



(11) **EP 2 642 832 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.09.2013 Patentblatt 2013/39**

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

(21) Anmeldenummer: **12002077.1**

(22) Anmeldetag: **23.03.2012**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

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

(74) Vertreter: **Riebling, Peter**  
**Patentanwalt**  
**Postfach 31 60**  
**88113 Lindau (DE)**

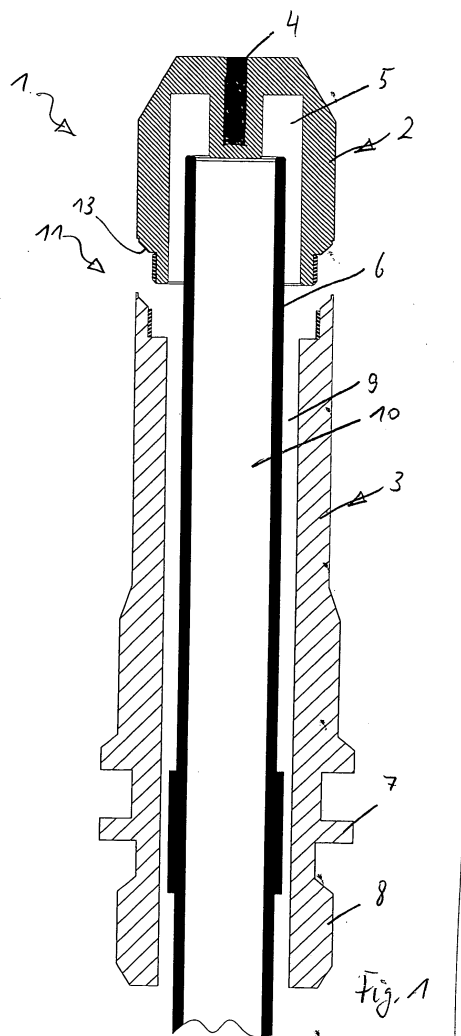
(71) Anmelder: **Hollberg, Manfred**  
**9403 Goldach (CH)**

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **Plasma-Elektrode für einen Plasmalichtbogenbrenner mit auswechselbarer Elektrodenspitze**

(57) Plasma-Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner bestehend aus einem Elektrodenkörper, mit mindestens einem an der Elektrodenspitze angeordneten Elektrodenkern ist, wobei die Plasma-Elektrode mindestens zweiteilig ausgebildet ist und aus der Elektrodenspitze und einem Befestigungsteil besteht, und dass die Elektrodenspitze auswechselbar an Befestigungsteil gehalten ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Plasma-Elektrode für einen Plasma-Lichtbogenbrenner, bestehend aus einem Elektrodenkörper, der mindestens einen an der Elektrodenspitze 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 verwiesen.

**[0004]** Hinsichtlich der Funktion und des Aufbaus eines Plasma-Lichtbogenbrenners wird auf die letztgenannte Druckschrift EP 1 765 046 B1 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 Elektrodenspitze in einer Bohrung eingesetzte Elektrodenkern erzeugt den 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 Elektrodenspitze wird durch die hohen Brenntemperaturen stark beansprucht. Darüber hinaus entstehen Materialabtragungen am Elektrodenkern die sich als Materialspritzer auf der Elektrodenspitze 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 Elektrodenspitze zu halten. Dieses Einsatzteil (siehe Figur 7) ist in den vorderen Bereich der Elektrodenspitze eingelötet.

**[0007]** Es ist deshalb nicht möglich, die Elektrodenspitze 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 Anspruches 1 gekennzeichnet.

**[0010]** Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass die Plasma-Elektrode mindestens zweiteilig ausgebildet ist und mindestens aus der vorderen Elektrodenspitze und einem hinteren Befestigungsteil besteht und dass die Elektrodenspitze auswechselbar am Befestigungsteil gehalten ist.

**[0011]** Die Erfindung sieht also eine mehrteilige Plasma-Elektrode vor, wobei der einfacheren Beschreibung wegen in der folgenden Beschreibung lediglich von zwei Teilen dieser Plasma-Elektrode ausgegangen wird, obwohl die Plasma-Elektrode auch aus mehr als zwei Tei-

len bestehen kann. Die Beschreibung einer zweiteiligen Plasmaelektrode soll deshalb den Schutzzumfang der Erfindung nicht beschränken.

**[0012]** 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 lösbar miteinander verbunden sind.

**[0013]** Auf diese Weise kann die vordere Elektrodenspitze mit dem dort eingebrachten Elektrodenkern von dem hinteren Befestigungsteil der Plasma-Elektrode entfernt werden, sofern ein Verschleiß an der Elektrodenspitze auftritt.

**[0014]** Somit ist ein schnelles Auswechseln der Elektrodenspitze möglich, ohne dass damit die gesamte Plasma-Elektrode ausgewechselt werden müsste.

