

(19)



(11)

EP 2 364 070 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

07.09.2011 Patentblatt 2011/36

(51) Int Cl.:

H05H 1/34 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **10015592.8**(22) Anmeldetag: **14.12.2010**

(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

(30) Priorität: **18.12.2009 DE 102009059108**(71) Anmelder: **Holma AG**

**Laser & Plasma Consumables
9403 Goldach (CH)**

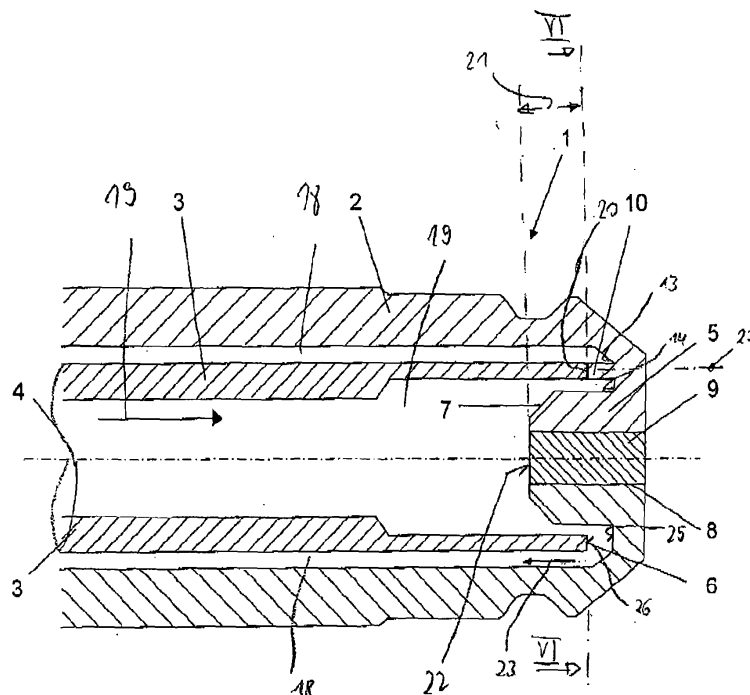
(72) Erfinder: **Hollberg, Manfred****9403 Goldach (CH)**(74) Vertreter: **Riebling, Peter**

**Patentanwalt,
Postfach 31 60
88113 Lindau/B. (DE)**

(54) **Elektrode mit Kühlrohr für eine Plasmaschneidvorrichtung**

(57) Plasmaelektrode für eine Schneidvorrichtung, welche aus einem Elektrodenkörper mit einer axialen, zentrischen Aufnahme für einen stirnseitig dort abgeordneten Elektrodenkern besteht, wobei im Innenraum des Elektrodenkörpers ein radial innen liegender Flüssigkeitskanal durch ein austauschbares Kühlrohr gebildet ist, durch welchen ein Kühlflüssigkeitsstrom in axialer Richtung fließt, wobei das Kühlrohr durch einen oder

mehreren Anschläge am Elektrodenkörper positioniert ist und dessen vordere, dem Elektrodenkern nächstliegende Stirnseite in eine ringförmigen Ausnehmung des Elektrodenkörpers eingreift, in welcher der Kühlflüssigkeitsstrom in Pfeilrichtung umgelenkt ist, wobei auf der Innenseite des Elektrodenkörpers mindestens ein radial oder axial gerichteter Anschlag für das Kühlrohr angeordnet ist, der mit der vorderen Stirnfläche des Kühlrohrs zusammenwirkt.

**Fig. 1****EP 2 364 070 A2**

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

5 **[0001]** Gegenstand der Erfindung ist ein Abstandshalter für das Kühlrohr einer Elektrode einer Plasmaschneidvorrichtung.

Stand der Technik

10 **[0002]** Plasmaschneider werden zum Trennen sämtlicher elektrisch leitfähigen Werkstoffe eingesetzt. Der Plasmaschneider besteht dabei beispielsweise aus einem Inverter, einem Handstück, einem Massekabel, einer Stromzuleitung und einer Druckluftzuleitung.

[0003] Folgende Punkte haben sich beim Plasmaschneiden als wesentliche Vorteile herausgestellt:

- 15 • Hervorragende Eignung im dünnen und mittleren Baustahlbereich (bis 30 mm)
- Schneiden hochfester Baustähle mit geringer Wärmeeinbringung
- Hohe Schneidgeschwindigkeiten
- Sehr gute, Automatisierbarkeit.

