

(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
13. Februar 2014 (13.02.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/023799 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C03B 37/012 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/066624

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. August 2013 (08.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 107 344.9
9. August 2012 (09.08.2012) DE

(71) Anmelder: **HERAEUS QUARZGLAS GMBH & CO.
KG** [DE/DE]; Quarzstrasse 8, 63450 Hanau (DE).

(72) Erfinder: **SCHOETZ, Gerhard**; Elsa-Brandstroemweg
21, 63741 Aschaffenburg (DE). **BRÄUER, Karsten**;
Königsberger Strasse 24, 63486 Bruchköbel (DE).
SCHMIDT, Richard; Hanauer Strasse 28, 63456
Hammersbach (DE). **BAUER, Peter**; Ziegelweg 8, 63500
Seligenstadt (DE). **SCHULTHEIS, Andreas**; Akazienweg
11, 63505 Langenselbold (DE). **BÖDIGER, Paul**;
Wingertstrasse 4, 63517 Rodenbach (DE). **LANGNER,
Andreas**; Am Josefsbrunnen 1, 63579 Freigericht (DE).

(74) Anwalt: **STAUDT, Armin**; Sandeldamm 24a, 63450
Hanau (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, IS, JP, KE, KG, 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, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AN OPTICAL PREFORM HAVING A POD CLADDING GLASS LAYER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER OPTISCHEN VORFORM MIT EINER POD-
MANTELGLASSCHICHT

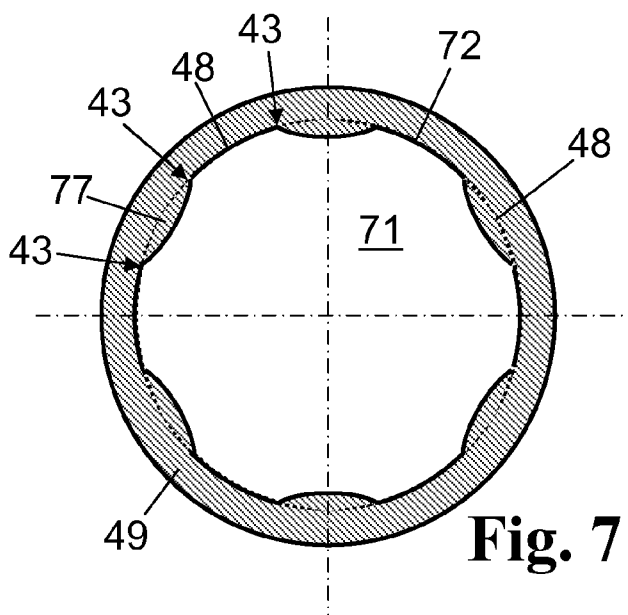


Fig. 7

(57) **Abstract:** The invention relates to a plasma deposition
process for producing an optical preform, which is
characterized by a cladding glass layer having a non-round
internal cross-section together with high fluorine doping
and axially and radially specified dopant distribution,
which in the simplest case is as uniform as possible. For
this purpose, a two-stage method is proposed, wherein a
substrate body having a non-round cross-section is first
reshaped into a coated substrate body having a circular
cross-section in that a POD filling layer made of quartz
glass having the nominal fluorine concentration is
deposited onto a present filling surface and rounded by
grinding, and then in the second stage of the method a POD
sheathing glass layer made of fluorine-doped quartz glass
and having a circular-ring-shaped cross-section is
deposited.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Plasma-
Abscheideprozess zur Herstellung einer optischen Vorform
angegeben, die sich durch eine Mantelglasschicht mit nicht-
rundem Innenquerschnitt bei hoher Fluordotierung und
axial und radial vorgegebener, im einfachsten Fall
möglichst gleichmäßiger Dotierstoffverteilung auszeichnet.
Hierzu wird ein zweistufiges Verfahren vorgeschlagen, bei
dem ein Substratkörper mit nichtrundem Querschnitt
zunächst

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

zu einem beschichteten Substratkörper mit kreisrundem Querschnitt umgestaltet wird, indem auf eine vorhandene Auffüllfläche eine POD-Füllschicht aus Quarzglas mit der Fluor-Nominalkonzentration abgeschieden und rundgeschliffen wird, und darauf in der zweiten Verfahrensstufe eine im Querschnitt kreisringförmige POD-Hüllglasschicht aus fluordotiertem Quarzglas abgeschieden wird.

Verfahren zur Herstellung einer optischen Vorform mit einer POD-Mantelglasschicht

5

Beschreibung

Technischer Hintergrund

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer optischen Vorform mit einer POD-Mantelglasschicht aus mit Fluor dotiertem Quarzglas, indem mittels eines Plasmabrenners SiO_2 -Partikel in Gegenwart von Fluor gebildet, diese auf
10 der Zylindermantelfläche eines zylinderförmigen und eine Längsachse aufweisenden Substratkörpers abgeschieden und direkt verglast werden, wobei der Substratkörper in Richtung seiner Längsachse gesehen einen nicht kreisrunden Querschnitt aufweist, bei dem sich zwischen Stützpunkten eines Hüllkreises mindestens ein Oberflächenabschnitt ohne Krümmung oder mit anderer Krümmung
15 als der Hüllkreis-Krümmung erstreckt.

Die optische Vorform wird direkt zu einer optischen Faser gezogen oder sie dient als stab- oder rohrförmiges Vorprodukt für die Faserherstellung. In radialer Richtung zeigt sie einen nicht-homogenen Verlauf des Brechungsindex, der von der Fluor-Dotierung der Mantelglasschicht mitbestimmt wird.

20 Von der Kreisform abweichende Querschnitte bewirken in optischen Bauteilen eine Veränderung der Lichtführung, insbesondere werden dadurch Lichtmoden (so genannte Helixmoden) behindert und verändert, was bei Laseranwendungen ein effektiveres Einkoppeln von Pumplicht in den laseraktiven Kern ermöglicht.

Stand der Technik

25 Ein übliches POD-Verfahren (Plasma Outside Deposition) zur Herstellung einer Vorform ist beispielsweise in der EP 1 997 783 A2 beschrieben. Dabei wird auf dem Zylinderaußenmantel eines Kernstabs aus Quarzglas eine Mantelglasschicht aus mit Fluor dotiertem Quarzglas erzeugt. Eine derartige Schicht wird hier und im

Folgenden als „POD-Mantelglasschicht“ bezeichnet. Zur Erzeugung der POD-Mantelglasschicht wird einem Plasmabrenner eine Siliziumverbindung, Sauerstoff und eine Fluorverbindung zugeführt, der dabei entlang des um seine Längsachse rotierenden Kernstabs reversierend bewegt wird. Durch Reaktion der Ausgangs-

5 substanzen in der Plasmaflamme bildet sich mit Fluor dotiertes SiO_2 , das auf dem Kernglas schichtweise abgeschieden und dabei unter Bildung der fluorhaltigen SiO_2 -Mantelglasschicht direkt verglast wird.

Der Kernstab weist in der Regel ein radial homogenes Brechzahlprofil auf. Er besteht meist aus undotiertem Quarzglas, kann aber auch den Brechungsindex

10 verändernde Dotierstoffe enthalten. Die Fluordotierung der Mantelglasschicht bewirkt eine Absenkung des Brechungsindex gegenüber undotiertem Quarzglas und damit eine Brechzahldifferenz Δn zwischen dem Kernglas und dem Mantelglas. Eine hohe Brechzahlabenkung erfordert eine hohe Fluor-Dotierung. Dies wird erreicht, indem die Mantelglasschicht direkt beim Abscheiden verglast und

15 auf diese Weise das leicht diffundierende Fluor im Quarzglas eingeschlossen wird.