**[0015]** 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 ausgebildet.

**[0016]** Im einfachsten Fall besteht die Schraubverbindung aus zwei ineinander greifenden Gewinden. An der Elektrodenspitze kann ein Innengewinde angeordnet sein, welches in ein zugeordnetes Außengewinde im Bereich des hinteren Befestigungsteils der Plasma-Elektrode einschraubbar ist.

**[0017]** In einer anderen Ausgestaltung kann es auch vorgesehen sein, dass die Elektrodenspitze ein Außengewinde aufweist, welches auf ein zugeordnetes Innengewinde des hinteren Befestigungsteils der Plasma-Elektrode einschraubbar ist.

**[0018]** 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.

**[0019]** 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 Flanschverbindung ist durch eine Überwurfmutter in Verbindung mit einem Gewinde am gegenüberliegenden Teil gesichert.

**[0020]** 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.

**[0021]** 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.

**[0022]** 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 Befestigungsteils der Plasma-Elektrode möglich.

**[0023]** So kann es vorgesehen sein, dass der hintere Befestigungsteil 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.

**[0024]** 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.

**[0025]** Bezüglich der Materialpaarungen zwischen dem Material des Befestigungsteils und der Elektrodenspitze gibt es folgende Kombinationen, wobei an erster Stelle stets das Material des Befestigungsteils steht und an zweiter Stelle das Material der Elektrodenspitze:

Cu-Cu  
Cu-Ag  
Ag-Cu  
Ag-Ag

**[0026]** 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).

**[0027]** Die vorgenannten Materialien können in den gleichen vorgenannten Materialpaarungen eingesetzt werden, wie sie am Beispiel des Materials Ag vorstehend angegeben wurden.

**[0028]** 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.

**[0029]** 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.

**[0030]** Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

**[0031]** 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.

**[0032]** 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.

**[0033]** 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

**[0034]** Die in Figur 1 dargestellte Plasma-Elektrode 1 ist zweiteilig aufgebaut und besteht aus der vorderen, auswechselbaren Elektrodenspitze 2 und einem hinteren Befestigungsteil 3, welches sich mit einem radial außen

liegenden Befestigungsflansch 7 an der Innenseite eines nicht näher dargestellten Elektrodenkörpers zentriert und im Übrigen mit einem Gewinde 8 in einen solchen Elektrodenkörper eingeschraubt werden kann.

[0035] Statt einer Schraubbefestigung über das Gewinde 8 kann die gesamte Plasma-Elektrode 1 auch in einen nicht näher dargestellten Elektrodenkörper 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.

[0036] In einer Bohrung der Elektrodenspitze 2 ist ein Elektrodenkern 4 aus einem hoch-emissiven Material eingebracht, wie z. B. einem Hafnium- oder Zirkoniummaterial.

[0037] 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.

[0038] Wichtig ist, dass die beiden Teile (Elektrodenspitze 2 und Befestigungsteil 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 Befestigungsteil 3 angeformten Flansch angreift. Dadurch wird ein Schraub-  
gewinde 12 gebildet.

[0039] Zur selbsttätigen Zentrierung dieses Schraubgewindes ist es vorgesehen, dass einander gegenüberliegende und gleichgerichtete Konusflächen 13, 14 an zugeordneten Flanschen der Elektrodenspitze 2 und des Befestigungsteils 3 angeordnet sind und dass ferner ein bevorzugt ringsumlaufender Ringflansch 15 am Befestigungsteil 3 in eine zugeordnete Ringnut 16 eingreift und sich dort zentriert.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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 Befestigungsteil 3 mit einer wesentlich größeren Länge 25.

[0043] Die Längenverhältnisse dieser beiden Längen 24, 25 können sich im Bereich zwischen 1 : 1 bis 1 : 6 bewegen.

[0044] Wichtig ist bei allen Ausführungsbeispielen, dass die Elektrodenspitze 2 leicht lösbar auf dem elektrodenseitigen Befestigungsteil 3 befestigt ist und deshalb leicht austauschbar ist, wenn sie verschlissen ist. Sie ist kurz gehalten, um den Materialverbrauch beim Austausch niedrig zu halten.

[0045] 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 Befestigungsteil 3 einschraubbar ist.

[0046] Die Gewindeschraubverbindung ist durch einen Dichtring 19 flüssigkeitsdicht abgedichtet.

[0047] Es kann noch ein weiterer Dichtring 19 im Bereich der einander zugewandten Ansätze 17, 18 angeordnet sein.

[0048] 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 Befestigungsteil 3 abgeschraubt werden kann.

[0049] Auch hier ist an der hinteren Seite der Elektrodenspitze 2 ein Außengewinde angeordnet, welches mit einem Innengewinde im Innenraum des Befestigungsteils 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.

[0050] Das Außengewinde 21 an der Elektrodenspitze 2 wirkt also mit dem Innengewinde 22 am Befestigungsteil 3 als Schraubgewinde 12 zusammen.

[0051] 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 Befestigungsteil 3 angeformt ist.

