施態様において、3次元目標を第1対象物に位置決めし、光学系を第2対象物に位置決めした後、X、Y、Zについて第1対象物に対する目標の位置の空間的基準を決める追加のステップが光学系により実施される。

【0089】

1つの可能性によると、平面的な基準面の第2部分は、第1部分に配置されている一連のローカライズ領域にしたがって分割され、第1露光系に生成されるが目標の第1像は、第2部分のローカライズ領域の位置を基準面上に特定可能にし、これがローカライズ領域
30 と第1露光系との間の相対位置についての情報の1部分を与える。この情報の1部分は、
方向Yと方向Xとにおける相対計測の推定を可能にする。

【符号の説明】

【0090】

X	縦方向(第1横断軸線)
Y	横水平方向(第2横断軸線)
Z	第1対象物と第2対象物とを分ける主水平方向(主軸線)
C1	対角線
C2	対角線
C3	中心
α	傾斜面の角度
R	工具ホルダ及び目標の回転を示す矢印
10	光学装置
200	3次元目標
202	有効面
210	第1構造
212	基準面
214	第1部分(放射反射による反射表面)
216	第2部分(鏡面反射による反射表面)
217	ローカライズ領域

10

20

30

40

50

2 1 8	開口部	
2 1 9	ハウジング	
2 2 0	第 2 構造	
2 2 2	傾斜面	
2 2 4	レリーフ要素	
2 2 5	鏡面要素	
2 3 0	透明保護板	
2 3 1	底壁	
2 3 2	天板	
2 3 3	反射層	10
2 3 4	筒状壁	
1 0 0	光学系	
O	光学軸線	
1 0 2	光学系の入力面	
1 1 0	第 1 露光系	
D O F 1	第 1 露光系の被写界深度	
F 1	第 1 露光系の像焦点平面	
1 1 2	第 1 像取得系	
1 1 6	第 1 露光系の光路	
1 2 0	第 2 露光系	20
F 2	第 2 露光の像焦点平面	
D O F 2	第 2 露光系の被写界深度	
1 2 2	第 2 像取得系	
1 2 6	第 2 露光系の光路	
1 2 8	反射光学系を持つ光学モジュール	
1 2 9	鏡	
1 3 0	第 3 露光系	
1 4 0	光源（横方向の照明）	
3 0 0	機械加工モジュール	
3 1 0	工具ホルダ（第 1 対象物）	30
3 1 2	工具	
3 1 4	工具ホルダ上の X についての位置決め	
3 1 6	工具ホルダ上の Y についての位置決め	
3 2 0	工作物ホルダ又は材料スピンドル（第 2 対象物）	
3 2 2	加工対象の工作物（材料）	