Es ist bekannt, dass der Grad der Fluordotierung von der Oberflächentemperatur des Kernstabs abhängt und mit zunehmender Temperatur abnimmt. Eine Temperaturänderung während des Abscheideprozesses kann deshalb zu inhomogener

20 Fluordotierung der Mantelglasschicht führen. Die Wirkung der Oberflächentemperatur auf den Grad der Fluordotierung macht sich bei Kernstäben (und allgemein bei Substratkörpern) mit nicht-rundem Querschnitt bemerkbar.

Dabei kommt es - sei es durch die während des rotierenden Aufbaus unterschiedlichen Abstände zwischen Kernstaboberfläche und Plasmabrenner oder durch

25 andere Aufheizeffekte - zu einer azimuthalen Variation der Temperatur auf der Kernstaboberfläche. Dies hat Auswirkungen sowohl auf den Grad der Fluordotierung als auch auf das Verschmelzen der auf der Oberfläche abgeschiedenen SiO_2 -Partikel.

So ist beispielsweise die Oberflächentemperatur bei der Beschichtung eines Kernstabs mit D-förmiger Querschnittsfläche auf der Abflachung deutlich geringer als auf der Rundung. Auf der Abflachung wird daher mehr Fluor in die Glasmatrix eingebaut als auf der Rundung, so dass das auf der Abflachung abgeschiedene

5 fluordotierte Quarzglas eine geringere Brechzahl aufweist als das auf der Rundung abgeschiedene Quarzglas. Es kommt folglich zu einer azimuthalen Brechzahlvariation, die dem azimuthal variierenden Fluorgehalt der abgeschiedenen Quarzglasschicht beziehungsweise der der azimuthal variierenden Oberflächen-

temperatur während der Beschichtung entspricht.

10 Infolge der tieferen Temperatur im Bereich der Abflachung besteht außerdem die Gefahr, dass das abgeschiedene SiO_2 nicht vollständig verschmolzen wird und sich so Blasen bilden können. Daher müssen die für die Oberflächentemperatur maßgeblichen POD-Prozessparameter, wie Leistung und Gasflüsse, laufend so geändert und so angepasst werden, dass es auch im Bereich der Abflachung zu

15 einem Verschmelzen der abgeschiedenen SiO_2 -Partikel kommt.

Aus diesem Grunde kommt die DE 10 2009 004 756 A1 zum Schluss, dass das POD-Abscheideverfahren bei Substratkörpern mit Abweichungen von der Kreiszylindergeometrie - insbesondere bei Stäben mit rechteckförmigem Querschnitt - nicht geeignet sei, weil sich bei der Rotation dieser Substratkörper um ihre

20 Längsachse der Abstand zwischen Plasmabrenner und Substratkörper-Oberfläche laufend so stark ändert, dass unterschiedliche Abscheidebedingungen und Abscheidetemperaturen auftreten, die eine inhomogene Abscheidung der POD-Mantelglasschicht verursachen.

Der Ausweg aus dieser Problematik wird in einer Überfangtechnik gesehen. Vor-

25 zugsweise wird dabei ein vorgefertigtes Mantelglasrohr aus fluordotiertem Quarzglas auf einem Dorn vorkollabiert, so dass dessen Innenform bereits an die Rechteckform des zu überfangenden Kernstabs angepasst ist, und beim Überfangen ein vorgegebenes Spaltmaßbereich im Bereich von 1 bis 3 mm eingehalten werden kann. Beim Aufkollabieren des in Rechteckform vorkollabierten Mantel-

30 glasrohres wird im Spalt zwischen Kernstab mit den Abmessungen 15,9 x 5,8 mm

und mit Fluor dotiertem Mantelglasrohr ein Vakuum erzeugt, so dass das erweichte Mantelglas sowohl in radialer als auch in azimuthaler Richtung fließt.

Diese Kombination von Abscheidetechnik und Überfangtechnik zur Erzeugung der Mantelglasschicht erfordert jedoch mehrere zusätzliche Verfahrensschritte und ist zeit- und kostenaufwändig. Zudem ist es schwierig, eine gleichbleibend hohe Qualität der Grenzfläche zwischen Kernstab und aufkollabiertem Mantelglasrohr zu gewährleisten.

Es ist weiterhin aus US 4,859,223 A die Herstellung einer optischen Vorform bekannt, wobei auf einem nicht-runden Substratkörper aus Germanium oder Fluor dotiertem Quarzglas eine ebenfalls fluordotierte Mantelglas-Sootschicht mittels VAD (Vapor Phase Axial Deposition) oder OCVD (Outside Chemical Vapor Deposition) Verfahren abgeschieden und anschließend gesintert wird. Der Substratkörper hat eine "Doppel-D Form", d. h. zwei sich gegenüberliegende plane Flächen und zwei leicht konvex gekrümmte Flächen. Die Sootschicht umhüllt diesen nicht-runden Substratkörper in zylindrischer Form mit kreisrundem Querschnitt. Beim Sintern passt sich die Mantelschicht mehr oder weniger der Form des Substratkörpers an, so dass die Vorform entweder einen annähernd ovalen Querschnitt aufweist, oder eindeutig eine dem Querschnitt des Substratkörpers entsprechende "Doppel-D-Form" zeigt, die durch Anschleifen der zwei planen Flächen noch deutlicher ausgearbeitet wird.

Die Herstellbedingungen bei Direktverglasung (POD-Verfahren) unterscheiden sich wesentlich von denen mit Sootabscheidung und nachgeordneter Verglasung (VAD bzw. OCVD Verfahren), insbesondere im Hinblick auf die Wirkung der Oberflächentemperatur des Substratkörpers auf die Homogenität der Fluordotierung in der Mantelglasschicht.

Technische Aufgabenstellung

Bisher treten bei der Erzeugung von Mantelglasschichten auf nicht-runden Substratkörpern mittels POD-Abscheidung die oben beschriebenen, azimuthalen Variationen der Brechzahl auf.

- 5 Das POD-Abscheidungsverfahren ist an und für sich besonders gut geeignet, auf einen Substratkörper Schichten aus Quarzglas mit hoher Konzentration an Dotierstoff bei hoher Qualität der Grenzfläche aufzubringen. Es ist daher wünschenswert, dieses Verfahren auch für die Erzeugung von Mantelglasschichten auf Substratkörpern mit nicht-rundem Querschnitt einsetzen zu können.
- 10 Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer Vorform anzugeben, die sich durch eine Mantelglasschicht mit nicht-rundem Innenquerschnitt bei hoher Fluordotierung und axial und radial vorgegebener, im einfachsten Fall möglichst gleichmäßiger Dotierstoffverteilung auszeichnet und bei dem das Ausfallrisiko infolge hoher mechanischer Spannungen und die Gefahr von Blasenbildung infolge unterschiedlicher Oberflächentemperaturen des
- 15 Substratkörpers beim Abscheideprozess verringert ist.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

- Diese Aufgabe wird ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Erzeugen der POD-Mantelglasschicht folgende Verfahrensschritte umfasst:
- 20

- (a) Erzeugen einer POD-Füllschicht aus Quarzglas mit der Fluor-Nominalkonzentration auf dem Oberflächenabschnitt, unter Ausbildung eines beschichteten Substratkörpers mit kreisrundem Querschnitt mit einem Radius, der mindestens so groß ist wie der des Hüllkreises, und
- 25 (b) Abscheiden einer im Querschnitt kreisringförmigen POD-Hüllglasschicht aus fluordotiertem Quarzglas auf dem beschichteten Substratkörper.

