



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2014 Patentblatt 2014/21

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

(21) Anmeldenummer: **13005830.8**

(22) Anmeldetag: **07.05.2012**

(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

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

(71) Anmelder: **Hollberg, Manfred**
9403 Goldach (CH)

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

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

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 16-12-2013 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

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

(57) Kühlrohr 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 abdichtend in die Innenbohrung (28) eingesetzten, hohlzylindrischen Kühlrohr (4), welches in seiner Innenbohrung (34) einen als Vorlauf ausgebildeten Kühl-

kanal (9) und im Zwischenraum zwischen seinem Außenumfang und dem Innenumfang des Elektrodenkörpers (1) einen als Rücklauf ausgebildeten Kühlkanal (8) ausbildet, wobei das Kühlrohr (4) an seiner dem Elektrodenkernhalter (12) zugewandten Innenseite abstandshaltende Mittel (z.B. eine Abstandsscheibe (13) oder Drähte oder Stäbe 13a) aufweist, die zur stirnseitigen Anlage am Elektrodenkernhalter (12) geeignet sind.

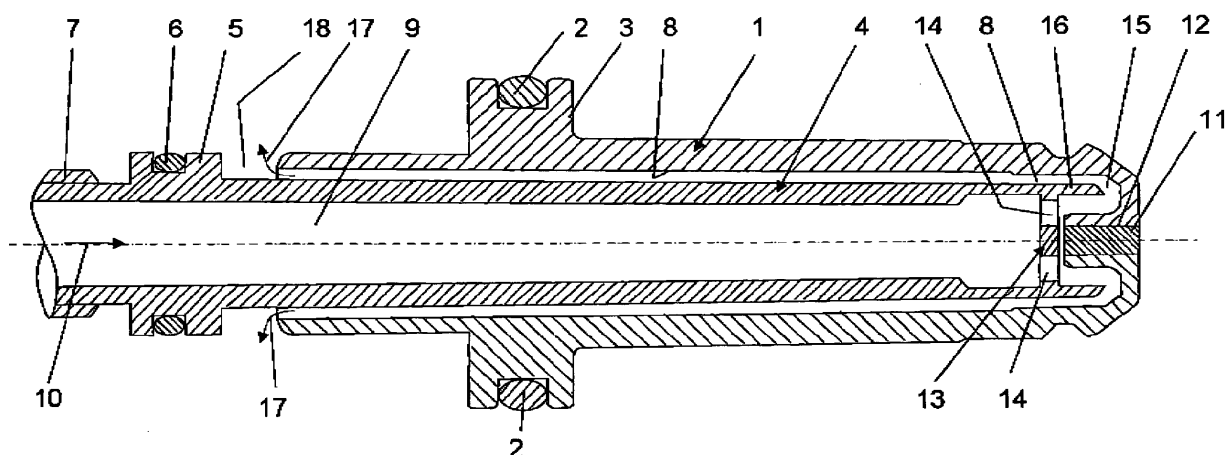


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kühlrohr für einen Plasma-Lichtbogenbrenner nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung eine

[0002] Eine solche Plasma-Elektrode mit eingesetztem Kühlrohr ist beispielsweise mit dem Gegenstand der EP 2 082 622 B1 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 Elektro-

denkörpers 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 an seiner dem Elektrodenkernhalter zugewandten Innenseite einen Abstandshalter aufweist, der zur Anlage am Elektrodenkernhalter geeignet ist. Es werden demnach sämtliche abstandshaltenden Mittel als erfindungswesentlich beansprucht, die zur verschiebungsbegrenzenden Anlage des Kühlrohres am Elektrodenkernhalter geeignet sind.

[0011] Mit der gegebenen technischen Lehre wird ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem in der EP 2 082 622 B1 gezeigten Stand der Technik erreicht, denn erfindungsgemäß ist das abstandshaltende Mittel nicht mehr Teil des hohlzylindrischen Elektrodenkörpers, sondern Teil des Kühlrohres selbst.

[0012] Dieser Abstandshalter ist in Form von zum Beispiel einer Abstandsscheibe im Innenraum des Kühlrohres eingebaut und nimmt somit - weil sie fest mit dem Kühlrohr verbunden ist - an der Längenausdehnung des Kühlrohres teil. Dies war beim Stand der Technik nicht möglich.

