

(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  
16. August 2012 (16.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/107225 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01B 21/04** (2006.01) **G01B 21/20** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/000575
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Februar 2012 (08.02.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 011 065.8  
11. Februar 2011 (11.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LUPHOS GMBH** [DE/DE]; Weberstrasse 21, 55130 Mainz (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **AM WEG, Christian** [DE/DE]; Elisabethenstrasse 7, 63225 Langen (DE). **BERGER, Gernot** [DE/DE]; Chemnitzer Strasse 109, 44139 Dortmund (DE). **MAY, Thilo** [DE/DE]; Mühlenstasse 62, 64283 Darmstadt (DE). **NICOLAUS, Ralf** [DE/DE]; Julius-Reiber-Strasse 18, 64293 Darmstadt (DE). **PETER, Jürgen** [DE/DE]; Saalestrasse 2, 64347 Griesheim (DE).

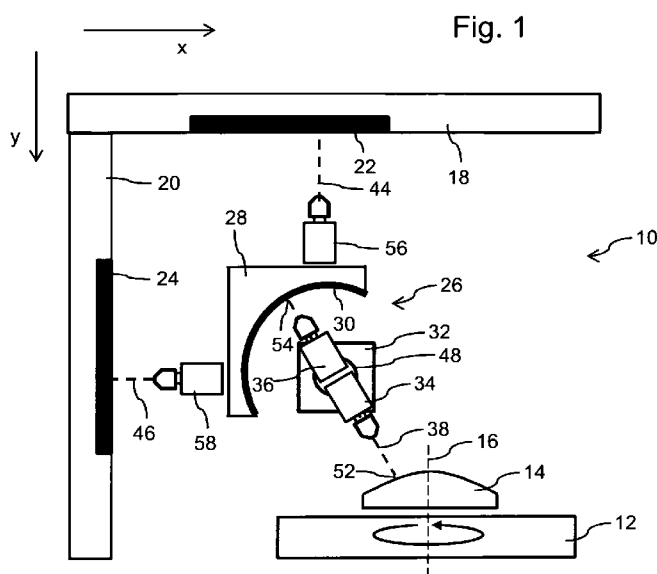
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING SURFACES IN A HIGHLY PRECISE MANNER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HOCHPRÄZISEN VERMESSUNG VON OBERFLÄCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for measuring at least one surface section of an object (14) that is mounted on a carrier (12), comprising: at least one reference object (18, 20) that can be fixed relative to the carrier (12); and a holder (26) which can be moved relative to the reference object (18, 20) in at least one first direction (x, y) and on which a reference body (28) and a distance measuring device (34, 36) are arranged, said reference body and distance measuring device being mounted in a rotatable manner relative to each other. The distance measuring device (34, 36) is designed to determine a first distance (38) to a first point (52) of the surface section of the object (14) and a second distance (40) to a second point (54) of the reference body (28), said second point corresponding to the first point.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Vermessung zumindest eines Oberflächenabschnitts eines auf einem Träger (12) gelagerten Objekts (14), mit: zumindest einem gegenüber dem Träger (12) fixierbaren Referenzobjekt (18, 20) und einem in zumindest einer ersten Richtung (x, y) gegenüber dem Referenzobjekt (18, 20) beweglichen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

Halter (26), an welchem ein Referenzkörper (28) sowie ein Abstandsmesser (34, 36) angeordnet sind, die relativ zueinander drehbar gelagert sind, wobei der Abstandsmesser (34, 36) dazu ausgebildet ist, einen ersten Abstand (38) zu einem ersten Punkt (52) des Oberflächenabschnitts des Objekts (14) und einen zweiten Abstand (40) zu einem hiermit korrespondierenden zweiten Punkt (54) des Referenzkörpers (28) zu bestimmen.

## Verfahren und Vorrichtung zur hochpräzisen Vermessung von Oberflächen

### Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur hochpräzisen Vermessung der Topologie bzw. der Oberfläche eines beliebigen Objekts auf der Grundlage einer optischen, berührungslosen Abtastung des Objekts.

### 10 Stand der Technik

Zur Qualitätssicherung als auch zur Überwachung von industriellen Herstellungsprozessen, insbesondere im Bereich der Feinwerktechnik, Optik sowie in der Fertigungstechnik mechanischer und elektrischer Mikrostrukturen besteht ein  
15 wachsender Bedarf hinsichtlich einer möglichst hochauflösenden und präzisen Vermessung von Werkstück-Oberflächen.

So ist beispielsweise aus der DE 10 2008 033 942 B3 ein auf dem Prinzip der Mehrwellenlängen-Interferometrie operierender Abstandssensor bekannt, welcher  
20 mehrere Laserlichtquellen verwendet, deren emittierte Wellenlängen im optischen Telekommunikationsbereich zwischen 1520 nm und 1630 nm liegen. Die Signale der hierbei verwendeten Laser werden durch Multiplexer in einer gemeinsamen Faser zusammengeführt und zu einem Mehrwellenlängen-Sensorkopf geleitet. Ein solches Mehrwellenlängen-Abstandsmessverfahren ermöglicht prinzipiell eine  
25 interferometrische Abtastung von Topologien und Oberflächen beliebiger Objekte in Reflexionsgeometrie, wobei mittels des Mehrwellenlängen-Verfahrens ein vergleichsweise großer, eindeutig zuordenbarer Messbereich bereitgestellt und darüber hinaus eine Messgenauigkeit im Nanometer- bzw. sogar im Subnanometerbereich erreicht werden kann.

30

Ferner ist aus der DE 60 2004 004 916 T2 eine optische Freiform-Oberflächen-Messvorrichtung bekannt, bei welcher ein konturabtastender Abstandssensor im

Wesentlichen orthogonal zu einer zu messenden Oberfläche platziert wird. Der Abstandssensor ist dabei auf einer drehbaren Vorrichtung platziert, welche selbst auf einer Plattform angeordnet ist, die gegenüber einem Messrahmen beweglich ist. Ferner ist auf der den Abstandssensor aufnehmenden drehbaren Vorrichtung eine

5 Messoberfläche vorgesehen, deren Abstand zum Messrahmen mittels einer Einrichtung zur kontaktlosen Abstandsmessung gemessen wird. Schließlich ist eine Drehmesseinrichtung zum Messen des Drehwinkels zwischen zwei Messrichtungen vorgesehen, wobei die erste Messrichtung durch die Bewegungsrichtung zwischen Plattform und Messrahmen, die zweite Messrichtung durch den Abstand zwischen dem

10 Abstandssensor und der Oberfläche des zu vermessenden Elements vorgegeben ist.

Bei derartigen, etwa in einer Scanbewegung die Oberfläche eines Objektes berührungslos abtastenden Sensors spielt die Bewegung und die Positioniergenauigkeit des Sensors gegenüber dem zu vermessenden Objekt eine entscheidende Rolle.

