

(19)



(11)

EP 2 829 162 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.05.2017 Patentblatt 2017/20

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

(21) Anmeldenummer: **13714852.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/000876

(22) Anmeldetag: **22.03.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/139484 (26.09.2013 Gazette 2013/39)

(54) **PLASMAELEKTRODE FÜR EINEN PLASMA-LICHTBOGENBRENNER MIT AUSWECHSELBARER ELEKTRODENSPIITZE**

PLASMA ELECTRODE FOR A PLASMA ARC TORCH WITH EXCHANGEABLE ELECTRODE TIP

ÉLECTRODE À PLASMA POUR UNE TORCHE À PLASMA D'ARC AVEC EXTRÉMITÉ D'ÉLECTRODE ÉCHANGEABLE

(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

(30) Priorität: **23.03.2012 EP 12002077**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.01.2015 Patentblatt 2015/05

(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:
US-A- 5 440 094 **US-A1- 2006 049 150**
US-A1- 2011 240 609

EP 2 829 162 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 Plasma-Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner, bestehend aus einem Elektrodenkörper, der mindestens einen an der Elektroden-
5 spitze angeordneten Elektrodenkern aufweist.

[0002] Derartige Plasmaelektroden für die Verwendung bei Plasma-Lichtbogenbrenner sind in vielfältigen Ausführungsformen bekannt geworden.

[0003] Als Beispiel wird auf die EP 2 408 274 A2, die JP 2007-180028 A oder die EP 1 765 046 B1 oder die DE000069937323T2 verwiesen.

[0004] Hinsichtlich der Funktion und des Aufbaus eines Plasma-Lichtbogenbrenners wird auf die letztgenannten Druckschriften nach der EP 1 765 046 B1 oder DE000069937323T2 verwiesen, deren Offenbarungsinhalt vollständig von dem Offenbarungsinhalt der vorliegenden Erfindung umfasst sein soll.

[0005] Der Verschleiß der Plasmaelektrode während des Betriebs ist beträchtlich. Der in die Vorderseite der Plasmaelektrode im Bereich der Elektroden-
20 spitze in einer Bohrung eingesetzte Elektrodenkern erzeugt einen Plasma-Lichtbogen bei Temperaturen im Bereich zwischen 1.000 bis 2.000 Grad Celsius und besteht aus einem elektrisch leitfähigen, hoch-emissiven Material, z.B. Hafnium oder Zirkonium. Die Elektroden-
25 spitze wird durch die hohen Brenntemperaturen stark beansprucht. Darüber hinaus entstehen Materialabtragungen am Elektrodenkern die sich als Materialspritzer auf der Elektroden-
30 spitze und deren Umgebung ablagern, was zu einem unerwünschten Verschleiß und einer Begrenzung der Lebensdauer führt.

[0006] Die EP 1 633 172 A2 schlägt vor, den Elektrodenkern, der aus einem Hafnium-Material besteht, in einem aus Silber bestehenden Einsatzteil an der Elektroden-
35 spitze zu halten. Dieses Einsatzteil (siehe Figur 7) ist in den vorderen Bereich der Elektroden-
40 spitze eingelötet.

[0007] Es ist deshalb nicht möglich, die Elektroden-
45 spitze als separates Teil auszutauschen. Vielmehr muss bei Verschleiß die gesamte Elektrode ausgetauscht werden, was mit hohen Kosten verbunden ist.

[0008] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Plasma-Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass ein leichter und kostengünstiger Austausch der Elektrode bei Verschleiß möglich ist.

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

[0010] Die Erfindung geht davon aus, dass die aus einem hochwertigen Material (z. B. AG) bestehende Elektrode mindestens zweiteilig ausgebildet ist und nur noch der vordere, auswechselbare Spitzenteil aus einem hochwertigen Material (wie z.B. AG) besteht, während der hintere Elektrodenteil aus einem weniger hochwertigen Material, wie z.B. Cu oder einer Cu-Legierung oder einem vergleichbaren Material bestehen kann.

[0011] Es wurde festgestellt, dass nur der Spitzenbe-

reich der Elektrode mit dem dort eingesetzten Hafnium- oder Zirkonium-Kern einem wesentlichen Verschleiß unterliegt und gerade in diesem - unmittelbar an der Spitze liegenden - Teil Ausbrennspuren entstehen, die beim
5 Stand der Technik zu einem Austausch der gesamten Elektrode zwingen.

[0012] Die Zweiteilung der Elektrode nach der Erfindung ist vor allem bei Elektroden ab einer Gesamtlänge von mehr als 10-12 mm sinnvoll. In einem solchen Fall erfolgt die Zweiteilung derart, dass die auswechselbare
10 Spitze eine Länge von z.B. 6 mm hat, während der verbleibende, rückwärtige Elektrodenteil die Restlänge ausmacht.

[0013] Eine Zweiteilung ist aber besonders bei längeren Elektroden mit einer Gesamtlänge von z.B. 40 mm oder mehr. In diesem Fall ist es sinnvoll, die auswechselbare Spitze mit einer Länge von 10 mm auszubilden, während die Restlänge des Elektrodenteils aus einem unedleren Material bestehen kann. Demnach ist es ein
15 Merkmal der Erfindung, dass die Plasma-Elektrode mindestens zweiteilig ausgebildet ist und mindestens aus der vorderen Elektroden-
20 spitze und einem hinteren Elektrodenteil besteht und dass die Elektroden-
25 spitze auswechselbar am Elektrodenteil gehalten ist.

[0014] Die Erfindung sieht also eine mehrteilige Plasma-Elektrode vor, wobei der einfacheren Beschreibung wegen in der folgenden Beschreibung lediglich von zwei
30 Teilen dieser Plasma-Elektrode ausgegangen wird, obwohl die Plasma-Elektrode auch aus mehr als zwei Teilen bestehen kann. Die Beschreibung einer zweiteiligen Plasmaelektrode soll deshalb den Schutzzumfang der Erfindung nicht beschränken.

[0015] Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass bei einer zweiteiligen Ausbildung der Plasma-Elektrode nunmehr die Möglichkeit besteht, den vorderen Teil vom hinteren Teil zu lösen, weil diese beiden Teile bevorzugt
35 lösbar miteinander verbunden sind.

[0016] Auf diese Weise kann die vordere Elektroden-
40 spitze mit dem dort eingebrachten Elektrodenkern von dem hinteren Elektrodenteil der Plasma-Elektrode entfernt werden, sofern ein Verschleiß an der Elektroden-
45 spitze auftritt.

[0017] Somit ist ein schnelles Auswechseln der Elektroden-
50 spitze möglich, ohne dass damit die gesamte Plasma-Elektrode ausgewechselt werden müsste.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die lösbare Verbindung zwischen den beiden Teilen der Plasma-Elektrode als Schraubverbindung, als Steckverbindung oder als kombinierte Schraub-Steckverbindung
55 ausgebildet.

[0018] Im einfachsten Fall besteht die Schraubverbindung aus zwei ineinander greifenden Gewinden. An der Elektroden-
60 spitze kann ein Innengewinde angeordnet sein, welches in ein zugeordnetes Außengewinde im Bereich des hinteren Elektrodenteils der Plasma-Elektrode einschraubbar ist.

[0019] In einer anderen Ausgestaltung kann es auch vorgesehen sein, dass die Elektroden-
65 spitze ein Außen-

gewinde aufweist, welches auf ein zugeordnetes Innengewinde des hinteren Elektrodenteils der Plasma-Elektrode einschraubbar ist.

[0020] In einer dritten Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, dass statt der Schraubverbindung eine Steckverbindung verwendet wird, wie z. B. eine Bajonett-Steckverbindung, die durch eine Dreh-Steck-Bewegung gelöst und befestigt werden kann.