[0013] Aus diesem Grund wird für einen ständig gleichbleibenden Kühlmitteldurchfluss durch das Kühlrohr gesorgt, unabhängig von der sich stark verändernden Längenausdehnung des Kühlrohres, welches mit seiner vorderen Stirnseite einmal mehr und einmal weniger in Richtung auf den Grund des hohlzylindrischen Elektrodenkörpers gerichtet ist. Wenn dort - wie beim Stand der Technik - eine feste Abstandsscheibe angeordnet ist, führt dies zur Beeinträchtigung des Kühlmittelstroms. Dies wird bei der Erfindung vermieden.

[0014] Die abstandshaltenden Flächen sind bei der Erfindung einerseits die Fläche des Elektrodenkernhalters der Plasma-Elektrode und andererseits eine innere, zentrale Fläche der in das Kühlrohr eingesetzten Abstandsscheibe.

[0015] Das Kühlrohr kann sich mit der dort eingesetzten Abstandsscheibe mehr oder weniger von dem Elektrodenkernhalter, bedingt durch die Längenausdehnung, entfernen, ohne dass der Kühlmittelstrom wesentlich beeinträchtigt wird.

[0016] Bei dieser Ausführungsform wird vorausgesetzt, dass das hintere Ende des Kühlrohres in der Elektrode in einer Schraub-, Steck- oder Klemmbefestigung aufgenommen ist. Eine solche Befestigung sorgt für einen festen, annähernd verschiebungsfreien Sitz des Kühlrohres.

[0017] In einer anderen Ausführung der Erfindung wird durch die erfindungsgemäße Abstandsscheibe nicht das durch die thermische Längenänderung gegebene Ausdehnungsspiel des einseitig fest eingespannten Kühlrohres begrenzt. Hier ist vorgesehen, dass das Kühlrohr verschiebbar in seiner elektrodenseitigen Halterung aufgenommen ist und ein axiales Verschiebungsspiel im Bereich von 0,1 bis 10 mm aufweist.

[0018] Bei einem solchen verschiebbar gelagerten Kühlrohr besteht noch im größeren Maße das Problem, dass eine axiale Verschiebung in Richtung auf den Elektrodenkernhalter (in Richtung zur Spitze hin) zu einer Beeinträchtigung des Kühlmittelflusses führt. Aus diesem Grund ist die kühlrohrseitige Abstandsscheibe oder der dort angeordnete Abstandshalter wichtig, um die Längsausdehnung des Kühlrohres in axialer Richtung nach vorne zu begrenzen.

[0019] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird noch zusätzlich - oder in Alleinstellung - vorgeschlagen, 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.

[0020] Zur Begrenzung des vorderseitigen Bewegungsspiels des Kühlrohres ist in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung nach einer ersten Ausführungsform vorgesehen, dass die Abstandsscheibe werkstoffeinstückig mit dem Kühlrohr verbunden ist. Dies bedeutet, dass die Abstandsscheibe aus dem gleichen Material wie das Kühlrohr gebildet ist und bei der Herstellung des Kühlrohres mit diesem zusammen hergestellt wird.

[0021] Wenn das Kühlrohr beispielsweise durch Bohren aus einem stangenförmigen Metallmaterial hergestellt wird, wird der zylindrische Innenraum des Kühlrohres nur bis zur vorderen Seite des Kühlrohres in der Nähe der Abstandsscheibe bearbeitet.

[0022] Von der anderen, der kürzeren Seite des Kühlrohres her, erfolgt gleichfalls eine in Längsrichtung gehende spanabhebende Bearbeitung des Kühlrohres, so dass schließlich in der Nähe der Spitze des Kühlrohres, jedoch von der Spitze zurückverstzt, eine mit dem Kühlrohr werkstoffeinstückige Abstandsscheibe durch entsprechende Materialbearbeitung des Kühlrohres hergestellt wird.