15 Um den Abstand zwischen dem Abstandssensor und der zu vermessenden Oberfläche präzise ermitteln zu können, muss der Sensor im Wesentlichen orthogonal zur zu vermessenden Oberfläche ausgerichtet sein und seine Ausrichtung entsprechend der Kontur des zu vermessenden Objekts anpassen. Für diese Anpassung sind sowohl

20 Translations- als auch Drehbewegungen des Sensors durchzuführen.

Während eine Translationsbewegung des Sensors mittels weiterer Abstandssensoren gegenüber einer feststehenden Referenz mit ausreichend hoher Genauigkeit ermittelt werden kann, erweist sich jedoch gerade ein Drehen bzw. Verkippen des Sensors als

25 problematisch.

Bei der geforderten Messgenauigkeit im Nanometer- oder Subnanometerbereich bewirkt eine Drehung des Sensors ferner auch stets eine nicht zu vernachlässigende translatorische Verschiebung des Sensors gegenüber der den Sensor tragenden

30 Plattform. So muss das Messsignal des Sensors zumindest um die durch die Drehbewegung des Sensors verursachte Positionsverschiebung des Sensors korrigiert werden. Die mechanischen Toleranzen des Sensor-Lagers verursachen nicht

reproduzierbare Positionsveränderungen des Sensors in unterschiedlichen Winkelstellungen. Es ist daher erforderlich, die Position des Sensors für jede mögliche Ausrichtung des Sensors präzise zu bestimmen.

## 5 Aufgabe

Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren zum hochpräzisen Vermessen von Oberflächen von Objekten bereitzustellen, wobei etwaige, z.B. durch eine  
10 Drehbewegung des Sensorkopfs bedingte Positionsungenauigkeiten des Sensors in einfacher Art und Weise bestimmt und entsprechend kompensiert werden sollen. Die Vorrichtung soll sich dabei durch einen möglichst einfachen, platzsparenden sowie kostengünstig zu implementierenden Aufbau auszeichnen. Auch soll sie möglichst widerstandsfähig gegenüber äußeren Störeinflüssen ausgebildet sein.

15

Erfindung und vorteilhafte Wirkungen

Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 sowie mit einem Verfahren nach Patentanspruch 14 gelöst, wobei vorteilhafte  
20 Ausgestaltungen der Erfindung jeweils Gegenstand abhängiger Ansprüche sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist zur Vermessung zumindest eines Oberflächenabschnitts eines auf einem Träger gelagerten Objekts ausgebildet. Die Vorrichtung weist dabei zumindest ein gegenüber dem Träger fixierbares  
25 Referenzobjekt auf. Träger und Referenzobjekt müssen dabei nicht zwingend miteinander verbunden oder mechanisch gekoppelt sein. Es ist grundsätzlich ausreichend, wenn die Schwerpunkte oder Symmetrieachsen des Objektträgers, des Objekts selbst und /oder des Referenzobjekts während einer Vermessungsprozedur nicht zueinander bewegt werden, sondern statisch an ihrer jeweiligen Position  
30 verweilen; sozusagen zueinander ortsfixiert sind. Eine Drehbewegung des Objekts, bevorzugt um eine seiner Symmetrieachsen ist dabei zur Vermessung seiner

Gesamtoberfläche vorgesehen. Für die Vermessung der Oberfläche des Objekts ist die Ermittlung eines relativen Abstandes zum Referenzobjekt jedoch nicht erforderlich.

Die Vorrichtung weist ferner einen in zumindest einer ersten Richtung gegenüber dem Referenzobjekt beweglichen Halter auf. An diesem Halter sind ein Referenzkörper  
5 sowie ein Abstandsmesser oder eine Abstandsmesseinrichtung angeordnet.

Abstandsmesser und Referenzkörper sind dabei relativ zueinander drehbar gelagert.

Der Abstandsmesser ist ferner dazu ausgebildet, einen ersten Abstand zu einem ersten Punkt des zu vermessenden Oberflächenabschnitts des Objekts als auch einen zweiten

10 Abstand zu einem hiermit korrespondierenden zweiten Punkt des Referenzkörpers zu bestimmen. Der mittels des Abstandsmessers zu ermittelnde erste Abstand stellt das eigentliche Messsignal dar, während anhand des gemessenen zweiten Abstands eine etwa rotationsbedingte Relativverschiebung zwischen dem Abstandsmesser und dem, ebenfalls am beweglichen Halter angeordneten, Referenzkörper ermittelt werden kann.  
15 Anhand des zu messenden zweiten Abstands kann insoweit eine Abstandskorrektur für den ersten gemessenen Abstand erfolgen.

Eine etwa durch die Drehbewegung des Abstandsmessers hervorgerufene nicht reproduzierbare Verschiebung des Sensors und ein daraus resultierende Verfälschung  
20 der Messwerte kann durch die Bestimmung des zweiten Abstands gegenüber einem, hinsichtlich seiner Kontur und Position bekannten Referenzkörper kompensiert werden. Ein Offset zwischen einer Drehachse und einer Messachse des Abstandsmessers kann durch Ermittlung der ersten und zweiten Abstände sowie durch eine relative Ausrichtung von Referenzkörper und Abstandsmesser rechnerisch kompensiert  
25 werden.

Die Position des beweglichen Halters in Bezug auf das zumindest eine Referenzobjekt wird bevorzugt mit zumindest einem weiteren Abstandsmesser, insbesondere mit einer Anzahl Abstandssensoren ermittelt, um auf mittelbarem Wege die Position des  
30 Abstandsmessers gegenüber dem Referenzobjekt bestimmen zu können.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung weist der am beweglichen Halter angeordnete Abstandsmesser einen dem zu vermessenden Objekt zugewandten ersten Abstandssensor und einen zweiten, dem Referenzkörper zugewandten Abstandssensor auf. Der erste Abstandssensor dient einer Abstandsmessung zwischen

5 Abstandsmesser und zu vermessendem Objekt, während der zweite Abstandssensor zur Bestimmung der Position des Abstandsmessers bzw. des ersten Abstandssensors relativ zum beweglichen Halter dient. Die Position des Halters wiederum kann mittels zumindest eines, bevorzugt mittels zweier in unterschiedlichen Richtungen ausgerichteter Sensoren gegenüber dem zumindest einen, bevorzugt gegenüber zwei

10 Referenzobjekten bestimmt werden.

Die beiden Abstandssensoren sind hierbei bevorzugt in einer gemeinsamen Ebene angeordnet, die sich transversal zur Ausrichtung einer Drehachse des Abstandsmessers erstreckt. Insoweit liegen die Richtungen, entlang welcher die beiden

15 Sensoren den Abstand zum Referenzkörper, respektive zur Objektoberfläche messen in einer gemeinsamen Ebene.

In Weiterbildung hiervon ist der Abstandsmesser drehbar am beweglichen Halter gelagert und der Referenzkörper ist drehfest am Halter angeordnet. Die Fixierung des

20 Referenzkörpers am Halter ermöglicht insbesondere eine hochpräzise Bestimmung der Position des Abstandsmessers gegenüber dem Halter selbst.

In Weiterbildung hiervon weist der Referenzkörper eine auf die Drehbeweglichkeit des Abstandsmessers abgestimmte Referenzfläche auf. Die Referenzfläche ist derart

25 ausgebildet, dass ein vom zweiten Abstandssensor emittiertes Messsignal von der Referenzfläche reflektiert und vom zweiten Abstandssensor wieder detektiert werden kann.