【図面】
【図 1】

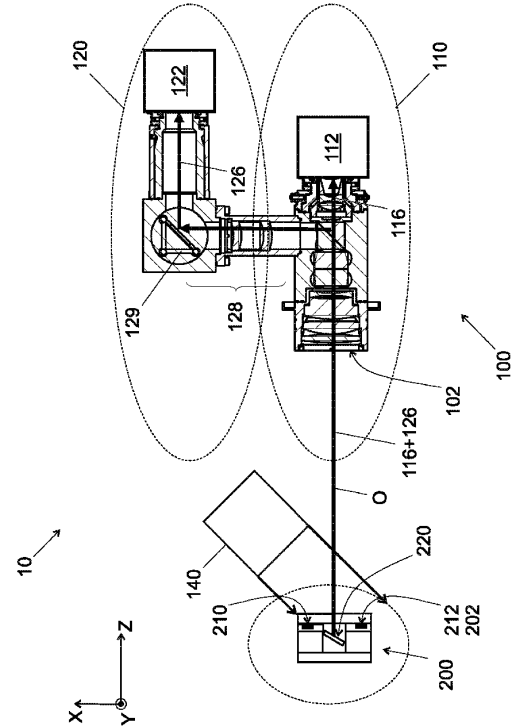


Fig. 1

【図 2 A】

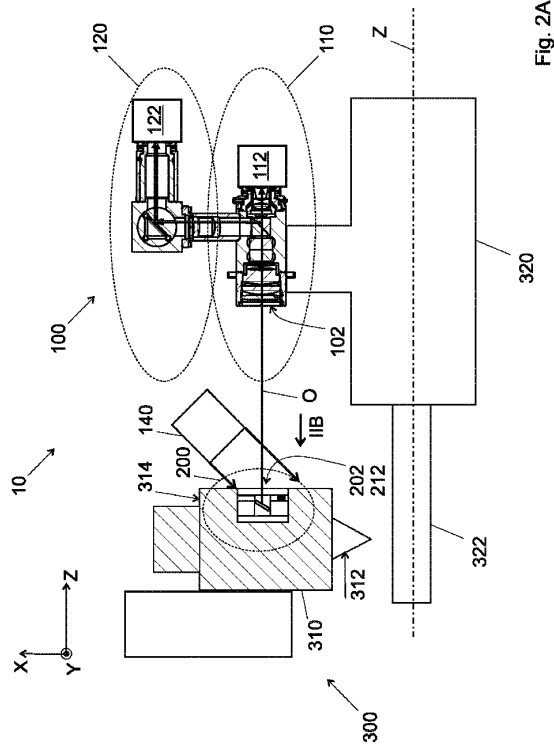


Fig. 2A

【図 2 B】

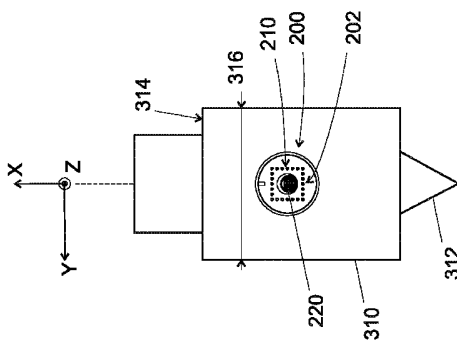


Fig. 2B

【図 3 A】

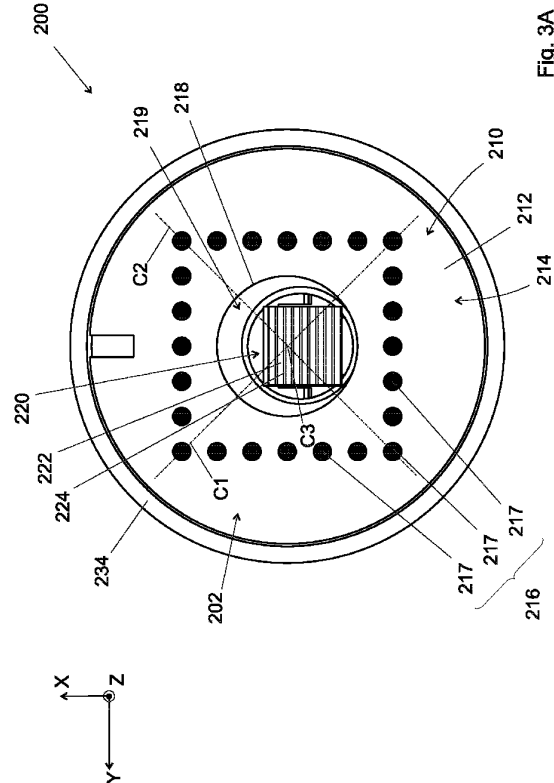


Fig. 3A

10

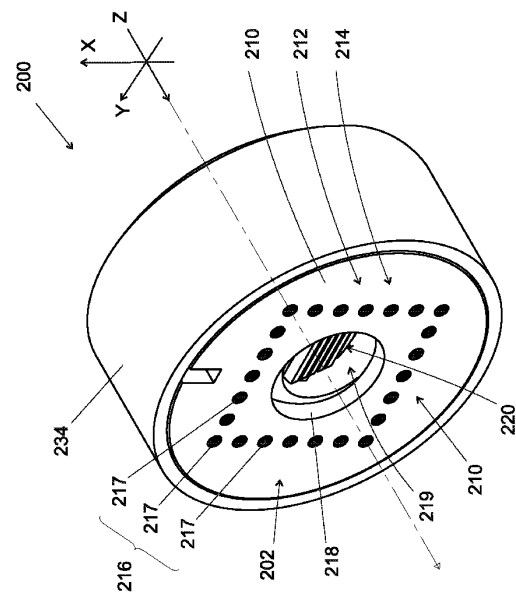
20

30

40

50

【図 3 B】



【図 3 C】

Fig. 3B

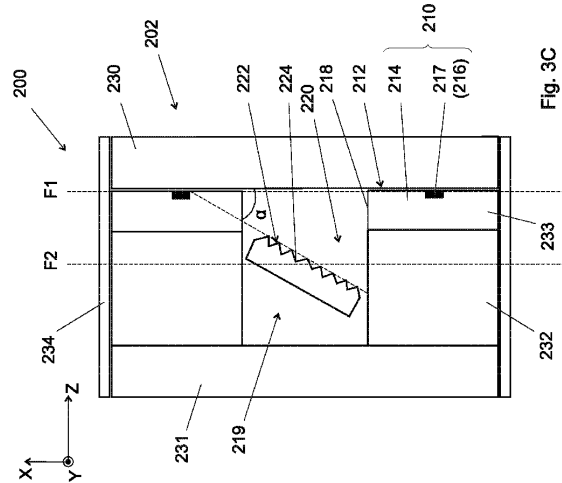


Fig. 3C

【図 3 D】