[0023] Die so hergestellte Abstandsscheibe zeichnet sich dadurch aus, dass sie in der Art eines Siebes eine Vielzahl von Durchflussöffnungen aufweist, dass aber der mittlere, zentrale Bereich als Anschlagfläche ausgebildet ist, die der elektrodenkernhalter-seitigen Anschlagfläche des Elektrodenkörpers zugeordnet ist.

[0024] Der Elektrodenkernhalter der Plasma-Elektrode ist in diesem Bereich möglichst schmal ausgebildet, um noch eine günstige Halterung für den dort eingesetzten Elektrodenkern zu bieten, aber andererseits einen genügenden Kühlmittelfluss durch die Abstandsscheibe hindurch am Elektrodenkernhalter vorbei aus der Spitze des Kühlrohres heraus zu gewährleisten.

[0025] Auf diese Weise wird eine optimale Umströmung des gesamten Elektrodenkernhalters und des dort auf eine Betriebstemperatur über 1000 °C aufgeheizten Elektrodenkern gewährleistet.

[0026] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Abstandsscheibe nicht werkstoffeinstückig mit dem Material des Kühlrohres verbunden ist, sondern als werkstoff-getrenntes Teil in das Kühl-

rohr lösbar eingesetzt ist.

[0027] Die Abstandsscheibe kann hierbei mit einem Außengewinde versehen werden, welches mit einem zugeordneten Innengewinde am Innenumfang des Kühlrohres zusammenwirkt, sodass die Abstandsscheibe einfach in den Innenraum des Kühlrohres eingeschraubt werden kann.

[0028] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung kann es auch vorgesehen sein, dass die Abstandsscheibe als werkstoff-getrenntes Teil in die Innenseite des Kühlrohres eingeklipst oder eingerastet wird.

[0029] Auf jeden Fall sieht diese zweite Ausführungsform vor, dass die Abstandsscheibe lösbar mit dem Kühlrohr verbunden ist.

[0030] Dies sorgt für eine leichte Auswechselbarkeit der Abstandsscheibe und dafür, dass die Abstandsscheibe auch aus einem anderen Material gefertigt werden kann als vergleichsweise das Kühlrohr selbst.

[0031] Sie kann beispielsweise aus Kunststoff oder einem Kunststoff-Metall-Verbund bestehen.

[0032] Die Abstandsscheibe kann auch mit einem Außengewinde versehen sein und wird in eine zugeordnete Anschlagfläche im Innenraum des Kühlrohres eingeschraubt. Schließlich kann im Innenraum des Kühlrohres auch eine hinterschnittene Nut eingearbeitet sein, in welche die Abstandsscheibe eingeraste wird.

[0033] Das vorstehend geschilderte, erste Merkmal der Erfindung (Abstandsscheibe im Innenraum eines Kühlrohres) bezieht sich darauf, dass unabhängig von der temperaturbedingten Längenänderung des Kühlrohres stets durch eine mit dem Kühlrohr verbundene Abstandsscheibe gesorgt wird, dass ein von Temperaturänderungen unbeeinflusster Kühlmittelstrom über den Elektrodenkernhalter geführt wird.

[0034] Zur Erfüllung dieser Aufgabe dient ein zweites Merkmal der Erfindung, welches in Alleinstellung, aber auch in Kombination mit dem erstgenannten Merkmal, Schutz genießen soll.

[0035] Dieses zweite Merkmal wird nachfolgend ausführlich beschrieben:

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] Durch diese Abstandsbildung fließt das Kühlmittel auch über die Stirnseite des Elektrodenkernhalters, weil die Abstandsscheibe einen bestimmten Spalt zu dieser Stirnseite des Elektrodenkernhalters einnimmt und somit einen optimierten Kühlmittelstrom über den Elektrodenkernhalter erlaubt.

[0044] Die im Rücklaufkanal angeordneten Druckflügel, die entweder werkstoffeinstückig oder lösbar mit dem Außenumfang des Kühlrohres verbunden sind, können gerade ausgebildet sein, also mit ihren Flügelflächen senkrecht im Kühlmittelstrom liegen, sodass eine zusätzliche zirkuläre Wirbelströmung im Rücklauf-Kühlkanal vermieden wird.