[0052] Hier weist die Elektrodenspitze 2 ein Innengewinde 22 auf, welches mit dem zugeordneten Außengewinde 21 die abgedichtete Schraubverbindung im Bereich des Verbindungsteils 11 ergibt.

[0053] Die Figuren 11 und 12 zeigen die in Figur 9 bis 10 gezeigte Gewindeschraubverbindung im eingeschraubten Zustand.

## Zeichnungslegende

### [0054]

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1 | Plasma-Elektrode |
| 2 | Elektrodenspitze |
| 3 | Befestigungsteil |
| 4 | Elektrodenkern   |

- 5 Aufnahmeaum
- 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 mindestens einen an der Elektrodenspitze angeordneten Elektrodenkern (4) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plasma-Elektrode (1) mindestens zweiteilig ausgebildet ist und aus der vorderen Elektrodenspitze (2) und einem hinteren Befestigungsteil (3) besteht, und dass die Elektrodenspitze (2) auswechselbar an Befestigungsteil (3) gehalten ist.
2. Plasma-Elektrode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbare Verbindung zwischen der vorderen Elektrodenspitze (2) und dem hinteren Befestigungsteil (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 dem hinteren Befestigungsteil im Bereich zwischen 1:6 bis 1:1 liegt.
5. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material von Elektrodenspitze (2) und Befestigungsteil (3) gleichartig ist.

6. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material von Elektrodenspitze (2) und Befestigungsteil (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 dem hinteren Befestigungsteil (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 des hinteren Befestigungsteils (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 Elektrodenspitze (2) aus einem Vollmaterial besteht.

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Plasma-Elektrode (1) für einen Plasma-Lichtbogenbrenner bestehend aus einem Elektrodenkörper (2, 3), der mindestens einen an der Elektrodenspitze angeordneten Elektrodenkern (4) aufweist, wobei der Elektrodenkörper (2, 3) in einer hinteren Elektrodenaufnahme zentriert aufgenommen ist<sup>1</sup>, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrodenkörper (2, 3) mindestens zweiteilig ausgebildet ist und aus einer vorderen Elektrodenspitze (2) und einem hinteren Befestigungsteil (3) besteht, und dass die Elektrodenspitze (2) auswechselbar am Befestigungsteil (3) gehalten ist, welches durch ein Gewinde (8) mit der Elektrodenaufnahme verbunden ist<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. ursprüngliche Beschreibung Seite 7, Zeile 12  
<sup>2</sup> Vgl. ursprüngliche Beschreibung Seite 7, Zeile 10 bis 12 und Figur 1

2. Plasma-Elektrode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbare Verbindung zwischen der vorderen Elektrodenspitze (2) und dem hinteren Befestigungsteil (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.

5

4. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Längenverhältnis (24, 25) zwischen der vorderen, auswechselbaren Elektrodenspitze (2) und dem hinteren Befestigungsteil im Bereich zwischen 1:6 bis 1:1 liegt.

10

5. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material von Elektrodenspitze (2) und Befestigungsteil (3) gleichartig ist.

15

6. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material von Elektrodenspitze (2) und Befestigungsteil (3) ungleichartig ist.

20

7. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbare Verbindung zwischen der vorderen Elektrodenspitze (2) und dem hinteren Befestigungsteil (3) der Plasma-Elektrode (1) als abgedichtete Flanschverbindung mit einer Überwurfmutter zur Befestigung und Sicherung der Flanschverbindung ausgebildet ist.

25

30

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.

35

9. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Außenumfang des hinteren Befestigungsteils (3) Schraub- und/oder Steckansätze zur Halterung der Plasma-Elektrode (1) in einem Brennerkörper angeordnet sind.