20 **[0004]** Ein Plasma ist ein elektrisch leitfähiges Gas, wobei ein Lichtbogen fast ausschließlich mit einer Hochfrequenzzündung gezündet wird und am Austritt durch eine isolierte, in der Regel wassergekühlte, Kupferdüse eingeschnürt wird. Durch die hohe Energiedichte schmilzt das Metall. Die Metallschmelze wird durch einen Gasstrahl weggeblasen, wodurch die Schnittfuge entsteht.

25 **[0005]** Die Elektrode einer Plasmaschneidvorrichtung weist einen länglichen Hohlkörper mit einem offenen Ende und einem geschlossenen Ende auf. Sie ist bevorzugt aus Kupfer ausgebildet, es sind jedoch andere Materialien wie Kupfer- und Silberlegierungen möglich. Im unteren Bereich der Elektrode ist mittig ein zylindrischer Einsatz aus einem Material mit hoher thermionischer Emissionsfähigkeit in einer Bohrung eingepresst. Dies Material stellt den Elektrodenkern dar und besteht bevorzugt aus z. B. Hafnium, Zirkonium oder Wolfram.

30 **[0006]** Aus dem Stand der Technik ist es somit bereits bekannt, dass die Kühlflüssigkeit, über ein in der Elektrode innenliegendes Kühlrohr, zum unteren Ende der Elektrode geleitet wird. Durch die zirkulierende Flüssigkeit findet eine ausreichende Kühlung der Elektrode statt.

[0007] Das innenliegende Kühlrohr benötigt gegenüber der Elektrode eine relativ feste Position, um die Eigenschaft der zirkulierenden Kühlströmung gut auszunutzen. Dies stellt einen wichtigen Punkt in Bezug auf die Erhöhung der Lebensdauer der Elektrode dar.

35 **[0008]** Aus dem Stand der Technik ist bereits eine bestimmte Positionierung des Kühlrohres gegenüber dem Elektrodenkörper bekannt.

[0009] Die EP 2 082 622 zeigt ein innenliegendes, zylindrisch ausgebildetes Kühlrohr, dass eine vorgegebene Position gegenüber dem Elektrodenkörper hat. Dies wird durch einen radial vorstehenden Absatz auf der Umfangsfläche des Kühlrohres in Verbindung mit einem dafür passenden Anschlag auf der Elektrodengehäuseseite erreicht. Das Kühlrohr wird damit im oberen Bereich gehalten und so gezielt gegenüber dem Elektrodenkörper positioniert.

40 **[0010]** Diese Ausführungsform ist jedoch nur sehr aufwendig und kostenintensiv zu produzieren. Durch den Absatz auf der Umfangsfläche des Kühlrohres und den dafür benötigten Anschlag auf der Elektrodenkörperseite ist eine genaue Positionierung schwer möglich.

45 Gegenstand der Erfindung

[0011] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde einen einfachen und universellen Anschlag für das Kühlrohr bereit zustellen.

50 **[0012]** Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des Anspruches 1 gekennzeichnet.

[0013] Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt durch die technische Lehre des Anspruches 1.

[0014] Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass auf der Innenseite des Elektrodenkörpers mindestens ein axialer Anschlag für das Kühlrohr ausgebildet ist.

55 **[0015]** Obwohl die Erfindung auch die Anordnung mehrerer Anschläge vorsieht, wird der einfacheren Beschreibung wegen nur die Anordnung eines einzigen Anschlages näher beschrieben. Dies soll jedoch nicht den Offenbarungsumfang der Erfindung begrenzen. Wenn demnach in der folgenden Beschreibung von einem einzigen Anschlag die Rede ist, so ist dies als "ein oder mehrere Anschläge" zu verstehen.

[0016] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform besitzt der Elektrodenkörper im unteren Bereich eine mittige

Bohrung, die einen Elektrodenkern aufnimmt. Der Elektrodenkern erstreckt sich in Richtung des Innenraums des Elektrodenkörpers und wird durch eine zylindrisch ausgebildete Aufnahme im Elektrodenkörper gehalten. Um eine bessere Kühlung der Elektrode zu gewährleisten, wird im Innenraum des Elektrodenkörpers die Aufnahme des Elektrodenkerns von einer ringförmigen Ausnehmung umgeben, in der die Kühlflüssigkeit zirkulieren kann. Dies ermöglicht eine gute Wärmeableitung und verlängert somit die Lebensdauer der Elektrode.

[0017] Neu bei der Erfindung ist nun, dass das Kühlrohr durch einen Anschlag in der ringförmigen Ausnehmung auf der Seite der Elektrode beabstandet wird. Dies ermöglicht eine gute Zirkulation der Kühlflüssigkeit im unteren Bereich des Elektrodenkörpers.

