



(11)

**EP 2 734 015 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.10.2016 Patentblatt 2016/42**

(51) Int Cl.:  
**H05H 1/34 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13005830.8**

(22) Anmeldetag: **07.05.2012**

(54) **Kühlrohr für einen Plasma-Lichtbogenbrenner**

Cooling pipe for a plasma arc torch

Tuyau de refroidissement pour une torche à plasma d'arc

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.05.2014 Patentblatt 2014/21**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
**12003596.9 / 2 663 167**

(73) Patentinhaber: **Hollberg, Manfred  
9403 Goldach (CH)**

(72) Erfinder: **Hollberg, Manfred  
9403 Goldach (CH)**

(74) Vertreter: **Riebling, Peter  
Patentanwalt,  
Rennerle 10  
88131 Lindau (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2009/070362 WO-A2-2010/115397  
GB-A- 2 192 821**

**EP 2 734 015 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Elektrode mit eingesetztem Kühlrohr für einen Plasma-Lichtbogenbrenner nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Eine Plasma-Elektrode mit eingesetztem Kühlrohr ist beispielsweise mit dem Gegenstand der EP 2 082 622 B1 oder WO 2010/115397 A+ bekannt geworden. Auf die dortige Offenbarung und die Funktionsweise eines Plasma-Lichtbogenbrenners wird Bezug genommen. Sie soll vollumfänglich von der Offenbarung der vorliegenden Erfindung umfasst sein.

**[0003]** Beim Betrieb von Plasma-Lichtbogenbrennern besteht das Problem, dass der an der Vorderseite des Elektrodenkörpers in einem Elektrodenkernhalter angeordnete Elektrodenkern einer bis zu 1500 °C erreichenden Arbeitstemperatur ausgesetzt ist. Aus diesem Grund muss der Elektrodenkörper der Plasma-Elektrode ausreichend gekühlt werden. Dies wird nach dem Gegenstand der EP 2 082 622 B1 dadurch bewerkstelligt, dass in die als hohlzylindrischer Elektrodenkörper ausgebildete Plasma-Elektrode ein ebenfalls hohlzylindrisches Kühlrohr eingesetzt ist, das im Vor- und Rücklauf von einem Kühlmittelstrom durchflossen ist. Der Kühlmittelstrom wird durch die zentrale Innenbohrung des Kühlrohres nach vorne in Richtung auf den Elektrodenkernhalter des Elektrodenkörpers geleitet, wo er am Grund des Elektrodenkörpers umgelenkt wird und an der Außenseite des Kühlrohres und am Innenumfang des Elektrodenkörpers wieder zurückfließt.

**[0004]** Das Kühlrohr ist einer beträchtlichen Wärmeausdehnung ausgesetzt, und es muss dafür gesorgt werden, dass es nicht bei seiner Wärmeausdehnung den Kühlmittelstrom unterbricht. Zu diesem Zweck schlägt die EP 2 082 622 B1 vor, die vordere Stirnseite des Kühlrohres, die nächst dem Elektrodenkernhalter sitzt, mit einem Abstandshalter zu versehen.

**[0005]** Der Abstandshalter ist am Grund des Elektrodenkörpers als einlegbare Scheibe oder als sich kreuzende Stäbe ausgebildet und soll eine Anschlagfläche für das vordere Ende des Kühlrohres am Elektrodenkörper ausbilden.

**[0006]** Nachteil dieses bekannten Abstandshalters ist jedoch, dass er als gesondertes Teil in den Elektrodenkörper eingelegt oder eingepresst werden muss, was mit erhöhtem Aufwand verbunden ist.

**[0007]** Weiterer Nachteil ist, dass er nicht Teil des Kühlrohres ist und nicht an der Längenausdehnung des Kühlrohres teilnimmt, womit die Gefahr besteht, dass das vordere Ende des Kühlrohres abdichtend auf dem Abstandshalter aufsitzt und hiermit der Kühlmittelstrom beeinträchtigt ist.

**[0008]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Plasma-Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass eine verbesserte Abstandshalterung für das Kühlrohr im Innenraum des hohlzylindrischen Elektrodenkörpers gewährleistet ist.

**[0009]** Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des Anspruchs 1 gekennzeichnet.

**[0010]** Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass das Kühlrohr - auch wenn es in eine Längsverschiebung erfährt, stets in seine hintere, elektrodenseitige Halterung zurück gedrückt wird. Dies erfolgt durch den Druck des auf das Kühlrohr wirkenden Kühlmediums und am Kühlrohr angeordnete Druckflügel.

**[0011]** Auf diese Weise wird eine optimale Umströmung des gesamten Elektrodenkernhalters und des dort auf eine Betriebstemperatur über 1000 °C aufgeheizten Elektrodenkern gewährleistet.

**[0012]** Es hat sich herausgestellt, dass eine optimale Führung des Kühlmittelstromes - unabhängig von temperaturbedingten Längenänderungen des Kühlrohres - dann erfolgt, wenn die Abstandsscheibe nicht abstandshaltend an der vorderen Stirnfläche des Elektrodenkernhalters der Plasma-Elektrode anliegt.

**[0013]** Es sollte also möglichst dafür gesorgt werden, dass das Kühlrohr nach hinten in Richtung auf seine hintere Halterung zurückgezogen bleibt und die Abstandsscheibe nur im Bedarfsfall mit ihrer Anschlagfläche an der zugeordneten, gegenüberliegenden Anschlagfläche des Elektrodenkernhalters zur Anlage kommt.

**[0014]** Um dies zu erreichen, wird nach dem zweiten Merkmal der Erfindung beansprucht, dass eine selbsttätige Rückzugkraft auf das Kühlrohr wirkt, welche Rückzugkraft - in Richtung auf die rückseitige Halterung des Kühlrohres - durch den Kühlmittelstrom selbst ausgeübt wird.

**[0015]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass im Rücklaufkanal, der am Außenumfang des Kühlrohres und am Innenumfang der hohlzylindrischen Bohrung des Elektrodenkörpers gebildet ist, Druckflügel angeordnet sind, die mit dem Außenumfang des Kühlrohres verbunden sind.