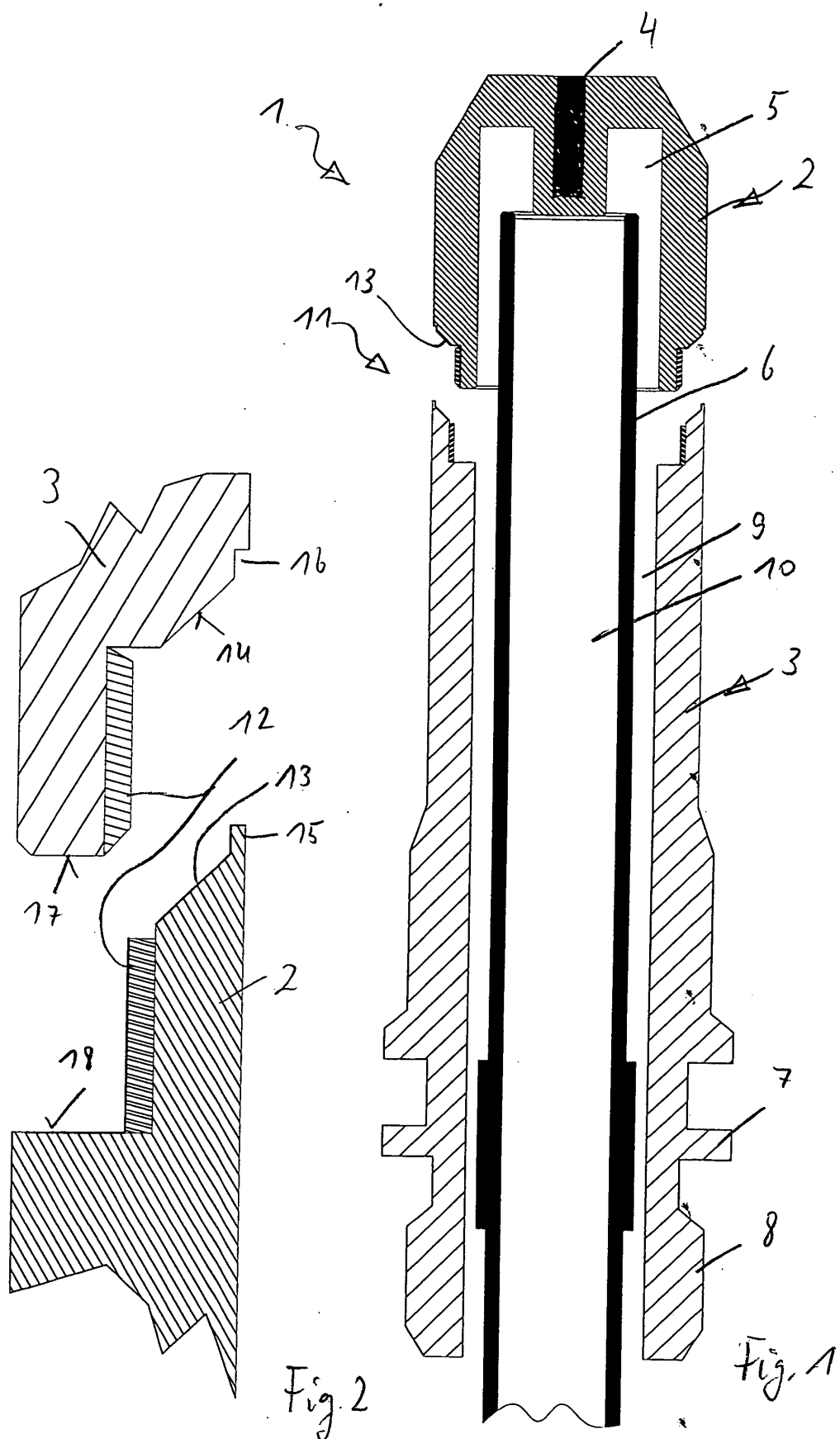
40

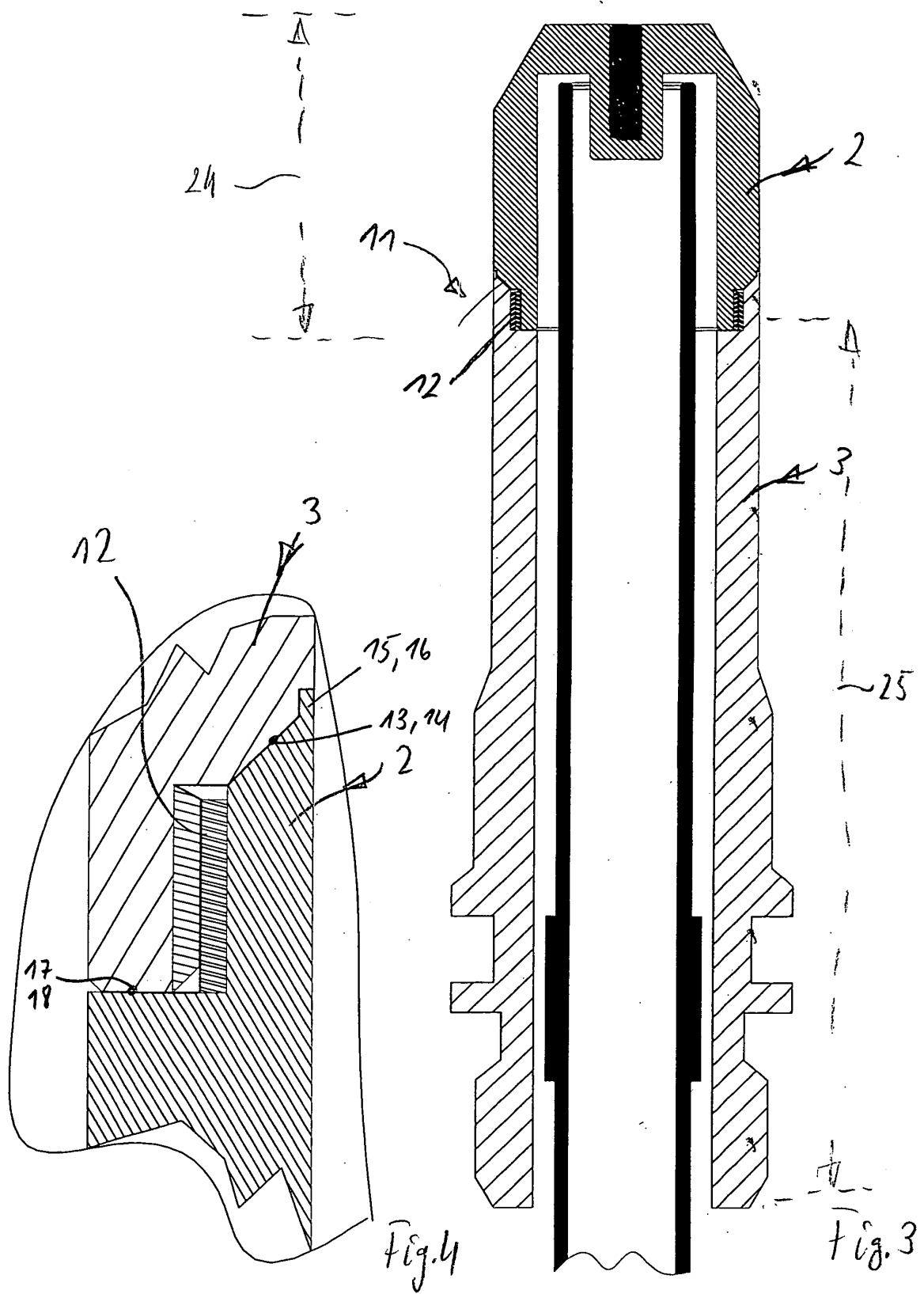
10. Plasma-Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die Elektrodenspitze (2) aus einem Vollmaterial besteht.

