

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(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

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

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

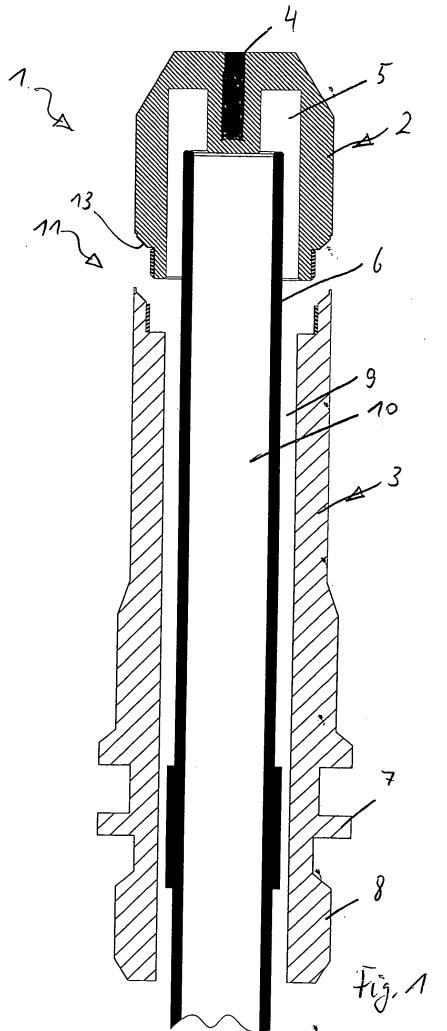
(74) Vertreter: Riebling, Peter  
Patentanwalt  
Postfach 31 60  
88113 Lindau (DE)

### 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 Schutzmfang der Erfindung nicht beschränken.

**[0012]** Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass 5 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 10 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 20 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 25 sein, welches in ein zugeordnetes Außengewinde im Bereich des hinteren Befestigungsteils der Plasma-Elektrode einschraubar ist.

**[0017]** In einer anderen Ausgestaltung kann es auch 30 vorgesehen sein, dass die Elektrodenspitze ein Außen- gewinde aufweist, welches auf ein zugeordnetes Innen- gewinde des hinteren Befestigungsteils der Plasma- Elektrode einschraubar ist.

**[0018]** In einer dritten Ausgestaltung kann es vorgesehen 35 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 40 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- 45 Verbindung ist durch eine Überwurfmutter in Verbindung mit einem Gewinde am gegenüberliegenden Teil gesichert.

**[0020]** Neben den genannten Steck- oder Schraubverbindungen oder Flanschverbindungen oder Kombinationen 50 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 unterworfen 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 mehrere 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 Aufnahmeraum 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 derart, dass ein Kühlmittelstrom in den Innenraum 10 des Kühlrohrs 6 eingeleitet wird, der im Bereich des Aufnahmeraums 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 lösaren 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 Schraubgewinde 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.

5 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 einschraubar ist.

15 [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.

20 [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.

35 [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.

50

#### Zeichnungslegende

##### [0054]

- 55 1 Plasma-Elektrode  
2 Elektrodenspitze  
3 Befestigungsteil  
4 Elektrodenkern

- 5 Aufnahmerraum  
 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 Schlüsselloch  
 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.

- 5
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 hohzländrischer 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.

30

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

- 35
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

40

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.