**[0016]** Weil diese Druckflügel im Rücklaufkanal liegen, werden sie von dem zurücklaufenden Kühlmedium beströmt und drücken das Kühlrohr in Richtung seiner Längsachse gegen seine hintere, elektrodenseitige Befestigung, die als Schraub- oder Steckbefestigung ausgebildet sein kann.

**[0017]** Damit wird ein eventuelles axiales Spiel in der Schraub- oder Steckbefestigung zwischen dem Kühlrohr und dem Elektrodenkörper aufgehoben, weil das Kühlrohr bedingt durch den Druck des Kühlmediums und durch die im Rücklaufkanal angeordneten Druckflügel stets mit einer gleichbleibenden Vorspannungskraft in seiner elektrodenseitigen Halterung gepresst wird.

**[0018]** Damit wird das Kühlrohr immer stets nach hinten in seine elektrodenseitige Halterung gedrückt und die vordere, dem Anschlag an dem Elektrodenkernhalter dienende Abstandsscheibe wird von dem Elektrodenkernhalter abgehoben und bleibt in einem bestimmten Abstand von diesem Elektrodenkernhalter.

**[0019]** Durch diese Abstandsbildung fließt das Kühlmittel auch über die Stirnseite des Elektrodenkernhal-

ters, weil die Abstandsscheibe einen bestimmten Spalt zu dieser Stirnseite des Elektrodenkernhalters einnimmt und somit einen optimierten Kühlmittelstrom über den Elektrodenkernhalter erlaubt.

**[0020]** Die im Rücklaufkanal angeordneten Druckflügel, die entweder werkstoffeinstückig oder lösbar mit dem Außenumfang des Kühlrohrs verbunden sind, können gerade ausgebildet sein, also mit ihren Flügelflächen senkrecht im Kühlmittelstrom liegen, sodass eine zusätzliche zirkuläre Wirbelströmung im Rücklauf-Kühlkanal vermieden wird.

**[0021]** In diesem Fall wird auch eine gerade, in Längsrichtung auf das Kühlrohr gegen die Befestigung des Kühlrohrs im Elektrodenkörper gerichtete Kraftkomponente auf das Kühlrohr erzeugt. Damit wird die Gewindeschraubverbindung in axialer Richtung vorgespannt.

**[0022]** Wenn hingegen in einer Weiterbildung dieser Ausführungsform die Druckflügel noch angeschrägt bezüglich der Längsachse der Kühlmittelströmung sind, strömt das im Rücklauf zurückströmende Kühlmedium spiralförmig stromabwärts der Druckflügel in Richtung auf den Kühlmittelauslass zurück, wodurch neben der geraden, in axialer Richtung des Kühlrohres erzeugten Kraftkomponente noch eine drehende (zirkuläre) Kraftkomponente auf das Kühlrohr erzeugt wird.

**[0023]** Die Drehrichtung dieser Kraftkomponente ist bevorzugt so gerichtet, dass eine eventuelle Gewindeschraubverbindung zwischen dem Kühlrohr und dem Elektrodenkörper im Sinne einer Verfestigung noch zusätzlich in Drehrichtung vorgespannt wird. Es kommt somit zu einer axialen und einer radialen Vorspannung der Gewindeschraubverbindung zwischen dem Elektrodenkörper und dem Kühlrohr.

**[0024]** Damit wird einerseits jegliches Spiel aus dieser Gewindeschraubverbindung entfernt, und andererseits wird diese Gewindeschraubverbindung noch zusätzlich in Festdrehrichtung drehend vorgespannt, wodurch noch eine zusätzliche Sicherung dieser Gewindeschraubverbindung erfolgt.

**[0025]** Bei solchen, in Strömungsrichtung des Rücklaufkanals angeschrägten Druckflügeln kann es auch vorgesehen sein, dass die Druckflügel nicht nur angeschrägt sind, sondern auch in der Art von Propellern eine stromabwärts der Druckflügel entstehende Wirbelströmung des Kühlmediums erzeugen, wodurch das Kühlmedium spiralförmig oder schraubenförmig um den Außenumfang des Kühlrohres geleitet wird, und hier einerseits das Kühlrohr - wie vorher angegeben - eine zusätzliche Drehkraft-Komponente erhält und der zurückströmende Kühlmittelstrom noch einen Drall erhält, der eine beschleunigte Abführung des Kühlmittelstromes aus dem Kühlmittelauslauf bewerkstelligt.

**[0026]** Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

**[0027]** Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung offenbarten Angaben und Merkmale,

insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung, werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

**[0028]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungswege darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

**[0029]** Es zeigen:

Figur 1: Längsschnitt durch eine Plasma-Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner in einer ersten Ausführungsform eines Kühlrohres

Figur 2: die Stirnansicht auf das in Figur 1 im Schnitt dargestellte Kühlrohr mit Abstandsscheibe

Figur 3: der Schnitt durch das Kühlrohr nach Figur 1 in einer abgewandelten Ausführungsform mit Darstellung weiterer Funktionen

Figur 4: ein Schnitt durch den Elektrodenkörper gemäß Figur 1 in einer abgewandelten Ausführungsform

Figur 5: eine perspektivische Ansicht eines Rings mit Druckflügeln

Figur 6: die Stirnansicht auf das Kühlrohr in Höhe der in Figur 3 dargestellten Druckflügel

Figur 7: eine gegenüber Figur 5 abgewandelte Ausführungsform von Druckflügeln

Figur 8: eine perspektivische Darstellung eines Schraubings mit Druckflügeln

Figur 9: eine gegenüber den Figuren 5 und 6 abgewandelte Ausführungsform von Druckflügeln in der Art von Propellerflügeln

Figur 10: eine gegenüber Figur 3 abgewandelte Ausführungsform eines Kühlrohres mit einer lösbar eingesetzten Abstandsscheibe

Figur 11: perspektivische Darstellung der in Figur 8 lösbar eingesetzten Abstandsscheibe

Fig. 12: ein Schnitt durch das vordere Ende des Kühlrohrs mit Darstellung eines Drahtes oder Stabes als Ersatz für die Abstandsscheibe

Figur 13: ein Schnitt durch das vordere Ende des Kühlrohrs mit Darstellung mehrerer Drähte oder Stäbe als Ersatz für die Abstandsscheibe

**[0030]** Die folgenden Figuren 1 bis 5 der vorliegenden

Erfindung dienen nur zur allgemeinen Erläuterung der Erfindung und sollen, insbesondere was die Abstandsscheibe 13 in Alleinstellung betrifft, nicht am Schutzzumfang teilnehmen.