Der Substratkörper mit nicht-rundem Querschnitt hat mindestens einen Oberflächenabschnitt, der entweder flach ist oder der eine Krümmung aufweist, die in

dem Sinne anders ist als die des Hüllkreises, als dass deren Krümmung weniger oder stärker gekrümmt ist oder ein anderes Vorzeichen hat als die Krümmung des fiktiven Hüllkreises um die Stützpunkte, zwischen denen sich der Oberflächenabschnitt erstreckt. Der Einfachheit halber wird dieser Oberflächenabschnitt im Folgenden auch kurz als „Auffüllfläche“ bezeichnet.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Herstellung der POD-Mantelglasschicht mit nicht-rundem Innenquerschnitt in zwei Stufen, die beide einen POD-Abscheideprozess beinhalten.

In einer ersten Stufe wird auf der Auffüllfläche eine POD-Füllschicht erzeugt. Die Besonderheiten dieser Füllschicht bestehen in ihrer chemischen Zusammensetzung und in ihrer geometrischen Form. Sie besteht aus Quarzglas mit einem Fluorgehalt entsprechend der Nominal-Konzentration, und sie füllt die Auffüllfläche soweit auf, dass sich für den Substratkörper insgesamt ein kreisrunder Querschnitt ergibt. Im Idealfall entspricht der Radius dieses kreisrunden Querschnitts genau dem Hüllkreis-Radius um die Stützpunkte; er kann aber auch etwas größer oder kleiner sein.

In der zweiten Stufe wird auf dem dann kreisrund beschichteten Substratkörper eine Mantelglasschicht in üblicher Weise mittels POD-Abscheideprozess erzeugt. Dabei stellt sich wegen der vorher geschaffenen Rundheit des Substratkörpers das Problem von Temperaturunterschieden an Kanten nicht, so dass eine homogene Fluordotierung in der Mantelglasschicht mit kreisrundem Querschnitt ohne Schwierigkeiten erhalten werden kann.

Wenn der Fluorgehalt sowohl der in zweiter Stufe erzeugten, kreisrunden POD-Mantelglasschicht als auch der in der ersten Stufe erzeugten POD-Füllschicht der Fluor-Nominalkonzentration entspricht, ergibt sich insgesamt eine homogen dotierte und mittels POD-Verfahren erzeugte und auf dem Substratkörper aufgebraachte POD-Hüllglasschicht mit nicht-rundem Innen- und mit rundem Außenquerschnitt.

POD-Füllschicht und kreisrunde POD-Hüllglasschicht bilden zusammen die POD-Mantelglasschicht. Die Fluorkonzentration der Hüllglasschicht kann an spezifi-

sche Anforderungen angepasst sein. Auch wenn der Fluorgehalt der Hüllglasschicht von der Fluor-Nominalkonzentration abweicht, ergibt sich der Vorteil von homogenen und reproduzierbar herstellbaren Fluordotierungen innerhalb dieser beiden Schichten.

- 5 Das Erzeugen der POD-Füllschicht auf der Auffüllfläche in der Vorstufe umfasst vorzugsweise folgende Verfahrensschritte:

(aa) Abscheiden einer POD-Vorläuferschicht aus dem Quarzglas mit der Fluor-Nominalkonzentration auf dem Oberflächenabschnitt,

- 10 (bb) Abtragen den Hüllkreis überragender Bereiche der POD-Vorläuferschicht unter Ausbildung des beschichteten Substratkörpers mit kreisrundem Querschnitt.

Im ersten Schritt wird – wie bereits beschrieben – mittels POD-Abscheideprozess auf der Auffüllfläche eine mit Fluor in der Nominalkonzentration dotierte Quarzglasschicht erzeugt. Diese POD-Vorläuferschicht füllt den Bereich von der Substratkörper-Oberfläche zum Hüllkreis vollständig auf, kann sich aber auch darüber hinaus erstrecken. Der Abscheideprozess kann in dieser ersten Stufe an die Abscheidung auf der Auffüllfläche angepasst und auf die Qualität der POD-Vorläuferschicht optimiert sein, also beispielsweise auf den Grad und auf die Homogenität der Fluorkonzentration. Da überflüssige Schichtbereiche nachträglich abgetragen werden, muss auf die Homogenität und Blasenbildung in den später abzutragenden Bereichen keine Rücksicht genommen werden.

20 Wichtig ist auch, dass die POD-Vorläuferschicht zwischen den Stützpunkten ausreichend dick ist, in dem Sinne, dass im nachfolgenden zweiten Schritt ein mechanisches Abtragen möglich ist, das aus der POD-Vorläuferschicht eine POD-Füllschicht im oben beschriebenen Sinne erzeugt und das zu dem beschichteten Substratkörper mit kreisrundem Querschnitt führt.

Das Abtragen überflüssiger Schichtbereiche erfolgt in bekannter Weise mechanisch durch Fräsen, Schleifen, Polieren und dergleichen, wobei im Idealfall alle den Hüllkreis überragenden Bereiche der POD-Vorläuferschicht entfernt werden.

30 Auf diese Weise wird über der Auffüllfläche ein Bereich aus Quarzglas mit der

Fluor-Nominalkonzentration erzeugt, der von einem Kreisbogen zwischen den Stützpunkten begrenzt ist, dessen Radius genau dem Hüllkreis-Radius entspricht. Geringfügig größere oder kleinere Radien sind akzeptabel, wobei im letztgenannten Fall ein Teil des Substratkörpers um die Stützpunkte abgetragen wird.

- 5 Für das Abscheiden der POD-Vorläuferschicht auf der Auffüllfläche gemäß Verfahrensschritt (aa) haben sich zwei verschiedene Verfahrensvarianten als günstig erwiesen.

Bei der einen ist vorgesehen, dass beim Abscheiden der POD-Vorläuferschicht der Substratkörper um die Längsachse kontinuierlich rotiert wird, um eine den
10 Zylindermantel des Substratkörpers ringförmig umschließende, umlaufende POD-Vorläuferschicht abzuscheiden.

Der Innenquerschnitt der so erzeugten POD-Vorläuferschicht bildet das Außenprofil des Substratkörpers ab; sie ist also ringförmig aber nicht kreisringförmig. Dabei wird in Kauf genommen, dass der Fluorgehalt des Quarzglasbeispiels-
15 weise im Bereich der Hüllkreis-Stützpunkte – wegen der dort höheren Temperatur – geringer ist als im Bereich der Auffüllfläche. Wichtig ist, dass der aus der Auffüllfläche abgeschiedene Quarzglas die Fluorkonzentration der Nominalkonzentration hat und blasenfrei ist; und daraufhin wird der Abscheideprozess optimiert. Denn im zweiten Verfahrensschritt werden die Quarzglasbereiche mit geringerer
20 Fluorkonzentration abgetragen, so dass nur die POD-Füllschicht über der Auffüllfläche zwischen den Stützpunkten übrig bleibt.

Bei der anderen Verfahrensvariante wird die POD-Vorläuferschicht ausschließlich oder überwiegend auf dem Oberflächenabschnitt abgeschieden.

Das Abscheiden und Verglasen der SiO₂-Partikel erfolgt hierbei überwiegend oder
25 der ausschließlich zur Auffüllung der Auffüllfläche des Substratkörpers. Dieser wird dabei entweder in einer Richtung entlang des Plasma-Abscheidebrenners gedreht, wobei die Umdrehungsgeschwindigkeit im Bereich der Auffüllfläche geringer ist als außerhalb davon, oder der Substratkörper wird reversierend im Bereich der Auffüllfläche hin- und zurückgedreht bis der Bereich der Auffüllfläche
30 zwischen den Stützpunkten aufgefüllt ist, oder die Auffüllfläche wird ganz ohne

Verdrehen des Substratkörpers um seine Längsachse durch POD-Abscheidung aufgefüllt. Im Fall mehrerer Auffüllflächen wird nacheinander mit jeder Auffüllfläche entsprechend verfahren.