45

50

55

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

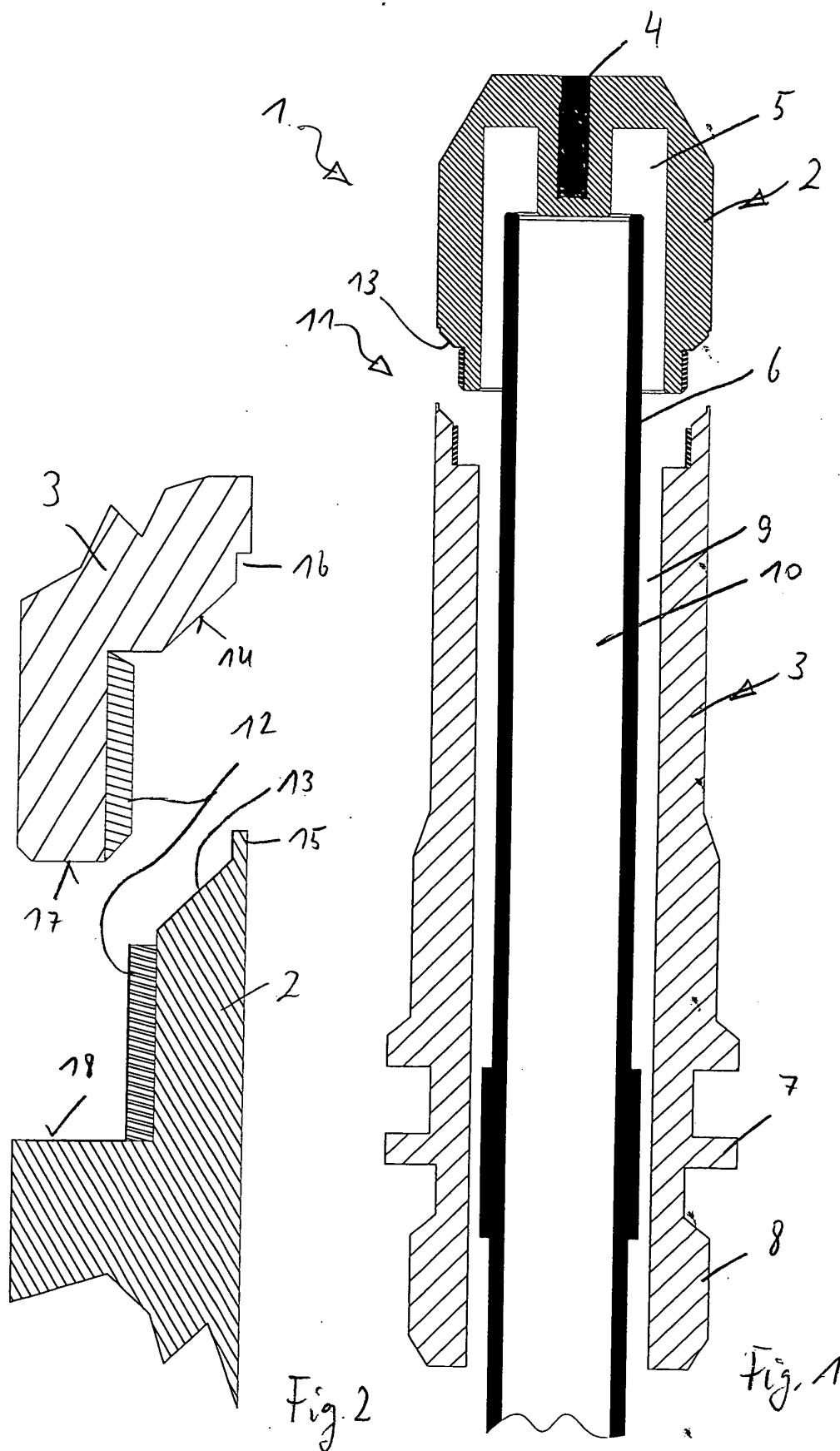
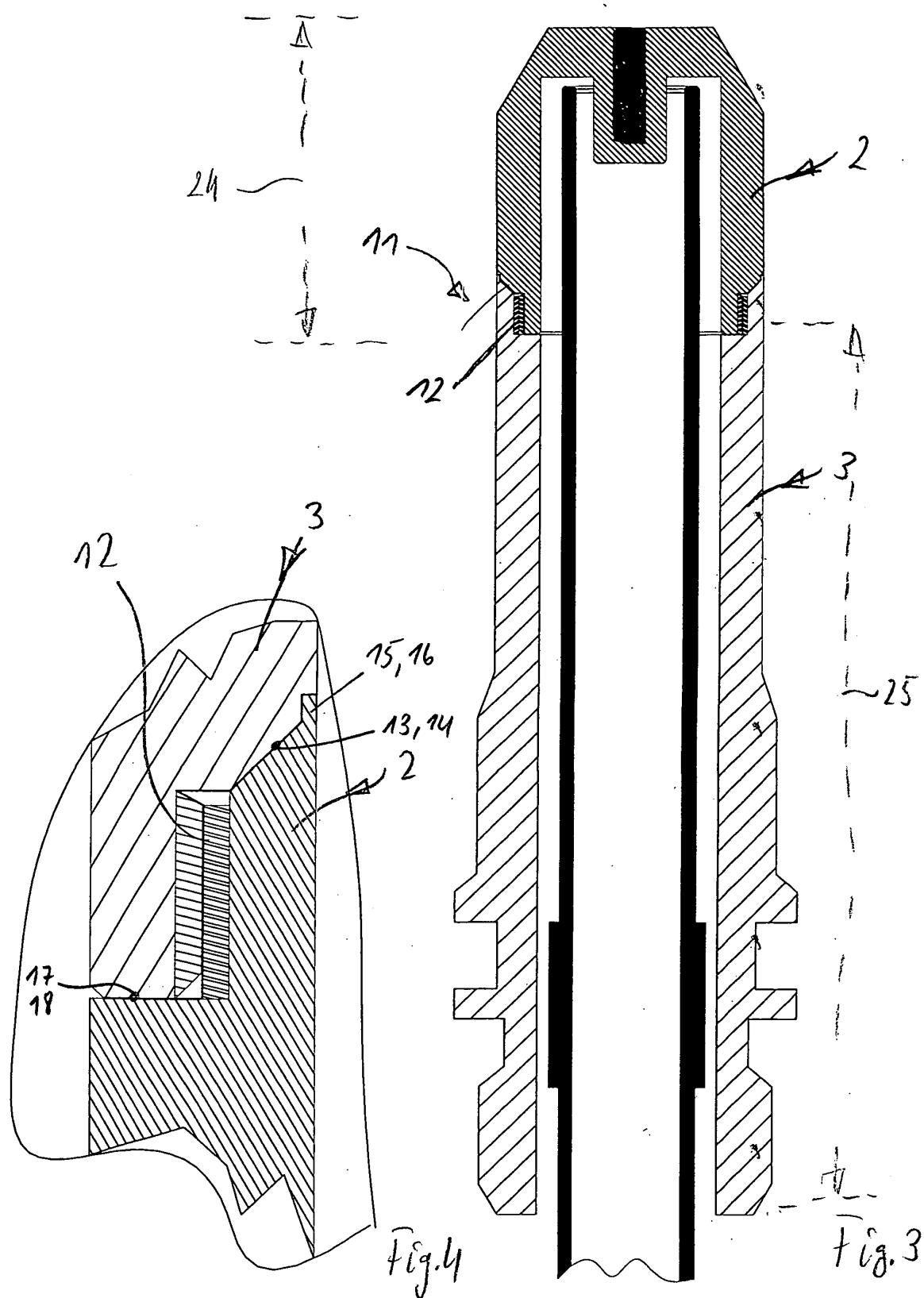