**[0031]** In Figur 1 ist allgemein eine Plasma-Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner dargestellt, wobei ein etwa hohlzylindrischer Elektrodenkörper 1 im Bereich eines Flansches 3 Dichtungen 2 trägt, mit denen er abdichtend in ein nicht näher dargestelltes Gehäuse eingesteckt ist. Die genaue Art der Befestigung ergibt sich aus der EP 2 082 622 B.

**[0032]** Der Elektrodenkörper 1 weist gemäß Figur 4 eine zentrische Innenbohrung 28 auf und bildet an seiner vorderen Seite einen etwa zylinderförmigen Elektrodenkernhalter 12, der werkstoffeinstückig mit dem übrigen Material verbunden ist.

**[0033]** Im Elektrodenkernhalter 12 ist ein Elektrodenkern 11 eingesetzt, der z. B. aus Hafnium besteht. Im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 erstreckt sich der Elektrodenkern 11 durch den gesamten Elektrodenkernhalter 12 hindurch, während im Ausführungsbeispiel nach Figur 4 der Elektrodenkern 11 kürzer ausgebildet ist.

**[0034]** Wichtig ist bei beiden Ausführungen nach Figur 1 und 4, dass der Elektrodenkernhalter 12 möglichst in seinem Querschnitt schmal ausgebildet ist und im Übrigen zylindrisch, um einen guten Fluss des Kühlmediums über seine Oberflächen zu gestatten, wie dies in Figur 1 dargestellt ist.

**[0035]** Das hintere Ende des Elektrodenkernhalters 12 bildet gemäß Figur 4 eine stirnseitige Anschlagfläche 26 für ein abstandshaltendes Mittel, welches im Kühlrohr 4 eingebaut ist.

**[0036]** Das Kühlrohr 4 besteht wiederum aus einem hohlzylindrischen Metall- oder Kunststoffkörper, in dessen Innenbohrung 34 (s. Figur 3) ein Kühlkanal 9 für den Durchfluss eines Kühlmediums vorgesehen ist, welches in Pfeilrichtung 10 in die Innenbohrung 34 einströmt.

**[0037]** Das Kühlrohr 4 weist an seinem hinteren Ende ein Schraubgewinde 7 auf und ferner eine Abdichtung mit einer Dichtung 6, die im Bereich eines Flansches 5 angeordnet ist.

**[0038]** Die Abdichtung mit der Dichtung 6 erfolgt in nicht näher dargestellter Weise dergestalt, dass ein in Pfeilrichtung 17 aus dem dem Rücklauf 8 dienenden Kühlkanal in einen zugeordneten Auslauf 18 einströmt und dort entnommen wird. Statt einer Schraubverbindung kann auch eine Steckverbindung vorgesehen sein.

**[0039]** Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass im Innenraum des Kühlrohres 4, im axialen Abstand von der vordersten Spitze 16, eine Abstandsscheibe 13 angeordnet ist, die im gezeigten Ausführungsbeispiel nach Figur 1 werkstoffeinstückig mit dem Material des Kühlrohres 4 ausgebildet ist. Sie wird bei der spanabhebenden Bearbeitung des Kühlrohres zusammen mit diesem hergestellt.

**[0040]** Die Abstandsscheibe 13 ist in Figur 2 in Draufsicht dargestellt. Sie besteht im Wesentlichen aus einem Mittenkreuz 19, welches werkstoffeinstückig mit dem

Material des Kühlrohres 4 verbunden ist und aus einer Vielzahl von Durchflussausnehmungen 14 besteht, die im Zwischenraum zwischen den sich kreuzenden Balken des Mittenkreuzes 19 angeordnet sind.

**[0041]** Das Mittenkreuz 19 bildet eine zentrische Anschlagfläche 20, die der Anschlagfläche 26 des Elektrodenkernhalters 12 gemäß Figur 4 zugeordnet ist. Statt der jeden Quadranten des Mittenkreuzes begrenzenden Durchflussausnehmungen 14 können auch einzelne Durchflußbohrungen vorgesehen sein, die pro Quadrant aus einer oder mehreren Bohrungen bestehen..

**[0042]** Das in Pfeilrichtung 10 in den Vorlauf-Kühlkanal 9 einströmende Kühlmedium durchfließt demgemäß die Durchflussausnehmungen 14 in der Abstandsscheibe 13 und wird am vorderen Ende des Elektrodenkörpers 1 im Bereich einer Umkehrstrecke 15 umgeleitet und strömt dann am Außenumfang des Kühlrohres 3 über den dort angeordneten Kühlkanal 8 als Rücklauf wieder in Pfeilrichtung 17 zurück.

**[0043]** Die Strömungsverhältnisse sind in Figur 3 näher dargestellt.

**[0044]** Hierbei ist erkennbar, dass in der Umkehrstrecke 15 das Kühlmedium in Pfeilrichtung 21 umgelenkt wird und am Außenumfang des Kühlrohres 4 in Pfeilrichtung 22 zurückströmt und hierbei etwa nach 2/3 der Länge des Kühlrohres auf dort angeordneten Druckflügel 23 trifft.

**[0045]** Weil diese Druckflügel 23 gleichmäßig verteilt am Umfang des Kühlrohres angeordnet sind und im Kühlkanal 8 liegen, wird somit eine in Längsrichtung des Kühlrohres nach hinten, gegen dessen Schraubbefestigung 7 gerichtete Druckkraft 25 auf diese Schraubbefestigung ausgeübt. Es können ein, zwei oder mehrere Druckflügel vorhanden sein.

**[0046]** Die Figur 3 zeigt als abgewandeltes Ausführungsbeispiel den Fall, bei dem die Druckflügel 23 nicht als gerade Ansätze ausgebildet sind, sondern angeschrägt im Kühlkanal 8 liegen. Durch diese Anschrägung wird eine spiralförmige Wirbelströmung stromabwärts der Druckflügel 23 erzeugt, wodurch eine zusätzliche Rotationskomponente auf das Kühlrohr 4 ausgeübt wird und diese Rotationskomponente so gerichtet ist, dass die Schraubverbindung mit dem Schraubgewinde 7 verfestigt wird.