Es ist dabei insbesondere vorgesehen, dass die Referenzfläche als eine Art

30 Hohlspiegel mit einer im Wesentlichen kreissegmentartigen Geometrie ausgebildet ist, wobei der Mittelpunkt des Hohlspiegels im Wesentlichen mit der Drehachse des Abstandsmessers bzw. mit der Drehachse des ersten und/oder des zweiten

Abstandssensors zusammenfällt. Die Referenzfläche ist insbesondere hohlzylindrischer Gestalt, wobei sich die gedachte Zylinderachse im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Abstandsmessers erstreckt. Abweichend hiervon kann die Referenzfläche auch eine polygonale Form oder eine beliebige, mittels Kalibrierung ermittelbare konkav  
5 gekrümmte Formgebung aufweisen.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind der erste und der zweite Abstandssensor des Abstandsmessers diametral entgegengesetzt zueinander ausgerichtet bzw. angeordnet. Der erste Abstandssensor ist bevorzugt derart  
10 ausgerichtet, dass seine Messachse bzw. dass die von ihm emittierten optischen Messsignale annähernd orthogonal auf dem zu vermessenden Oberflächenabschnitt auftreten und dort wieder zum ersten Abstandssensor reflektiert werden. Dadurch, dass der zweite Abstandssensor in die entgegengesetzte Richtung ausgerichtet ist, kann der dabei ermittelte Abstand unmittelbar zur Korrektur des Messsignals des ersten  
15 Abstandssensors Verwendung finden.

Der vom zweiten Abstandssensor gemessene zweite Abstand ist ein direktes Maß für die vorzunehmende Abstandskorrektur für den ersten Abstandssensors. Es ist hierbei lediglich erforderlich, die Kontur bzw. Position und Verlauf der Referenzfläche des  
20 Referenzkörpers im Zuge einer Kalibrierung der Vorrichtung einmal präzise zu bestimmen, damit eine entsprechende, der jeweils vorherrschenden Ausrichtung bzw. Winkelstellung des Abstandsmessers entsprechende Längen- oder Abstandskorrektur der ermittelten Messwerte erfolgen kann. Für die Kalibrierung der Vorrichtung ist ein Abgleich des zweiten Abstands zu jeder möglichen Winkelstellung des  
25 Abstandsmessers in Bezug auf den Referenzkörper vorzunehmen.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Abstand zwischen dem Referenzobjekt und dem beweglichen Halter mittels zumindest eines dritten Abstandssensors bestimmbar. Der dritte Abstandssensor kann dabei entweder am  
30 Referenzobjekt oder am Halter selbst angeordnet sein. Zur Bestimmung des Abstandes bzw. der Position des Halters in Bezug auf das Referenzobjekt weist der Halter bzw. das Referenzobjekt eine entsprechende Mess- oder Spiegelfläche auf. Insbesondere für



eine die gesamte Oberfläche des zu vermessenden Objekts abtastende Bewegung des Halters ist ein zweites Referenzobjekt vorgesehen, wobei der Halter auch gegenüber dem zweiten Referenzobjekt beweglich gelagert ist. Eine zweidimensionale Beweglichkeit des Halters gegenüber den sich bevorzugt in einer entsprechenden

5 Ebene erstreckenden Referenzobjekten ermöglicht ein Verfahren des Halters bevorzugt in der Ebene senkrecht zur Drehachse des Abstandsmessers. Insoweit ist es von Vorteil, wenn ein vierter Abstandssensor zur zweidimensionalen Positionsbestimmung des Halters in Bezug auf die Referenzobjekte Verwendung findet.

10 Weiterhin kann vorgesehen werden, dass der das Objekt lagernde Träger drehbar gelagert ist, um sämtliche zu vermessende Oberflächenpunkte des Objekts in die von der Messeinrichtung vorgegebene Ebene zu verlagern.

In einer alternativen Ausgestaltung kann ferner vorgesehen werden, dass der erste  
15 Punkt, welcher auf einem zu vermessenden Oberflächenabschnitt des Objektes liegt und der zweite Punkt, der eine der Winkelstellung des Abstandsmessers entsprechende Stelle auf dem Referenzkörper bzw. auf seiner Referenzfläche definiert, auf einer gedachten Linie liegen bzw. eine Linie definieren, entlang derer der erste und der zweite Abstandssensor ausgerichtet sind. Mit anderen Worten sind die beiden diametral  
20 entgegengesetzt ausgerichteten Abstandssensoren des Abstandsmessers derart ausgerichtet, dass ein vom ersten Abstandssensor ausgehender Messstrahl im Wesentlichen senkrecht auf die zu vermessende Oberfläche auftrifft. Durch jene Ausrichtung ergibt sich zwangsläufig die Position des zweiten Punkts auf dem Referenzkörper.

25

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind der Träger, welcher der drehbaren Lagerung des zu vermessenden Objekts dient, und das Referenzobjekt voneinander mechanisch entkoppelt, d.h. sie können innerhalb vorgegebener Grenzen beliebig zueinander angeordnet sein. Die Positionierung des Trägers relativ zum Referenzobjekt  
30 muss für die Durchführung einer Oberflächenvermessung des Objekts nicht ermittelt werden. Im Zuge einer scannenden oder abtastenden Bewegung wird der bewegliche Halter mit seinem Referenzkörper gegenüber dem Objekt bewegt. Der Abstandsmesser

mit seinen beiden entgegengesetzt ausgerichteten Abstandssensoren misst dabei jeweils den Abstand zwischen dem Referenzkörper und der zu vermessenden Oberfläche des Objekts anhand einer Vielzahl einzelner Messpunkte. Aus einem Vergleich der ermittelten Abstandsdaten kann schließlich auf die Kontur und die  
5 Oberflächenbeschaffenheit des zu vermessenden Objekts geschlossen werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist eine Steuereinheit vorgesehen, die dazu ausgebildet ist, zumindest den ersten Abstandssensor entlang der  
10 Flächennormalen des ersten Punkts des zu vermessenden Oberflächenabschnitts des Objekts auszurichten. Die Steuereinheit dient bevorzugt einer automatischen Justage und Drehbewegung des Abstandssensors derart, dass die von ihm emittierten Signale vom Objekt zurückreflektiert werden. Bei einer verspiegelten Oberfläche des Objekts erfolgt eine Rückreflexion im Bereich um  $180^\circ$  gegenüber dem emittierten Signal. Je  
15 nach Sensorausgestaltung kann auch bis zu  $3^\circ$ ,  $5^\circ$ , oder  $10^\circ$  von der Oberflächennormalen des zu untersuchenden Oberflächenabschnitts abgewichen werden. Bei rauen oder streuenden Oberflächen können andere, hiervon abweichende Ausrichtungen des Sensors gegenüber der Flächennormalen erforderlich werden. Beispielsweise kann die Ausrichtung des Sensors von einer Steuereinheit vorgegeben werden.