45

50

55







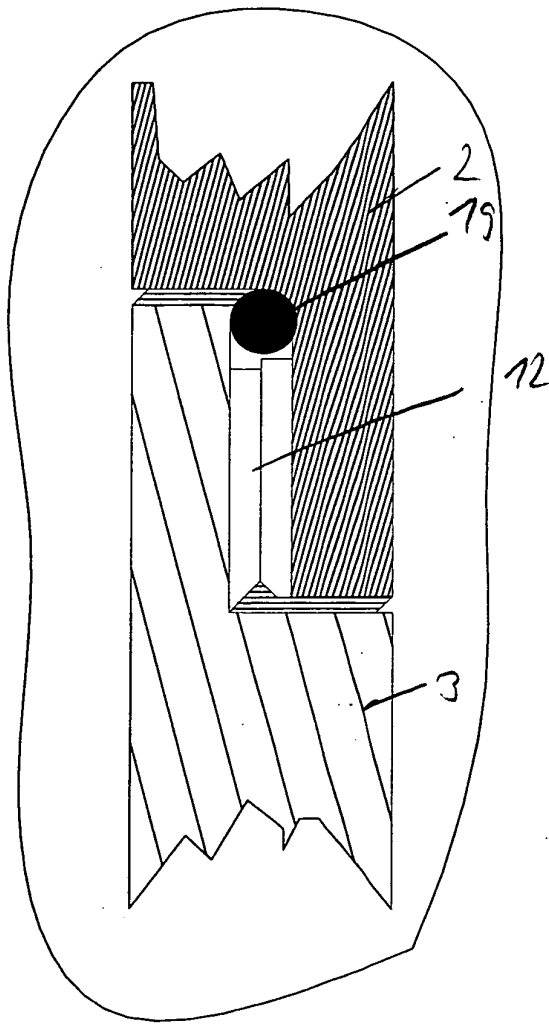


Fig. 6