**[0047]** Die Figur 6 zeigt die Stirnansicht der gerade ausgebildeten Druckflügel 23a, die demgemäß nur eine gerade, axial gerichtete Druckkraft 25 in der in Figur 3 eingezeichneten Pfeilrichtung in Richtung auf die hintere Schraubverbindung mit dem Schraubgewinde 7 erzeugen.

**[0048]** Wenn hingegen in Figur 7 die Druckflügel 23a angeschrägt sind, wird eine Wirbelströmung 24 gemäß Figur 3 erzeugt.

**[0049]** Die Figur 5 zeigt, dass Druckflügel 23, 23b, 23c, 23 d jeglicher Art auch am Außenumfang eines Rings 36 angeordnet sein können. Der Ring 36 kann als Steckring ausgebildet sein, der auf den Außenumfang des Kühlrohres 4 aufgesteckt oder aufgerastet werden

kann. Die Figur 8 zeigt eine andere Ausführung des Rings 36, der mit einem Innengewinde 37 versehen ist, welches auf ein zugeordnetes Außengewinde auf dem Kühlrohr 4 aufgeschraubt werden kann.

**[0050]** Die Figur 9 zeigt als weitere Ausführungsform propellerförmige Druckflügel 23b, welche die Wirbelströmung 24 noch verstärken und ein in Schließrichtung gerichtetes Drehmoment 30 auf die Schraubverbindung mit dem Schraubgewinde 7 erzeugen.

**[0051]** In Figur 4 ist noch dargestellt, dass der Elektrodenkörper 1 seinerseits eine Schraubbefestigung 29 an seinem hinteren Ende trägt, mit dem er abdichtend in ein zugeordnetes Gehäuseteil des Plasma-Lichtbogenbrenners eingeschraubt ist. Stattdessen kann auch eine Steck- oder Klemmverbindung vorhanden sein.

**[0052]** Am Bohrungsgrund 27 des Elektrodenkörpers 1 wird somit die Umkehrstrecke 15 ausgebildet.

**[0053]** Die Figuren 10 und 11 zeigen eine lösbare Befestigung der Abstandsscheibe 13, wobei gleichmäßig am Umfang verteilt einzelne Abstandsnoppen 32 durch Materialverdrängung aus dem Material des Kühlrohres ausgebildet werden, und im Abstand davon weitere Rastnoppen 33, z. B. als drei gleichmäßig am Umfang verteilt angeordnete Rastnoppen, ausgebildet sein können, wodurch sich eine Rastaufnahme zwischen den Noppen 32, 33 für das Einrasten einer in Pfeilrichtung 31 eingeschobenen Abstandsscheibe 13 ergibt.

**[0054]** Die Figur 11 zeigt als abgewandelte Ausführungsform, dass statt der Anschlagnoppen 32, 33 an der gleichen Stelle ein Innengewinde im Kühlrohr angeordnet sein kann und die Abstandsscheibe 13 ein Gewinde 35 am Außenumfang aufweist, sodass die Abstandsscheibe einfach mit einem geeigneten Werkzeug mit ihrem Außengewinde in das Innengewinde des Kühlrohres eingeschraubt werden kann und dort festgelegt ist.

**[0055]** Es ist nicht zeichnerisch dargestellt, dass die Abstandsscheibe 13 auch in eine am Innenumfang des Kühlrohres eingearbeitete hinterschnittene Nut eingeklipst oder in ein dort eingearbeitetes Innengewinde eingeschraubt werden kann.

**[0056]** Ebenso ist es möglich, eine Schulter verringerten Durchmessers am Innenumfang des Kühlrohres einzuarbeiten und die Abstandsscheibe 13 mit ihrem Außenumfang an dieser Schulter in axialer Richtung zur Anlage zu bringen. Der Sitz der Abstandsscheibe 13 an dieser Schulter kann dann durch einen in den Innenumfang eingeschraubten Schraubring oder durch einen Sprengring gesichert werden, der in einer Nut eingerastet wird, die in axialer Richtung vor der die Abstandsscheibe haltenden Schulter angeordnet ist.

**[0057]** In den Figuren 12 und 13 ist ein Schnitt durch das vordere Ende des Kühlrohres in Höhe der in Figur 10 dargestellten Abstandsscheibe 13 dargestellt. Die Figur 12 zeigt, dass die Abstandsscheibe 13 in ihrer einfachsten Form auch als quer die Bohrung des Kühlrohres durchsetzender Draht oder Stab 13a ausgebildet sein kann. Der Draht oder Stab 13 a ist in zueinander fluchtenden Bohrungen 38 im Kühlrohr 4 eingesetzt, eingelötet oder

eingepresst. Der Stab oder Draht 13a kann aus Kunststoff oder Metall bestehen.

**[0058]** Die Figur 13 zeigt, dass auch mehrere, sich kreuzende Drähte oder Stäbe 13a in der Innenbohrung eingesetzt sein können. Die genannten Teile können auch in einer hinterschnittenen Nut am Innenumfang des Kühlrohres eingerastet sein. Sie können auch im Mittenbereich mit einander verbunden sein und ein Kreuz ausbilden, welches in die hinterschnittene Nut eingerastet oder eingespannt ist.

### Zeichnungslegende

#### **[0059]**

|    |                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------|
| 1  | Elektrodenkörper                                          |
| 2  | Dichtung                                                  |
| 3  | Flansch                                                   |
| 4  | Kühlrohr                                                  |
| 5  | Flansch                                                   |
| 6  | Dichtung                                                  |
| 7  | Schraubgewinde                                            |
| 8  | Kühlkanal (Rücklauf)                                      |
| 9  | Kühlkanal (Vorlauf)                                       |
| 10 | Pfeilrichtung                                             |
| 11 | Elektrodenkern                                            |
| 12 | Elektrodenkernhalter                                      |
| 13 | Abstandsscheibe oder Abstandshalter 13a Drähte oder Stäbe |
| 14 | Durchflussausnehmung                                      |
| 15 | Umkehrstrecke                                             |
| 16 | Spitze (von 4)                                            |
| 17 | Pfeilrichtung                                             |
| 18 | Auslauf                                                   |
| 19 | Mittenkreuz                                               |
| 20 | Anschlagfläche                                            |
| 21 | Pfeilrichtung                                             |
| 22 | Pfeilrichtung                                             |
| 23 | Druckflügel a, b                                          |
| 24 | Wirbelströmung                                            |
| 25 | Druckkraft                                                |
| 26 | Anschlagfläche                                            |
| 27 | Bohrungsgrund                                             |
| 28 | Innenbohrung (von 1)                                      |
| 29 | Schraubbefestigung                                        |
| 30 | Drehmoment                                                |
| 31 | Pfeilrichtung                                             |
| 32 | Anschlagnoppe                                             |
| 33 | Rastnoppe                                                 |
| 34 | Innenbohrung (von 4)                                      |
| 35 | Gewinde (von 13)                                          |
| 36 | Ring                                                      |
| 37 | Innengewinde                                              |
| 38 | Bohrung                                                   |