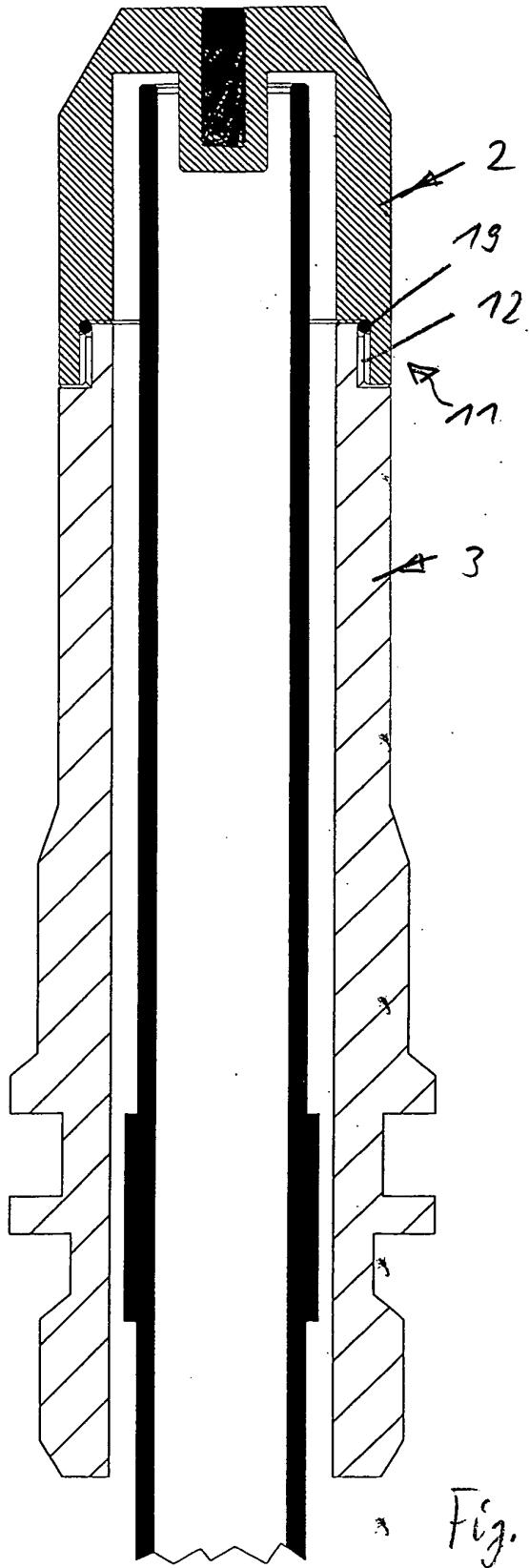