[0018] Somit sieht die Erfindung vor, den die axiale Bewegung des Kühlrohres begrenzenden Anschlag in die Innenseite des Elektrodenkörpers und zwar in die Nähe der Stirnseite des Elektrodenkörpers zu verlagern. Der Anschlag wird also in die umlaufende ringförmige Ausnehmung in der Nähe der Stirnseite des Elektrodenkörpers hinein verlegt.

[0019] Der Anschlag befindet sich somit auf der Elektrodenseite und kann vorzugsweise als rechteckiger oder runder, sich in axialer Richtung erstreckender Zahn ausgebildet sein. Entscheidend ist, dass die Größe des Anschlags weitgehend nicht den Strömungsfluss der Kühlflüssigkeit beeinträchtigt. Die vordere Stirnseite des Kühlrohres liegt nun an der Stirnseite des in die Kühlflüssigkeit eintauchenden, in axialer Richtung weisenden Zahnes auf.

[0020] Um eine gute Qualität der Elektrode zusammen mit dem Anschlag zu erreichen, kann in einer bevorzugten Ausführungsform die Elektrode durch ein Pressverfahren hergestellt werden. Mithilfe des Pressverfahrens lässt sich die spezielle Bauform der Elektrode zusammen mit dem axial ausgerichteten Anschlag spanlos herstellen und verringert so eine aufwendige, spanabhebende Nachbearbeitung. Ebenso ist es möglich, den Anschlag für das Kühlrohr in einem zweiten Prozess an den Elektrodenkörper anzubringen.

[0021] Statt eines Pressverfahrens kann der zahnförmige Anschlag auch durch eine spanabhebende Bearbeitung der ringförmigen Ausnehmung an der Innenseite des Elektrodenkörpers erreicht werden. In diesem Fall fährt ein in axialer Richtung ausgerichteter Stirnfräser in die zentrale Innenbohrung des Elektrodenkörpers und fräst den Boden der ringförmigen Ausnehmung in Umfangsrichtung fortschreitend um einen Umfangswinkel von z.B. 355 Grad ab, sodass im verbleibenden Winkelbereich von 5 Grad der zahnförmige Anschlag als Materialerhöhung stehen bleibt.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform sind in der ringförmigen Ausnehmung am Elektrodenkörper mehrere Anschläge bzw. Anschlagzähne vorhanden, die das Kühlrohr an der Stirnseite anschlagbegrenzend gegenüber der Elektrode positionieren.

[0023] Statt der Ausbildung von einem oder mehreren axial gerichteten Anschlägen kann auch vorgesehen sein, dass der Anschlag nicht auf dem Grund der ringförmigen Ausnehmung im Elektrodenkörper angeordnet ist, sondern stattdessen an den Seitenwänden der ringförmigen Ausnehmung, wobei sich dann ein in radialer Richtung in den Innenraum der ringförmigen Ausnehmung vorstehender Zahn ergibt.

[0024] Alle oben beschriebenen Ausführungen beziehen sich darauf, dass der Anschlag werkstoffestückig aus dem Material des Elektrodenkörpers heraus gearbeitet ist. Darauf ist die Erfindung nicht beschränkt. Es kann in einer Weiterbildung vorgesehen sein, dass der (axiale oder radiale) Anschlag als Anschlagschraube oder Anschlagstift ausgebildet in dem Material des Elektrodenkörpers verankert ist. Eine solche Verankerung kann lösbar oder unlösbar ausgebildet sein. Sie kann als Klebung, Schweißung, Bohrung oder Verschraubung ausgebildet sein. Hierbei kann ein solcher Anschlag auch aus einem anderen Material als das Material des Elektrodenkörpers bestehen.

[0025] Schließlich ist in einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen, dass der Anschlag an einem Ring angeordnet ist, der in die ringförmige, umlaufende Ausnehmung in den Elektrodenkörper eingelegt oder eingepresst oder in anderer Weise festgelegt ist. Der Ring kann natürlich auch in diese Ausnehmung durch Spannmittel festgelegt sein, um ein Losschlagen oder Ausschwenken mit der Kühlflüssigkeit zu vermeiden.