5 Auch bei dieser Vorgehensweise muss anschließend überschüssiges Material abgetragen werden, um einen beschichteten Substratkörper mit exakt rundem Querschnitt zu erhalten. Sie hat aber gegenüber der erstgenannten Verfahrensvariante den Vorteil, dass ein gezielteres Auffüllen der Auffüllfläche mit weniger Aufwand und Materialverlust beim nachfolgenden Abtragen ermöglicht wird.

10 Wie bereits erwähnt, werden beim Verfahrensschritt (bb) bevorzugt alle den Hüllkreis überragenden Bereiche der POD-Vorläuferschicht abgetragen.

Die den Hüllkreis überragenden Bereiche beeinträchtigen entweder die ideale Kreisform des Substratkörpers oder sie bestehen aus Quarzglas mit einer Fluorkonzentration unterhalb der Nominalkonzentration. Im Idealfall werden genau diese überflüssigen Bereiche abgetragen, so dass ein beschichteter Substratkörper erhalten wird, dessen Außendurchmesser genau dem des Hüllkreises entspricht.

Bei dem Substratkörper handelt es sich in der Regel um einen Kernstab, eine Vorform für optische Fasern oder um ein Substratrohr aus dotiertem oder aus nicht dotiertem Quarzglas. Der nicht-kreisrunde Querschnitt ist beispielsweise
20 oval, polygonal, insbesondere quadratisch, rechteckig, 6-eckig, 8-eckig oder trapezförmig, gerillt, blütenförmig, sternförmig oder er hat an einer Seite oder an mehreren (vorzugsweise gegenüberliegenden) Seiten plane Flächen oder leicht nach innen (konkav) oder nach außen (konvex) gekrümmte Flächen, so dass eine oder mehrere Auffüllflächen gegenüber der Kreisform erzeugt werden. Zur Bezeichnung einer Ausführungsform mit Kreis und einer Flachseite hat sich der Begriff „D-Form“ durchgesetzt. Davon abgeleitet werden Kreisquerschnitte mit zwei
25 oder vier gegenüberliegenden Flachseiten auch als „Doppel-D-Form“ beziehungsweise als „Vierfach-D-Form“ bezeichnet.

Wird ein Substratkörper eingesetzt, der in Richtung seiner Längsachse gesehen einen polygonalen Querschnitt aufweist, so liegen vorzugsweise alle Ecken des Polygons auf dem Hüllkreis.

Ein derartiger Kernstab-Querschnitt erleichtert die Herstellung der Füllschicht auf
5 den Oberflächenabschnitten zwischen den Hüllkreis-Stützpunkten.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und einer Patentzeichnung näher erläutert. Im Einzelnen zeigt

10 **Figur 1** eine Vorrichtung zur Herstellung einer Vorform nach dem POD-Verfahren in schematischer Darstellung,

Figur 2 eine optische Faser mit quadratischem Kern in einem radialen Schnitt,

Figur 3 einen Scan einer IM-FTS-Brechzahlanalyse entlang der in Figur 2 eingezeichneten Scanlinie,

15 **Figuren 4 bis 6** Verfahrensschritte zur Herstellung einer Vorform anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgehend von einem Substratkörper mit einem Querschnitt mit Vierfach-D-Form, und

Figuren 7 bis 10 Querschnitte verschiedener Ausführungsformen von optischen Vorformen, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhalten werden können.

20 **Figur 2** zeigt einen Querschnitt einer optischen Faser. Der im Querschnitt quadratische Faserkern 21 aus undotiertem Quarzglas ist von einem Fasermantel 22 aus fluordotiertem Quarzglas umgeben, der einen quadratischen Innenquerschnitt und einen runden Außenmantel aufweist. Die Seitenlänge des Faserkerns 21 liegt bei 75 µm und der Faserdurchmesser bei 120 µm. Das fluordotierte Quarzglas
25 des Fasermantels 22 ist durch traditionelle POD-Abscheidung auf einem quadratischen Kernstab erzeugt worden.

Die Faser wurde einer Brechzahlmessung mittels IM-FTS (Interference Microscopy + Fourier Transform Spectroscopy) unterzogen. Diese Messungen zeigen die azimutale Brechzahlvariation im Fasermantel 22. Die Brechzahlvariationen sind umso größer, je stärker der eingesetzte Kernstab von der Kreisform abweicht. In

5 Figur 2 ist eine Scanlinie 23 für eine charakteristische Messung eingezeichnet; sie verläuft außermittig von der Mitte einer Seite 24 zu einer gegenüber liegenden Ecke 25 des quadratischen Faserkerns 21.

Das Ergebnis der IM-FTS-Messung für die Scanlinie 23 ist in **Figur 3** dargestellt.

Auf der y-Achse ist die Brechzahldifferenz Δn zu undotiertem Quarzglas aufgetragen und auf der x-Achse die Position P entlang der Scanlinie 23 in μm . Im Bereich

10 des Faserkerns 21 ist die Brechzahldifferenz $\Delta n = 0$. Das Brechzahlprofil zeigt, dass die Brechzahl des auf der flachen Seite 24 des Fasermantels 22 (mit 22/24 bezeichnet) abgeschiedenen fluordotierten Quarzglases stärker abgesenkt ist ($\Delta n = 17,3 \times 10^{-3}$) als die Brechzahl des fluordotierten Quarzglases, das in der Nähe

15 he der Ecke 25 des Fasermantels 22 (mit 22/25 bezeichnet) abgeschieden wurde ($\Delta n = 13,8 \times 10^{-3}$). Dies wird auf die höhere Oberflächentemperatur beim Abscheidungsprozess im Bereich der Kernstab-Ecke 25 zurückgeführt.

Um diesen Effekt zu vermeiden, wird das fluordotierte Mantelglas gemäß der Erfindung in einem mehrstufigen Abscheidungsprozess erzeugt, der im Folgenden anhand der Figuren 4 bis 6 am Beispiel der Beschichtung eines Kernstabs mit 4D-

20 förmiger Querschnittsfläche näher erläutert wird.

In dem in **Figur 4** gezeigten radialen Querschnitt hat der Kernstab 41 aus undotiertem Quarzglas vier sich paarweise gegenüber liegende mehr oder wenige flache Seiten (Auffüllflächen 42), verbunden über vier runde Ecken 43. Der Querschnitt zeigt eine vierzählige Symmetrie um die Kernstab-Längsachse. Alle Kanten liegen auf einem Hüllkreis 48 um den Querschnitt des Kernstabs 41. Dieser

25 hat im Ausführungsbeispiel vier Stützstellen an den runden Ecken 43. Grundsätzlich wird unter dem Hüllkreis derjenige Kreis verstanden, der den Kernstab-Querschnitt mit kleinst-möglichem Durchmesser vollständig umhüllt.

Auf dem um seine Längsachse rotierenden Kernstab 41 wird anhand eines üblichen POD-Abscheideprozesses eine umlaufende, geschlossene Mantelglasschicht 44 aus fluordotiertem Quarzglas erzeugt. Die höhere Temperatur während der Abscheidung im Bereich der Ecken 43 bewirkt dort eine geringere Fluordotierung und damit eine geringere Brechzahlablenkung als im Bereich der Auffüllflächen 42, wie oben anhand der Figuren 2 und 3 erläutert. In Figur 4 sind in dunkelgrauer Farbe die höher fluordotierten Bereiche 45 mit starker Brechzahlablenkung und in hellgrauer Farbe die Bereiche 46 mit reduziertem Fluoreinbau und geringerer Brechzahlablenkung schematisch dargestellt.