20

Es erweist sich als besonders vorteilhaft, dass der zweite, vom zweiten Abstandssensor ermittelbare Abstand zum Referenzkörper unmittelbar zur Korrektur des vom ersten Sensor ermittelbaren Abstandswertes verwendet werden kann. Die Ausrichtung der beiden Sensoren oder des Abstandsmessers in Bezug  
25 auf das zumindest eine Referenzobjekt spielt dabei keine Rolle. Für die Korrektur oder Kompensation einer durch Drehung und/oder Verschiebung des Sensors bedingte Änderung des ersten Abstandes müssen insbesondere keine Positionskoordinaten des ersten und/oder des zweiten Sensors ermittelt werden. Die beiden von den zueinander entgegengesetzt ausgerichteten Sensoren  
30 ermittelbaren Abstände können einer Steuereinheit zur Durchführung einer unmittelbaren Fehlerkorrektur zugeführt werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind sämtliche Abstandssensoren faseroptisch mit zumindest einer Lichtquelle gekoppelt. Eine freie Strahlpropagation erfolgt lediglich zwischen den jeweiligen Abstandssensoren und einer jeweils zugeordneten spiegelnden Referenzfläche. Die faseroptische Anbindung ist vergleichsweise wartungsarm und erfordert in aller Regel keine Nachjustage im Betrieb der Vorrichtung.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ferner zumindest der erste, dem Objekt zugewandte Abstandssensor mit mehreren Lichtquellen unterschiedlicher Wellenlänge gekoppelt, um den Abstand zum Objekt mittels eines Mehrwellenlängen-Messprinzips zu bestimmen. Ein solches Mehrwellenlängen-Messverfahren ermöglicht eine hochpräzise Abstandsmessung mit einer Auflösung im Nanometer- oder Subnanometerbereich und kann ferner einen Eindeutigkeitsbereich des Messergebnisses bis in den Millimeterbereich hinein bereitstellen. Bevorzugt werden als Lichtquellen weitgehend monochromatische Laser verwendet, deren Wellenlänge im Bereich zwischen 1520 und 1630 nm liegt. Die verwendeten Laserwellenlängen liegen typischerweise im S-, C- oder L-Band des optischen Telekommunikationsspektrums. Die Laserlichtquellen sind jedoch keineswegs auf den Infrarot-Spektralbereich beschränkt. So können grundsätzlich auch Wellenlängen im sichtbaren oder UV-Spektralbereich Verwendung finden.

Prinzipiell ist die Erfindung auch für einen mit lediglich einer Wellenlänge operierenden Abstandsmesser implementierbar. Mittels eines Mehrwellenlängen-Messverfahrens kann jedoch der Eindeutigkeitsbereich der empfangenen Signale sichtlich vergrößert werden. Die Abstandsmessung zum zu vermessenden Objekt erfolgt bevorzugt nach dem in der DE 10 2008 033 942 B3 beschriebenen Verfahren. Die jeweilige Phase oder Phasenlage der von der Objektoberfläche reflektierten Strahlen wird wellenlängenselektiv detektiert und im Zuge einer elektronischen Auswertung zur Bestimmung des Abstandes verarbeitet.

In einem weiteren, nebengeordneten Aspekt betrifft die Erfindung ferner ein Verfahren zur Vermessung zumindest eines Oberflächenabschnitts eines auf einem Träger

gelagerten Objekts. Das Objekt ist dabei zumindest gegenüber einem ortsfesten Referenzobjekt fixiert und ein Halter, an welchem ein Referenzkörper sowie ein Abstandsmesser angeordnet sind, wird in einer das Objekt berührungslos abtastenden Bewegung in zumindest einer ersten Richtung gegenüber dem Referenzobjekt als auch  
5 gegenüber dem zu vermessenden Objekt bewegt. Im Zuge dieser abtastenden Bewegung wird mittels des Abstandsmessers ein erster Abstand zu einem ersten Punkt des Oberflächenabschnitts des Objekts sowie ein zweiter Abstand zu einem hiermit korrespondierenden zweiten Punkt des Referenzkörpers bestimmt. Aus der Messung dieser beiden Abstände kann ein Abstand der beiden Punkte präzise bestimmt werden.

10

Da die Position des zweiten Punkts auf dem Referenzkörper bekannt ist und die Lage bzw. relative Position des Referenzkörpers gegenüber dem Referenzobjekt mittels zumindest einem weiteren Abstandssensor gemessen wird, kann auf diese Art und Weise die Position des ersten, auf dem Objekt befindlichen Punktes gegenüber dem  
15 bekannten Referenzobjekt eindeutig und mit einer Präzision im Nanometer- oder Subnanometerbereich bestimmt werden.

20

Insoweit ist nach einer Weiterbildung zumindest ein dritter Abstandssensor vorgesehen, der den Abstand zwischen dem Referenzobjekt und dem Halter zumindest entlang einer ersten Richtung bestimmt.

25

Von Vorteil ist ferner ein zumindest vierter Abstandssensor vorgesehen, der bevorzugt im Wesentlichen senkrecht zum dritten Sensor ausgerichtet ist, um die Position des Halters in der von einem ersten und einem zweiten Referenzobjekt aufgespannten Ebene zu bestimmen.

30

Schließlich ist vorgesehen, dass anhand des ersten und des zweiten Abstandes, mithin des Abstandes zwischen Referenzkörper und zu vermessendem Objekt sowie anhand des Abstandes zwischen dem Referenzobjekt und dem beweglichen Halter die Position des ersten Punkts des zu vermessenden Oberflächenabschnitts des Objektes in Bezug  
auf das Referenzobjekt bestimmt wird. Im Zuge einer abtastenden oder scannenden Bewegung des Halters, bzw. einer hiermit sogar kombinierten Drehung des

Referenzobjekts kann dessen gesamte Oberfläche punktwise abgetastet und mit einer Präzision im Nanometer- oder Subnanometerbereich vermessen werden.

5

#### Kurzbeschreibung der Figuren

Weitere Ziele, Merkmale sowie vorteilhafte Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden in der nachfolgenden Darstellung eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei bilden sämtliche im Text beschriebene als auch in den Figuren bildlich dargestellte Merkmale den Gegenstand der Erfindung. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht der Vorrichtung zum Vermessen eines Oberflächenabschnitts eines auf einem Träger gelagerten Objekts,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des beweglich gelagerten Halters und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der faseroptischen Kopplung der in den Fig. 1 und 2 gezeigten Abstandssensoren mit diversen Laserlichtquellen und zugeordneten Detektoren.

Die in Fig. 1 schematisch skizzierte Messeinrichtung weist zwei orthogonal zueinander angeordnete Referenzobjekte 18, 20 auf, von denen sich das Referenzobjekt 18 im Wesentlichen in einer ersten Richtung (x) und das zweite Referenzobjekt 20 in einer hierzu senkrechten Richtung (y) erstreckt. An beiden Referenzobjekten 18, 20 sind einzelne Referenzflächen 22, 24 vorgesehen, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Spiegelflächen ausgebildet sein können.

Ferner weist die Messeinrichtung 10 einen drehbar gelagerten Träger 12 auf, an dem ein zu vermessendes Objekt 14, wie zum Beispiel eine optische Komponente, etwa eine Linse 14, angeordnet ist. Der Objektträger 12 ist dabei um eine Drehachse 16 drehbar

gelagert. Ferner weist die Messvorrichtung 10 einen in der x-y-Ebene beweglichen Halter 26 auf, der in Fig. 2 in vergrößerter Darstellung gezeigt ist.