[0045] In diesem Fall wird auch eine gerade, in Längsrichtung auf das Kühlrohr gegen die Befestigung des Kühlrohres im Elektrodenkörper gerichtete Kraftkomponente auf das Kühlrohr erzeugt. Damit wird die Gewindeschraubverbindung in axialer Richtung vorgespannt.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander,

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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 Schraubbrings 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 Kühlrohres mit Darstellung eines Drahtes oder Stabes als Ersatz für die Abstandsscheibe

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

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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.

[0057] 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.

[0058] Das hintere Ende des Elektrodenkernhalters 12 bildet gemäß Figur 4 eine stirnseitige Anschlagfläche 26 für ein abstandshaltendes Mittel, welches im Kühlrohr 4 eingebaut ist.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] 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.

[0064] 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..

[0065] 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.

[0066] Die Strömungsverhältnisse sind in Figur 3 näher dargestellt.

[0067] 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.

[0068] 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.

[0069] Die Figur 3 zeigt als abgewandeltes Ausführungsbeispiel den Fall, bei dem die Druckflügel 23 nicht als gerade Ansätze ausgebildet sind, sondern ange-

schrägt 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.

[0070] 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.

[0071] Wenn hingegen in Figur 7 die Druckflügel 23a angeschrägt sind, wird eine Wirbelströmung 24 gemäß Figur 3 erzeugt.

[0072] 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 Kühlrohrs 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.

[0073] 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.

[0074] 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.

[0075] Am Bohrungsgrund 27 des Elektrodenkörpers 1 wird somit die Umkehrstrecke 15 ausgebildet.

[0076] 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.

[0077] 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.

[0078] Es ist nicht zeichnerisch dargestellt, dass die Abstandsscheibe 13 auch in eine am Innenumfang des

Kühlrohrs eingearbeitete hinterschnittene Nut eingeklippt oder in ein dort eingearbeitetes Innengewinde eingeschraubt werden kann.

[0079] Ebenso ist es möglich, eine Schulter verringerten Durchmessers am Innenumfang des Kühlrohrs 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.

[0080] In den Figuren 12 und 13 ist ein Schnitt durch das vordere Ende des Kühlrohrs 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 Kühlrohrs durchsetzender Draht oder Stab 13a ausgebildet sein kann. Der Draht oder Stab 13a ist in zueinander fluchtenden Bohrungen 38 im Kühlrohr 4 eingesetzt, eingelötet oder eingepresst. Der Stab oder Draht 13a kann aus Kunststoff oder Metall bestehen.

[0081] 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 Kühlrohrs eingerastet sein. Sie können auch im Mittbereich mit einander verbunden sein und ein Kreuz ausbilden, welches in die hinterschnittene Nut eingerastet oder eingespannt ist.

Zeichnungslegende

[0082]

- | | |
|----|----------------------|
| 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	Patentansprüche
13	Abstandsscheibe oder Abstandshalter 13a Drähte oder Stäbe	1. Kühlrohr 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 abdichtend 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 das Kühlrohr (4) an seiner dem Elektrodenkernhalter (12) zugewandten Innenseite abstandshaltende Mittel (z. B. einen Abstandshalter (13) oder eine Abstandsscheibe (13) oder Drähte oder Stäbe 13a) aufweist, die zur stirnseitigen Anlage am Elektrodenkernhalter (12) geeignet sind.
14	Durchflussausnehmung	5
15	Umkehrstrecke	
16	Spitze (von 4)	10
17	Pfeilrichtung	
18	Auslauf	15
19	Mittenkreuz	
20	Anschlagfläche	
21	Pfeilrichtung	20
22	Pfeilrichtung	
23	Druckflügel a, b	25
24	Wirbelströmung	
25	Druckkraft	
26	Anschlagfläche	30
27	Bohrungsgrund	
28	Innenbohrung (von 1)	35
29	Schraubbefestigung	
30	Drehmoment	
31	Pfeilrichtung	40
32	Anschlagnoppe	
33	Rastnoppe	45
34	Innenbohrung (von 4)	
35	Gewinde (von 13)	
36	Ring	50
37	Innengewinde	
38	Bohrung	55
		6. Kühlrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) vom Kühlmedium im als Rücklauf ausgebildeten Kühlkanal (8) beaufschlagt sind.

