

(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  
1. Dezember 2016 (01.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2016/188620 A3**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*G01B 9/02* (2006.01)      *G01M 11/00* (2006.01)  
*G03F 7/20* (2006.01)      *G01B 11/24* (2006.01)  
*G02B 5/08* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/000820
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Mai 2016 (18.05.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 209 490.1 22. Mai 2015 (22.05.2015) DE
- (71) Anmelder: **CARL ZEISS SMT GMBH** [DE/DE];  
Rudolf-Eber-Strasse 2, 73447 Oberkochen (DE).
- (72) Erfinder: **HETZLER, Jochen**; Stöckenweg 12, 73434 Aalen (DE). **FUCHS, Sebastian**; Karlsplatz 7, 73433 Aalen (DE). **STIEPAN, Hans-Michael**; Gartenstrasse 111, 73430 Aalen (DE). **SCHUSTER, Karl-Heinz**; Rechbergstrasse 24, 89551 Königsbronn (DE).
- (74) Anwälte: **SUMMERER, Christian** et al.; Zeuner Summerer Stütz, Nußbaumstrasse 8, 80336 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERFEROMETRIC MEASURING ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : INTERFEROMETRISCHE MESSANORDNUNG

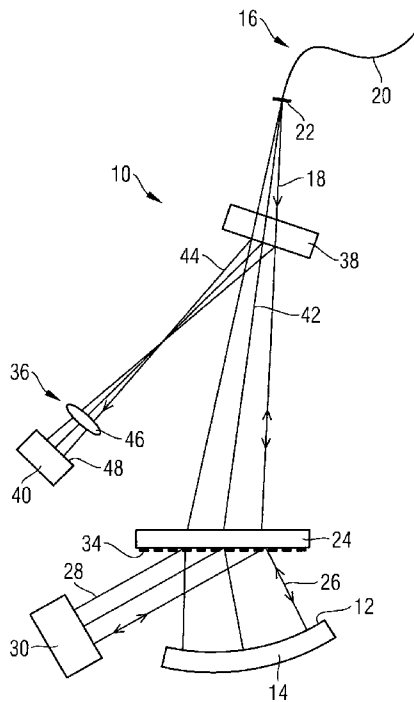


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a measuring arrangement (10) for interferometrically determining a shape of a surface (12) of a device under test (14). Said measuring arrangement (10) comprises a light source (16) for supplying an input wave (18) as well as a diffractive optical element (24). The diffractive optical element (24) is suitably designed to generate, from the input wave (18) by diffraction, a test wave (26) which is directed to the device under test (14) and which has a wavefront that is at least partially adjusted to an expected shape of the optical surface (12), and a reference wave (28). The measuring arrangement (10) further comprises a reflective optical element (30) for reflecting the reference wave (28) as well as a capturing device (36) for capturing an interferogram generated by superposing the test wave (26), upon its interaction with the device under test (14), and the reflected reference wave (28) following another diffraction of the two waves on the diffractive optical element (24) in a capturing plane (48). The invention further relates to a corresponding method for determining the surface shape of a device under test (14).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Messanordnung (10) zur interferometrischen Bestimmung einer Form einer Oberfläche (12) eines Testobjekts (14).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/188620 A3



- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
  - vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)
- (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:**

19. Januar 2017

---

Die Messanordnung (10) umfasst eine Lichtquelle (16) zum Bereitstellen einer Eingangswelle (18) und ein diffraktives optisches Element (24). Das diffraktive optische Element (24) ist geeignet konfiguriert, jeweils durch Beugung aus der Eingangswelle (18) einerseits eine auf das Testobjekt (14) gerichtete Prüfwelle (26) mit einer zumindest teilweise an eine Sollform der optischen Oberfläche (12) angepassten Wellenfront und andererseits eine Referenzwelle (28) zu erzeugen. Weiterhin enthält die Messanordnung (10) ein reflektives optisches Element (30) zur Rückreflexion der Referenzwelle (28) und eine Erfassungseinrichtung (36) zum Erfassen eines Interferogramms, welches durch eine Überlagerung der Prüfwelle (26) nach Wechselwirkung mit dem Testobjekt (14) und der rückreflektierten Referenzwelle (28), jeweils nach erneuter Beugung am diffraktiven optischen Element (24) in einer Erfassungsebene (48), erzeugt wird. Ferner betrifft die Erfindung ein entsprechendes Verfahren zur Bestimmung der Oberflächenform eines Testobjekts (14).

