



(10) **DE 10 2012 000 418 A1** 2013.06.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 000 418.4**

(22) Anmeldetag: **12.01.2012**

(43) Offenlegungstag: **27.06.2013**

(51) Int Cl.: **C03B 19/01 (2012.01)**

C03B 20/00 (2012.01)

(66) Innere Priorität:

10 2011 122 184.4 23.12.2011

(71) Anmelder:

j-plasma GmbH, 07751, Jena, DE

(74) Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner GbR, 07545, Gera, DE

(72) Erfinder:

**Brehm, Lothar, 07743, Jena, DE; Coriand, Frank,
07745, Jena, DE; Schmidt, Wolfgang, 07743, Jena,
DE; Strobel, Ulrich, 07745, Jena, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2005 043 289 B3

DE 199 60 211 A1

DE 696 13 268 T3

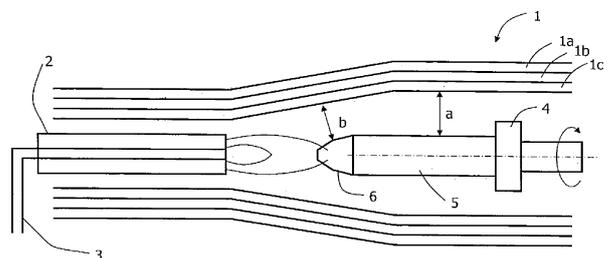
GB 2 083 806 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen von Stablinsen und Vorrichtung hierfür**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Stablinsen mit einem umhüllenden Durchmesser der Stablinsenstirnseite von bis zu 200 mm und einer Kantenlänge von mindestens 800 mm. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass eine Fertigung eines aus einem synthetischen Quarzglasmaterial in Form eines Fused Silica Ingots bestehenden Stablinsenzylinders erfolgt. Dies geschieht unter Anwendung eines Flammenhydrolyse-Verfahrens mit einem direkten einstufigen Abscheidungsprozess von SiO_x -Partikeln aus einem Flammenstrom auf einen rotierenden und verschiebbaren Stempel.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Stablinsen mit einem umhüllenden Durchmesser der Stablinsenstirnseite von bis zu 200 mm und einer Kantenlänge von mindestens 800 mm nach Anspruch 1, die Verwendung eines Flammenhydrolyse-Verfahrens zum Herstellen eines zur Fertigung einer Stablinse verwendbaren Stablinsengrundkörpers nach Anspruch 4 und eine Vorrichtung zum Herstellen eines Stablinsengrundkörpers nach Anspruch 5.

[0002] Stablinsen sind optische Bauelemente und Einrichtungen, die aus einem langgestreckten transparenten, insbesondere aus Quarzglas bestehenden, Körper ausgebildet sind. Dieser Körper weist folgende typische geometrische Ausprägung auf: Kantenlänge (L) \times Höhe (H) \times Dicke (D), wobei die Lichteintritts- und -austrittsflächen durch L \times H beschrieben werden und die Kantenlänge L um ein Vielfaches größer als die Höhe H ist. Bilden die Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks, so ergibt sich daraus die Hypotenuse, die gleichzeitig den umhüllenden Durchmesser der Stablinsenstirnseite darstellt. Je nach Anwendung werden dabei die Lichteintritts- und -austrittsflächen als plane, konvexe oder konkave Funktionsflächen durch klassische optische Bearbeitung sowohl in L- als auch H-Richtung ausgebildet. Stablinsen finden ihre Anwendungen in Displaytechniken, LED-Lichtquellenanordnungen und optischen Abbildungseinrichtungen.

[0003] Zur Herstellung einer Stablinse wird zunächst ein Stablinsengrundkörper in Rohform, z. B. Vierkantstab gefertigt, der nachträglich durch Schleif- und Poliervorgänge die endgültige Form der Stablinse erhält. Der Stablinsenkörper aus synthetischen Quarzglas bzw. die aus ihm gefertigte Stablinse müssen über die gesamte Länge hinweg ein sehr hohes Maß an optischer Homogenität aufweisen. Sie müssen insbesondere frei von Blasen, Einschlüssen, Schichtungen und Schlieren sein. Des Weiteren sollte das Quarzglas einen OH-Gehalt ≥ 1000 ppm und einem H₂-Gehalt $\geq 0,8 \times 10^{18}$ Mol/cm³ haben.