7. Kühlrohr nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) eine stromabwärts des Kühlkanals (8) gerichtete Wirbelströmung (24) erzeugen. 5
8. Kühlrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23, 23a, 23b, 23c, 23d) eine in Längsrichtung des Kühlrohrs (4) gerichtete (axiale) Druckkraft (25) auf die elektrodenseitige Befestigung des Kühlrohrs (4) im Elektrodenkörper (1) ausübt. 10
9. Kühlrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23a) als in Richtung zur Längsachse des Kühlrohrs (4) angeschrägte Lappen ausgebildet sind. 15
10. Kühlrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckflügel (23b) als in Richtung zur Längsachse des Kühlrohrs (4) angeschrägte Propellerflügel ausgebildet sind. 20

25

30

35

40

45

50

55

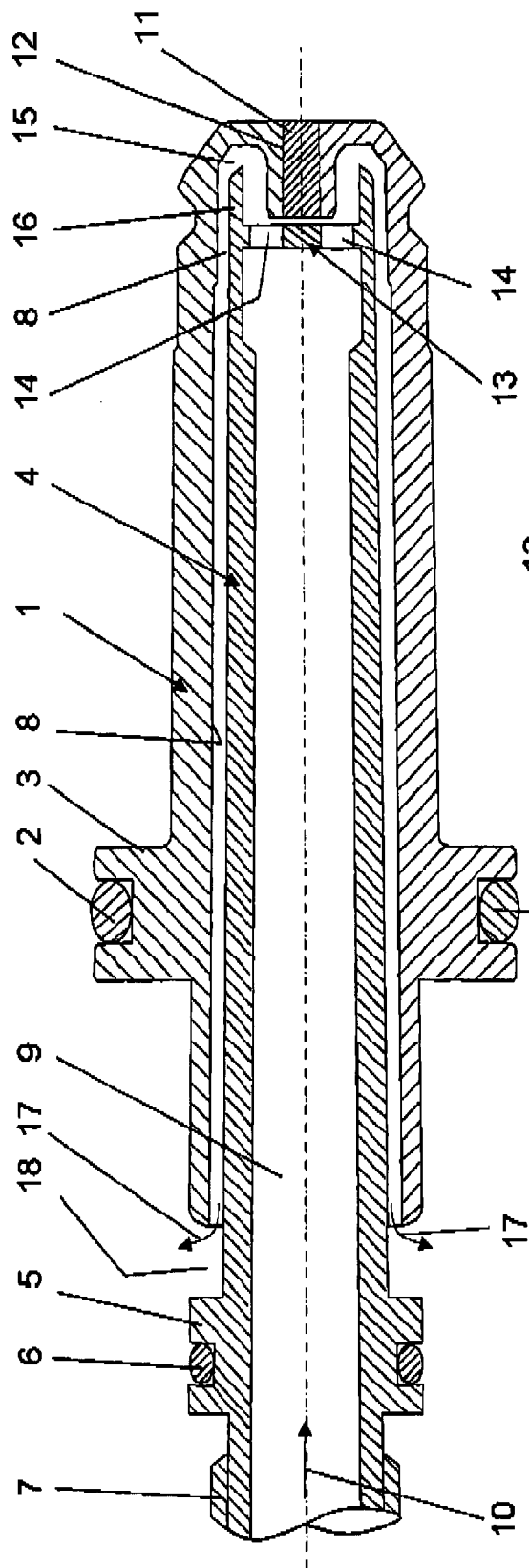


Fig. 1

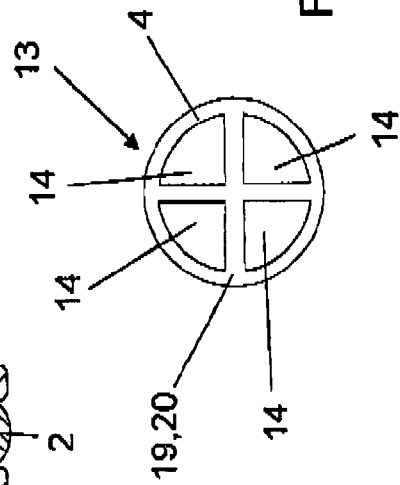


Fig. 2

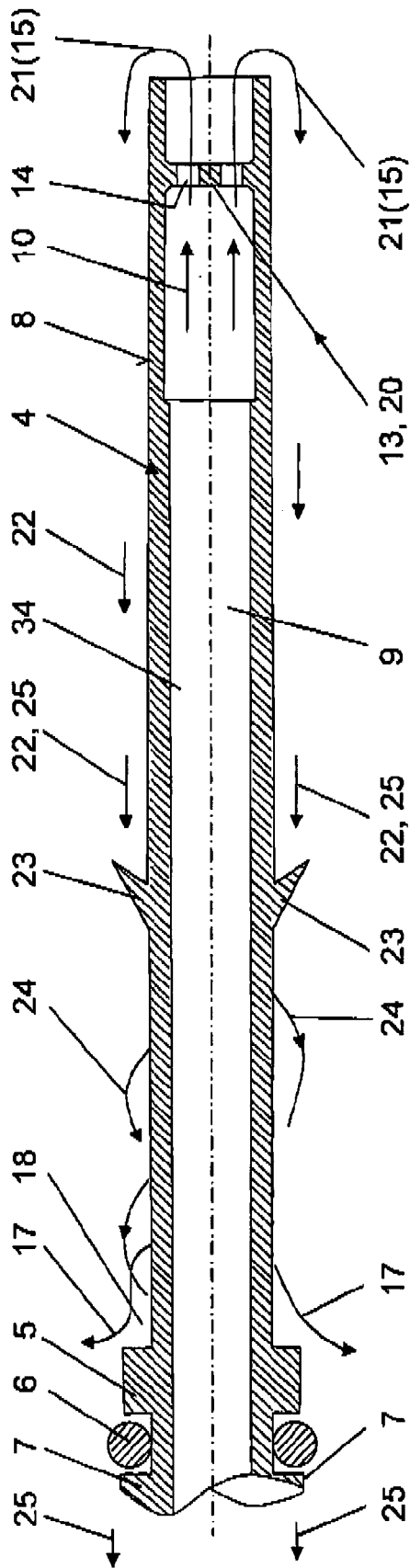


Fig. 3

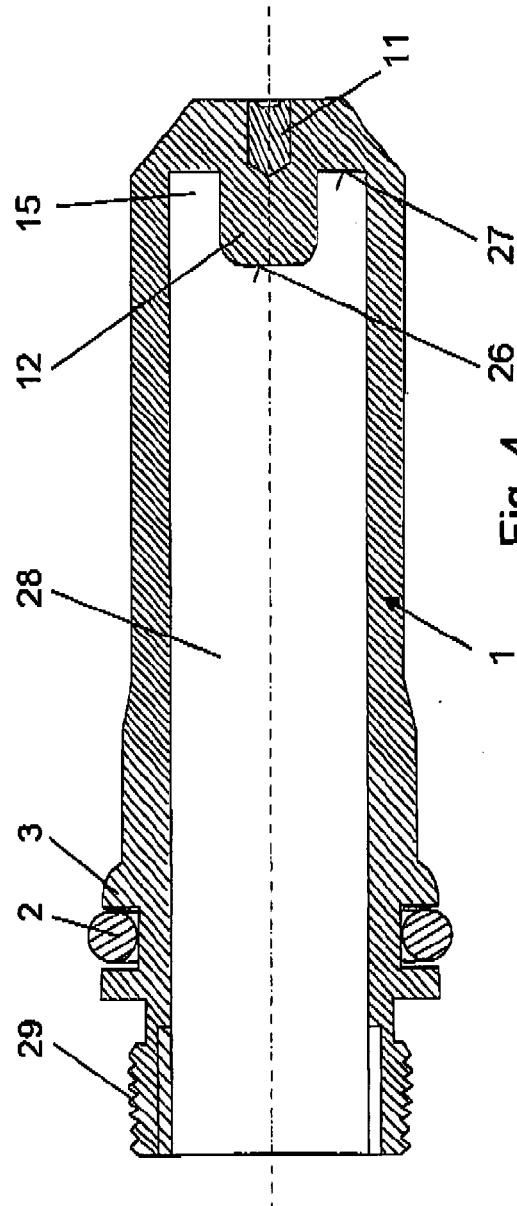


Fig. 4

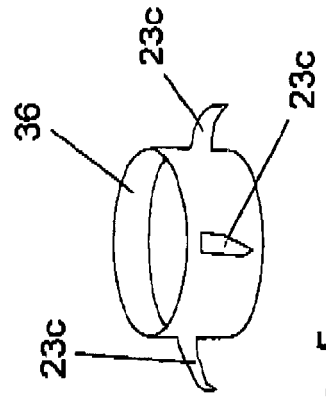