[0021] In einer anderen Ausgestaltung ist es vorgesehen, dass die lösbare Verbindung zwischen den beiden Teilen der Plasma-Elektrode aus einer abgedichteten Flanschverbindung besteht, wobei zwei gegenüberliegend angeordnete Flansche an den beiden einander zugeordneten Teilen sich berühren und flüssigkeitsdicht gegeneinander abgedichtet sind. Eine solche Flansch-Verbindung ist durch eine Überwurfmutter in Verbindung mit einem Gewinde am gegenüberliegenden Teil gesichert.

[0022] Neben den genannten Steck- oder Schraubverbindungen oder Flanschverbindungen oder Kombinationen aus Steck-Schraub-Verbindungen mit Flanschverbindungen sind auch Klemmverbindungen vorgesehen. Eine solche Klemmverbindung ist z. B. eine Flanschverbindung, mit zwei abdichtend gegenüberliegend und aneinander anliegenden Flanschen, die von einem Exzenter-Klemmring auf gegenseitigem Anpressdruck abdichtend gehalten werden.

[0023] Bei allen genannten Verbindungen ist es wichtig, dass, wenn es sich um eine wassergekühlte Plasma-Elektrode handelt, dann die genannte lösbare Verbindung zwischen den mindestens beiden Teilen der Plasma-Elektrode auch flüssigkeitsdicht ausgebildet ist.

[0024] Mit der gegebenen technischen Lehre ergibt sich der Vorteil, dass auch hochwertige Materialien in materialschonender Weise verwendet werden können, denn es sind sämtliche Materialpaarungen zwischen dem Material der Elektrodenspitze und dem Material des hinteren Elektrodenteils der Plasma-Elektrode möglich.

[0025] So kann es vorgesehen sein, dass der hintere Elektrodenteil der Plasma-Elektrode aus einem kostengünstigen Kupfer-Material oder einer Kupferlegierung besteht, während der vordere Teil der Elektrodenspitze, der dem Verschleiß unterworfen ist, aus einem Silbermaterial oder einer Silberlegierung besteht.

[0026] Weil nur ein relativ kurzer Bereich der Plasma-Elektrode ausgetauscht werden muss, nämlich nur die kurz ausgebildete Elektrodenspitze, ergibt sich ein besonders materialschonender Einsatz teurer Materialien, wenn z. B. die Elektrodenspitze aus dem hochwertigen Silber oder einer Silberlegierung besteht.

[0027] Bezüglich der Materialpaarungen zwischen dem Material des Elektrodenteils und der Elektrodenspitze gibt es folgende Kombinationen, wobei an erster Stelle stets das Material des Elektrodenteils steht und an zweiter Stelle das Material der Elektrodenspitze:

Cu-Cu
Cu-Ag

Ag-Cu
Ag-Ag

[0028] Die Verwendung von Silber als hochleitfähiges Material wurde nur beispielhaft angegeben. Es können selbstverständlich auch andere hochleitfähige, gut verarbeitbare Materialien verwendet werden, welche die Eigenschaften von Silber aufweisen. Insbesondere kommen hier Zinn-Legierungen in Betracht oder Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronze).

[0029] Die vorgenannten Materialien können in den gleichen vorgenannten Materialpaarungen eingesetzt werden, wie sie am Beispiel des Materials Ag vorstehend angegeben wurden.

[0030] Die Erfindung ist nicht auf hohlzylindrische Plasma-Elektroden beschränkt, in deren Innenraum ein Kühlrohr angeordnet ist, mit dem ein Kühlmedium - bevorzugt Wasser - in den Innenraum der Plasmaelektrode eingeleitet, am vorderen Ende, in der Nähe der Elektrodenspitze umgeleitet wird, und danach wieder aus der Plasma-Elektrode herausgeleitet wird. Die Funktion einer derartigen wassergekühlten Plasma-Elektrode ergibt sich aus einer der vorgenannten Druckschriften.

[0031] Die Erfindung beansprucht auch ungekühlte hohlzylindrische oder auch aus Vollmaterial bestehende Plasma-Elektroden, die mindestens zweiteilig sind und der vordere, dem Verschleiß unterworfenen Teil leicht lösbar mit dem hinteren Teil verbunden ist.

[0032] Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] Es zeigen:

Figur 1: Schnitt durch eine erste Ausführungsform einer zweiteiligen Plasma-Elektrode in zerlegtem Zustand

Figur 2: Detailschnitt durch die Schraubverbindung nach Figur 1

Figur 3: Schnitt durch die Plasma-Elektrode nach Figur 1 im zusammengesetzten Zustand

Figur 4: die Schraubverbindung nach Figur 2 im zusammengesetzten Zustand

Figur 5: Schnitt durch eine zweite Ausführungsform einer zweiteiligen Plasma-Elektrode

Figur 6: Schnitt durch die abgedichtete Schraubverbindung

Figur 7: die Plasma-Elektrode nach Figur 5 im zerlegten Zustand

Figur 8: die Gewindeschraubverbindung nach Figur 7 in Detaildarstellung

Figur 9: eine dritte Ausführungsform einer Plasma-Elektrode in zerlegtem Zustand

Figur 10: ein Detail der Gewindeschraubverbindung nach Figur 9 im zerlegten Zustand

Figur 11: die Plasma-Elektrode nach Figur 9 im zusammengesetzten Zustand

Figur 12: die Gewindeschraubverbindung nach Figur 10 im eingeschraubten Zustand

Figur 13 zeigt einen Plasma-Lichtbogenbrenner nach dem Stand der Technik gemäß DE000069937323T2.

Figur 14: Plasma-Lichtbogenbrenner nach dem Stand der Technik gemäß der EP 1 765 046 B1.

[0036] Die in Figur 1 dargestellte Plasma-Elektrode 1 ist zweiteilig aufgebaut und besteht aus der vorderen, auswechselbaren Elektrodenspitze 2 und einem hinteren Elektrodenteil 3, welches sich mit einem radial außen liegenden Befestigungsflansch 7 an der Innenseite eines nicht näher dargestellten Befestigungskörpers (Elektrodenhalter) zentriert und im Übrigen mit einem Gewinde 8 in einen solchen Befestigungskörper eingeschraubt werden kann.

[0037] Statt einer Schraubbefestigung über das Gewinde 8 kann die gesamte Plasma-Elektrode 1 auch in einen nicht näher dargestellten Befestigungskörper abgedichtet eingesteckt werden. Im Innenraum 10 der Plasma-Elektrode 1 ist ein Kühlrohr 6 zentrisch angeordnet, welches mit seinem vorderen Ende in einen Aufnahme-
raum 5 im Bereich der Elektrodenspitze 2 eingreift.

[0038] Ein Elektrodenkern 4 ist in einer Bohrung der Elektrodenspitze 2 ist aus einem hoch-emissiven Material eingebracht, wie z. B. einem Hafnium- oder Zirkoniummaterial.

[0039] Die Kühlung der Plasma-Elektrode erfolgt dergestalt, dass ein Kühlmittelstrom in den Innenraum 10 des Kühlrohrs 6 eingeleitet wird, der im Bereich des Aufnahme-
raums 5 in der Elektrodenspitze 2 umgelenkt wird und dann über die radial außen liegende Innenbohrung 9 wieder zurückgeführt wird.

[0040] Wichtig ist, dass die beiden Teile (Elektroden-

spitze 2 und Elektrodenteil 3) lösbar miteinander verbunden sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel nach Figur 2 besteht der Verbindungsbereich 11 der lösbaren Verbindung aus einem Schraubgewinde. Hierbei weist die Elektrodenspitze 2 an einem vertikalen Flansch ein Außengewinde auf, welches in ein zugeordnetes Innengewinde an einem gleichfalls am Elektrodenteil 3 angeformten Flansch angreift. Dadurch wird ein Schraubgewinde 12 gebildet.

[0041] Zur selbsttätigen Zentrierung dieses Schraubgewindes ist es vorgesehen, dass einander gegenüberliegende und gleichgerichtete Konusflächen 13, 14 an zugeordneten Flanschen der Elektrodenspitze 2 und des Elektrodenteils 3 angeordnet sind und dass ferner ein bevorzugt ringsumlaufender Ringflansch 15 am Elektrodenteil 3 in eine zugeordnete Ringnut 16 eingreift und sich dort zentriert.