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

[0027] Es zeigen:

Fig. 1: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit stirnseitigem Anschlag am Elektrodenkörper

Fig. 2: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit radialem Anschlag an der Innenwand des Elektrodenkörpers

Fig.3: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit einem radialen Anschlag an der Wand der mittigen Aufnahme

Fig.4: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit einem radialen, stirnseitigen Anschlag

Fig.5: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit einem radialen, stirnseitigen Anschläge

- Fig.6: Darstellung einer geschnitten Ansicht der Ausführungsform aus Figur 1
- Fig.7: Perspektivische Darstellung eines Rings mit einem Anschlag für ein Kühlrohr
- 5 Fig.8: Darstellung einer abgewandelten Ausführung eines Rings mit zwei radialen, innenliegenden Anschlängen
- Figur 9: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit einem einseitigen, durchgehenden Anschlag
- 10 Figur 10: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit einem beidseitigen, mittigen Anschlag
- Figur 11: Schematische Darstellung einer Plasmaelektrode mit einem beidseitigen, außenseitigen Anschlag
- Figur 12: Schnitt durch den Elektrodenkörper mit randseitigen Anschlängen
- 15 Figur 13: Schnitt durch den Elektrodenkörper mit an der mittigen Aufnahme angeordneten Anschlängen
- Figur 14: Schnitt durch den Elektrodenkörper mit einem durchgängigen, einseitigen Absatz
- 20 Figuren 15 bis 19: Schematischer Verfahrensablauf einer Herstellung eines Elektrodenkörpers

[0028] Fig.1 zeigt eine Plasmaelektrode 1, die im Wesentlichen aus einem Elektrodenkörper 2 und einem Kühlrohr 3 besteht. Die Plasmaelektrode 1 kann durch Presspassung in einem Kathodenblock an einem hier nicht gezeigten Brenner austauschbar befestigt sein.

25 **[0029]** Der längliche, axial verlaufende Elektrodenkörper 2 wird in einer bevorzugten Ausführungsform aus Kupfer hergestellt. Es sind jedoch ebenso Werkstoffe wie beispielsweise Silber- oder Kupferlegierungen möglich.

[0030] Der Elektrodenkörper 2 weist ein offenes und ein geschlossenes Ende auf, wobei sich das geschlossene Ende im unteren Bereich befindet.

30 **[0031]** Im unteren Bereich weist der Elektrodenkörper 2 eine nach Innen axial erstreckende Aufnahme 5 auf. In der Mitte des Elektrodenkörpers 2 ist eine Bohrung 8 vorhanden und dient zur Aufnahme des Elektrodenkerns 9. Die Bohrung 8 kann entweder als Sackloch- oder Durchgangsbohrung ausgebildet sein.

[0032] Der Elektrodenkern 9 ist in einer bevorzugten Ausführungsform eingepresst. Hierbei ist die Erfindung nicht auf eine Presspassung beschränkt. Es ist ebenso ein Löten, Schweißen oder eine andere Verbindungstechnik möglich. Die Aufnahme 5 für den Elektrodenkern 9 ist im Innenraum des Elektrodenkörpers 2 radial ausgebildet und bildet ein Teil mit dem Elektrodenkörper 2 aus.

35 **[0033]** Der Elektrodenkern 9 ist als Einsatz ausgebildet und besteht aus einem Material mit hoher thermionischer Emissionsfähigkeit. Hierfür kann z. B. Hafnium, Zirkonium oder Wolfram eingesetzt werden. Der Elektrodenkern erstreckt sich ausgehend von dem unteren Ende axial durch die Bohrung 8 in Richtung des Innenraums des Elektrodenkörpers 2.

40 **[0034]** Im Innenraum des Elektrodenkörpers 2 erstreckt sich die axiale Aufnahme 5, wobei sich eine ringförmige Ausnehmung 6 zwischen der Aufnahme 5 und der Gehäusewand des Elektrodenkörpers 2 ausbildet. Die ringförmige Ausnehmung 6 dient zur besseren Zirkulation der Kühlflüssigkeit und ermöglicht so eine effektivere Wärmeabfuhr von der Elektrode weg.

[0035] Das in die zentrale Mittenbohrung des Elektrodenkörpers 2 eingesetzte Kühlrohr 3 ist dünnwandig, hohl, zylindrisch und vorzugsweise austauschbar.

45 Aufgrund seines Durchmessers bildet das Kühlrohr 3 in seinem Innenraum einen Flüssigkeitskanal 4 aus, welcher das Strömen einer Kühlflüssigkeit in Pfeilrichtung 19 ermöglicht. Der Außendurchmesser des Kühlrohres 3 ist so ausgebildet, dass er einen Rückfluss der Kühlflüssigkeit zwischen der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 und der Außenwand des Kühlrohres 3 durch einen radialen Ringspalt 18 in Pfeilrichtung 23 ermöglicht wird. Somit findet eine Zirkulation der Kühlflüssigkeit innerhalb des Elektrodenkörpers 2 statt.