Der Halter 26 weist eine hier nicht näher bezeichnete Grundplatte auf, an welcher ein  
5 Referenzkörper 28 sowie ein Lager 32 zur drehbaren Lagerung zweier  
Abstandssensoren 34, 36 angeordnet ist. Der Referenzkörper 28 weist eine dem  
Abstandsmesser 34, 36 zugewandte, vorliegend etwa nach Art einer  
Zylinderinnenwandung ausgebildete Spiegel- oder Referenzfläche 30 auf. Diese ist  
bevorzugt als Hohlspiegel ausgebildet. Die Kontur der Referenzfläche 30 ist zur  
10 Kalibrierung der Messeinrichtung 10 präzise zu vermessen. Die Kontur und die  
einzelnen auf der Referenzfläche 30 abzutastenden Punkte 54 sind hinsichtlich ihrer  
Position bekannt und in einer Auswerteeinheit hinterlegt.

Der zwei entgegengesetzt ausgerichtete Abstandssensoren 34, 36 aufweisende  
15 Abstandsmesser ist bezüglich einer Drehachse 48 drehbar am Lager 32 gehalten. Die  
Drehachse 48 verläuft hierbei bevorzugt orthogonal zu der von den beiden  
Referenzobjekten 18, 20 aufgespannten Ebene (x, y). Der zum Objekt 14 gerichtete  
Abstandssensor 34 ist hierbei bevorzugt als Mehrwellenlängen-Sensor ausgebildet, der  
zur Bestimmung eines absoluten Abstands zwischen dem Sensor 34 bzw. zwischen  
20 seinem Messkopf 50 und einem ausgewählten ersten Punkt 52 auf der zu  
vermessenden Oberfläche des Objekts 14 ausgebildet ist.

Die beiden Sensoren 34, 36 sind hierbei zueinander fixiert. Sie sind zudem bezogen auf  
die Drehachse 48 diametral zueinander ausgerichtet. Eine Veränderung der  
25 Ausrichtung des Sensors 34 geht somit stets mit einer entsprechenden  
Richtungsänderung des Sensors 36 einher.

Der Sensor 34 misst dabei in Reflexionsgeometrie. Das heißt, der auf den Punkt 52  
gerichtete Messstrahl wird identisch zurückgespiegelt und vom Messkopf 50 wieder  
30 detektiert, schließlich einer mit dem Messkopf 34 gekoppelten, in Fig. 3 angedeuteten  
Sensor- bzw. Detektionseinheit 76, 78, 80, 82 zugeführt. Je nach Kontur des zu  
vermessenden Objekts 14 und der relativen Positionierung des Halters 26 gegenüber

dem Objekt 14 ist die Ausrichtung bzw. Orientierung des Sensorkopfs 34 zu verändern. Eine Drehung des Abstandssensors 34, 36 um die Drehachse 48 kann jedoch eine Verschiebung des Abstandssensors 34 gegenüber dem Halter 26 mit sich bringen.

- 5 Indem der zweite Abstandssensor 36 in einer dem ersten Sensor 34 entgegen gerichteten Richtung auf die Referenzfläche 30 des Referenzkörpers 28 ausgerichtet ist, kann eine etwa durch die Drehbewegung 42 des Abstandsmessers 34, 36 hervorgerufene Translation in Bezug auf den bekannten Referenzkörper 28 präzise gemessen und im Zuge der elektronischen Auswertung aufgenommener bzw.  
10 detektierter Messsignale kompensiert werden.

Erfährt der Sensor 34 etwa rotationsbedingt eine Verschiebung zum Beispiel in Richtung zum Objekt 14, würde dies den zu messenden Abstand 38 verringern. Eine solche Verschiebung würde aber gleichzeitig auch den zweiten Abstand, zwischen dem  
15 gegenüberliegenden Sensor 36 und der feststehenden Referenzfläche 30 quantitativ um das gleiche Maß vergrößern. Auf diese Art und Weise können etwaige drehbedingte Positionsungenauigkeiten des Abstandsmessers 34, 36 präzise vom zweiten Sensor 36 durch Messung eines zweiten Abstands 40 gegenüber einem ausgewählten zweiten Punkt 54 auf der Referenzfläche 30 kompensiert werden.

20

Die Position des Halters 26 gegenüber den Referenzobjekten 18, 20 kann mittels zweier weiterer Abstandssensoren 56, 58 erfolgen, die jeweils den Abstand 44 in y-Richtung bzw. den Abstand 46 in x-Richtung zum jeweiligen Referenzobjekt 18, 20 ermitteln.

25

Die Ausrichtung des Abstandsmessers 34, 36 gegenüber der Geometrie bzw. Position des Referenzkörpers 28 ergibt sich durch den zu vermessenden Punkt 52 auf der Oberfläche des Objekts 14. Es ist hierbei denkbar, mittels geeigneter Sensoren und elektromechanischer Stelleinrichtungen den zum Objekt 14 hin gerichteten

30

Abstandssensor 34 stets orthogonal zum jeweiligen Punkt 52 auszurichten. Der hierbei eingestellte Winkel des ersten und/oder des zweiten Abstandssensors 34, 36 kann sodann zur Bestimmung des Abstands 40 Verwendung finden.

Der zu dem vorgegebenen Winkel tatsächlich gemessene Abstandswert 40 kann mit einem im Zuge eines Kalibrierprozesses aufgenommenen Referenzwert verglichen werden. Aus der Abweichung ergibt sich unmittelbar eine Längenkorrektur für den gemessenen Abstand 38.

In Fig. 3 ist ferner das der in den Fig. 1 und 2 gezeigte Messvorrichtung zugrundeliegende faseroptische Konzept schematisch dargestellt. Die Messvorrichtung weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel vier Laser-Lichtquellen 60, 62, 64, 66 unterschiedlicher Wellenlänge auf. Sämtliche Lasersignale werden hierbei dem Mehrwellenlängen-Abstandssensor 34 faseroptisch zugeführt. Mittels diesem kann nach einem Mehrwellenlängen-Messverfahren der Abstand 38 zu einem zu vermessenden Objekt 14 gemessen werden. Zumindest einer der verwendeten Laser 60 wird ferner für die übrigen drei Abstandssensoren 36, 56, 58 verwendet.

Die Abstandssensoren 36, 56, 58 werden dabei von ein und derselben Laser-Lichtquelle gespeist. Jeder dieser Sensoren kann demgemäß der Fig. 2 skizzierten Abstand der jeweils zugeordneten Referenzkörper 28 bzw. Referenzobjekt 18, 20 bestimmen. Die von den Sensoren 36, 56 und 58 in Reflexionsgeometrie detektierten Messsignale werden faseroptisch einzelnen Detektoren 70, 72, 74 zugeführt, deren Signale einer zentralen Auswerteeinheit 84 zugeführt werden.