Die POD-Prozessparameter sind dabei so eingestellt, dass sich in den auf den flachen Seiten 42 abgeschiedenen Bereichen 45 eine Fluorkonzentration einstellt, die eine Brechzahlablenkung von $\Delta n = 17,3 \times 10^{-3}$ bewirkt; dies ist die Fluor-Nominalkonzentration.

Der POD-Abscheideprozess wird so lange fortgeführt, bis die Dicke der aufgebauten Mantelglasschicht 44 im den Bereichen 45, welche die Fluor-Nominalkonzentration haben, mindestens so groß ist, dass der Hüllkreis 48 vollständig aufgefüllt ist. Mit anderen Worten: der Abscheideprozess wird beendet, sobald auf den Auffüllflächen 42 des Kernstab-Profils so viel Mantelglasmasse mit der Fluor-Nominalkonzentration abgelagert ist, dass diese den Bereich zwischen Kernstab 41 und seinem Hüllkreis 48 vollständig ausfüllt.

Im zweiten Schritt wird die Außengeometrie des so erhaltenen Rohlings mechanisch rund geschliffen, und zwar derart, dass der Enddurchmesser nach dem Abschleifen dem Hüllkreis-Durchmesser entspricht. **Figur 5** zeigt das so erhaltene Halbzeug 51 im Querschnitt. Dieser ist kreisrund, wobei die Auffüllflächen 42 des 4D-förmigen Kernstabs 41 mit Kreisabschnitten 47 aus fluordotiertem Quarzglas belegt sind, die einen ersten Teil der endgültigen POD-Mantelglasschicht ausmachen und die eine POD-Füllschicht im Sinne der Erfindung bilden. Wichtig ist, dass die nach dem Abschleifen verbleibenden Mantelglas-Kreisabschnitte 47 aus Quarzglas mit annähernd der Fluor-Nominalkonzentration bestehen und dass sie

auf dem Profil des Kernstabs 41 zusammen einen runden Gesamtquerschnitt ergeben.

Der runde Gesamtquerschnitt ist Voraussetzung dafür, dass im dritten Schritt, in dem das Halbzeug 51 weiter mittels POD-Prozess mit fluordotiertem Quarzglas beschichtet wird, eine homogene Beladung des Quarzglases mit Fluor erreicht werden kann. Denn infolge der Rundheit im Querschnitt ergibt sich eine gleichmäßige Temperatur beim Abscheideprozess, so dass sich in der neu aufgebauten POD-Hüllglasschicht 49 mit kreisringförmigem Querschnitt eine azimuthal gleichmäßige Brechzahl einstellt. Die Grenzfläche zwischen den Mantelglas-Kreisabschnitten 47 und der Hüllglasschicht 49 hat die gute Qualität, wie sie bei POD-Abscheideprozessen standardmäßig erreichbar ist.

Die so erzeugte Vorform 50 ist schematisch in **Figur 6** gezeigt. Die Vorform 50 weist zwei in unterschiedlichen POD-Abscheideprozessen erzeugte Mantelglasbereiche auf, nämlich die POD-Füllschicht (Kreisabschnitte 47) und die POD-Hüllglasschicht 49. Die Brechzahl der POD-Hüllglasschicht 49 ist möglichst genau an die Brechzahl des Glases der Kreisabschnitte 47 angepasst, was eine Fluorbeladung entsprechend der Fluor-Nominalkonzentration erfordert. Die Brechzahl der POD-Hüllglasschicht 49 kann aber relativ zum Glas der POD-Füllschicht 47 auch niedriger oder höhere eingestellt werden, wobei ersteres in der Regel vorteilhaft ist. Im Fall gleicher Dotierstoff-Konzentrationen ist eine Grenzfläche nicht erkennbar. Die punktierte Linie deutet lediglich den vorherigen Hüllkreis 48 an.

Eine geeignete Vorrichtung zur Herstellung der Mantelglasschicht 44 und der POD-Hüllglasschicht 49 mit jeweils kreisringförmigem Querschnitt ist schematisch in **Figur 1** dargestellt. Zum Abscheiden der POD-Hüllglasschicht 49 wird das Halbzeug 51 in einer Abscheidekammer 1 mittels POD-Verfahren mit fluordotiertem Quarzglas beschichtet. Das Halbzeug 51 wird mit horizontal orientierter Längsachse 4 mittels stirnseitig angeschweißter Halterohre 5 in den Spannbacken einer (nicht dargestellten) Glasdrehbank gehalten. Mittels der Glasdrehbank ist das Halbzeug 51 nicht nur um seine Längsachse 4 rotierbar, sondern auch entlang der Längsachse 4 reversierend hin- und herbewegbar.

Dem Plasmabrenner 6 werden als Ausgangssubstanzen SiCl_4 , Sauerstoff und SF_6 zugeführt und diese in der Plasmaflamme 7 zu SiO_2 -Partikeln umgesetzt. Die Plasmaflamme 7 wird innerhalb eines Brennerrohres 10 aus Quarzglas erzeugt, das von einer Hochfrequenzspule umgeben ist. Zu Beginn des Abscheideprozesses wird zwischen dem Brennerrohr 10 und der Längsachse des Halbzeugs 51 ein Abstand von 120 mm eingestellt.

Das um seine Längsachse 4 rotierende Halbzeug 51 wird entlang des Plasmabrenners 6 reversierend zwischen den Wendepunkten A, B hin- und herbewegt, wie vom Richtungspfeil 14 angedeutet. Dabei werden SiO_2 -Partikel schichtweise auf der im Querschnitt kreisrunden Zylindermantelfläche abgeschieden. Jede abgeschiedene Schichtlage wird mittels der Plasmaflamme 7 direkt zu dem fluorhaltigen Quarzglas der Mantelglasschicht 49 verglast.

Eine Modifikation des oben erläuterten Verfahrens unterscheidet sich im 1. Verfahrensschritt, also dem POD-Aufbau des Mantelglases auf den Auffüllflächen 42 des Kernstabs 41. Dabei wird keine umlaufende, geschlossene Mantelglasschicht 44 ausgebildet, sondern es werden nur die Auffüllflächen 42 mit Mantelglas beschichtet. Der Kernstab 41 wird hierzu nach jedem Beschichtungshub zur Auffüllung einer Auffüllfläche 42 auf die nächste zu beschichtenden Auffüllfläche 42 weitergedreht. Der Mantelglasaufbau findet so lange statt, bis die aufzufüllenden Kernstabbereiche genügend mit fluordotiertem Quarzglas mit der Fluor-Nominalkonzentration aufgefüllt sind, um durch anschließendes Rundschleifen das Halbzeug 51 wie in Fig. 4 b) erhalten zu können. Diese wird anschließend zu der Vorform 50 weiterverarbeitet, wie oben erläutert.

Eine Vorform mit nicht-rundem Kernstab und einer POD-Mantelglasschicht mit homogenem Brechzahlprofil ist für viele Faseranwendungen erwünscht, da sich dadurch die Einkoppel- und Abstrahlcharakteristik der Faser verbessert und die numerische Apertur (NA) der Faser azimuthal homogener wird. Durch den von der Kreisform abweichenden, 4D-förmigen Querschnitt werden Helixmoden behindert und verändert, was bei Laseranwendungen ein effektiveres Einkoppeln von Pumplicht in den laseraktiven Kern ermöglicht.