[0004] Um diese hohen optischen Anforderungen zu erreichen, wird üblicherweise auf Quarzglas aus mehrstufige Schmelzprozessen zurückgegriffen. Das heißt, ein vorgefertigter Quarzglaskörper wird durch Homogenisierungsschritte (DE 10 2005 043 289 B3) und/oder zusätzliche Beladung von H₂ (DE 696 13 268 T3) aufwendig nachbehandelt. Die dabei entstehenden Quarzglaszylinder müssen anschließend in einem zusätzlichen Prozess thermisch umformt werden. Das heißt, das Glasmaterial wird in eine beispielsweise aus Graphit bestehende Form gegeben und anschließend in einem Senkofen auf eine Erweichungs- oder Fließtemperatur gebracht. Das Glasmaterial senkt sich dadurch in die Form ein. Bei flachen Formen wird eine Glasflä-

che (Senkblock) geschaffen, der anschließend in einzelne Stablinsenkörper vereinzelt wird. Aufgrund der extremen Stablinsengeometrie (L um vielfaches größer als H) sind Mehrfachsenkungen erforderlich, bis die abschließend gewünschte Form des Stablinsenkörpers erreicht ist.

[0005] Oben genanntes Senkverfahren erfordert eine genaue Kontrolle der Lage der Inhomogenitäten innerhalb der Glaszylinder. Es muss unbedingt sichergestellt sein, dass die im Quarzglaszylinder vorhandenen Inhomogenitäten, insbesondere mögliche Schichtungen, bei den Senkvorgängen ihre Richtung nicht ändern, damit die in der fertigen Stablinse vorgegebene Ausbreitungsrichtung des Lichtes senkrecht zu diesen Schichtungen orientiert bleibt und somit die Stablinse in ihrer Lichtdurchstrahlungsrichtung (D) über die gesamte Kantenlänge nicht beeinflusst ist.

[0006] Durch die in den letzten Jahren neu aufgefundenen optischen Bauelemente, insbesondere organische LED (so genannte OLEDs), werden relativ lange und im Verhältnis zur Höhe relativ schmale Stablinsen benötigt. Diese Stablinsen weisen eine Kantenlänge von ca. 800 mm und mehr auf. Weiterhin müssen Stablinsen, die einer intensiven Laserstrahlung ausgesetzt sind eine möglichst geringe Fluoreszenz innerhalb des Linsenkörpers aufweisen. In Verbindung damit ist für verschiedene Einsatzzwecke ein hoher Transmissionsgrad des Linsenkörpers im ultravioletten Spektralbereich notwendig.

[0007] Es zeigt sich, dass Stablinsen mit den geforderten Eigenschaften im Senkverfahren nur sehr aufwändig und nur innerhalb einer langen Fertigungszeit hergestellt werden können. So bereitet vor allem die genaue Kontrolle der gleichbleibenden optischen Eigenschaften über die große Länge des Stablinsenkörpers Probleme. Durch die hohen Temperaturen beim Senkprozess von 1740°C und mehr kommt es sehr häufig zu unerwünschten Veränderungen in den Materialeigenschaften der Glaswerkstoffe. Der Kontakt mit der Graphitform begünstigt ebenfalls unkontrollierte Eigenschaftsänderungen des Glases. Längere Stablinsenkörper können außerdem nur mehrstufig und damit zeitraubend erzeugt werden. Hinzu kommt, dass am letzten Senkblock aufwändige Nachbearbeitungen mit zum Teil erheblichen Materialverlusten ausgeführt werden müssen. Weiterhin weisen die Graphitformen nur eine begrenzte Lebensdauer auf. Deren Herstellung ist zudem teuer. Außerdem lässt sich die Qualität des Glaswerkstoffes und die erfolgreiche Ausführung des Senkverfahrens praktisch erst an der fertigen Stablinse überprüfen.

[0008] Es besteht daher die Aufgabe, ein Verfahren zum Herstellen von Stablinsen anzugeben, mit dem es möglich ist, Stablinsen, insbesondere mit größerer Kantenlänge von mindestens 800 mm kostengüns-

tig und mit einem deutlich reduzierten zeitlichen Aufwand herzustellen, wobei die erzeugten Stablinsen vorteilhafte optische Eigenschaften beim Beaufschlagen mit intensiver Laserstrahlung aufweisen sollen.