Insbesondere der Haupt-Abstandssensor 34, der zum Vermessen einer an sich unbekannten Topologie oder Oberfläche des Objektes 14 ausgebildet ist, wird mit Signalen von insgesamt vier Laserlichtquellen 60, 62, 64, 66 gespeist. Das ebenfalls in Reflexionsgeometrie detektierte Signal wird ausgehend vom Detektor des Abstandssensors 34 einem Fasersplitter oder Demultiplexer 86 zugeführt, der das detektierte und von der Oberfläche des Objekts 14 reflektierte interferometrische Messsignal einzelnen Detektoren 76, 78, 80, 82 wellenlängenselektiv zuführt.

Mit einer geeigneten Auswerteelektronik, wie sie zum Beispiel aus der DE 10 2008 033 942 B3 bekannt ist, kann der Abstand 38 zwischen Abstandssensor 34



und zu vermessender Oberfläche des Objekts 14 im Nanometer- oder sogar Subnanometerbereich präzise ermittelt werden.

- Es wird schließlich darauf hingewiesen, dass die Anzahl und Art der hier beschriebenen
- 5 Laser-Lichtquellen sowie die Anordnung einzelner Detektoren nur beispielhaft gezeigt sind. Im Rahmen der Erfindung können vielfältigste Modifikationen hinsichtlich der Art und Anzahl sowie der faseroptischen Kopplung einzelner Lichtquellen und Detektoren vorgenommen werden.

## Bezugszeichenliste

	10	Messvorrichtung
	12	Träger
5	14	Objekt
	16	Drehachse
	18	Referenzobjekt
	20	Referenzobjekt
	22	Referenzfläche
10	24	Referenzfläche
	26	Halter
	28	Referenzkörper
	30	Referenzfläche
	32	Lager
15	34	Abstandssensor
	36	Abstandssensor
	38	Abstand
	40	Abstand
	42	Winkel
20	44	Abstand
	46	Abstand
	48	Drehachse
	50	Messkopf
	52	Messpunkt
25	54	Messpunkt
	56	Abstandssensor
	58	Abstandssensor
	60	Lichtquelle
	62	Lichtquelle
30	64	Lichtquelle
	66	Lichtquelle
	70	Detektor

- 72 Detektor
- 74 Detektor
- 76 Detektor
- 78 Detektor
- 5 80 Detektor
- 82 Detektor
- 84 Auswerteeinheit
- 86 Fasersplitter, Demultiplexer

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Vermessung zumindest eines Oberflächenabschnitts eines auf einem Träger (12) gelagerten Objekts (14), mit:  
5  
- zumindest einem gegenüber dem Träger (12) fixierbaren Referenzobjekt (18, 20) und  
- einem in zumindest einer ersten Richtung (x, y) gegenüber dem Referenzobjekt (18, 20) beweglichen Halter (26), an welchem ein Referenzkörper (28) sowie ein Abstandsmesser (34, 36) angeordnet sind, die relativ zueinander drehbar gelagert sind, wobei der Abstandsmesser (34, 36) dazu ausgebildet ist, einen ersten Abstand (38) zu einem ersten Punkt (52) des Oberflächenabschnitts des Objekts (14) und einen zweiten Abstand (40) zu einem hiermit korrespondierenden zweiten Punkt (54) des Referenzkörpers (28) zu bestimmen.  
10  
15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Abstandsmesser einen ersten, dem Objekt (14) zugewandten Abstandssensor (34) und einen zweiten, dem Referenzkörper (28) zugewandten Abstandssensor (36) aufweist.  
20
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abstandsmesser (34, 36) drehbar am Halter (26) gelagert ist und der Referenzkörper (28) drehfest am Halter (26) angeordnet ist.  
25
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Referenzkörper (28) eine auf die Drehbeweglichkeit des Abstandsmessers (34, 36) abgestimmte Referenzfläche (30) aufweist.
- 30 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Referenzfläche als Hohlspiegel (30) mit einer im Wesentlichen kreissegmentartigen Geometrie ausgebildet ist, dessen Mittelpunkt im Wesentlichen mit der Drehachse (48) des

Abstandsmessers (34, 36) zusammenfällt.

- 5 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 5, wobei der erste und der zweite Abstandssensor (34, 36) diametral entgegengesetzt zueinander ausgerichtet sind.
- 10 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Abstand (44, 46) zwischen dem Referenzobjekt (18, 20) und dem Halter (26) mittels zumindest eines dritten Abstandssensors (56, 58) bestimmbar ist.
- 15 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Punkt (52) und der zweite Punkt (54) auf einer gedachten Linie liegen, entlang derer der erste und der zweite Abstandssensor (34, 36) ausgerichtet sind.
- 20 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (12) und das Referenzobjekt (18, 20) voneinander mechanisch entkoppelt sind.
- 25 10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einer Steuereinheit (84), die dazu ausgebildet ist, zumindest den ersten Abstandssensor (34) entlang der Flächennormalen des ersten Punkts (52) des Oberflächenabschnitts des Objekts (14) auszurichten.
- 30 11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei anhand des zweiten Abstands (40) eine durch die Drehung des Abstandsmessers (34, 36) bedingte Veränderung des ersten Abstands (38) kompensierbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sämtliche Abstandssensoren (34, 36, 56, 58) faseroptisch mit zumindest einer Lichtquelle (60, 62, 64, 66) gekoppelt sind.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest der erste, dem Objekt (14) zugewandte Abstandssensor (34) mit mehreren Lichtquellen (60, 62, 64, 66) unterschiedlicher Wellenlänge gekoppelt ist, um den Abstand zum Objekt (14) mittels eines Mehr-Wellenlängen-Messprinzips zu bestimmen.
14. Verfahren zur Vermessung zumindest eines Oberflächenabschnitts eines auf einem Träger (12) gelagerten Objekts (14), welches gegenüber einem ortsfesten Referenzobjekt (18, 20) fixiert wird und wobei ein Halter (26), an welchem ein Referenzkörper (28) sowie ein Abstandsmesser (34, 36) angeordnet sind, in einer das Objekt (14) berührungslos abtastenden Bewegung in zumindest einer ersten Richtung (x, y) gegenüber dem Referenzobjekt (18, 20) bewegt wird und wobei mittels des Abstandsmessers (34, 36) ein erster Abstand (38) zu einem ersten Punkt (52) des Oberflächenabschnitts des Objekts (14) und ein zweiter Abstand (40) zu einem hiermit korrespondierenden zweiten Punkt (54) des Referenzkörpers (28) bestimmt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei mittels zumindest eines dritten Abstandssensor (56, 58) der Abstand zwischen dem Referenzobjekt (18, 20) und dem Halter (26) bestimmt wird.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 oder 15, wobei anhand des ersten und des zweiten Abstandes (38, 40) sowie des Abstandes zwischen dem Referenzobjekt (18, 20) und dem Halter (26), die Position des ersten Punkts (52) in Bezug auf das Referenzobjekt (18, 20) bestimmt wird.

