

(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
11. Juni 2020 (11.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/115111 A3

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 1/113 (2015.01) G02B 1/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/083628

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. Dezember 2019 (04.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 221 189.2
07. Dezember 2018 (07.12.2018) DE

(71) Anmelder: CARL ZEISS SMT GMBH [DE/DE]; Ru-
dolf-Eber-Strasse 2, 73447 Oberkochen (DE).

(72) Erfinder: SHKLOVER, Vitaliy; Paulstraße 23, 89522
Heidenheim (DE). PAZIDIS, Alexandra; Hülbenweg 14,
73457 Essingen-Lautenburg (DE).

(74) Anwalt: KOHLER SCHMID MÖBUS PATENT-
ANWÄLTE PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT
MBB; Gropiusplatz 10, 70563 Stuttgart (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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, 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.

(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).

(54) Title: METHOD FOR FORMING NANOSTRUCTURES ON A SURFACE AND OPTICAL ELEMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BILDEN VON NANOSTRUKTUREN AN EINER OBERFLÄCHE UND OPTISCHES
ELEMENT

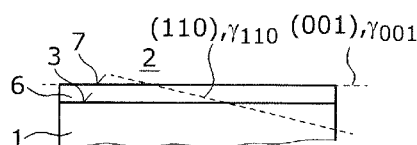


Fig. 3a

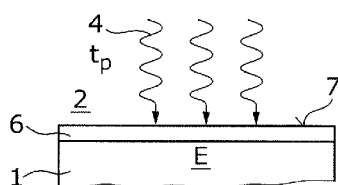


Fig. 3b

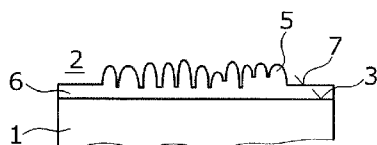


Fig. 3c

(57) Abstract: The invention relates to a method for forming reflection-reducing nanostructures (5) on a polished surface (3) of a crystalline ionic substrate (1) for transmission of radiation (11) in the FUV/VUV wavelength range, comprising: providing a surface (3, 7), which is not oriented along a lattice plane having minimal surface energy, on the substrate (1) or on a surface (7) of a layer (6) which is applied to the substrate (1) by a coating method, such as vacuum evaporation, and introducing an energy input (E) into the surface (7) for rearrangement of the surface (7), forming nanostructures (5), wherein the energy input (E) is generated by irradiating the surface (3, 7) with electromagnetic radiation (4). The invention also relates to an optical element for transmission of radiation in the FUV/VUV wavelength range.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bilden von reflexionsmindernden Nanostrukturen (5) an einer polierten Oberfläche (3) eines kristallinen, ionischen Substrats (1) zur Transmission von Strahlung (11) im FUV/VUV-Wellenlängenbereich, umfassend: Bereitstellen einer Oberfläche (3, 7), die nicht entlang einer Gitterebene mit minimaler Oberflächenenergie orientiert ist, an dem Substrat (1) oder an einer Oberfläche (7) einer durch ein Beschichtungsverfahren, beispielsweise Vakuum bedampfen, auf das Substrat (1) aufgetragenen Schicht (6), sowie Einbringen eines Energieeintrags (E) in die Oberfläche (7) zur Umlagerung der Oberfläche (7) unter Bildung der Nanostrukturen (5), wobei der Energieeintrag (E) durch Bestrahlen der Oberfläche (3, 7) mit elektromagnetischer Strahlung (4) erzeugt wird. Die Erfindung betrifft auch ein optisches Element zur Transmission von Strahlung im FUV/VUV-Wellenlängenbereich.