[0009] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren zum Herstellen von Stablinsen mit einem umhüllenden Durchmesser der Stablinsenstirnseite von bis zu 200 mm und einer Kantenlänge von mindestens 800 mm nach der Lehre des Anspruchs 1 gelöst. Die Aufgabe wird weiterhin durch die Merkmale des Verwendungsanspruchs 4 und hinsichtlich des Vorrichtungsaspektes mit einer Lehre nach den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

[0010] Das Verfahren gemäß Anspruch 1 zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass ein aus einem synthetischen Quarzglasmaterial in Form eines Fused Silica Ingots bestehender Stablinsengrundkörper unter Anwendung eines Flammenhydrolyse-Verfahrens gefertigt wird. Es erfolgt dabei ein direkter einstufiger Abscheideprozess von SiO_x -Partikeln aus einem Flammenstrom auf einen rotierenden und verschiebbaren Stempel.

[0011] Ein derartiges Verfahren ist bereits aus der Herstellung von vergleichsweise kurzen und dicken Quarzglaszylindern und dergleichen Halbzeugen bekannt. Diese werden bevorzugt zu Optikbauteilen Wafer und lithographischen Komponenten weiterverarbeitet, wobei es vor allem auf eine einwandfreie und definierte Materialstruktur entlang der optischen Funktionsrichtung des Halbzeugs bzw. der Optikkomponente ankommt.

[0012] Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass sich Stablinsengrundkörper der erwähnten Länge und Dicke unter Anwendung des Flammenhydrolyse-Verfahrens fertigen lassen, wobei sich insbesondere zeigt, dass die dann erhaltenen Stablinsenkörper nicht nur im Querschnitt, sondern darüber hinaus über ihre gesamte Länge frei von Inhomogenitäten sind. Dies war bisher nicht zu erwarten, weil das Flammenhydrolyse-Verfahren gerade nicht auf die Herstellung von in Längsrichtung inhomogenitätsfreien Halbzeugen abzielt und daher auch zur Fertigung von langen Stablinsenkörpern nicht angewendet wird. Jedoch haben sich gerade die mit diesem Verfahren gefertigten verhältnismäßig langen und schmalen Stablinsenkörper hervorragend als Ausgangsmaterial für die weitere Verarbeitung zur fertigen Stablinse erwiesen. Dies ist vor allem deswegen von Bedeutung, weil sich mit einem solchen Verfahren Stablinsenkörper mit ausgezeichneten optischen Eigenschaften mit einer vergleichsweise großen Kantenlänge in einer im Verhältnis zum bisher verwendeten Senkverfahren kurzen Zeit in einem kontinuierlichen Prozess und somit quasi „am Fließband“ exakt herstellen lassen.

[0013] Bei einer zweckmäßigen Ausbildung des Verfahrens weist das in dem Abscheideprozess abgeschiedene synthetische Quarzglas einen OH-Anteil von mehr als 1000 ppm auf. Es handelt sich also um synthetisches Quarzglas mit einem vergleichsweise hohen Anteil an OH-Gruppen und Wasserstoff, bei dem die laserinduzierte Fluoreszenz unterdrückt ist.

[0014] Bei einer weiteren Ausführungsform wird das Verfahren in der Weise ausgeführt, dass das in dem Abscheideprozess abgeschiedene synthetische Quarzglas ein maximales Transmissionsvermögen für ultraviolette Strahlung im Wellenlängenbereich von ca. 193 bis 400 nm aufweist.

[0015] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht im Verwenden eines Flammenhydrolyse-Verfahrens mit einem direkten einstufigen Abscheideprozess von SiO_x -Partikeln aus einem Flammenstrom auf einen rotierenden und verschiebbaren Stempel zum Fertigen eines Stablinsenkörpers zur Herstellung einer Stablinse.

[0016] Bei einer Vorrichtung zum Herstellen eines Stablinsenkörpers mit einem umhüllenden Durchmesser der Stablinsenstirnseite von bis zu 200 mm und einer Kantenlänge von mindestens 800 mm ist ein Muffelofen mit einer mehrschaligen röhren- oder tunnelförmigen Muffel, einem aus einer ersten Seite in die Muffel hinein geführten Brenner mit einer Zuleitung für ein siliziumhaltiges Reaktionsmittel und einem dem Brenner gegenüber liegenden, verschiebbaren Stempel vorgesehen. Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Muffel eine Muffelgeometrie mit einem Abstand zwischen der Mantelfläche eines gebildeten FS-Ingots und der Innenwand der Muffel im Bereich von 40 bis 75 mm und einem Abstand zwischen der Muffel und der Aufschmelzfläche des FS-Ingots von 10 bis 25 mm aufweist und die Muffel eine abluftgeregelte Ofenraumtemperatur von 1100 bis 1300°C besitzt.