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2016/000820

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. G01B9/02 G03F7/20 G02B5/08 G01M11/00 G01B11/24  
 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 G03F G02B G01M

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MASARU KINO AND MIKIO KURITA: "Interferometric testing for off-axis aspherical mirrors with computer-generated holograms", APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, DC; US, vol. 51, no. 19, 1 July 2012 (2012-07-01), pages 4291-4297, XP001576955, ISSN: 0003-6935, DOI: 10.1364/AO.51.004291 [retrieved on 2012-06-22]	1,4-6,9,11
Y	the whole document	7,8,12
X	DE 196 43 074 A1 (SCHWIDER JOHANNES PROF DR [DE]) 13 November 1997 (1997-11-13)	1-6,9-11
Y	the whole document	7,8,12
	----- -/--	

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  25 August 2016	Date of mailing of the international search report  30/11/2016
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  Stanciu, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/000820

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2012 217800 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 3 April 2014 (2014-04-03) cited in the application the whole document -----	7,8,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP2016/000820

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
- 2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
- 3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

- 1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-12

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-12

Interferometric measuring apparatus for measuring surface contours, comprising a diffractive element as a beam splitter and beam combiner.

2. Claims 13, 14

A projection lens for microlithography with EUV radiation, containing a mirror; also the corresponding mirror.

3. Claim 15

A manufacturing process for a mirror with an operating temperature greater than 32°C, the surface of the mirror being scanned using a measuring apparatus that comprises a diffractive optical element.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/000820

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19643074	A1	13-11-1997	NONE
-----			
DE 102012217800	A1	03-04-2014	CN 104685317 A 03-06-2015
			DE 102012217800 A1 03-04-2014
			EP 2901101 A2 05-08-2015
			JP 2015535930 A 17-12-2015
			KR 20150046282 A 29-04-2015
			US 2015198438 A1 16-07-2015
			WO 2014048574 A2 03-04-2014
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01B9/02 G03F7/20 G02B5/08 G01M11/00 G01B11/24 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) G01B G03F G02B G01M		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MASARU KINO AND MIKIO KURITA: "Interferometric testing for off-axis aspherical mirrors with computer-generated holograms", APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, DC; US, Bd. 51, Nr. 19, 1. Juli 2012 (2012-07-01), Seiten 4291-4297, XP001576955, ISSN: 0003-6935, DOI: 10.1364/AO.51.004291 [gefunden am 2012-06-22]	1,4-6,9, 11
Y	das ganze Dokument	7,8,12
X	DE 196 43 074 A1 (SCHWIDER JOHANNES PROF DR [DE]) 13. November 1997 (1997-11-13)	1-6,9-11
Y	das ganze Dokument	7,8,12
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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
25. August 2016		30/11/2016
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  Stanciu, C

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2012 217800 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 3. April 2014 (2014-04-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	7,8,12

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:  
1-12

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

## 1. Ansprüche: 1-12

Interferometrische Messanordnung zum Messen von Oberflächenkonturen, mit einem diffraktiven Element als Strahlteiler und Strahlvereiniger.

---

## 2. Ansprüche: 13, 14

Projektionsobjektiv für Mikrolithographie mit EUV Strahlung, enthaltend einen Spiegel, und der entsprechende Spiegel.

---

## 3. Anspruch: 15

Herstellungsverfahren für einen Spiegel mit einer Betriebstemperatur von größer als 32 °C, wobei die Oberfläche des Spiegels ist vermessen mit einer Messanordnung, welche ein diffraktives optisches Element umfasst.

---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/000820

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19643074	A1	13-11-1997	KEINE
-----			
DE 102012217800	A1	03-04-2014	CN 104685317 A 03-06-2015
			DE 102012217800 A1 03-04-2014
			EP 2901101 A2 05-08-2015
			JP 2015535930 A 17-12-2015
			KR 20150046282 A 29-04-2015
			US 2015198438 A1 16-07-2015
			WO 2014048574 A2 03-04-2014
-----			