Die Figuren 7 bis 10 zeigen Querschnitte weiterer optischer Vorformen, die vorteilhaft – also blasenfrei und mit homogener und definierter Fluordotierung in der jeweiligen Füllschicht 77, 87, 97, 107 und der in der Hüllglasschicht 49 - anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens herstellbar sind. Bei allen Ausführungsformen wird auf einem Kern mit nicht-rundem Querschnitt aus undotiertem Quarzglas und 6-zähliger Symmetrie anhand des oben erläuterten zweistufigen Verfahrens eine POD-Mantelglasschicht erzeugt, die sich aus einer Füllschicht 77, 87, 97, 107 und einer darauf abgeschiedenen POD-Hüllglasschicht 49 mit kreisringförmigem Querschnitt zusammensetzt. Die Unterschiede zwischen den dargestellten Ausführungsformen liegen nur in der Geometrie des jeweiligen Kerns und in Geometrie und Fluorgehalt der dazu gehörigen Füllschicht 77, 87, 97, 107.

Figur 7 zeigt einen Kernstab 71, dessen Außenmantel mit flachen Längsnuten mit abgerundetem Boden konkaver Krümmung versehen ist. Die Rundungen am Boden der Nuten haben denselben Krümmungsradius (nur mit anderem Vorzeichen) wie die konvex gekrümmten Oberflächenabschnitte 72 des Kernstabs 71 zwischen den Längsnuten, auf denen die Stützpunkte 43 des Hüllkreises 48 liegen. Die Füllglasschichten 77 haben daher im Querschnitt - abgesehen von den spitzen Rändern - elliptische Form.

Figur 8 zeigt einen Kernstab 81 mit blütenförmigem Querschnitt, dessen Außenmantel mit Nuten versehen ist, deren Wandung in konvexer Krümmung nach unten zu einer Spitze 83 zulaufen. Benachbarte Nuten gehen übergangslos ineinander über, so dass – von den Spitzen 83 abgesehen - die gesamte Oberfläche des Kernstabs 81 unter Bildung nach Außenwölbungen 82 konvex gekrümmt ist. Die Stützpunkte 43 des Hüllkreises 48 liegen hier auf den Außenwölbungen 82. Die jeweiligen Füllglasschichten 87 sind voneinander getrennt, wie auch bei allen anderen Ausführungsformen gemäß den Figuren 6 bis 10.

Figur 9 zeigt ein ähnliches Querschnittsprofil wie Figur 7. Der Kernstab 91 hat hier einen sternförmigen Querschnitt. Dieser kommt dadurch zustande, dass der Außenmantel von Sternspitzen 92 ausgehend mit aneinandergrenzenden flachen, abgerundeten Eindellungen konkaver Krümmung versehen ist. Die Rundungen

der Eindellungen haben denselben Krümmungsradius (nur mit anderem Vorzeichen) wie der Hüllkreis 48, so dass die Füllglasschichten 97 im Querschnitt ellip-
senähnlich sind (mit Ausnahme ihrer beiden spitzen Ränder). Der Fluorgehalt der
Füllglasschichten 97 ist in diesem Fall höher als der der Hüllglasschicht 49. Die
5 Sternspitzen 92 bilden die Stützpunkte 43 des Hüllkreises. Von diesen abgesehen
ist die gesamte Oberfläche des Kernstabs 91 konkav gekrümmt.

Figur 10 zeigt ein ähnliches Querschnittsprofil wie Figur 8. Der Kernstab 101 hat
ein wellenförmiges Querschnittsprofil, bei dem sich Hügel 102 und Täler abwech-
seln. Die Täler kommen durch Längsnuten im Außenmantel des Kernstabs 101
10 zustande, die im Talboden konkave Krümmung und ansonsten konvexe Krüm-
mung haben. Die Hügel 102 bilden die Stützpunkte 43 des Hüllkreises 48. Die
jeweiligen Füllglasschichten 107 sind voneinander getrennt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer optischen Vorform (50) mit einer POD-Mantelglasschicht aus mit Fluor dotiertem Quarzglas, indem mittels eines Plasmabrenners (6) SiO₂-Partikel in Gegenwart von Fluor gebildet, diese auf der Zylindermantelfläche eines zylinderförmigen und einer Längsachse aufweisenden Substratkörpers (2) abgeschieden und direkt verglast werden, wobei der Substratkörper (2) in Richtung seiner Längsachse (4) gesehen einen nicht kreisrunden Querschnitt aufweist, bei dem sich zwischen Stützpunkten (43) eines Hüllkreises (48) mindestens ein Oberflächenabschnitt (42) ohne Krümmung oder mit anderer Krümmung als der Hüllkreis-Krümmung erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass das Erzeugen der POD-Mantelglasschicht folgende Verfahrensschritte umfasst:

(a) Erzeugen einer POD-Füllschicht (47) aus Quarzglas mit einer Fluor-Nominalkonzentration auf dem Oberflächenabschnitt (42), unter Ausbildung eines beschichteten Substratkörpers (51) mit kreisrundem Querschnitt mit einem Radius, der mindestens so groß ist wie der Radius des Hüllkreises (48), und