[0017] Als weitere Ausgestaltung weist die Muffel eine temperaturstabilisierende, seitliche Ofenraumverlängerung mit einer Länge von mindestens 50 mm auf.

[0018] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Zur Verdeutlichung dienen die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#). Es werden für gleiche oder gleichwirkende Teile die selben Bezugszeichen verwendet. Es zeigt:

[0019] [Fig. 1](#) einen grundsätzlichen Muffelaufbau,

[0020] [Fig. 2](#) eine Darstellung einer Ofenraumverlängerung.

[0021] Das vorgeschlagene Flammenhydrolyse-Verfahren wird in einem Muffelofen ausgeführt. Die-

ser weist die für derartige Öfen an sich bekannte Gestaltung auf. Er besteht aus einer röhren- oder tunnelartigen Muffel **1**, in welcher der Abscheidvorgang stattfindet.

[0022] Bevorzugt wird für die Muffel auf einen mehrschaligen Wandaufbau aus einem porösen wärmedämmenden Material **1a**, insbesondere einem faserigen und/oder keramischen Material, einer Beton- oder Schamotte-Wand **1b** und einer inneren Auskleidung **1c** aus einem gegenüber hohen Temperaturen hinreichend widerstandsfähigen Material, insbesondere Aluminiumoxid oder Siliziumcarbid, zurückgegriffen.

[0023] Die Muffel **1** weist an ihren Enden jeweils eine Öffnung auf. Eine der beiden Öffnungen dient dem Einführen eines Stempels **4**. Die gegenüberliegende Öffnung weist einen dort eingeführten Brenner **2** auf, der mehrflammig ausgebildet sein kann. Der Brenner **2** ist mit einer Zuleitung **3** für ein siliziumhaltiges Reaktionsmittel ausgestattet, das in gasförmiger Form in den Brennbereich geführt und dort zu Siliziumoxiden SiO_x oxidiert wird. Die dabei gebildeten SiO_x -Partikel werden im Flammenstrom in Richtung des Stempels **4** getrieben und lagern sich auf dem Stempel ab. Der Stempel **4** ist drehbar gelagert, sodass eine gleichmäßige Bedeckung der Stempeloberfläche mit dem Partikelstrom erfolgt. Dadurch bildet sich auf der Oberfläche des Stempels **4** eine wachsende Schicht aus synthetisch erzeugtem Quarzglas in Form eines Fused Silica Ingots (FS-Ingots) **5**.

[0024] Die Prozessführung erfolgt nun so, dass der Abstand zwischen dem Flammenbereich des Brenners **2** und der Oberfläche der sich bildenden Quarzglasschicht im Wesentlichen gleich bleibt. Hierzu wird z. B. der Stempel **4** mit einer kontinuierlichen Geschwindigkeit zurückgezogen, sodass sich auf dem Stempel **4** ein Quarzglaszylinder bzw. das FS-Ingots **5** mit einer zunehmenden Länge ausbildet. Es stellt den sich bildenden Stablinsengrundkörper dar, der unmittelbar im Anschluss des Abscheidprozesses entnommen, gekühlt, geprüft und danach direkt als Halbzeug zur Fertigung von einer oder mehrerer Stablinsen verwendet werden kann.

[0025] Das Verfahren gewährleistet eine hohe Temperaturkonstanz über den gesamten Abscheidvorgang und für große Bereiche des Stablinsenkörpers. Wichtig ist hier eine möglichst große Aufschmelzlänge im FS-Ingots, bei der sich Inhomogenitäten in dessen Längsrichtung wirkungsvoll vermeiden lassen. Zweckmäßig haben sich hier Ofenraumtemperaturen im Bereich von 1100 bis 1300°C erwiesen, wobei die Temperatur über eine Einstellung und Überwachung der Ablufttemperatur geregelt wird. Dabei erweist sich eine Ablufttemperatur von 230 bis 270°C als zweckmäßig.