1/3

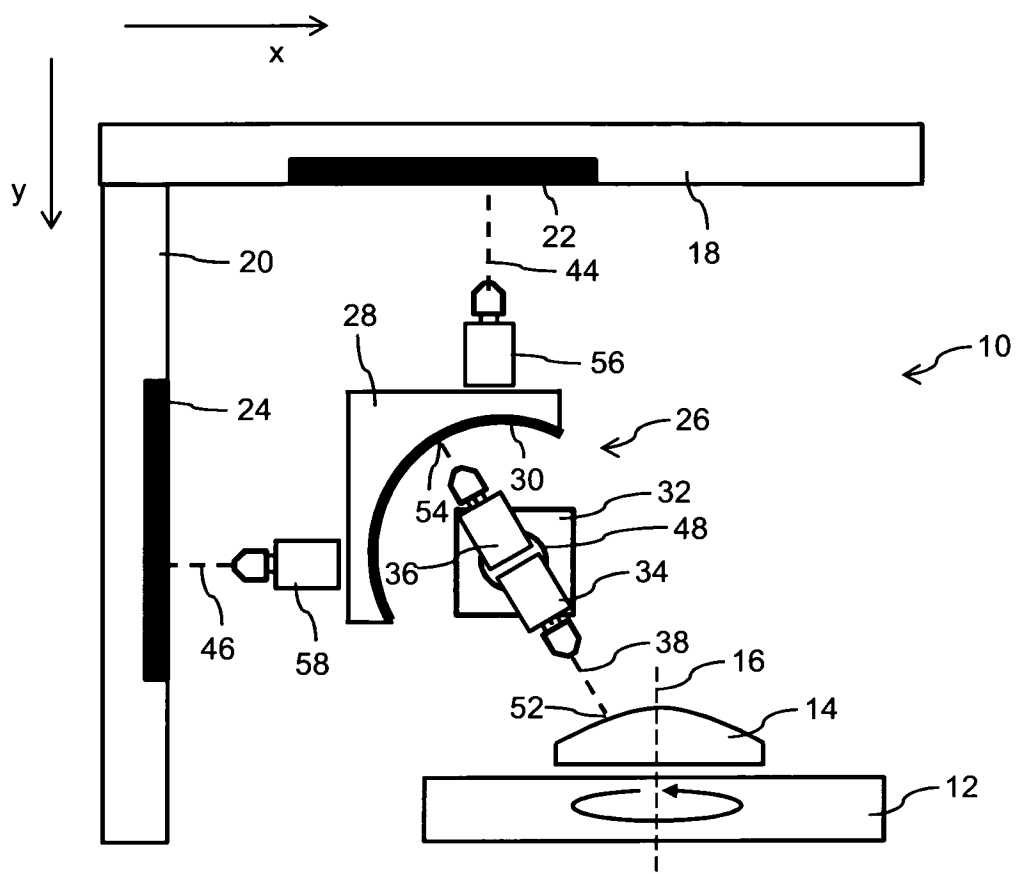


Fig. 1

2/3

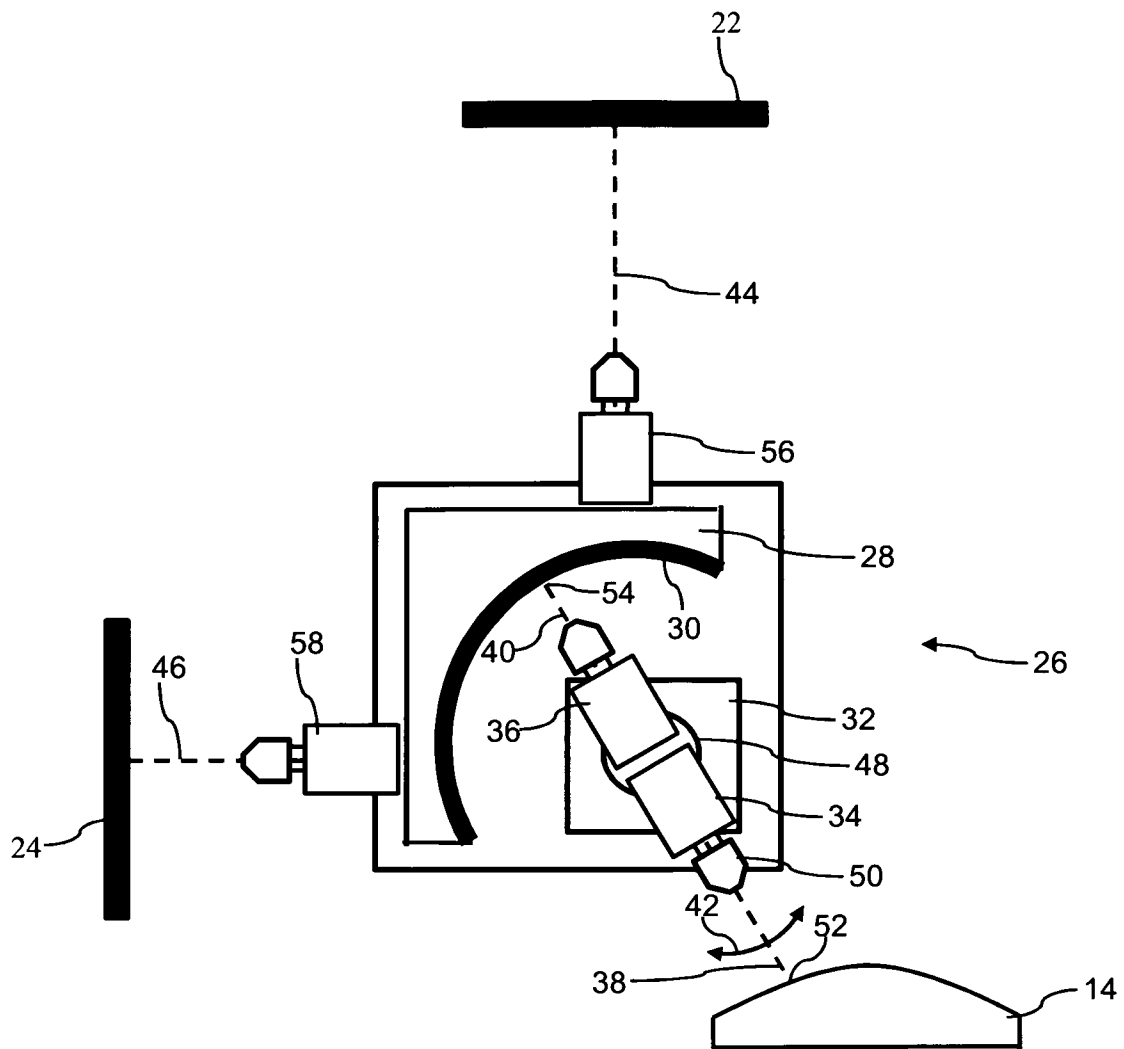


Fig. 2



3/3

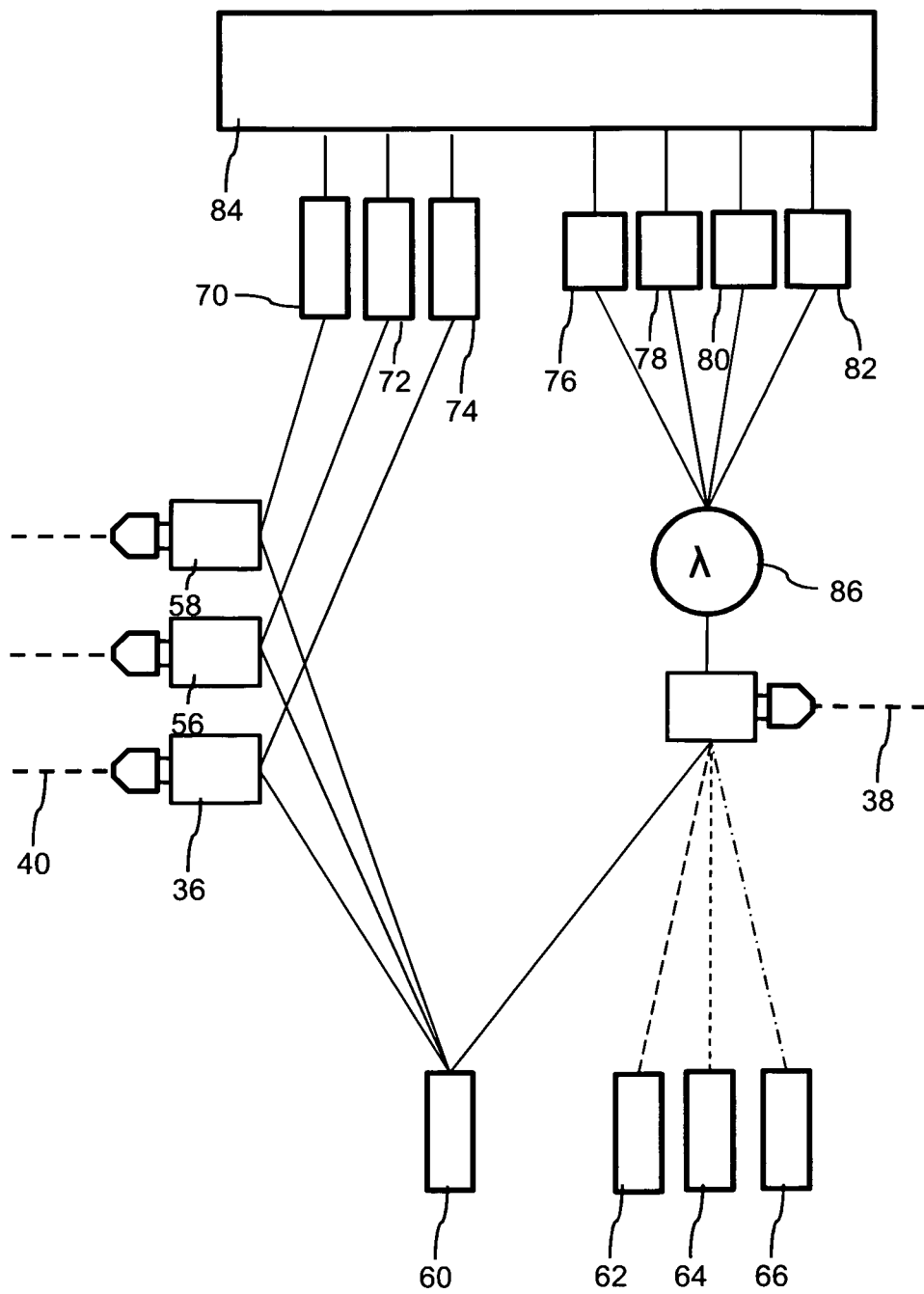


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/000575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01B21/04 G01B21/20  
ADD.

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)  
G01B

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 60 2004 004916 T2 (HENSELMANS RENS [NL]; ROSIELLE PETRUS CAROLUS [NL]) 22 November 2007 (2007-11-22) cited in the application the whole document	1
A	----- US 6 008 901 A (OHTSUKA MASARU [JP]) 28 December 1999 (1999-12-28) abstract; figures 1,8,9,11 column 3, lines 41-63 column 10, line 8 - column 13, line 43	1-16
A	----- US 2010/225926 A1 (VAN AMSTEL WILLEM DIRK [NL] ET AL) 9 September 2010 (2010-09-09) abstract paragraphs [0001], [0022] - [0027], [0037], [0038], [0042], [0116] figures 1,3,5,6 ----- -/-	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 May 2012

Date of mailing of the international search report

30/05/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Poizat, Christophe

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/000575

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2008 033942 B3 (LUPHOS GMBH [DE]) 8 April 2010 (2010-04-08) the whole document -----	1-16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/000575

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 602004004916 T2	22-11-2007	AT 354782 T	15-03-2007
		DE 602004004916 T2	22-11-2007
		DK 1668318 T3	18-06-2007
		EP 1519144 A1	30-03-2005
		EP 1668318 A1	14-06-2006
		ES 2281838 T3	01-10-2007
		PT 1668318 E	31-05-2007
		US 2006290942 A1	28-12-2006
		WO 2005031255 A1	07-04-2005
-----			
US 6008901 A	28-12-1999	NONE	
-----			
US 2010225926 A1	09-09-2010	EP 1992905 A1	19-11-2008
		EP 2150770 A2	10-02-2010
		US 2010225926 A1	09-09-2010
		WO 2008143502 A2	27-11-2008
-----			
DE 102008033942 B3	08-04-2010	DE 102008033942 B3	08-04-2010