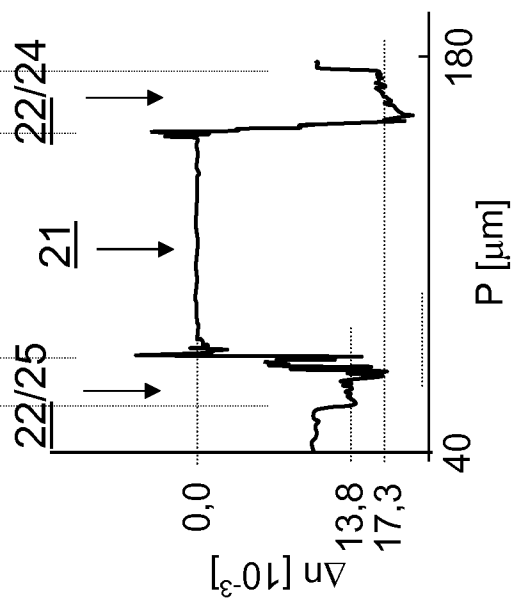
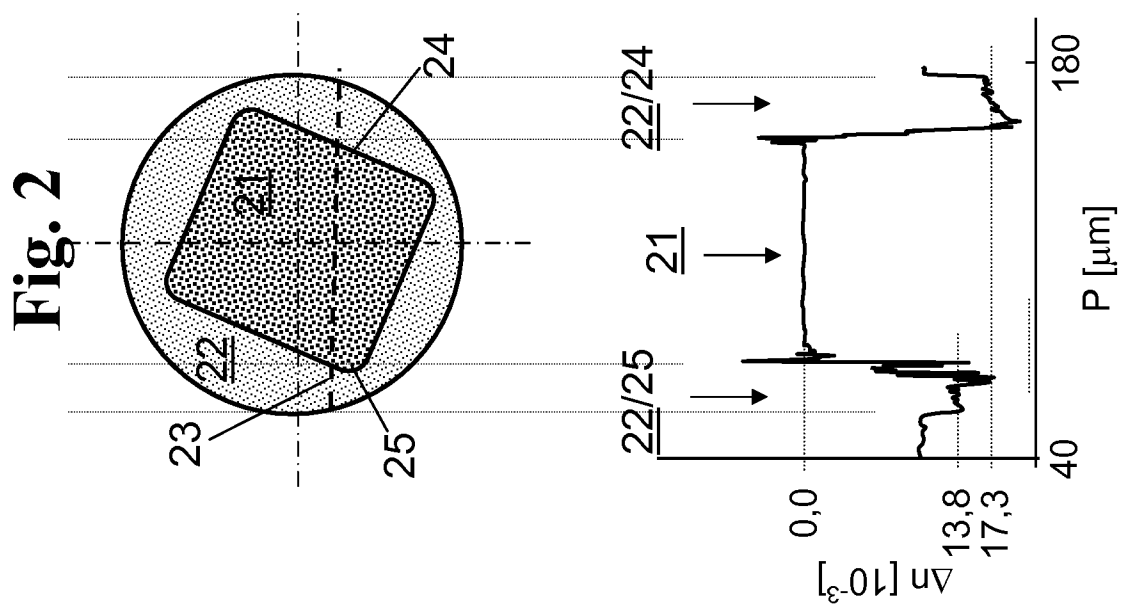
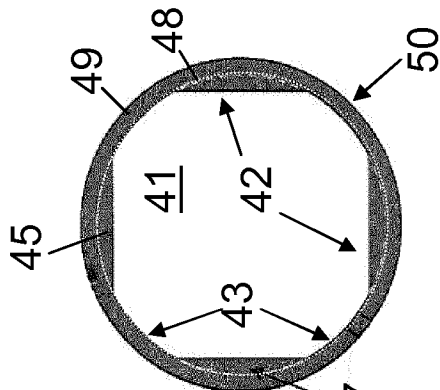
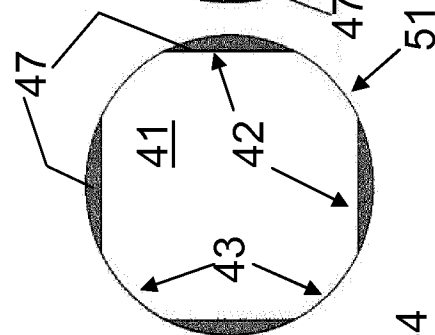
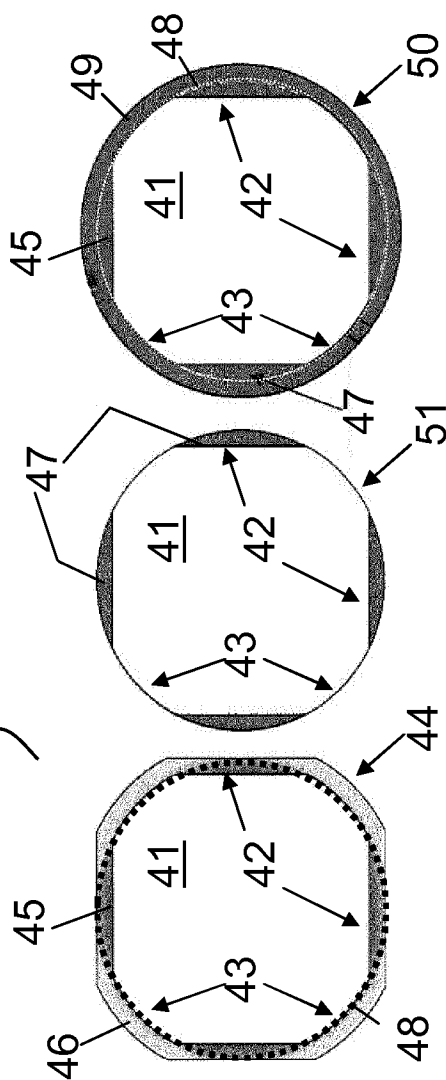
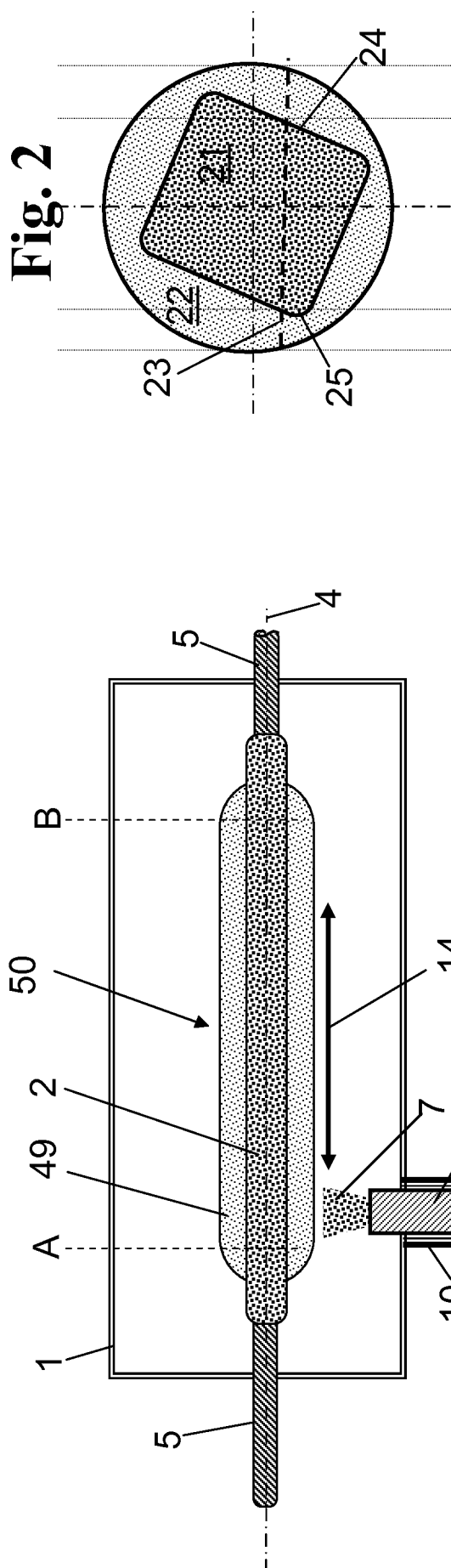
(b) Abscheiden einer im Querschnitt kreisringförmigen POD-Hüllglasschicht (49) aus fluordotiertem Quarzglas auf dem beschichteten Substratkörper (51).