[0026] Der Abstand b zwischen der Muffelinnenwand und der Aufschmelzfläche des abgeschiedenen FS-Ingots wird zweckmäßigerweise über eine Lichtschrankenüberwachung konstant gehalten. Als zweckmäßig haben sich hier Abstände von 10 bis 25 mm erwiesen.

[0027] Vorteilhaft ist auch die Einstellung und Vorwahl eines reproduzierbaren Reaktionsraumvolumens zwischen dem sich herausbildenden FS-Ingots und der Muffelinnenseite. Hier kommen jeweils verschiedene Muffelgeometrien zum Einsatz, die einen Abstand a zwischen der Mantelfläche des FS-Ingots und der Muffelinnenwand im Bereich von 40 bis 75 mm gewährleisten.

[0028] Zweckmäßig ist in diesem Zusammenhang eine angepasste und veränderbar ausgeführte Verlängerung **7** des Ofenraumes, die an die eigentliche Muffel **1** seitlich anschließt. Eine derartige Ofenraumverlängerung ist in [Fig. 2](#) dargestellt. Diese trägt zusätzlich zur Temperaturkonstanz im Muffelraum bei. Die Verlängerung weist z. B. eine Länge L von ca. 50 bis ca. 250 mm auf.

[0029] Es hat sich gezeigt, dass mit dem oben genannten Verfahren vor allem Stablinsenkörper mit einem großen Verhältnis zwischen Kantenlänge und Höhe/Dicke gefertigt werden können. Typische Längen des Stablinsenkörpers liegen bei mindestens 800 mm und können problemlos bis zu 1500 mm und mehr betragen. Damit ist die Kantenlänge L um ein Vielfaches größer als die Höhe H oder Dicke D bei vergleichsweise üblichen Stablinsen.

[0030] Das synthetische Quarzglas des fertigen Stablinsenkörpers ist über dessen gesamte Länge völlig homogen ohne Blasen, Schichtungen, Einschlüsse und Schlieren. Es weist einen hohen Gehalt an OH-Gruppen von mindestens 1000 ppm, insbesondere von 1200 ppm und mehr auf. Der Gehalt an molekularem Wasserstoff H_2 liegt oberhalb von $0,8 \cdot 10^{18}$ Moleküle/cm³, typischerweise bei $1,2 \cdot 10^{18}$ Moleküle/cm³. Der Wert der Spannungsdoppelbrechung ist kleiner als 5 nm/cm und liegt meist unterhalb von 3 nm/cm. In axialer Richtung wird eine hohe Brechzahlhomogenität mit einer Abweichung von $4 \cdot 10^{-6}$ und weniger erreicht. Der Glaswerkstoff weist über dessen gesamte Länge ein maximales Transmissionsvermögen für Licht im ultravioletten Spektralbereich, d. h. im Bereich von ca. 193 bis 400 nm. Zugleich werden dadurch unerwünschte Fluoreszenzen unter der Einwirkung von eingestrahlttem Laserlicht in der fertigen Stablins unterdrückt.

[0031] Es lassen sich problemlos aus einem erfindungsgemäßen Quarzglaszylinder (Stablinsengrundkörper) zwei oder mehrere Stablinsen fertigen, die hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften praktisch identisch sind, unabhängig davon, aus welchem Ab-

schnitt des ursprünglichen Zylinders die schließlich vorliegende Stablinse herausgeschnitten worden ist.

[0032] Die Erfindung wurde anhand beispielhafter Ausführungsformen erläutert. Im Rahmen fachmännischen Handelns sind weitere Ausführungsformen möglich. Diese ergeben sich ebenso aus den Unteransprüchen.