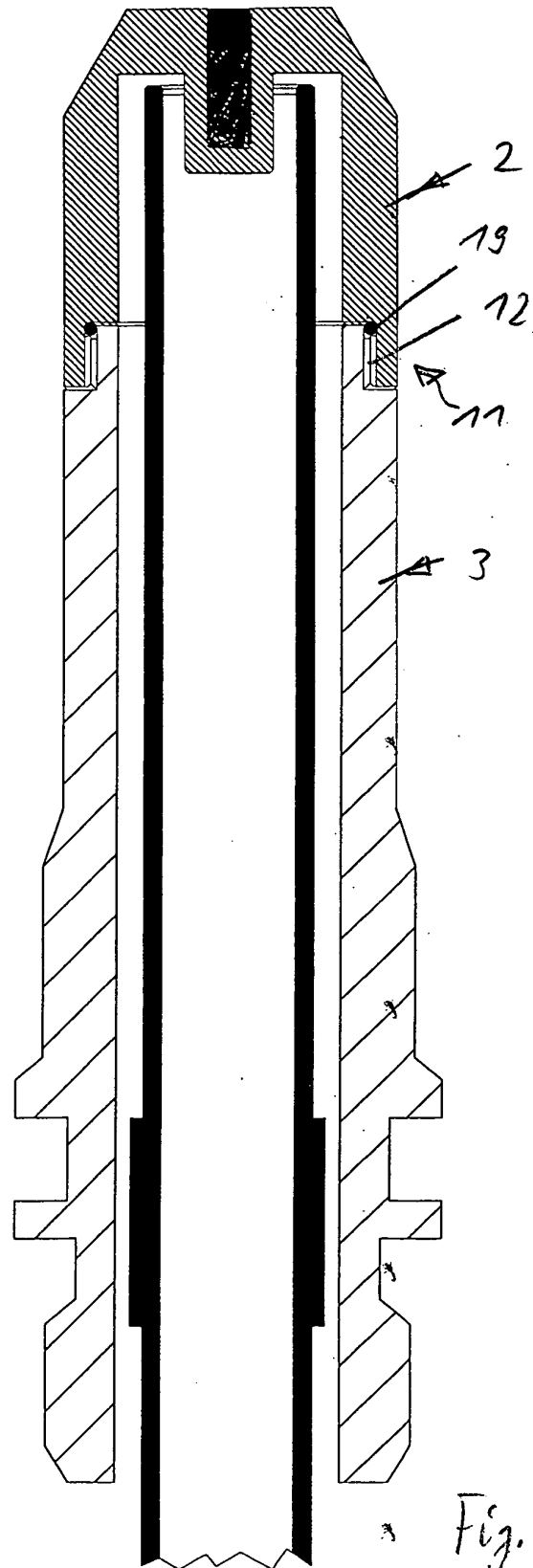
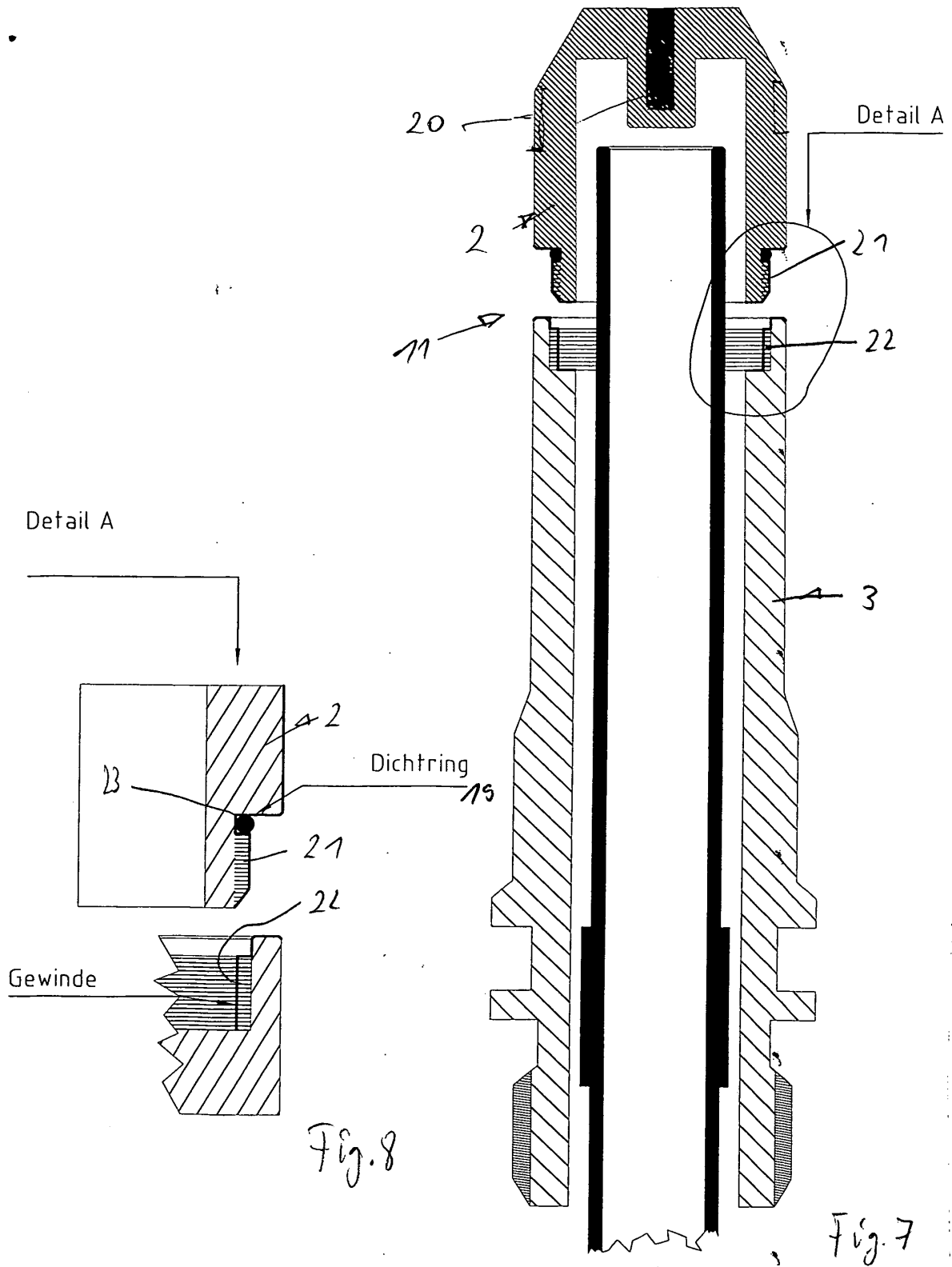