## Patentansprüche

1. Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner, bestehend aus einem hohlzylindrischen Elektrodenkörper (1) mit einer zentralen Innenbohrung (28), an deren vorderen Ende ein Elektrodenkernhalter (12) mit einem dort eingesetzten Elektrodenkern (11) angeordnet ist, und einem in die Innenbohrung (28) eingesetzten, hohlzylindrischen Kühlrohr (4), welches in seiner Innenbohrung (34) einen als Vorlauf ausgebildeten Kühlkanal (9) und im Zwischenraum zwischen seinem Außenumfang und dem Innenumfang des Elektrodenkörpers (1) einen als Rücklauf ausgebildeten Kühlkanal (8) ausbildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Außenumfang des Kühlrohrs (4) mindestens zwei am Umfang versetzt zueinander angeordnete Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) angeordnet sind, welche vom Kühlmedium im als Rücklauf ausgebildeten Kühlkanal (8) beaufschlagt sind und das Kühlrohr (4) gegen seine elektrodenseitige Befestigung drücken.
2. Elektrode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) bezüglich der Längsachse der Kühlmittelströmung angeschrägt sind.
3. Elektrode nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) dergestalt ausgebildet sind, dass eine stromabwärts des Kühlkanals (8) gerichtete Wirbelströmung (24) erzeugt ist.
4. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrodenseitige Befestigung als Schraub- oder Steckbefestigung ausgebildet ist.
5. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23a) als in Richtung zur Längsachse des Kühlrohrs (4) angeschrägte Lappen ausgebildet sind.
6. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23b) als in Richtung zur Längsachse des Kühlrohrs (4) angeschrägte Propellerflügel ausgebildet sind.
7. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlrohr (4) an seiner dem Elektrodenkernhalter (12) zugewandten Innenseite abstandshaltende Mittel aufweist, die zur stirnseitigen Anlage am Elektrodenkernhalter (12) geeignet sind.
8. Elektrode nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das abstandshaltende Mittel als Abstandsscheibe (13) ausgebildet ist.

9. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) werkstoffestückig mit dem Kühlrohr (4) verbunden sind.
10. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) lösbar mit dem Kühlrohr (4) verbunden sind.
11. Elektrode nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) am Aussenumfang eines Rings (36) angeordnet sind.
12. Elektrode nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ring (36) als Steckring ausgebildet ist und auf das Kühlrohr aufsteckbar oder einrastbar ist.
13. Elektrode nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ring (36) mit einem Innengewinde (37) versehen ist, welches auf ein zugeordnetes Außengewinde auf das Kühlrohr (4) aufschraubbar ist.

## Claims

1. Electrode for a plasma arc torch, consisting of a hollow cylindrical electrode body (1) with a central internal bore (28) at the front end of which is arranged an electrode core holder (12) with an electrode core (11) inserted therein, and a hollow cylindrical cooling pipe (4) which is inserted in the internal bore (28) and in its internal bore (34) forms a cooling channel (9) embodied as the supply and in the interspace between its external circumference and the internal circumference of the electrode body (1) forms a cooling channel (8) embodied as the return, **characterised in that** arranged on the external circumference of the cooling pipe (4) there are at least two pressure vanes (23, 23a, 23b, 23c, 23d) which are arranged offset to one another on the circumference and subject to the action of the cooling medium in the cooling channel (8) embodied as the return and press the cooling pipe (4) against its fastening on the electrode side.
2. Electrode according to claim 1, **characterised in that** the pressure vanes (23, 23a, 23b, 23c, 23d) are inclined obliquely with respect to the longitudinal axis of the stream of cooling medium.
3. Electrode according to claim 2, **characterised in that** the pressure vanes (23, 23a, 23b, 23c, 23d) are embodied in such a way that a vortex stream (24) is generated directed in the downstream direction of

the cooling channel (8).

4. Electrode according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the fastening on the electrode side is embodied in the form of a screwed or plug-in fastening. 5
5. Electrode according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the pressure vanes (23a) are embodied in the form of tabs which are inclined obliquely in the direction of the longitudinal axis of the cooling pipe (4). 10
6. Electrode according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the pressure vanes (23b) are embodied in the form of propeller blades which are inclined obliquely in the direction of the longitudinal axis of the cooling pipe (4). 15
7. Electrode according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** on its inside facing the electrode core holder (12) the cooling pipe (4) has spacing means which are adapted to bear on the electrode core holder (12) at the end face. 20
8. Electrode according to claim 7, **characterised in that** the spacing means is embodied in the form of a spacing washer (13). 25
9. Electrode according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the pressure vanes (23, 23a, 23b, 23c, 23d) are connected in one piece with the material of the cooling pipe (4). 30
10. Electrode according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the pressure vanes (23, 23a, 23b, 23c, 23d) are connected detachably with the cooling pipe (4). 35
11. Electrode according to claim 10, **characterised in that** the pressure vanes (23, 23a, 23b, 23c, 23d) are arranged on the external circumference of a ring (36). 40
12. Electrode according to claim 11, **characterised in that** the ring (36) is embodied in the form of a push-fit ring and can be fitted onto or locked to the cooling pipe. 45
13. Electrode according to claim 11, **characterised in that** the ring (36) is provided with an internal thread (37) which can be screwed onto a corresponding external thread on the cooling pipe (4). 50

#### Revendications

1. Electrode pour une torche à arc plasma, composée

d'un corps d'électrode cylindrique creux (1) avec un perçage intérieur central (28) à l'extrémité avant duquel est disposé un porte-noyau d'électrode (12) avec un noyau d'électrode (11) placé dans celui-ci, et d'un tuyau de refroidissement cylindrique creux (4) qui est placé dans le perçage central (28) et qui forme, dans son perçage intérieur (34), un conduit de refroidissement (9) conçu comme un passage aller, et dans l'espace intermédiaire entre sa circonférence extérieure et la circonférence intérieure du corps d'électrode (1), un conduit de refroidissement (8) conçu comme un passage retour, **caractérisée en ce qu'il** est prévu sur la circonférence du tuyau de refroidissement (4) au moins deux ailettes de pression (23, 23a, 23b, 23c, 23d), décalées les unes par rapport aux autres sur la circonférence, qui sont contraintes par l'agent de refroidissement dans le conduit de refroidissement (8) conçu comme un passage retour, et qui pressent le tuyau de refroidissement (4) contre sa fixation côté électrode.