Bezugszeichenliste

- 1** Muffel
- 1a** wärmedämmendes Material
- 1b** Beton oder Schamotte-Wand
- 1c** innere Auskleidung
- 2** Brenner
- 3** Zuleitung für Reaktionsmittel
- 4** Stempel
- 5** FS-Ingot
- 6** Aufschmelzfläche
- 7** Ofenraumverlängerung
- a** Abstand Mantelfläche FS-Ingot zu Muffelinnenwand
- b** Abstand Aufschmelzfläche zu Muffelinnenwand
- L** Länge der Ofenraumverlängerung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005043289 B3 [[0004](#)]
- DE 69613268 T3 [[0004](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Stablinsen mit einem umhüllenden Durchmesser der Stablinsenstirnseite von bis zu 200 mm und einer Kantenlänge von im Wesentlichen 800 mm mittels Fertigung aus einem Zylinderkörper aus einem synthetischen Quarzglasmaterial in Form eines Fused Silica Ingots auf der Basis eines Flammenhydrolyse-Verfahrens mit direktem einstufigen Abscheideprozess von SiO_x -Partikeln aus einem Flammenstrom auf einen rotierenden und bezogen auf den Flammenstrom verschiebbaren Stempel.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Abscheideprozess abgeschiedene synthetische Quarzglasmaterialmenge einen OH-Anteil von mehr als 1000 ppm und/oder einen H_2 -Anteil von mehr als $0,8 \cdot 10^{18}$ Molekülen/ cm^3 , typischerweise $1,2 \cdot 10^{18}$ Moleküle/ cm^3 , aufweist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Abscheideprozess abgeschiedene synthetische Quarzglasmaterialmenge ein maximales Transmissionsvermögen für ultraviolette Strahlung im Wellenlängenbereich von 193 bis 400 nm aufweist.

4. Verwenden eines Flammenhydrolyse-Verfahrens mit direktem einstufigen Abscheideprozess von SiO_x -Partikeln aus einem Flammenstrom auf einen rotierenden und verschiebbaren Stempel zum Fertigen eines zur Herstellung einer Stablinse geeigneten Zylinderkörpers.

5. Vorrichtung zum Herstellen eines Stablinsen Grundkörpers in Zylinderform umfassend einen Muffelofen mit einer mehrschaligen röhren- oder tunnelförmigen Muffel (1), einem auf einer ersten Seite in die Muffel hinein geführten Brenner (2) mit einer Zuleitung (3) für ein siliziumhaltiges Reaktionsmittel und einem, auf einer zweiten Seite der Muffel, dem Brenner gegenüberliegenden Seite verschiebbaren Stempel (4), dadurch gekennzeichnet, dass die Muffel eine Muffelgeometrie mit einem Abstand (a) zwischen der Mantelfläche des sich bildenden Grundkörpers (5) und der Innenwand der Muffel im Bereich von 40 bis 75 mm und einem Abstand (b) zwischen der Muffel und der Aufschmelzfläche (6) des Grundkörpers (5) von 10 bis 25 mm aufweist und in der Muffel eine abluftgeregelte Ofenraumtemperatur von 1100 bis 1300°C herrscht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Muffel eine temperaturstabilisierende Ofenraumverlängerung (7) mit einer Länge von mindestens 50 mm aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