50 **[0036]** Durch die Bauform des Kühlrohres 3 wird die Kühlflüssigkeit durch den Flüssigkeitskanal 4 in Pfeilrichtung 19 eingeleitet und trifft auf den Elektrodenkern 8 sowie die Aufnahme 5 mit ihrer Innenfläche 7. Danach fließt die Kühlflüssigkeit entlang der Innenfläche 7 der Aufnahme 5 in die ringförmige Ausnehmung 6 und wird aufgrund der Ausbildung des Elektrodenkörpers 2 in den radial außen liegenden Ringraum umgelenkt.

[0037] Die Zirkulation bzw. Umlenkung der Kühlflüssigkeit in der ringförmigen Ausnehmung 6 erfordert eine gewisse axiale Positionierung des Kühlrohres 3 gegenüber dem Elektrodenkörper 2. Dies wird erfindungsgemäß durch mindestens einen Anschlag 10 erreicht, der sich am Grund der ringförmigen Ausnehmung 25 des Elektrodenkörpers 2 befindet.

55 **[0038]** Entsprechend der Figur 1 ist der axial erstreckende Anschlag 10 auf dem Grund 25 der ringförmigen Ausnehmung 6 gezeichnet, es sind jedoch auch andere Positionen bzw. Ausrichtungen für den Anschlag 10 innerhalb des

Elektrodenkörpers 2 möglich.

[0039] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Anschlag 10 als axiale, rechteckige Erhebung ausgebildet und beabstandet, bedingt durch seine Bauform und Position, das Kühlrohr 3 im unteren Bereich des Elektrodenkörpers 2.

[0040] Der Anschlag 10 weist eine Längsachse 27 auf, welche parallel zur Längsachse des Elektrodenkörpers 2 ist.

[0041] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Anschlag 10 aus dem Material des Elektrodenkörpers 2 gebildet.

[0042] Durch die Positionierung des Anschlages 10 am Grund 25 der Ausnehmung 6 bildet sich zwischen der Innenseite des Elektrodenkörpers 2 und dem Anschlag 10 ein äußerer Ringnutengrund 13 aus.

[0043] Auf der radial, gegenüberliegenden Seite bildet sich zwischen dem Anschlag 10 und der Innenfläche 7 der Aufnahme 5 am Grund 25 der Ausnehmung 6 ein innerer Ringnutengrund 14 aus.

[0044] Der Anschlag 10 erstreckt sich in axialer Richtung und weist einen axialen Abstand 21 auf. Der Abstand 21 ergibt sich aus der Stirnseite 22 der Aufnahme 5 und der Stirnseite 20 des Anschlages 10. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt der Abstand 21 etwas 2/3 der axialen Gesamtlänge der Aufnahme 5. Die Erfindung soll jedoch nicht auf diese Längenangabe beschränkt werden. Es ist vielmehr jeder beliebige Abstand möglich.

Neben der rechteckigen Form des Anschlages 10 soll für die vorliegende Erfindung jede andere Form beansprucht werden, die auf Seite des Elektrodenkörpers 2 ausgebildet ist.

[0045] Entscheidend bei dieser Ausführungsform ist, dass der Anschlag 10 Teil des Elektrodenkörpers 2 ist und axial, bodenseitig in der Ausnehmung 6 des Elektrodenkörpers 2 angeordnet ist.

[0046] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Anschlag 10 einseitig und als rechteckiger Absatz am Grund 25 der Ausnehmung 6 ausgebildet.

[0047] Durch die Ausbildung und Positionierung des Anschlages 10 ist das Kühlrohr 3 mit seiner Stirnfläche 26 in direkten Kontakt mit der Stirnseite des einseitig ausgebildeten Anschlages 10. In dieser Position ist n

[0048] Das Kühlwasser kann somit in Pfeilrichtung 19 durch den Flüssigkeitskanal 4 einströmen, trifft auf den Grund 25 der Ausnehmung 6, wird hier umgelenkt und fließt anschließend durch den Ringspalt 18 in Pfeilrichtung 23 wieder ab.

[0049] Dadurch, dass der Anschlag 10 nur als einzelner, kleiner, rechteckiger Absatz am Grund der Ausnehmung 6 ausgebildet ist, kann das Kühlmittel fast ohne Widerstand zirkulieren.

[0050] Fig.2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungswesentlichen Plasmaelektrode. Hierbei gelten die gleichen Bezugszeichen wie bei Figur 1.