2. Electrode selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les ailettes de pression (23, 23a, 23b, 23c, 23d) sont biseautées par rapport à l'axe longitudinal de l'écoulement d'agent de refroidissement.
3. Electrode selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les ailettes de pression (23, 23a, 23b, 23c, 23d) sont conçues de telle sorte qu'un écoulement tourbillonnaire (24) dirigé en aval du conduit de refroidissement (8) est produit.
4. Electrode selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la fixation côté électrode est conçue comme une fixation à vis ou à emboîtement.
5. Electrode selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** les ailettes de pression (23a) ont la forme de pattes biseautées en direction de l'axe longitudinal du tuyau de refroidissement (4).
6. Electrode selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les ailettes de pression (23b) ont la forme de pales d'hélice biseautées en direction de l'axe longitudinal du tuyau de refroidissement (4).
7. Electrode selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le tuyau de refroidissement (4) comporte sur son côté intérieur tourné vers le porte-noyau d'électrode (12) des moyens d'écartement qui sont aptes à être appliqués côté frontal contre le porte-noyau d'électrode (12).
8. Electrode selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les moyens d'écartement ont la forme d'une rondelle d'écartement (13).

9. Electrode selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** les ailettes de pression (23, 23a, 23b, 23c, 23d) sont reliées d'une seule pièce au tuyau de refroidissement (4).

5

10. Electrode selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** les ailettes de pression (23, 23a, 23b, 23c, 23d) sont reliées de manière amovible au tuyau de refroidissement (4).

10

11. Electrode selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** les ailettes de pression (23, 23a, 23b, 23c, 23d) sont disposées sur la circonférence extérieure d'une bague (36).

15

12. Electrode selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la bague (36) est conçue comme une bague à emboîtement et est apte à être emboîtée ou enclenchée sur le tuyau de refroidissement.

20

13. Electrode selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la bague (36) est pourvue d'un filetage intérieur (37) qui est apte à être vissé sur un filetage extérieur associé, sur le tuyau de refroidissement (4).