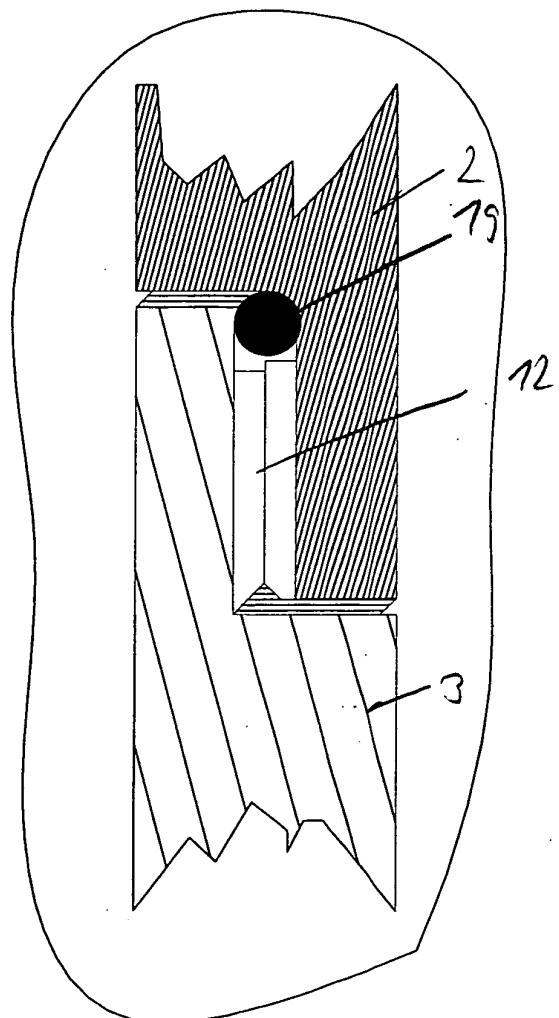
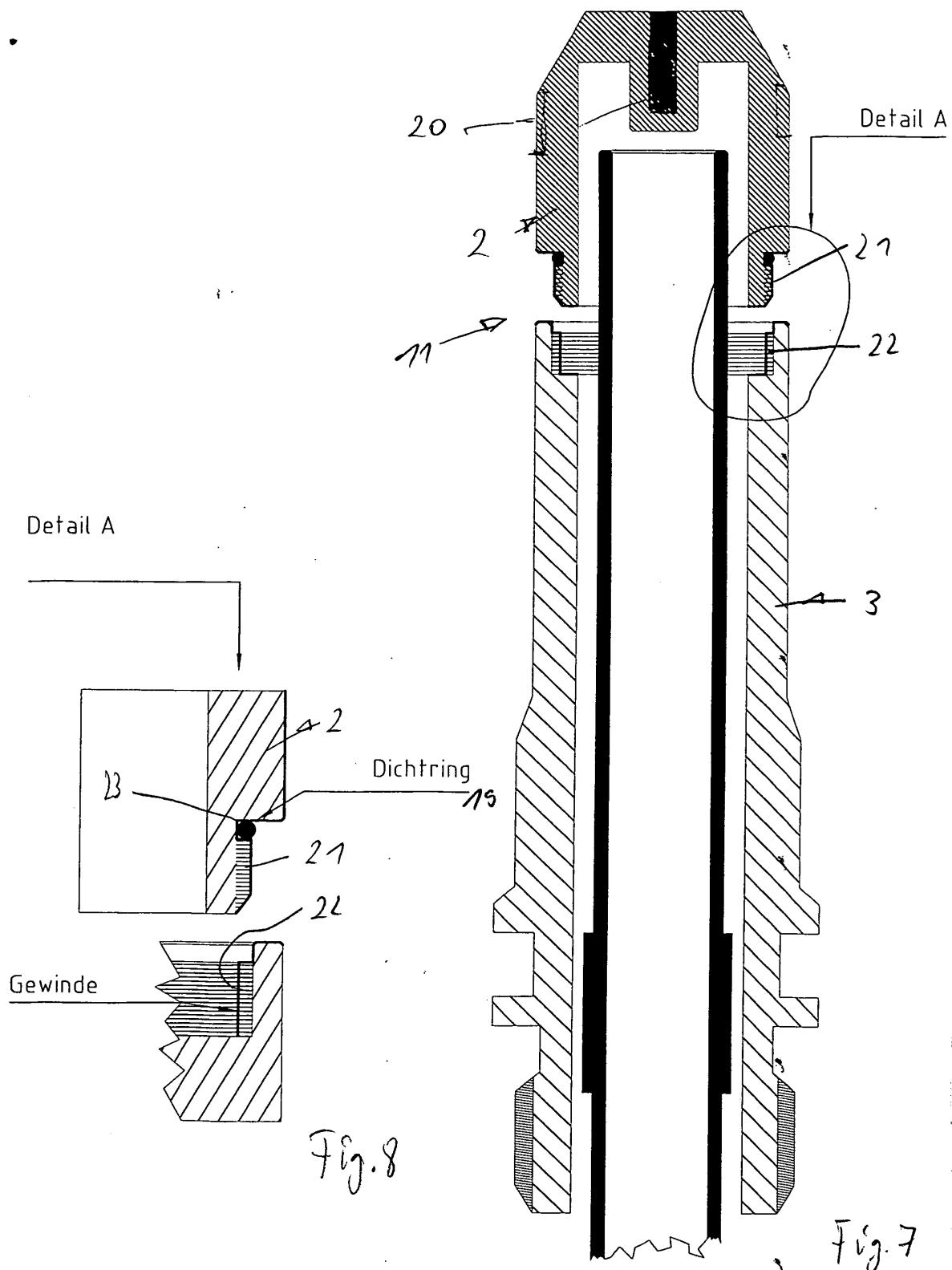