[0051] Neu bei dieser Ausführungsform ist, dass sich der Anschlag 10a, ausgehend von der Innenfläche des Elektrodenkörpers 2, radial in Richtung der mittigen Längsachse des Elektrodenkörpers 2 erstreckt. Der Anschlag 10a ist somit mit seiner Längserstreckung radial einwärts gerichtet.

[0052] Die Seitenfläche 24 des radial einwärts gerichteten Anschlages 10a ist in direkten Kontakt mit der Stirnfläche 26 des Kühlrohres 3 und wird dadurch von dem Grund 25 der Ausnehmung beabstandet.

[0053] Die Längsachse (27) des Anschlages (10a) ist senkrecht zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgebildet.

[0054] Zwischen dem radial einwärts gerichteten Anschlag 10a und der Aufnahme 5 ist ein Ringspalt 16 ausgebildet, welcher in axialer Richtung von einer radialen Hinterschneidung 15 gefolgt ist. Die Hinterschneidung 15 ermöglicht dem Kühlmittel trotz des Anschlages 10a in der Ausnehmung 6 zu zirkulieren.

[0055] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Anschlag 10a als einseitiger, einzelner Absatz ausgebildet, welcher an einem Punkt das gesamte Kühlrohr 3 auf Abstand hält. Durch diese Anordnung kann das Kühlmittel weitgehend frei innerhalb der Ausnehmung 6 bzw. des gesamten Elektrodenkörpers 2 zirkulieren.

[0056] In Figur 3 ist eine dritte Ausführungsform dargestellt. Hierbei erstreckt sich der Anschlag 10b, ausgehend von der mittig angeordneten Aufnahme 5 radial in Richtung der Innenwand des Elektrodenkörpers 2. Der Anschlag 10b ist somit mit seiner Längserstreckung radial auswärts gerichtet. Zwischen dem Anschlag 10b und der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 ist ein Ringspalt 17 ausgebildet, welcher von einer radialen Hinterschneidung 15 in Richtung der Längsachse gefolgt wird. Der Anschlag 10b ist somit als freistehender, radialer Anschlag ausgebildet, um welchen das Kühlwasser zirkulieren kann

[0057] Die Längsachse (27) des Anschlages (10b) ist senkrecht zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgebildet.

[0058] Entscheidend bei allen Ausführungsbeispielen ist, dass die Anzahl der Anschläge 10, 10', 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f nicht auf einen beschränkt ist, ebenso können mehrere Anschläge abstandsbegegnend für das Kühlrohr 3 innerhalb des Elektrodenkörpers 2 angeordnet sein.

[0059] Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Plasmaelektrode 1 mit einem axialen, stirnseitigen Anschlag 10c. Der Anschlag 10c erstreckt sich sowohl radial ausgehend von der mittig angeordneten Aufnahme 5 in Richtung der Innenwand des Elektrodenkörpers 2, als auch axial ausgehend von dem Grund 25 der Ausnehmung 6.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Anschlag 10c als einseitiger Absatz ausgebildet, welcher mit der Stirnfläche 26 des Kühlrohres 3 zusammen wirkt und diese beabstandet.

[0060] Zwischen dem Absatz 10c und der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 bildet sich ein Ringnutengrund 13 aus.

[0061] Durch die einseitige, nicht umlaufende Ausführungsform des Absatzes 10c kann das Kühlmittel weitgehend

in der Ausnehmung 6 des Elektrodenkörpers 2 zirkulieren.

[0062] Die Längsachse (27) des Anschlages (10c) ist parallel zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgebildet.

[0063] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Plasmaelektrode 1 mit einem axialen, stirnseitigen Anschlag 10d. Der Anschlag 10d erstreckt sich sowohl radial ausgehend von der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 in Richtung

der Längsachse, als auch axial ausgehend von dem Grund 25 der Ausnehmung 6.

[0064] Zwischen dem Absatz 10d und der Aufnahme 5 ist eine Ringnut 14 ausgebildet, die ein Zirkulieren des Kühlwassers ermöglicht. Die Ringnut 14 erstreckt sich axial in Richtung des Grundes 25 der Ausnehmung 6.

[0065] Der Anschlag 10d ist hierbei so ausgebildet, dass er mit seiner Seitenfläche 24 und der Stirnfläche 26 des Kühlrohres 2 zusammen wirkt und dieses von dem Grund 25 der Ausnehmung 6 beabstandet. Durch diese einseitige Beabstandung ist es dem Kühlmittel möglich, in der verbleibenden Ausnehmung 6 zu zirkulieren.