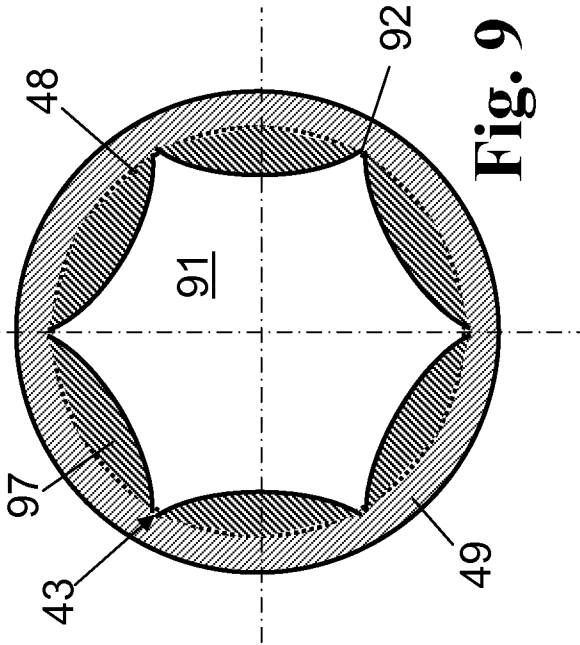
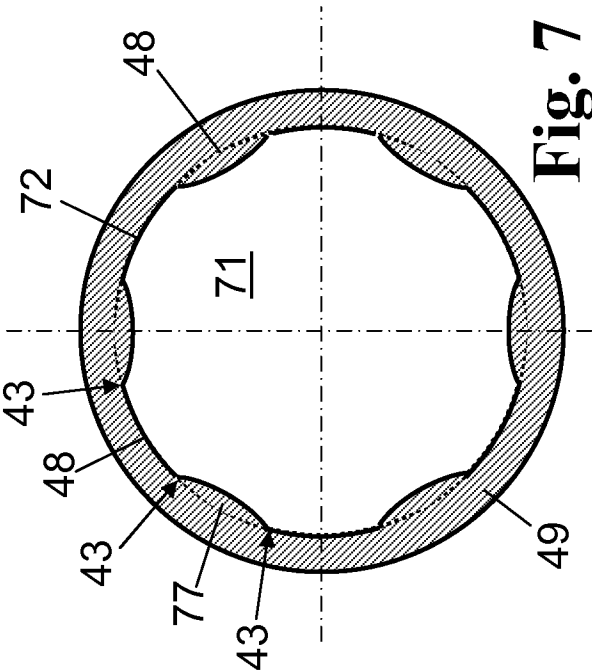
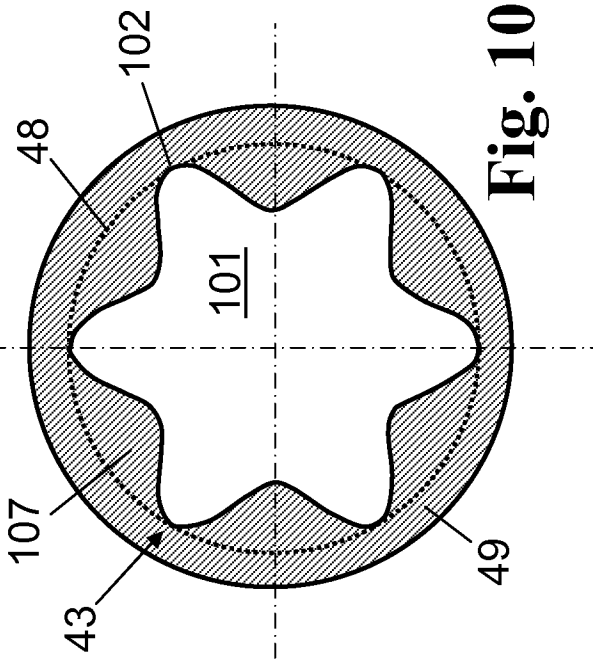
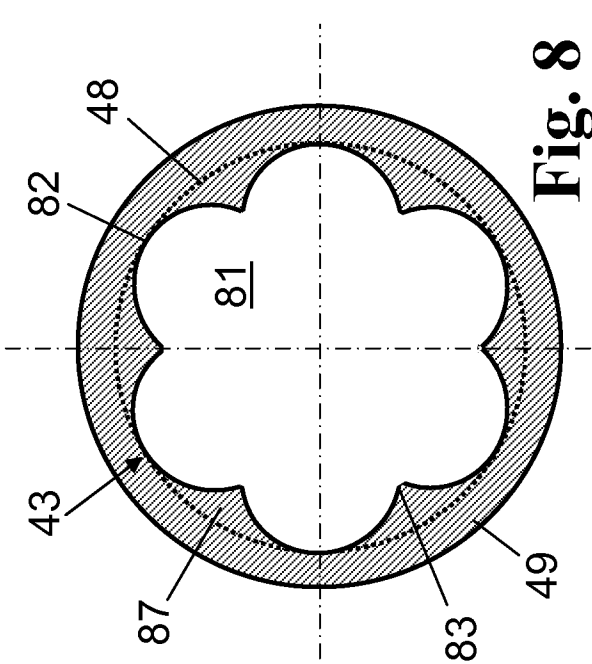
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Erzeugen der POD-Füllschicht (47) auf dem Oberflächenabschnitt gemäß Verfahrensschritt (a) folgende Verfahrensschritte umfasst:

(aa) Abscheiden einer POD-Vorläuferschicht (44) aus dem Quarzglas mit der Fluor-Nominalkonzentration auf dem Oberflächenabschnitt (42),

(bb) Abtragen den Hüllkreis (48) überragender Bereiche der POD-Vorläuferschicht (44) unter Ausbildung des beschichteten Substratkörpers (51) mit kreisrundem Querschnitt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Abscheiden der POD-Vorläuferschicht (44) gemäß Verfahrensschritt (aa) der Substratkörper (2) um die Längsachse (4) kontinuierlich rotiert wird, um eine den Zylindermantel des Substratkörpers (2) ringförmig umschließende, umlaufende
5 POD-Vorläuferschicht (44) abzuscheiden.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die POD-Vorläuferschicht gemäß Verfahrensschritt (aa) ausschließlich oder überwiegend auf dem Oberflächenabschnitt erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
10 beim Verfahrensschritt (bb) alle den Hüllkreis (48) überragenden Bereiche der POD-Vorläuferschicht (44) abgetragen werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Substratkörper (2) eingesetzt wird, der in Richtung seiner Längsachse (4) gesehen einen polygonalen, insbesondere quadratischen, rechteckigen, 6-eckigen oder 8-eckigen Querschnitt aufweist.
15
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass alle Ecken des Polygons auf dem Hüllkreis (48) liegen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratkörper (2) in Richtung seiner Längsachse (4) gesehen mindestens
20 einen Bereich mit D-förmigem Querschnitt aufweist.





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/066624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C03B37/012
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)
C03B

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	EP 1 997 783 A2 (SHINETSU CHEMICAL CO [JP]) 3 December 2008 (2008-12-03) cited in the application claim 1; figure 1; example 1 -----	1
A	US 2003/031444 A1 (CROTEAU ANDRE [CA] ET AL) 13 February 2003 (2003-02-13) the whole document -----	1
A	FR 2 950 621 A1 (DRAKA COMTEQ FRANCE [FR]) 1 April 2011 (2011-04-01) claims 1-12; figures 5a,5b -----	1



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

7 October 2013

Date of mailing of the international search report

15/10/2013

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

Stroud, Jeremy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/066624

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1997783	A2	03-12-2008	CN	101314517 A		03-12-2008
			EP	1997783 A2		03-12-2008
			JP	5148367 B2		20-02-2013
			JP	2009007242 A		15-01-2009
			US	2008295541 A1		04-12-2008

US 2003031444	A1	13-02-2003	CA	2354783 A1		07-02-2003
			US	2003031444 A1		13-02-2003

FR 2950621	A1	01-04-2011	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C03B37/012
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C03B

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	EP 1 997 783 A2 (SHINETSU CHEMICAL CO [JP]) 3. Dezember 2008 (2008-12-03) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1
A	US 2003/031444 A1 (CROTEAU ANDRE [CA] ET AL) 13. Februar 2003 (2003-02-13) das ganze Dokument -----	1
A	FR 2 950 621 A1 (DRAKA COMTEQ FRANCE [FR]) 1. April 2011 (2011-04-01) Ansprüche 1-12; Abbildungen 5a,5b -----	1



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

7. Oktober 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/10/2013

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

Stroud, Jeremy

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/066624

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1997783	A2	03-12-2008	CN 101314517 A 03-12-2008
		EP 1997783 A2 03-12-2008	
		JP 5148367 B2 20-02-2013	
		JP 2009007242 A 15-01-2009	
		US 2008295541 A1 04-12-2008	

US 2003031444	A1	13-02-2003	CA 2354783 A1 07-02-2003
		US 2003031444 A1 13-02-2003	

FR 2950621	A1	01-04-2011	KEINE