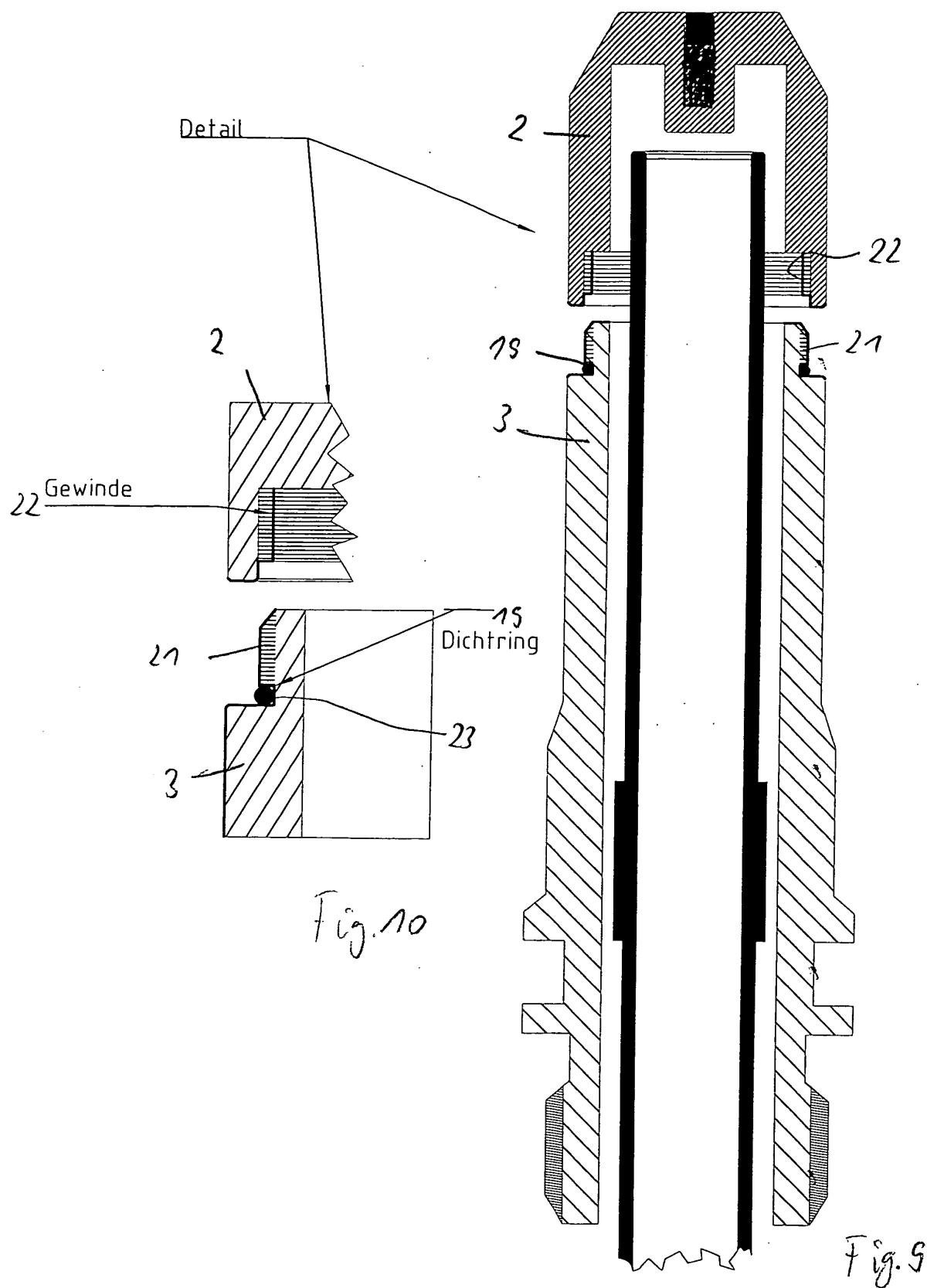
Fig. 2

Fig. 1









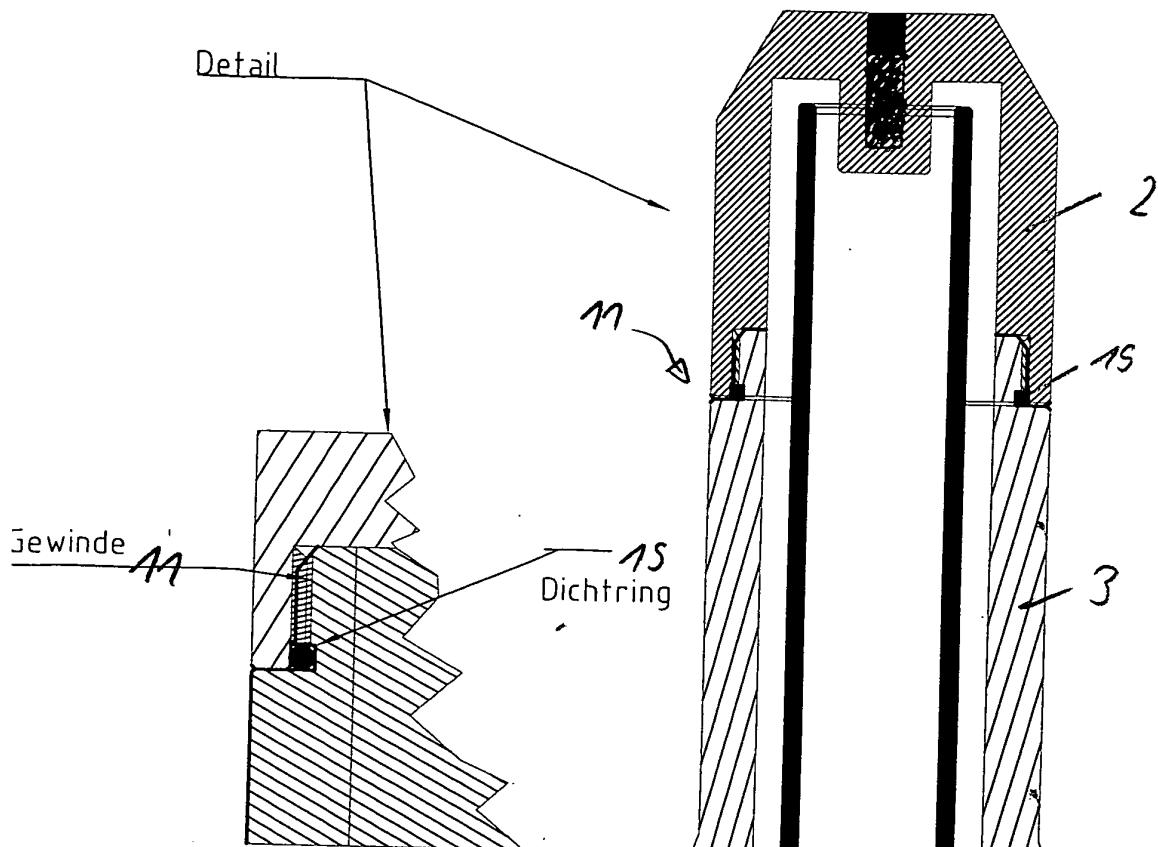


Fig. 12

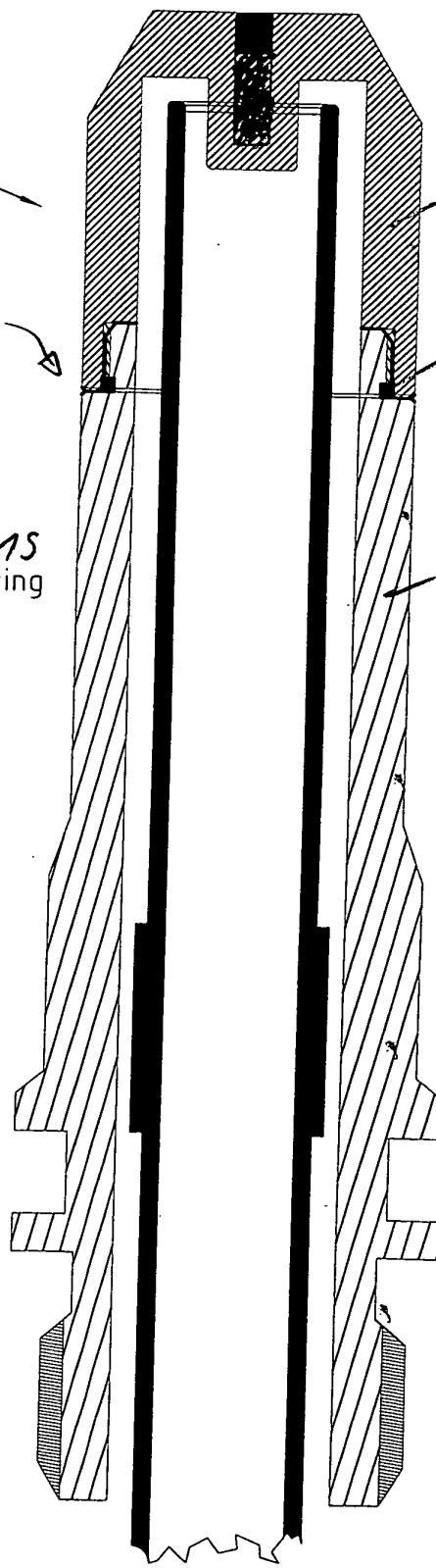


Fig. 11



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 12 00 2077

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff 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			
2	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	Den Haag	6. August 2012	Capostagno, Eros
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche 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			

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

**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]