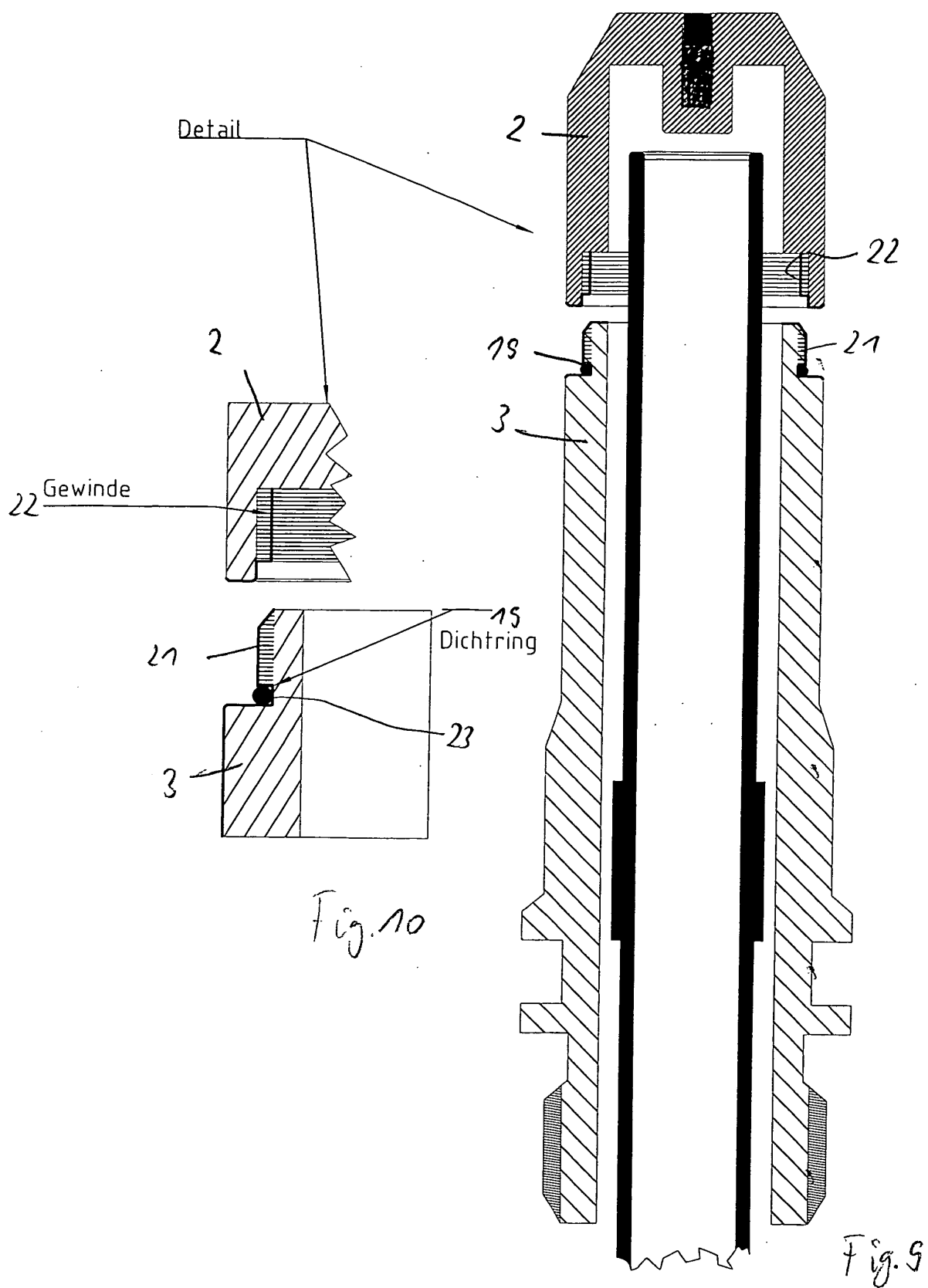
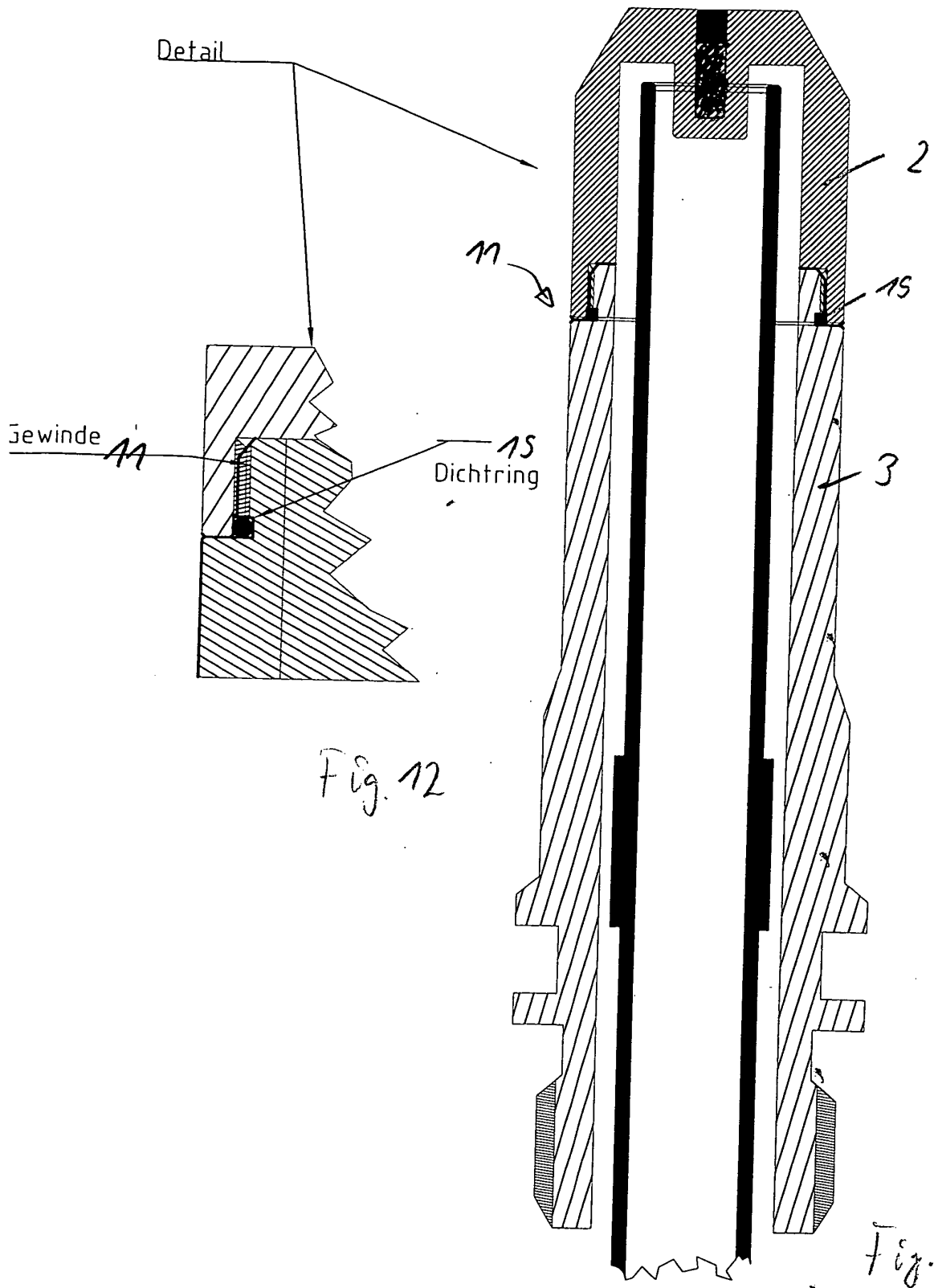