		WO 2010006764 A2	21-01-2010
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/000575

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. G01B21/04 G01B21/20  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
G01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 60 2004 004916 T2 (HENSELMANS RENS [NL]; ROSIELLE PETRUS CAROLUS [NL]) 22. November 2007 (2007-11-22) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1
A	US 6 008 901 A (OHTSUKA MASARU [JP]) 28. Dezember 1999 (1999-12-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1,8,9,11 Spalte 3, Zeilen 41-63 Spalte 10, Zeile 8 - Spalte 13, Zeile 43 -----	1-16
A	US 2010/225926 A1 (VAN AMSTEL WILLEM DIRK [NL] ET AL) 9. September 2010 (2010-09-09) Zusammenfassung Absätze [0001], [0022] - [0027], [0037], [0038], [0042], [0116] Abbildungen 1,3,5,6 ----- -/-	1-16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
  - "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
  - "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
  - "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. Mai 2012	30/05/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Poizat, Christophe

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2008 033942 B3 (LUPHOS GMBH [DE]) 8. April 2010 (2010-04-08) das ganze Dokument -----	1-16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/000575

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 602004004916 T2	22-11-2007	AT 354782 T	15-03-2007
		DE 602004004916 T2	22-11-2007
		DK 1668318 T3	18-06-2007
		EP 1519144 A1	30-03-2005
		EP 1668318 A1	14-06-2006
		ES 2281838 T3	01-10-2007
		PT 1668318 E	31-05-2007
		US 2006290942 A1	28-12-2006
		WO 2005031255 A1	07-04-2005
-----			
US 6008901 A	28-12-1999	KEINE	
-----			
US 2010225926 A1	09-09-2010	EP 1992905 A1	19-11-2008
		EP 2150770 A2	10-02-2010
		US 2010225926 A1	09-09-2010
		WO 2008143502 A2	27-11-2008
-----			
DE 102008033942 B3	08-04-2010	DE 102008033942 B3	08-04-2010
		WO 2010006764 A2	21-01-2010
-----			