[0066] Die Längsachse (27) des Anschlages (10d) ist senkrecht zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgebildet.

[0067] In Fig. 6 ist der Elektrodenkörper 2 aus der Figur 1 in der Schnittdarstellung XI gezeigt. Zwischen dem Elektrodenkörper 2 und der zentrischen, inneren Aufnahme 5 ist mindestens ein Anschlag 10 angeordnet, welcher in der ringförmigen Ausnehmung 6 angeordnet ist.

[0068] Das Kühlrohr 3 ist in diesem Ausführungsbeispiel gestrichelt dargestellt und ist mit in Kontakt mit mindestens einem Anschlag 10 bzw. 10'.

[0069] Der Anschlag 10 erstreckt sich in axialer Richtung und wirkt mit mindestens einer Stelle der Stirnseite des Kühlrohres 3 zusammen.

[0070] Zwischen dem Kühlrohr 3 und der mittleren Aufnahme 5 ist ein innerer Ringnutengrund 14 und zwischen der mittleren Aufnahme 5 und der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 ist ein äußerer Ringnutengrund 13 ausgebildet.

[0071] An den inneren Ringnutengrund 14 schließt sich in axialer Richtung ein Flüssigkeitskanal 4 an, welcher Teil des Kühlrohres 3 ist. Und an den äußeren Ringnutengrund 13 schließt sich in axialer Richtung ein Ringspalt 18 an, durch welchen das Kühlmittel wieder abfließt.

[0072] In einer weiteren Ausführungsform sind mehrere Anschläge 10' in der ringförmigen Ausnehmung 6 dargestellt, die in Figur 6 gestrichelt gezeichnet sind.

[0073] Figur 7 zeigt einen Ring 11, der als weiteres Ausführungsbeispiel einen Anschlag 10 für das Kühlrohr 3 bilden soll. Der Ring 11 verfügt über mindestens einen Anschlagzahn 12 und wird hierbei zwischen das Kühlrohr 3 und dem Elektrodenkörper 2 eingesetzt. In der gezeichneten Ausführung sind zwei diametral gegenüberliegende Anschlagzähne 12 dargestellt.

[0074] Im eingebauten Zustand kann mithilfe des Rings 11 und dem Anschlagzahn 12 das Kühlrohr 3 fluchtend gegenüber dem Elektrodenkörper 2 in axialer Richtung positioniert werden. Dies ermöglicht eine Zirkulation der Flüssigkeit zwischen der vorderen Stirnseite des Kühlrohres 3 und dem Elektrodenkörper 2, wobei die ringförmige Ausnehmung 6 die Richtungsumkehr des Kühlmittelstromes bewerkstelligt.

[0075] Figur 8 zeigt eine Darstellung eines Ringes 11 mit zwei radialen, innenliegenden Anschlägen 10. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Ring 11 in die Ausnehmung 6 des Elektrodenkörpers 2 eingelegt. Durch die radial nach innen gerichteten Anschläge 10, die in direkten Kontakt mit der Stirnfläche 26 des Kühlrohres 3 sind, findet eine Beabstandung des Kühlrohres 2 in axialer Richtung, ausgehend von dem Grund 25 der Ausnehmung 6, statt.

[0076] Mit der Figur 9 wird eine weitere Ausführungsform des erfindungswesentlichen Elektrodenkörpers gezeigt.

Der Elektrodenkörper 2 weist in seinem Innenraum in der Ausnehmung 6, einen Anschlag 10e auf, welcher einen durchgehenden Absatz zwischen der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 und der Aufnahme 5 ausbildet. Der Anschlag 10e ist hierbei gegenüber der Stirnseite 22 um den Abstand 21 zurück versetzt.

[0077] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Anschlag 10e einseitig bzw. nur in einem Teilbereich der Ausnehmung 6 ausgebildet. Der Teilbereich kann hierbei beispielsweise 30° betragen.

[0078] Entscheidend ist, dass der Anschlag 10e mit seiner Stirnseite 20 mit der Stirnseite des Kühlrohres 3 zusammenwirkt und dieses in axialer Richtung gegenüber dem Grund 25 der Ausnehmung beabstandet.

[0079] Auf der gegenüberliegenden, radialen Seite weist der Elektrodenkörper 2 zwischen der Aufnahmen 5 und der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 eine Ausnehmung 6 auf, die eine Zirkulation des Kühlwassers erlaubt.

[0080] Das Kühlrohr 2 wird somit einseitig durch den Anschlag 10e auf Abstand gehalten, während die Ausnehmung 6 frei ist und ein zirkulieren des Kühlwassers ermöglicht.