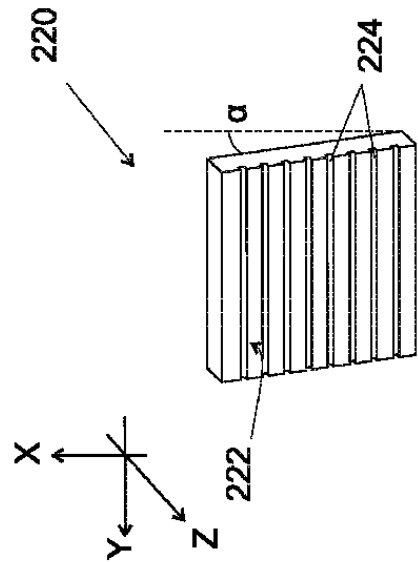


Fig. 3D

【図 3 E】

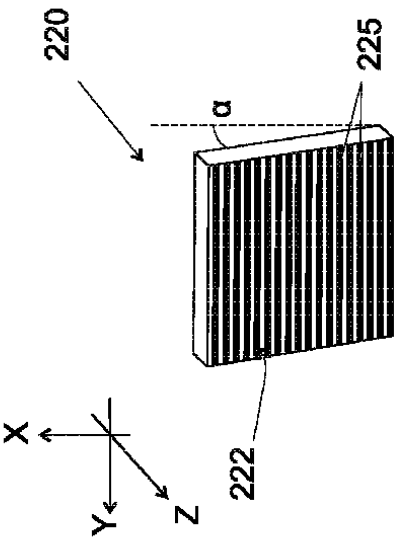


Fig. 3E

10

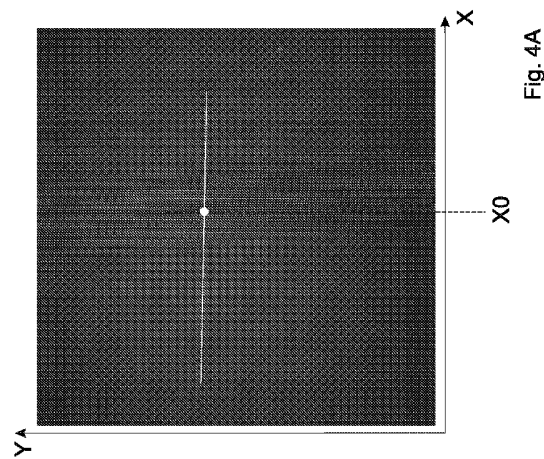
20

30

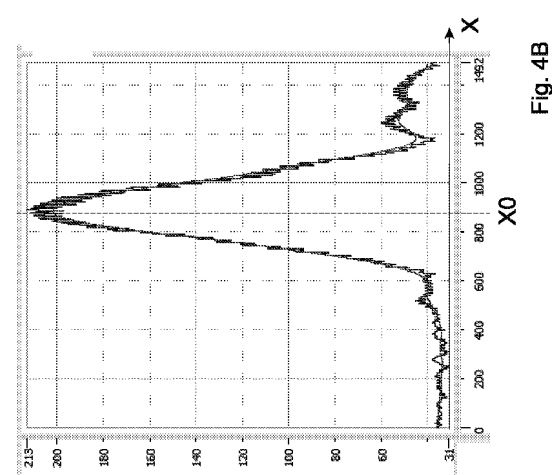
40

50

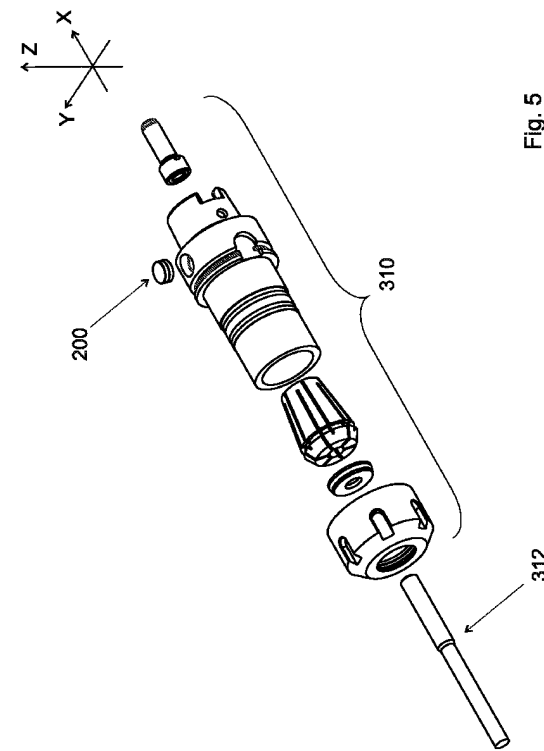
【図 4 A】



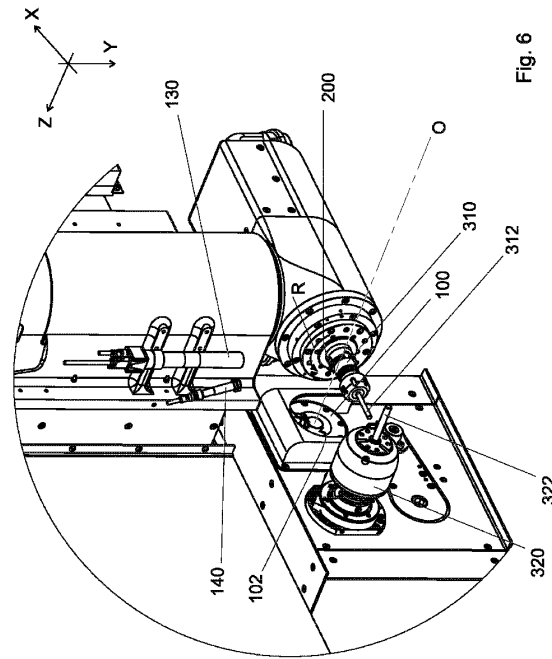
【図 4 B】



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

スイス(CH)

弁理士 鈴木 友子

(72)発明者 ジャコー・フィリップ

スイス国、2022 ブヴェ、アルフレッド・ボレル、47

(72)発明者 ラポルト・セバスチャン

フランス国、74300 ティエ、ルート・デュ・ロンタロン、1245

審査官 増山 慎也

(56)参考文献 特開2003-136370 (JP, A)

特開2008-157646 (JP, A)

特開平03-281151 (JP, A)

特開平07-246547 (JP, A)

特開2003-042726 (JP, A)

米国特許出願公開第2014/0343890 (US, A1)

特開平10-038573 (JP, A)

特開2010-217017 (JP, A)

国際公開第2006/011386 (WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B23Q 17/24

G01B 11/00

B23B 25/06