Fig. 5

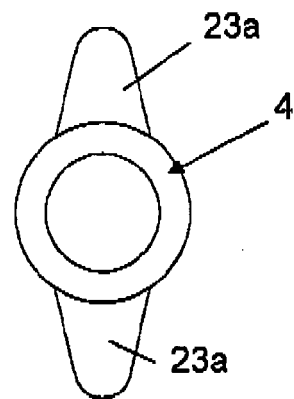


Fig. 6

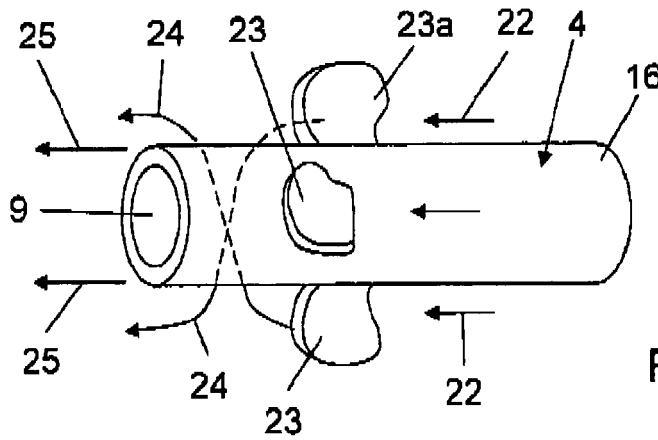


Fig. 7

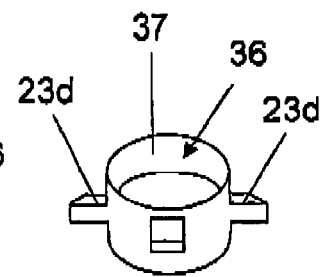


Fig. 8

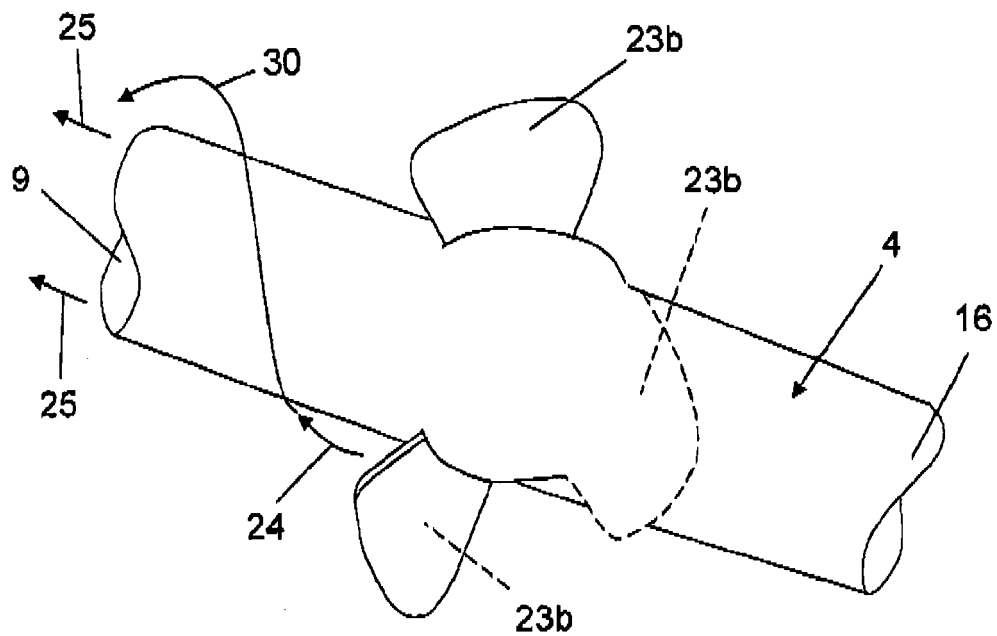
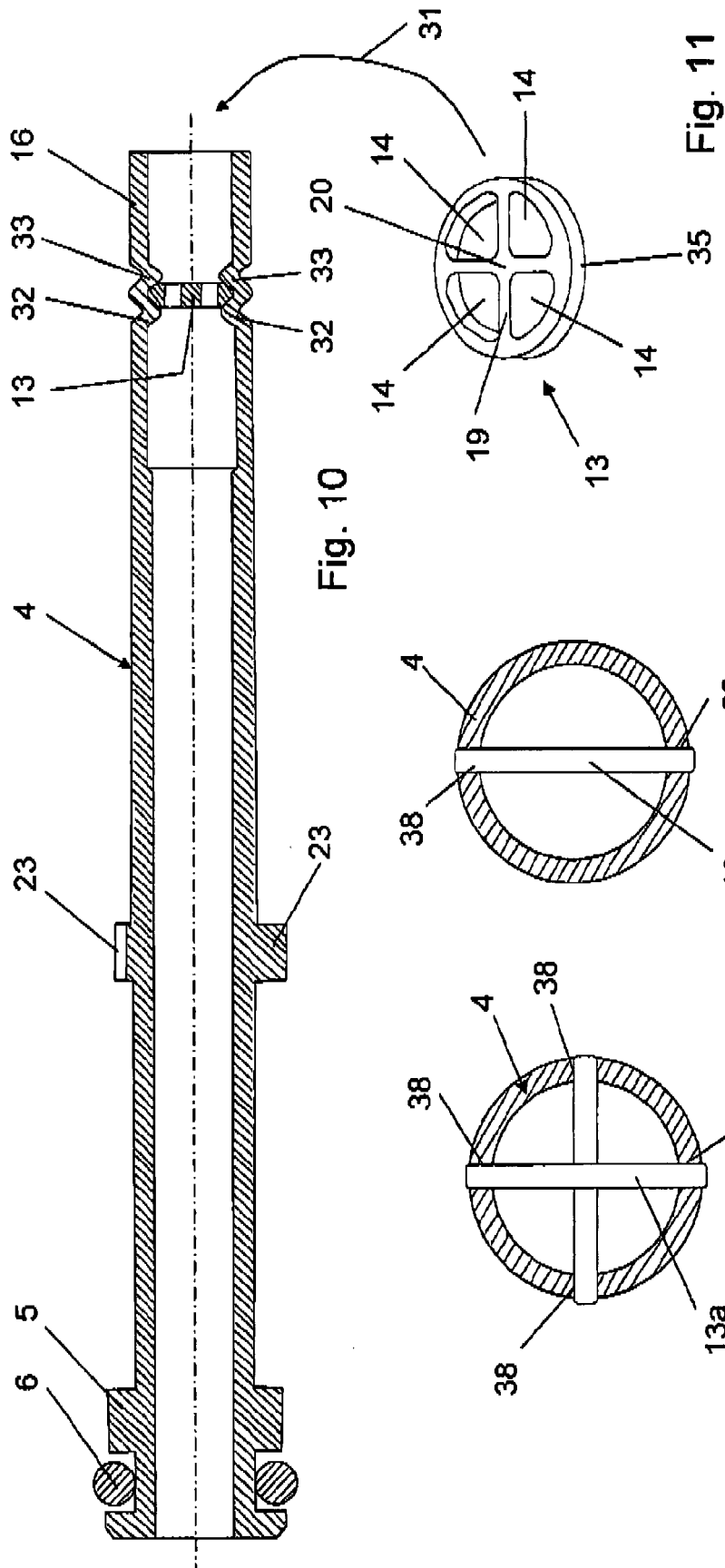


Fig. 9



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] [0011]
- EP 2082622 B [0054]