25

30

35

40

45

50

55

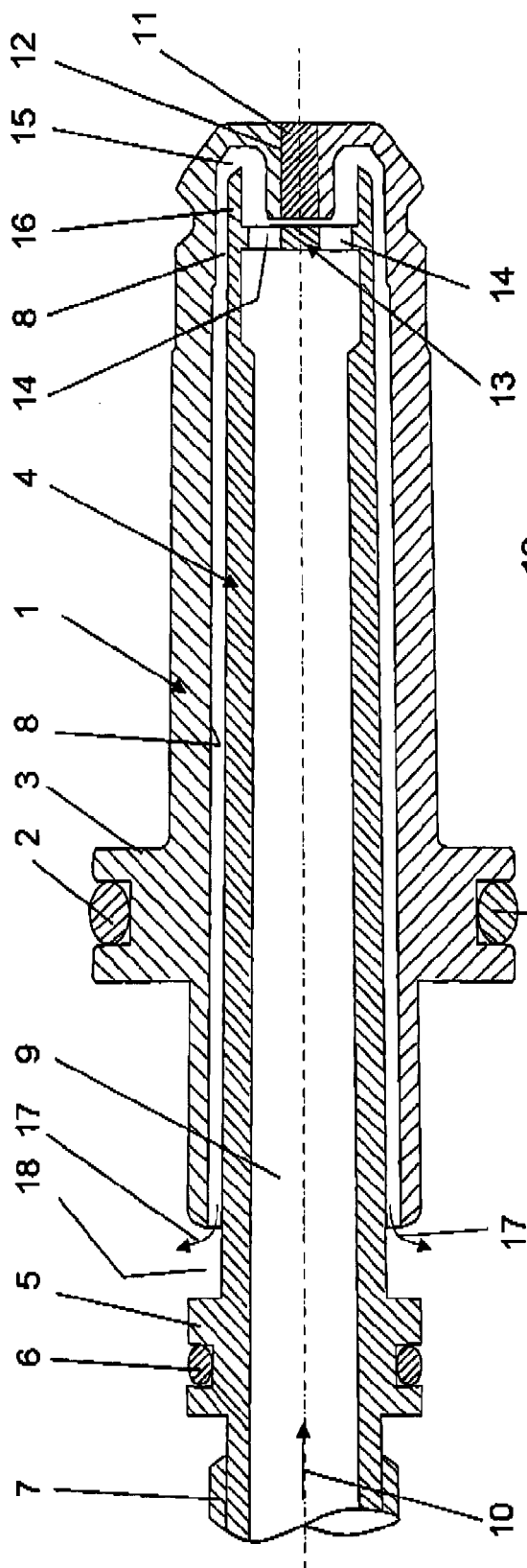


Fig. 1

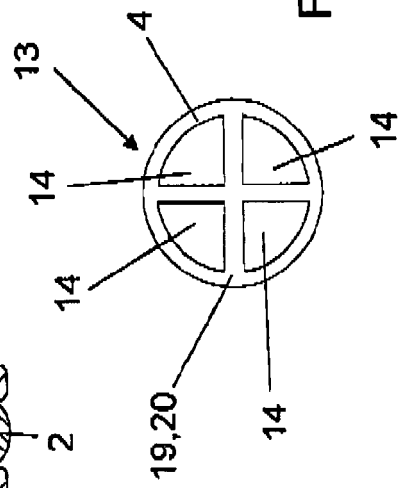


Fig. 2

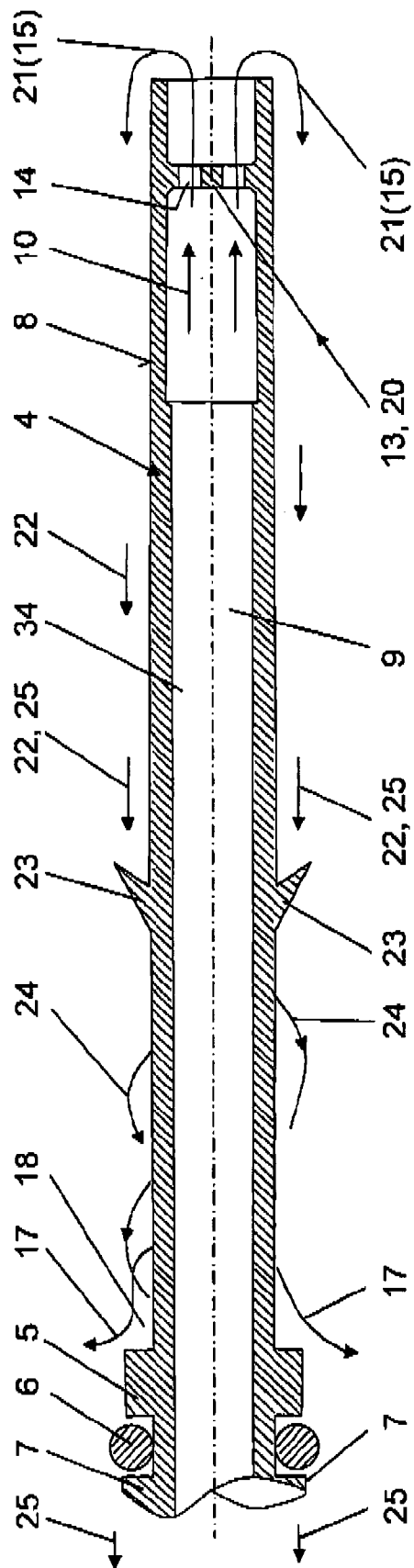


Fig. 3

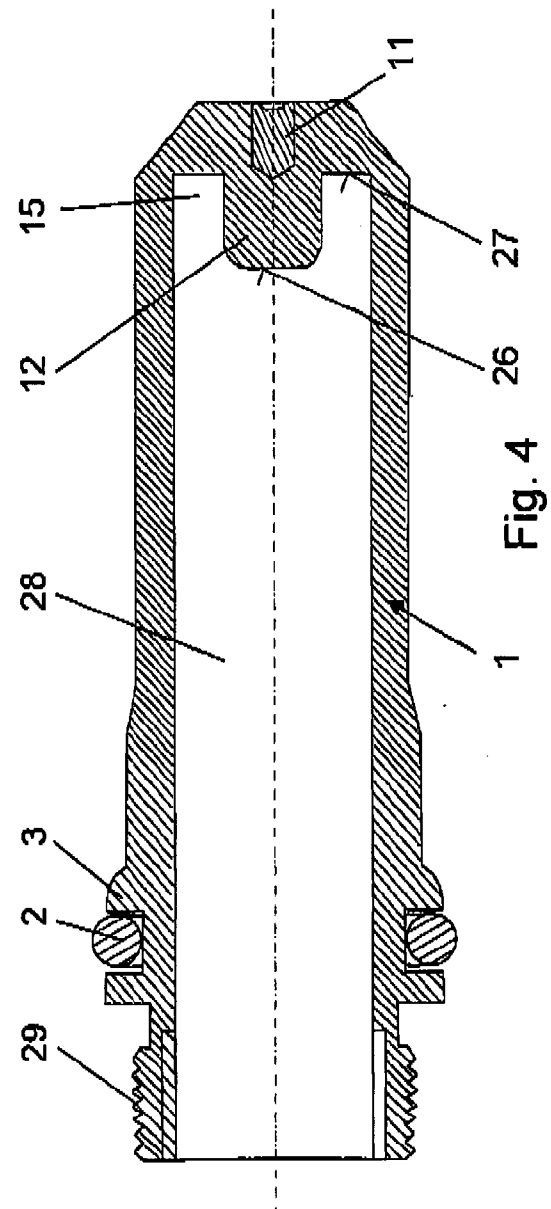


Fig. 4

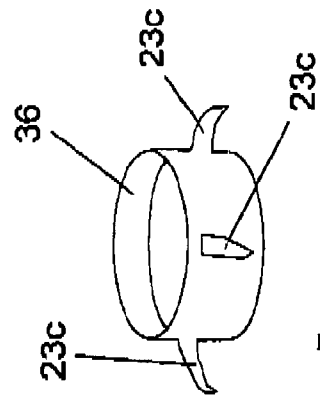


Fig. 5

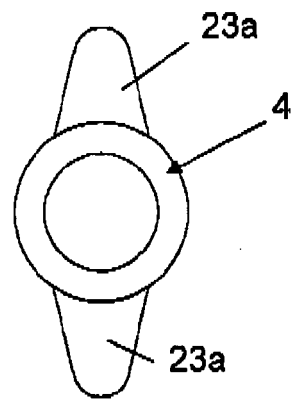


Fig. 6