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:**

13. August 2020 (13.08.2020)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/083628

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 1/113**(2015.01)i; **G02B 1/12**(2006.01)i

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)

G02B

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1707994 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]; INST LASER TECHNOLOGY [JP]) 04 October 2006 (2006-10-04) paragraph [0014] - paragraph [0017]; figures 1-6; table 2	1-10,14-16
Y	AZUMI M ET AL. "Laser damage of calcium fluoride by ArF excimer laser irradiation" <i>BIOMEDICAL PHOTONICS AND OPTOELECTRONIC IMAGING</i> : 8 - 10 NOVEMBER 2000, BEIJING, CHINA; [PROCEEDINGS // SPIE, INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING : P, ISSN 0038-7355], SPIE, BELLINGHAM, WASH., US, Vol. 9632, 23 November 2015 (2015-11-23), pages 963213-963213 DOI: 10.1117/12.2192195 ISBN: 978-1-62841-832-3. XP060063634 page 2, paragraph 2 - page 7, paragraph 1; figures 1-7	1-10,14-16

☐ 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

26 February 2020

Date of mailing of the international search report

26 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Frisch, Anna Maria

Telephone No.

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:

1. claims: 1-10, 15, 16 (in full); 14 (in part)

Subject matter 1 relates to method for producing a structured surface on a substrate by means of irradiation with light, and to details of the substrate, its orientation and to an element produced by means of the method.

2. claim: 11 (in full); 14 (in part)

Subject matter 2 also relates to method for producing a nanostructured surface on a substrate by means of vapor deposition, and to an element produced by means of the method.

3. claims: 12, 13

Subject matter 3 also relates to method for producing a nanostructured surface on a substrate and to the application of a protective layer.

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.: **1-10, 15, 16(in full); 14(in part)**

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/083628

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	1707994	A1	04 October 2006	AT	519136	T	15 August 2011
				CN	1841097	A	04 October 2006
				EP	1707994	A1	04 October 2006
				JP	4791745	B2	12 October 2011
				JP	2006276282	A	12 October 2006
				KR	20060104938	A	09 October 2006
				TW	I289209	B	01 November 2007
				US	2006213880	A1	28 September 2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G02B1/113 G02B1/12

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G02B

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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 707 994 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]; INST LASER TECHNOLOGY [JP]) 4. Oktober 2006 (2006-10-04) Absatz [0014] - Absatz [0017]; Abbildungen 1-6; Tabelle 2 ----- -/--	1-10, 14-16



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

26. Februar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/06/2020

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

Frisch, Anna Maria

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	AZUMI M ET AL: "Laser damage of calcium fluoride by ArF excimer laser irradiation", BIOMEDICAL PHOTONICS AND OPTOELECTRONIC IMAGING : 8 - 10 NOVEMBER 2000, BEIJING, CHINA; [PROCEEDINGS // SPIE, INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING : P, ISSN 0038-7355], SPIE, BELLINGHAM, WASH., US, Bd. 9632, 23. November 2015 (2015-11-23), Seiten 963213-963213, XP060063634, DOI: 10.1117/12.2192195 ISBN: 978-1-62841-832-3 Seite 2, Absatz 2 - Seite 7, Absatz 1; Abbildungen 1-7 -----	1-10, 14-16

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:
1-10, 15, 16(vollständig); 14(teilweise)

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: 1-10, 15, 16(vollständig); 14(teilweise)

Gegenstand 1 bezieht sich auf ein Verfahren der Herstellung einer strukturierten Oberfläche auf einem Substrat mittels Bestrahlung mit Licht, sowie auf Details des Substrates, seiner Ausrichtung, sowie auf ein mittels des Verfahrens hergestelltes Element.

2. Ansprüche: 11(vollständig); 14(teilweise)

Gegenstand 2 bezieht sich ebenfalls auf ein Verfahren der Herstellung einer nanostrukturierten Oberfläche auf einem Substrat mittels einer Bedampfung, sowie auf ein mittels des Verfahrens hergestelltes Element.

3. Ansprüche: 12, 13

Gegenstand 3 bezieht sich ebenfalls auf ein Verfahren der Herstellung einer nanostrukturierten Oberfläche auf einem Substrat, sowie auf die Aufbringung einer Schutzschicht.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/083628

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1707994	A1	04-10-2006	AT 519136 T 15-08-2011
		CN 1841097 A 04-10-2006	
		EP 1707994 A1 04-10-2006	
		JP 4791745 B2 12-10-2011	
		JP 2006276282 A 12-10-2006	
		KR 20060104938 A 09-10-2006	
		TW I289209 B 01-11-2007	
		US 2006213880 A1 28-09-2006	