[0042] Durch das Eingreifen von Ringflansch 15 und Ringnut 16 in Verbindung mit den schräg gerichteten Konusflächen 13, 14 kommt es zu einer selbsttätigen Zentrierung der Schraubverbindung.

[0043] Zusätzlich können bei vollständiger Verfestigung der Schraubverbindung (siehe Figur 4) die horizontalen Ansätze 17, 18 abdichtend aufeinander liegen. In diesem Bereich können zusätzliche Abdichtmittel wie z. B. ein Dichtring 19 angeordnet sein.

[0044] Die Figur 3 zeigt den zusammengesetzten Aufbau der in Figur 1 im zerlegten Zustand gezeigten Plasma-Elektrode, wo erkennbar ist, dass die vordere, auswechselbare Elektrodenspitze 2 eine relativ kurze Länge 24 aufweist, die um ein vielfaches kürzer ist als vergleichsweise der nicht auswechselbare Elektrodenteil 3 mit einer wesentlich größeren Länge 25.

[0045] Die Längenverhältnisse dieser beiden Längen 24, 25 können sich im Bereich zwischen 1 : 1 bis 1 : 6 bewegen.

[0046] Wichtig ist bei allen Ausführungsbeispielen, dass die Elektrodenspitze 2 leicht lösbar auf dem elektrodenseitigen Elektrodenteil 3 befestigt ist und deshalb leicht austauschbar ist, wenn sie verschlissen ist. Sie ist kurz gehalten, um den Materialverbrauch beim Austausch niedrig zu halten.

[0047] Die Figuren 5 bis 8 zeigen die kinematische Umkehrung eines mit Ziffer 12 in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Schraubgewindes. Dort ist erkennbar, dass das Schraubgewinde 12 aus einem an der Innenseite der Elektrodenspitze 2 angeordneten Innengewinde besteht, welches in ein zugeordnetes, radial nach außen gerichtetes Außengewinde am Elektrodenteil 3 einschraubbar ist.

[0048] Die Gewindeschraubverbindung ist durch einen Dichtring 19 flüssigkeitsdicht abgedichtet.

[0049] Es kann noch ein weiterer Dichtring 19 im Bereich der einander zugewandten Ansätze 17, 18 angeordnet sein.

[0050] Die Figuren 7 und 8 zeigen eine andere Ausführungsform der Schraubverbindung, und im Übrigen, dass im Bereich der Elektrodenspitze 2 auch noch eine

Schlüsselfläche 20 für den Angriff eines geeigneten Werkzeuges vorgesehen sein kann, mit dem die Elektrodenspitze 2 von dem Elektrodenteil 3 abgeschraubt werden kann.

[0051] Auch hier ist an der hinteren Seite der Elektrodenspitze 2 ein Außengewinde angeordnet, welches mit einem Innengewinde im Innenraum des Elektrodenteils 3 zusammenwirkt und die gesamte Gewindeschraubverbindung durch einen Dichtring 19 flüssigkeitsdicht abgedichtet ist, der in einer zugeordneten Ringnut 23 am vertikalen Flansch der Elektrodenspitze 2 eingesetzt ist.

[0052] Das Außengewinde 21 an der Elektrodenspitze 2 wirkt also mit dem Innengewinde 22 am Elektrodenteil 3 als Schraubgewinde 12 zusammen.

[0053] Die Figuren 9 bis 12 zeigen als weiteres Ausführungsbeispiel eine Plasma-Elektrode, bei der der Dichtring 19 im Bereich einer nach außen geöffneten Ringnut 23 am Fuß des vertikalen Flansches im Elektrodenteil 3 angeformt ist.

[0054] Hier weist die Elektrodenspitze 2 ein Innengewinde 22 auf, welches mit dem zugeordneten Außengewinde 21 die abgedichtete Schraubverbindung im Bereich des Verbindungsteils 11 ergibt.

[0055] Die Figuren 11 und 12 zeigen die in Figur 9 bis 10 gezeigte Gewindeschraubverbindung im eingeschraubten Zustand.

[0056] Fig. 13 zeigt den Stand der Technik nach der DE000069937323T2 und Figur 2 dieser Druckschrift zeigt eine in einen Halter einschraubbare Elektrode 16, die einteilig ausgebildet ist und bei Verschleiß als gesamtes Teil ausgetauscht werden muß. Zu diesem Zweck ist die Elektrode 16 mit einem oberen Schraubgewinde 19 in einen Halter eingeschraubt.

[0057] Die Erfindung besteht nun im Vergleich zu diesem Stand der Technik darin, die bekannte Elektrode 16 zweiteilig auszubilden und die vordere Spitze als leicht auswechselbare Elektrodenspitze 2 und den hinteren Teil der Elektrode 16 als Elektrodenteil des Elektrodenkörpers der Plasma-Elektrode auszubilden.

[0058] Die Unterteilung würde nach der Erfindung in Höhe des untersten Randes der in Figur 2 dieser Druckschrift dargestellten Elektrode 16 erfolgen. Der sich an den Sechskant anschließende, untere Bereich der Elektrode ist somit gemäß der Erfindung auswechselbar ausgebildet und bildet eine dort lösbar gehaltene, auswechselbare Elektrodenspitze. Dies ist durch die gestrichelte Linie a gekennzeichnet. Eine andere Möglichkeit besteht in der Trennung der beiden Elektrodenteile gemäß der oberen Linie b.

[0059] Damit muss bei einem Verschleiß der Elektrode 16 nun mehr der vordere Spitzenbereich der Elektrode (gekennzeichnet durch die Linien a oder b), der sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum Kern 29 befindet, ausgetauscht werden, der hintere Teil der Plasma-Elektrode 16 muss deshalb nicht mehr ausgetauscht werden.

[0060] Die Figur 14 (Stand der Technik nach der EP 1 765 046 B1) zeigt eine auswechselbare, einteilige Elektrode 2 beträchtlicher Länge, die prinzipiell der Ausfüh-

rung der Elektrode nach der Erfindung entspricht. Die übereinstimmenden Merkmale sind das obere Einschraubgewinde und zwei Ringnuten, in welche jeweils ein O-Ring eingelegt ist, um die Elektrode in einen Elektrodenthalter abgedichtet einschrauben zu können.

[0061] Die Erfindung sieht nun vor, dass die in Figur 14 gezeigte Elektrode an der untersten Spitze - etwa in Höhe des Bezugszeichens 3 unterteilt ist und dort die auswechselbare Elektrodenspitze ausbildet. Die so gebildete Elektrodenspitze muss nur so lang ausgebildet sein, dass die dort anzuordnenden Befestigungsflächen und der Elektrodenkern angeordnet werden können.

Zeichnungslegende

[0062]

1	Plasma-Elektrode
2	Elektrodenspitze
3	Elektrodenteil
4	Elektrodenkern
5	Aufnahmeraum
6	Kühlrohr
7	Befestigungsflansch
8	Gewinde
9	Innenbohrung
10	Innenraum
11	Verbindungsteil
12	Schraubgewinde
13	Konusflächen
14	Konusflächen
15	Ringflansch
16	Ringnut
17	Ansatz
18	Ansatz
19	Dichtring
20	Schlüsselfläche
21	Außengewinde
22	Innengewinde
23	Ringnut (für 19)
24	Länge (von 2)
25	Länge (von 3)

Patentansprüche

1. Plasma-Elektrode (1) für einen Plasma-Lichtbogenbrenner bestehend aus einem Elektrodenkörper, der aus einer vorderen Elektrodenspitze (2) mit einem dort angeordneten Elektrodenkern (4) und aus dem sich daran anschließenden rohrförmigen Elektrodenteil besteht, wobei das Elektrodenteil einen Befestigungsflansch (7) und ein Schraubgewinde (8) oder eine Steckfassung zur Festlegung in einem Elektrodenthalter aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenspitze mindestens zweiteilig ausgebildet ist und aus einer vorderen Elektrodenspitze (2) und einer hintere-

ren Elektrodenspitze (3) besteht, dass die vordere Elektrodenspitze (2) auswechselbar an der hinteren Elektrodenspitze (3) gehalten ist und dass eine lösbare Verbindung zwischen der vorderen Elektrodenspitze (2) und der sich daran anschliessenden hinteren Elektrodenspitze (3) angeordnet ist.