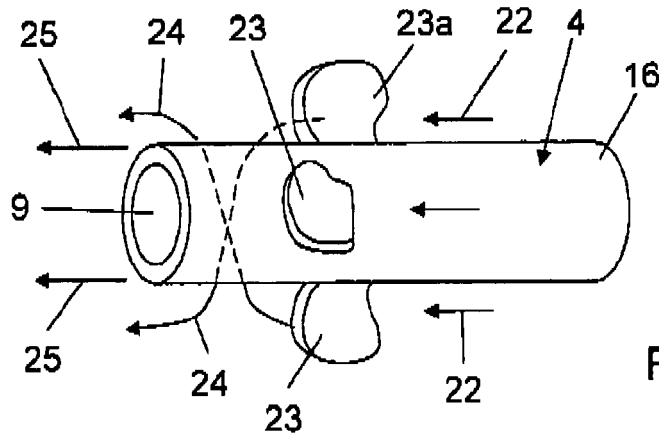


Fig. 7

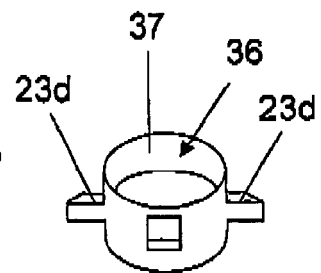


Fig. 8

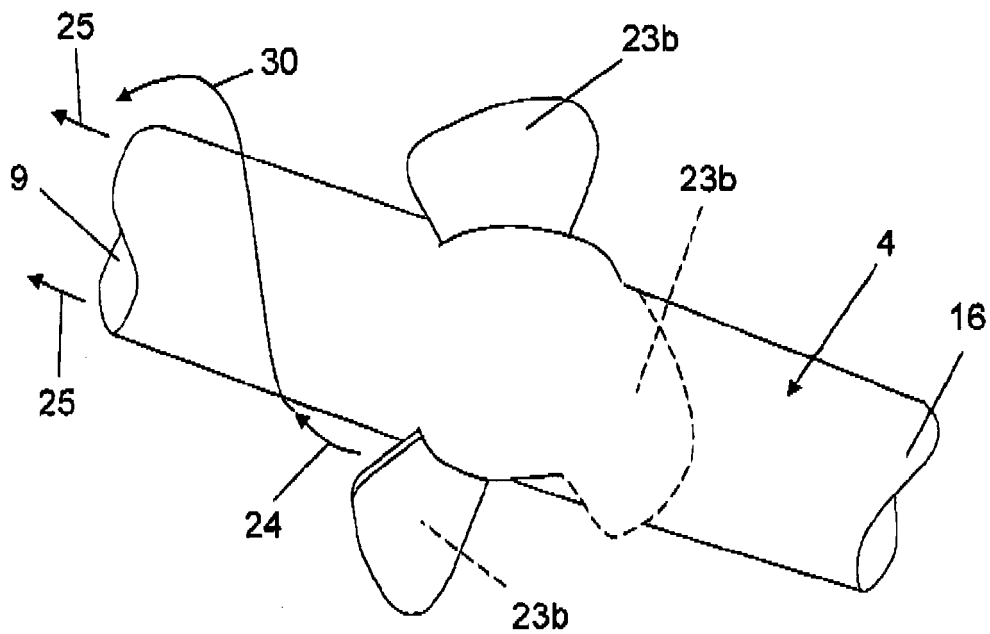
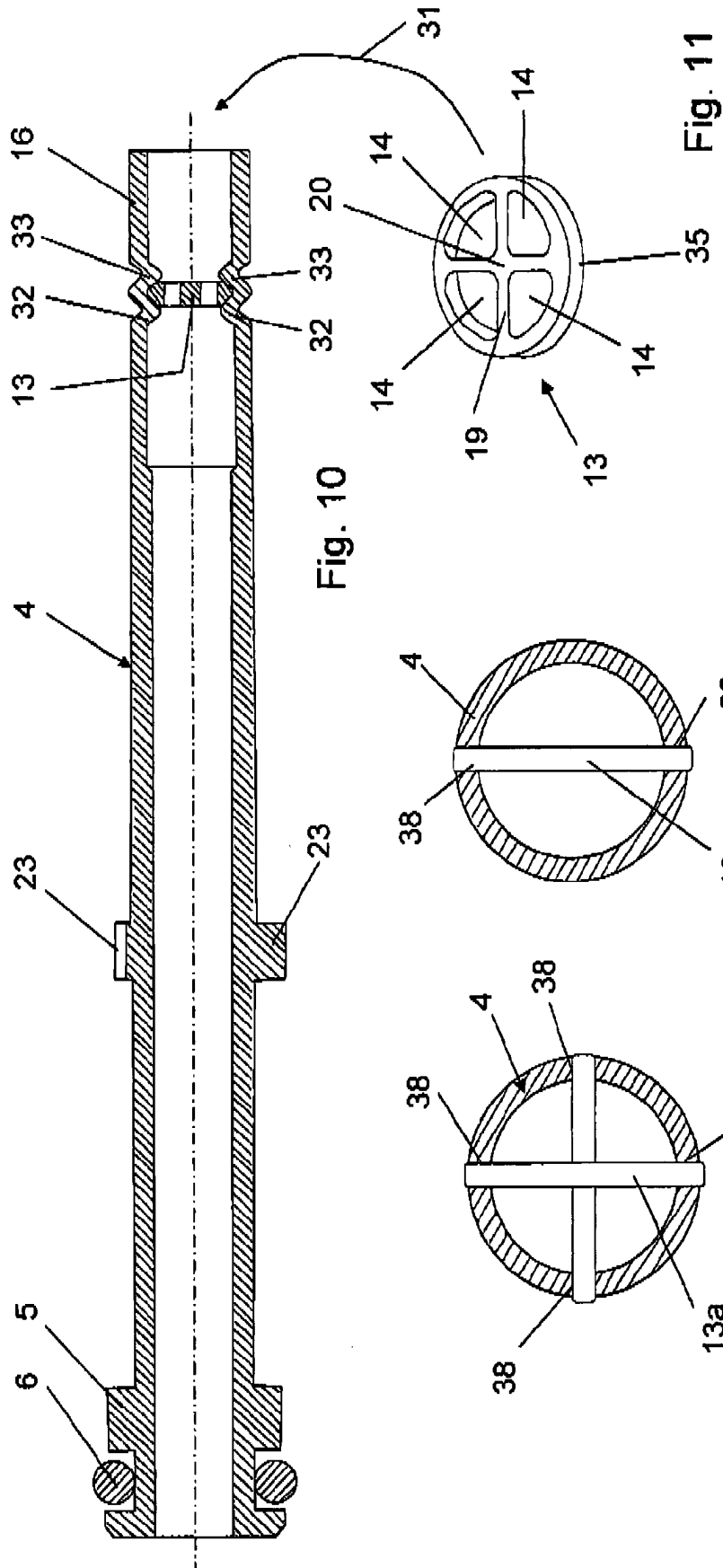


Fig. 9



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2082622 B1 [0002] [0003] [0004]
- WO 2010115397 A [0002]
- EP 2082622 B [0031]