Fig. 5









## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 12 00 2077

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2011/240609 A1 (JEHNERT KATRIN [DE] ET AL) 6. Oktober 2011 (2011-10-06) * Absatz [0016] * * Absatz [0025] * * Absatz [0027] * * Abbildungen 1,2 * -----	1-10	INV. H05H1/34
X	US 5 440 094 A (ZAPLETAL JIRI [US]) 8. August 1995 (1995-08-08) * Spalte 3, Zeile 34 - Zeile 46 * * Abbildung 1 * -----	1,2,4-6, 8-10	
X,D	US 2006/049150 A1 (SEVERANCE WAYNE S JR [US] SEVERANCE JR WAYNE STANLEY [US]) 9. März 2006 (2006-03-09) * Absatz [0044] * * Absatz [0055] * * Abbildung 3 * -----	1-4,6, 8-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		6. August 2012	
		Prüfer	
		Capostagno, Eros	
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 2077

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-08-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011240609 A1	06-10-2011	CA 2739643 A1	08-04-2010
		CN 102217428 A	12-10-2011
		DE 102008062731 A1	01-07-2010
		EP 2210455 A2	28-07-2010
		JP 2012512510 A	31-05-2012
		KR 20110094292 A	23-08-2011
		US 2011240609 A1	06-10-2011
		WO 2010037380 A2	08-04-2010
US 5440094 A	08-08-1995	KEINE	
US 2006049150 A1	09-03-2006	CA 2517639 A1	03-03-2006
		EP 1633172 A2	08-03-2006
		JP 2006173088 A	29-06-2006
		US 2006049150 A1	09-03-2006
		US 2006196854 A1	07-09-2006
		US 2008293320 A1	27-11-2008
		US 2011073574 A1	31-03-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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]
- EP 1633172 A2 [0006]