2. Plasma-Elektrode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbare Verbindung zwischen der vorderen Elektrodenspitze (2) und der hinteren Elektrodenspitze (3) der Plasma-Elektrode (1) als abgedichtete Schraub- oder Steck- oder Schraub-Steckverbindung (11) ausgebildet ist.
3. Plasma-Elektrode nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abgedichtete Schraub- oder Steck- oder Schraub-Steckverbindung (11) selbst zentrierend ausgebildet ist.
4. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Längenverhältnis (24, 25) zwischen der vorderen, auswechselbaren Elektrodenspitze (2) und der hinteren Elektrodenspitze (3) im Bereich zwischen 1:6 bis 1:1 liegt.
5. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der vorderen Elektrodenspitze (2) und der hinteren Elektrodenspitze (3) gleichartig ist.
6. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der vorderen Elektrodenspitze (2) und der hinteren Elektrodenspitze (3) ungleichartig ist.
7. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbare Verbindung zwischen der vorderen Elektrodenspitze (2) und der hinteren Elektrodenspitze (3) der Plasma-Elektrode (1) als abgedichtete Flanschverbindung mit einer Überwurfmutter zur Befestigung und Sicherung der Flanschverbindung ausgebildet ist.
8. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plasma-Elektrode (1) als hohlzylindrischer Metallkörper ausgebildet ist, in dessen Innenraum (10) ein Kühlrohr (6) angeordnet ist.
9. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Außenumfang der hinteren Elektrodenspitze (3) Schraub- und/oder Steckansätze zur Halterung der Plasma-Elektrode (1) in einem Brennerkörper angeordnet sind.
10. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die

vordere Elektrodenspitze (2) aus einem Vollmaterial besteht.

5 Claims

1. Plasma electrode (1) for a plasma arc torch comprising of an electrode body which comprises of a front electrode tip (2) with an electrode core (4) arranged there and of the adjoining tubular electrode part, wherein the electrode part has a fastening flange (7) and a screw thread (8) or a push-in connector for locking in an electrode holder, **characterised in that** the electrode tip is formed in at least two parts and comprises of a front electrode tip (2) and a rear electrode tip (3), **in that** the front electrode tip (2) is held replaceably on the rear electrode tip (3) and **in that** a releasable connection is arranged between the front electrode tip (2) and the adjoining rear electrode tip (3).
2. Plasma electrode according to claim 1, **characterised in that** the releasable connection between the front electrode tip (2) and the rear electrode tip (3) of the plasma electrode (1) is embodied in the form of a sealed screw or push-in or screw and push-in connection (11).
3. Plasma electrode according to claim 2, **characterised in that** the sealed screw or push-in or screw and push-in connection (11) is embodied so as to be self-centring.
4. Plasma electrode according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the length ratio (24, 25) between the front replaceable electrode tip (2) and the rear electrode tip (3) lies in the range of between 1:6 and 1:1.
5. Plasma electrode according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the material of the front electrode tip (2) and the material of the rear electrode tip (3) are of the same kind.
6. Plasma electrode according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the material of the front electrode tip (2) and the material of the rear electrode tip (3) are of a different kind.
7. Plasma electrode according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the releasable connection between the front electrode tip (2) and the rear electrode tip (3) of the plasma electrode (1) is embodied in the form of a sealed flange connection with a union nut for fastening and locking the flange connection.
8. Plasma electrode according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the plasma electrode (1) is

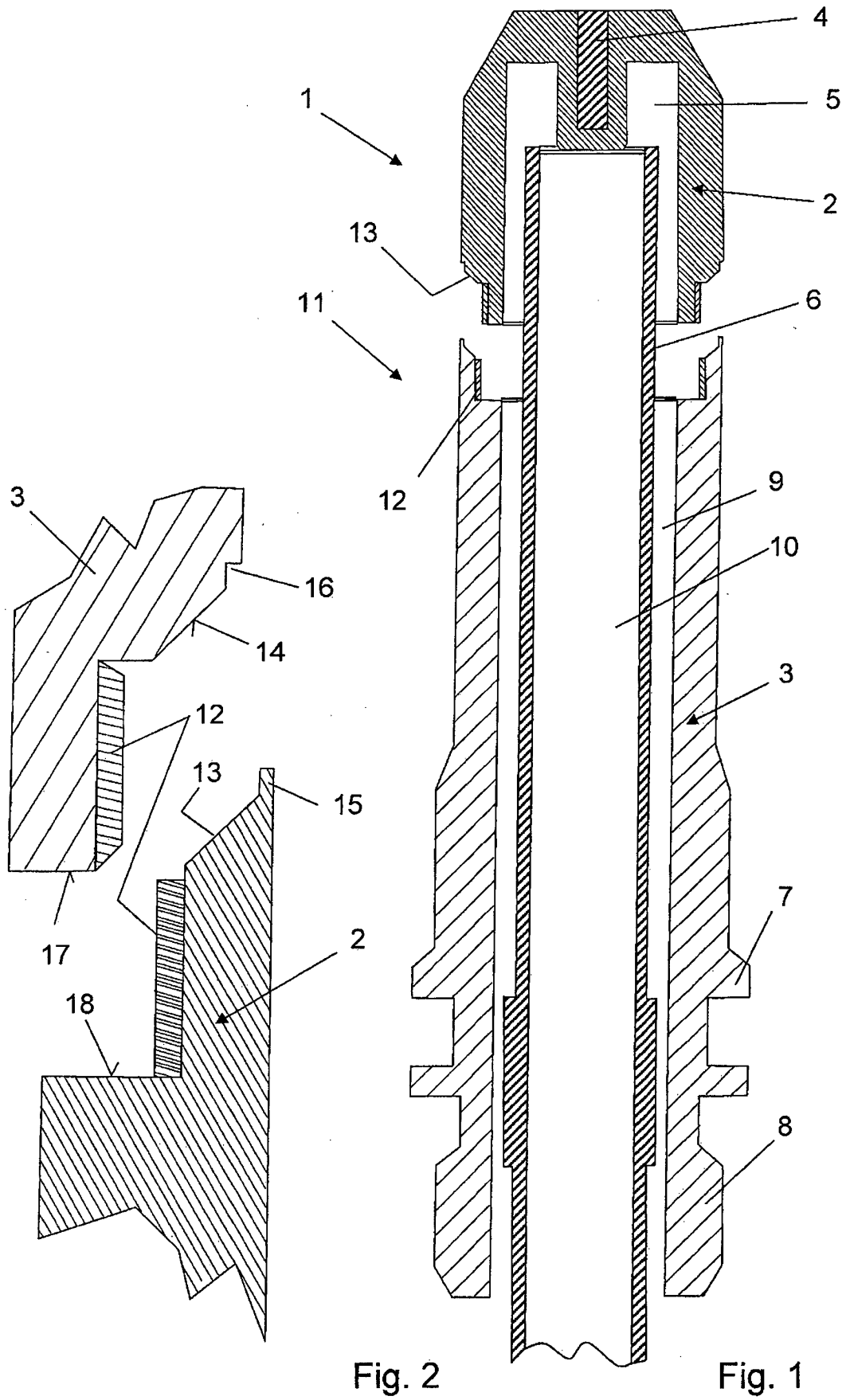
embodied in the form of a hollow cylindrical metal body in the interior (10) of which is arranged a cooling pipe (6).