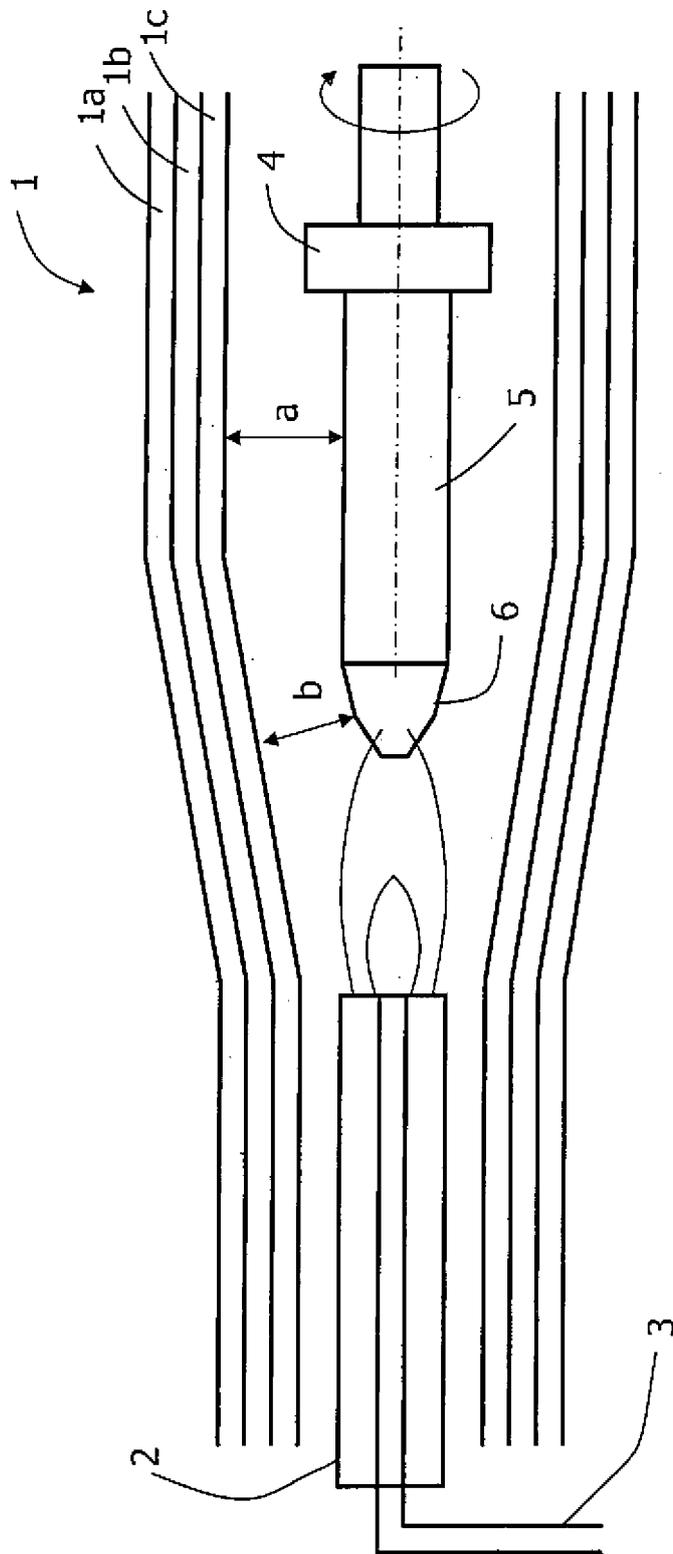


FIG. 1

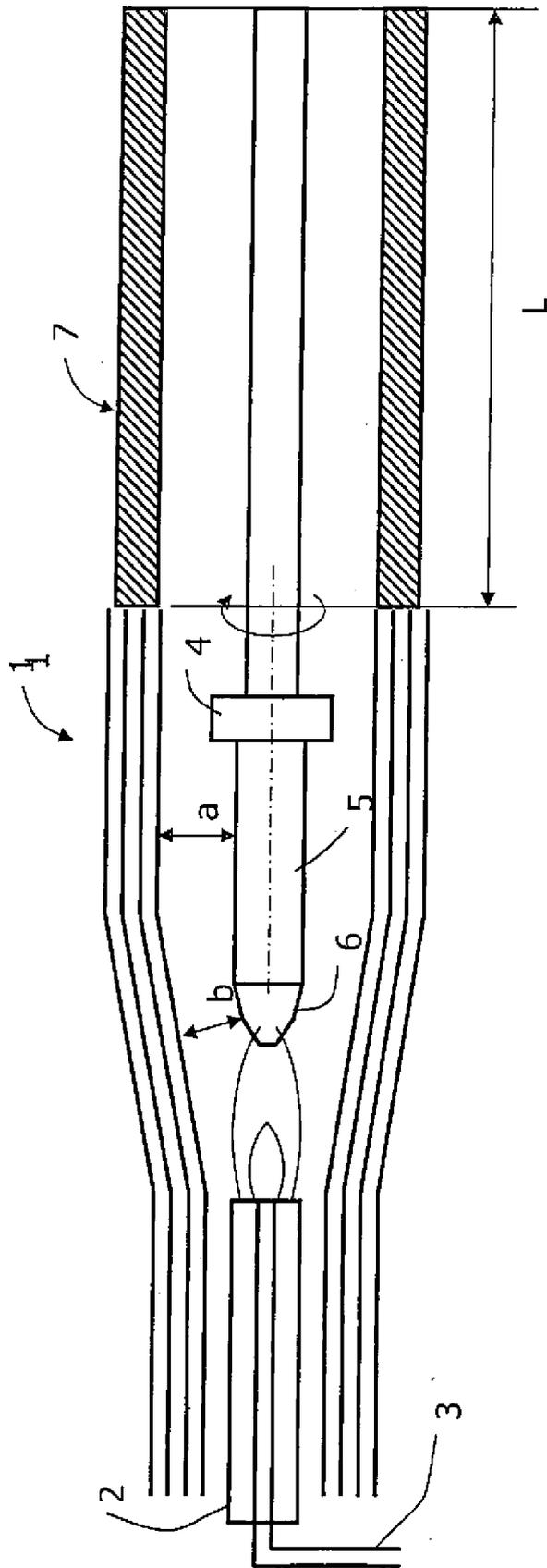


Fig. 2