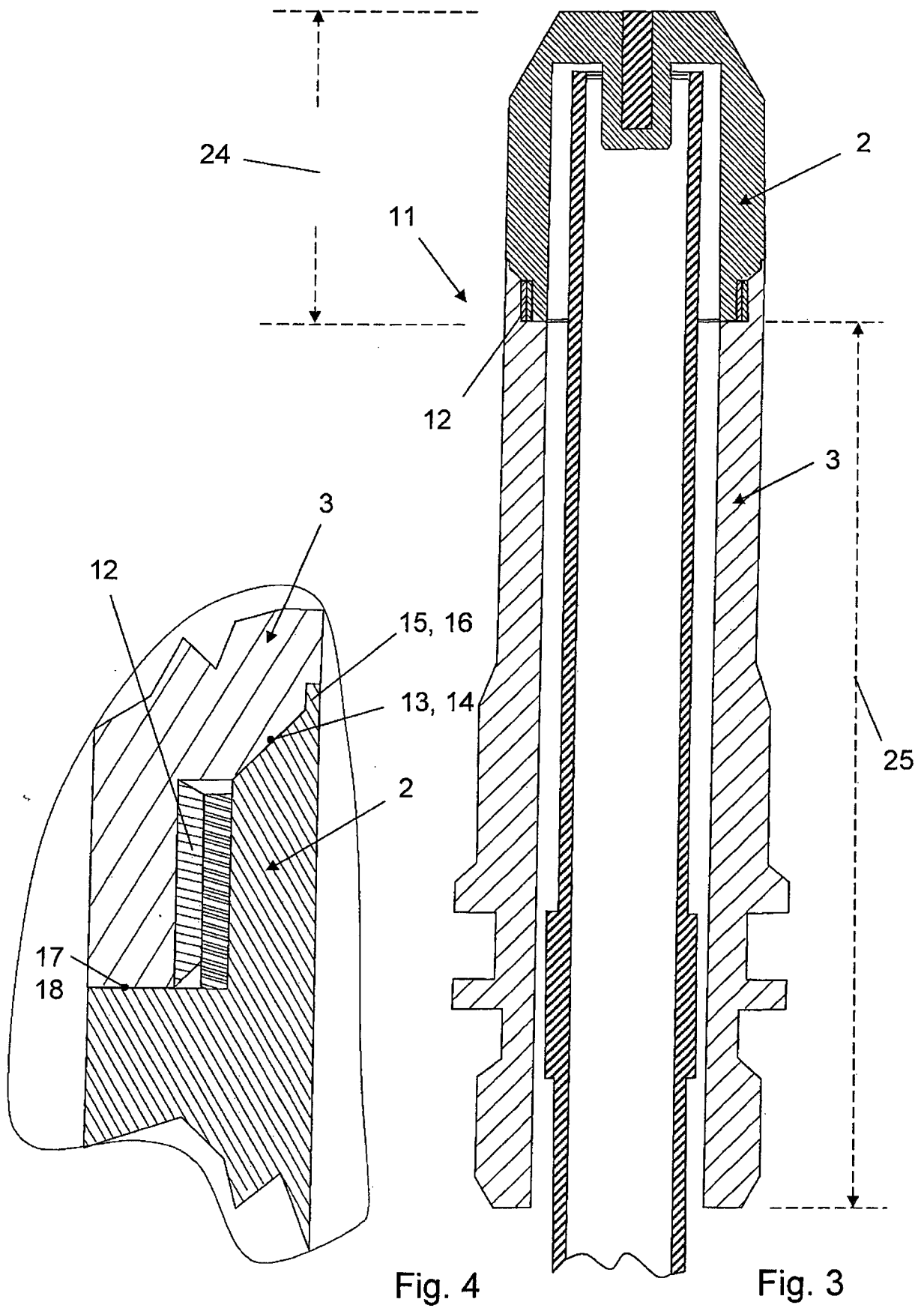
9. Plasma electrode according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** screw and/or push-in projections are arranged on the external circumference of the rear electrode tip (3) to hold the plasma electrode (1) in a burner body.
10. Plasma electrode according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** at least the front electrode tip (2) is made of a solid material.

Revendications

1. Electrode à plasma (1) pour une torche à arc de plasma composée d'un corps d'électrode qui se compose d'une pointe d'électrode avant (2) sur laquelle est disposé un noyau d'électrode (4), et de la partie d'électrode tubulaire qui fait suite à ladite pointe (2), ladite partie d'électrode comportant une bride de fixation (7) et un filetage (8) ou une douille d'emboîtement pour une fixation dans un porte-électrode, **caractérisée en ce que** la pointe d'électrode est au moins en deux parties et se compose d'une pointe d'électrode avant (2) et d'une pointe d'électrode arrière (3), **en ce que** la pointe d'électrode avant (2) est fixée à la pointe d'électrode arrière (3) de manière à pouvoir être échangée, et **en ce qu'une** liaison amovible est disposée entre la pointe d'électrode avant (2) et la pointe d'électrode arrière (3) qui fait suite à celle-ci.
2. Electrode à plasma selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la liaison amovible entre la pointe avant (2) et la pointe arrière (3) de l'électrode à plasma (1) est conçue comme une liaison étanche par vissage ou par emboîtement ou par vissage et emboîtement (11).
3. Electrode à plasma selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la liaison étanche par vissage ou par emboîtement ou par vissage et emboîtement (11) est conçue avec un centrage automatique.
4. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le rapport de longueur (24, 25) entre la pointe d'électrode avant échangeable (2) et la pointe d'électrode arrière (3) est situé dans la plage entre 1:6 à 1:1.
5. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le matériau de la pointe d'électrode avant (2) et de la pointe d'électrode arrière (3) est du même type.

6. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le matériau de la pointe d'électrode avant (2) et de la pointe d'électrode arrière (3) est de types différents.
7. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la liaison amovible entre la pointe avant (2) et la pointe arrière (3) de l'électrode à plasma (1) est conçue comme une liaison étanche par bride, avec un écrou-raccord pour fixer et bloquer la liaison par bride.
8. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** l'électrode à plasma (1) est conçue comme un corps métallique cylindrique creux dans l'espace intérieur (10) duquel est disposé un tube de refroidissement (6).
9. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce qu'il** est prévu sur la circonférence extérieure de la pointe d'électrode arrière (3) des saillies de vissage et/ou d'emboîtement pour la fixation de l'électrode à plasma (1) dans un corps de torche.
10. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** la pointe d'électrode avant (2), au moins, se compose d'un matériau plein.





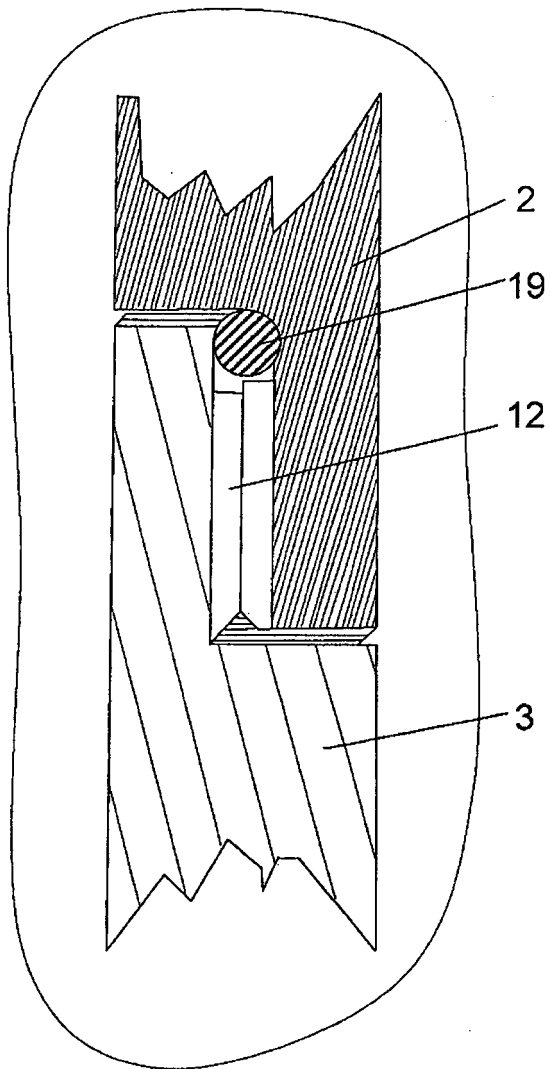


Fig. 6

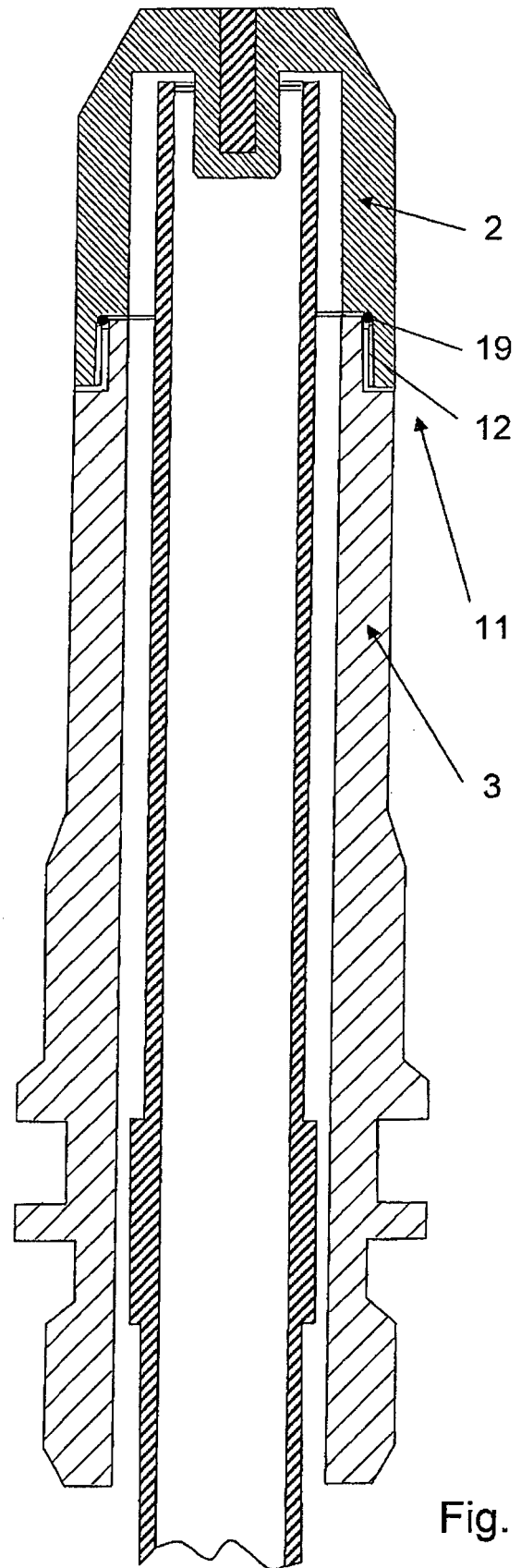


Fig. 5

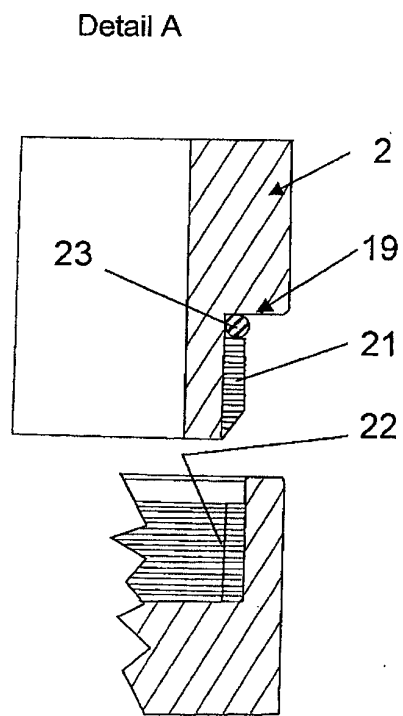
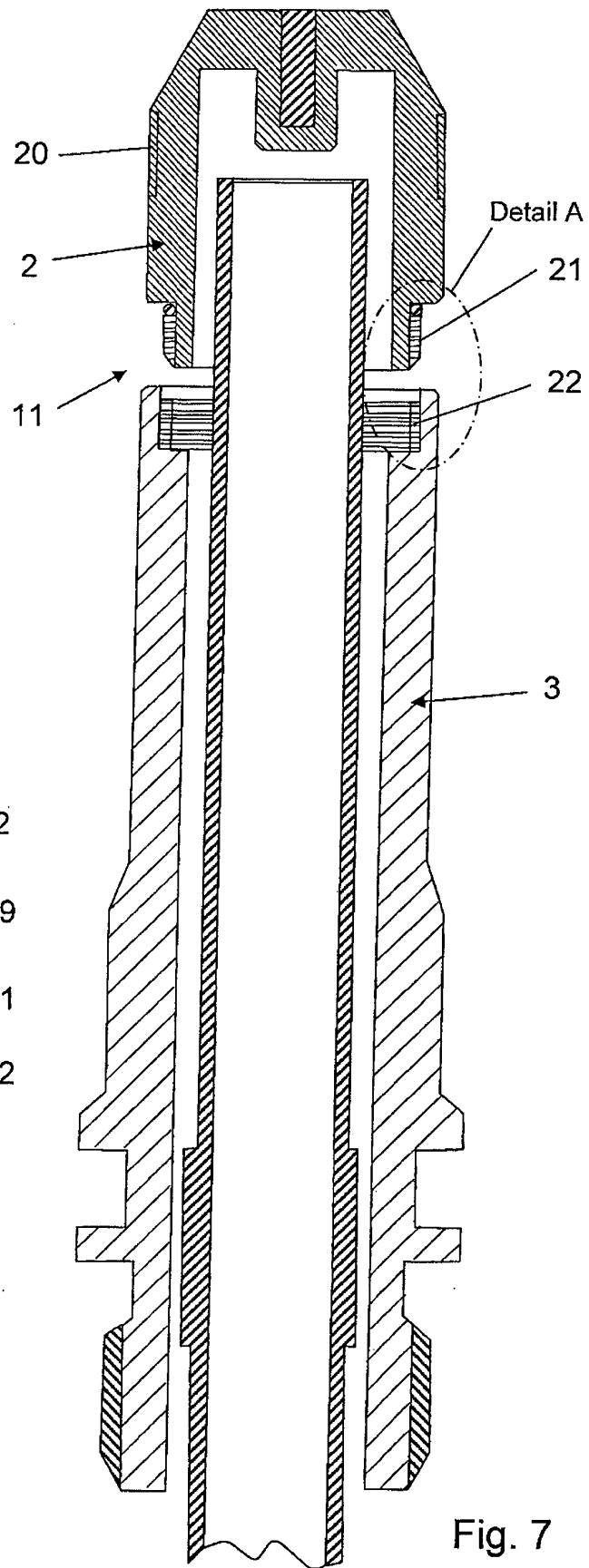


Fig. 8

Fig. 7

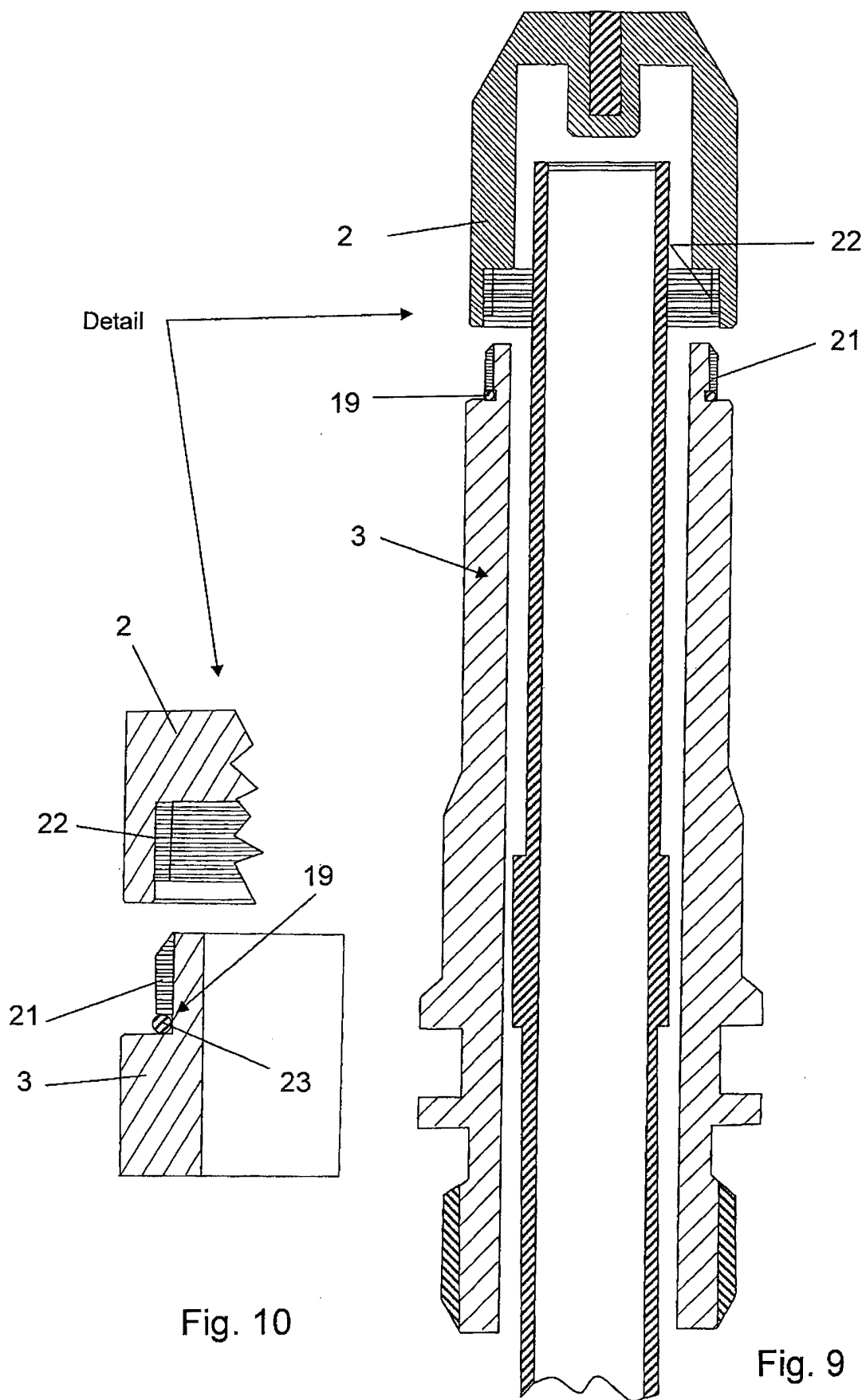


Fig. 10

Fig. 9

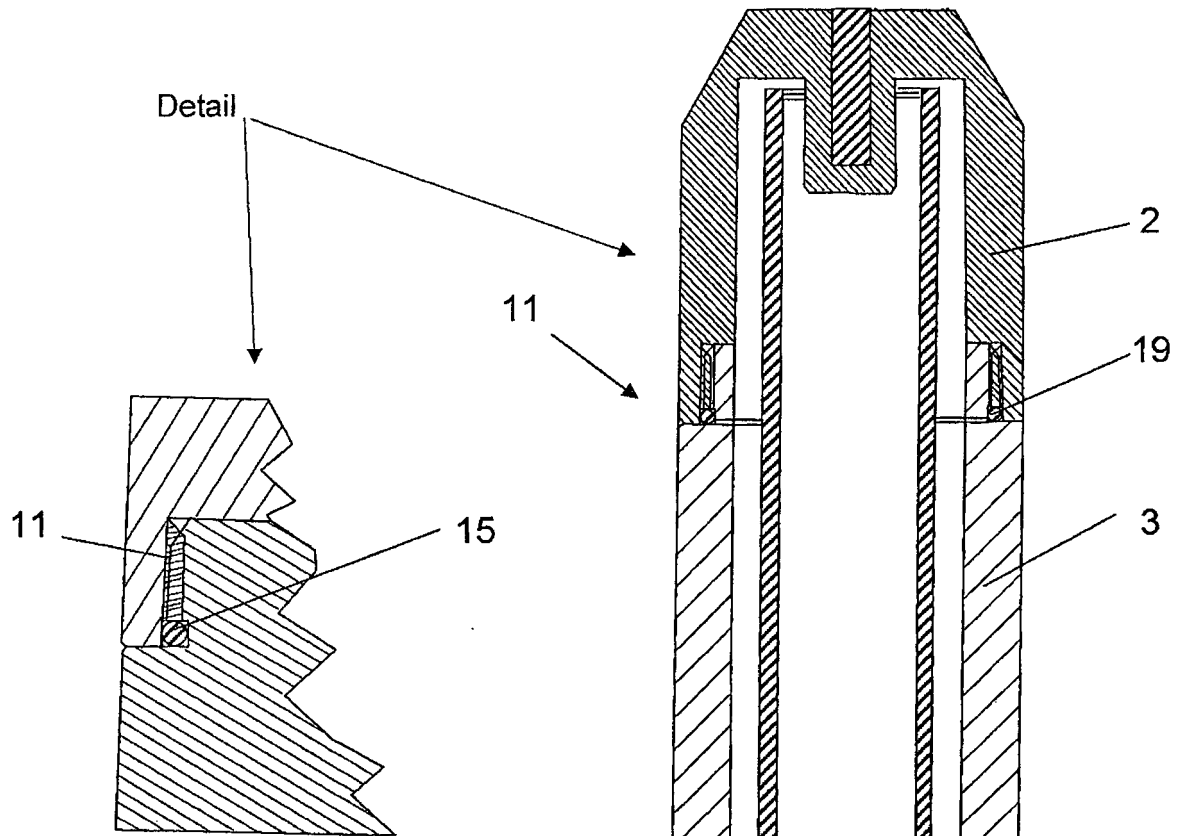


Fig. 12

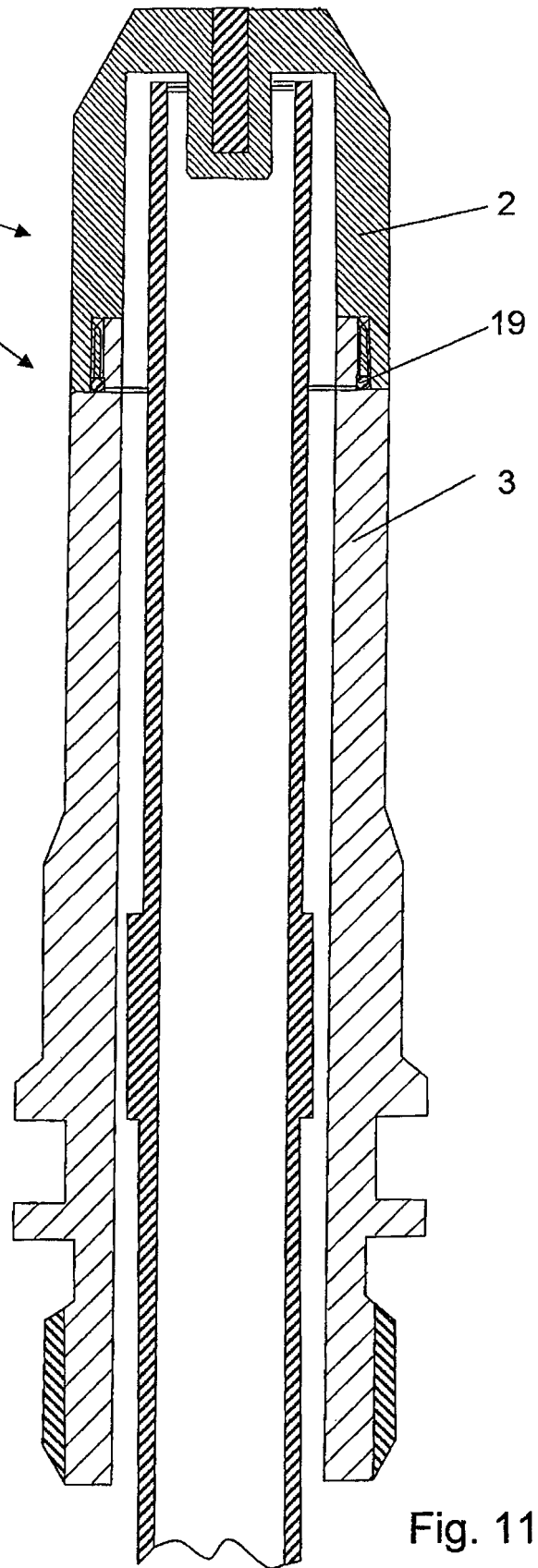
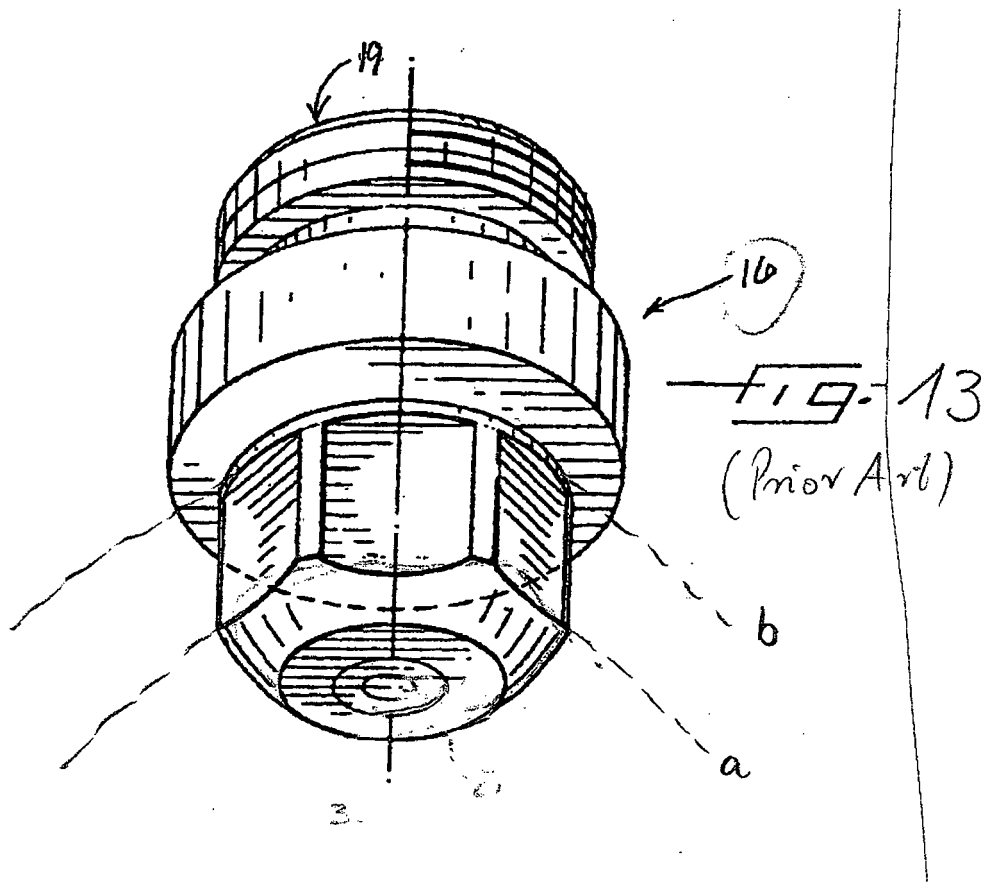


Fig. 11



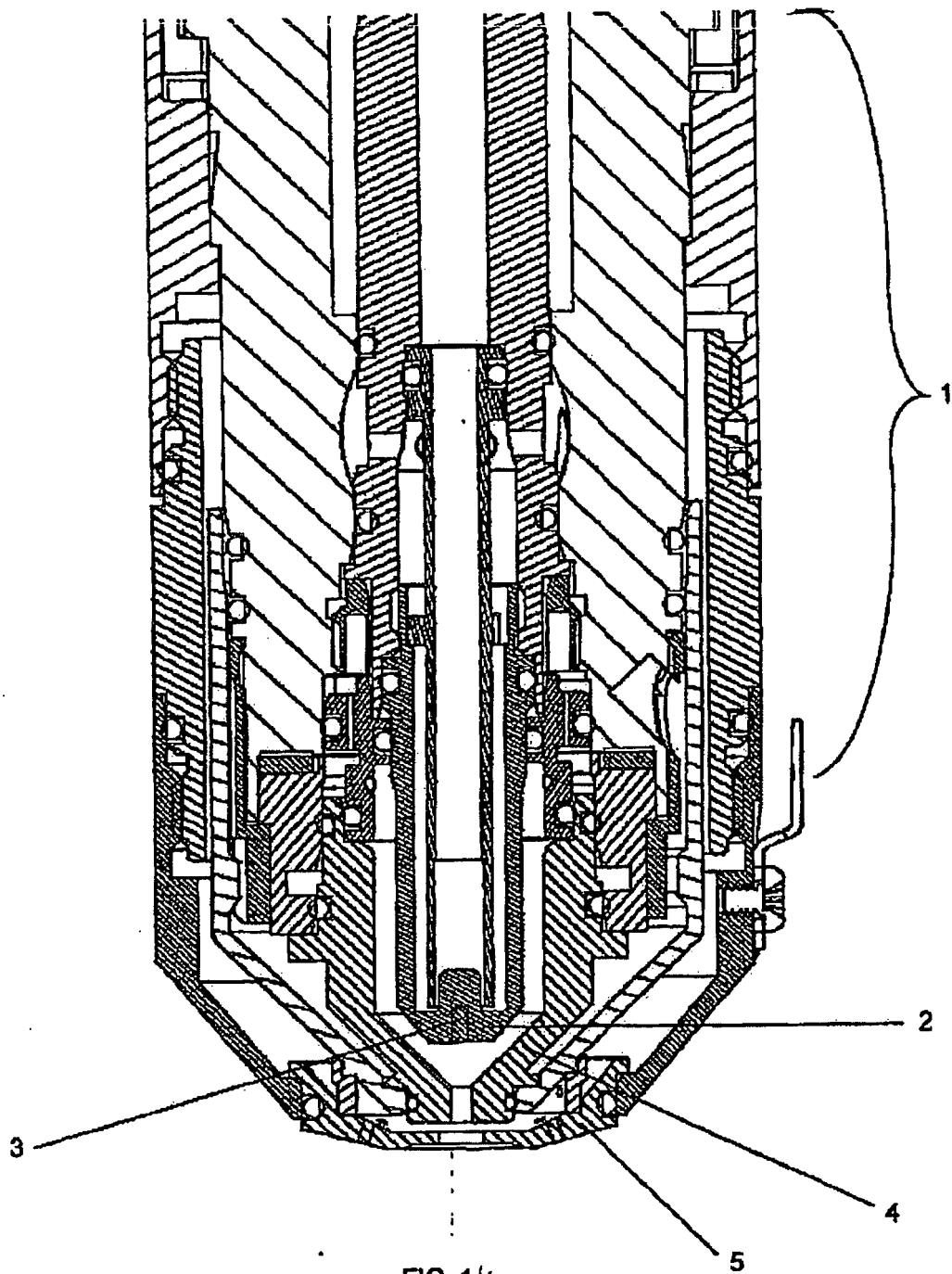


FIG. 14
(PRIOR ART)

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 2408274 A2 [0003]
- JP 2007180028 A [0003]
- EP 1765046 B1 [0003] [0004] [0035] [0060]
- DE 000069937323 T2 [0003] [0004] [0035] [0056]
- EP 1633172 A2 [0006]