[0081] Mit der Figur 10 wird ein beidseitiger, innerer Anschlag 10f gezeigt. Der Anschlag 10f ist entweder umlaufend oder wird durch zwei, einzelne Absätze gebildet. Entscheidend bei dieser Ausführungsform ist, dass der Anschlag 10f ein Teil des Elektrodenkörpers 2 bzw. der Aufnahme 5 ist und als Absatz ausgebildet ist, der das Kühlrohr 2 in axialer Richtung gegenüber dem Grund 25 der Ausnehmung 6 beabstandet.

[0082] Zwischen dem Anschlag 10f und der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 ist eine Ringnut 13 ausgebildet, in welcher das Kühlwasser zirkulieren kann.

[0083] Die Längsachse (27) des mindestens einen Anschlages (10f) ist parallel zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgebildet.

[0084] Die Figur 11 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Elektrodenkörpers. An zwei gegenüberliegenden Stellen an der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 sind zwei, sich radial nach innen, in Richtung der Längsachse erstreckende Anschläge 10d ausgebildet.

[0085] Es ist jedoch auch eine Ausführungsform mit nur einem Anschlag 10a möglich.

[0086] Zwischen den Anschlängen 10d und der mittigen Aufnahme 5 weist der Elektrodenkörper 2 eine Ringnutgründung 14 auf, in der das Kühlwasser zirkulieren kann,

[0087] Die Absätze 10d sind so angeordnet, dass sie mit ihrer Stirnseite 20 mit der Stirnfläche 26 des Kühlrohres 3 zusammen wirken und dieses in axialer Richtung von dem Grund 25 der Ausnehmung 6 beabstanden.

[0088] Die Absätze 10d können hierbei entweder vollkommen umlaufend oder auch nur in bestimmten Teilbereichen um die Aufnahme 5 angeordnet sein.

[0089] Die Längsachse (27) des Anschlages (10d) ist senkrecht zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgebildet.

[0090] Die Figur 12 zeigt einen Schnitt durch die in Figur 12 abgebildete Ausführungsform des erfindungsgemäßen Elektrodenkörpers.

[0091] Die Anschläge 10d sind gegenüberliegend, radial nach außen erstreckend an der mittleren Aufnahme 5 angeordnet.

[0092] Zwischen dem Anschlag 10d und der mittleren Aufnahme 5 ist ein Ringnutengrund 14 ausgebildet, welcher sich in axialer Richtung in Form eines Flüssigkeitskanals 4 fortsetzt.

[0093] Das Kühlrohr 3 ist gestrichelt dargestellt und ist mit seiner Stirnseite an mindestens zwei Stellen mit den mindestens zwei Anschlängen 10d in Kontakt. Zwischen der Innenwand und dem Kühlrohr 3 bildet sich ein Ringspalt 18 aus.

[0094] Die Figur 13 zeigt einen Schnitt durch die in Figur 10 abgebildete Ausführungsform des erfindungsgemäßen Elektrodenkörpers.

[0095] Ausgehend von der mittigen Aufnahme 5 erstrecken sich in radialer Richtung mindestens ein Anschlag 10b, 10f.

[0096] Zwischen den Anschlängen 10f und der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 ist ein äußerer Ringnutengrund 13 angeordnet, welcher in axialer Richtung von einem Ringspalt gefolgt wird.

[0097] Entscheidend bei allen oben genannten Ausführungsformen ist, dass es sich immer um mindestens einen Anschlag handelt - es können jedoch auch mehr als ein Anschlag Verwendung finden.

[0098] Mit der Figur 14 wird ein Schnitt durch die in Figur 9 dargestellte Ausführungsform gezeigt.

[0099] Der Elektrodenkörper 2 weist in seinem Innenraum in der Ausnehmung 6, einen Anschlag 10e auf, welcher einen durchgehenden Absatz bzw. eine durchgehende Verbindung zwischen der Innenwand des Elektrodenkörpers 2 und der Aufnahme 5 ausbildet.

[0100] Das Kühlrohr 3 ist hierbei gestrichelt dargestellt und liegt mit seiner Stirnseite einseitig auf dem Anschlag 10e auf und wird dadurch von dem Grund der Ausnehmung 6 beabstandet.

[0101] Mit den Figuren 15 bis 19 werden einzelne Verfahrensschritte zur Herstellung eines erfindungswesentlichen Elektrodenkörpers gezeigt.

[0102] Bei der Herstellung des Elektrodenkörpers handelt es sich um eine Kaltumformung. Hierbei wird der Werkstoff in eine geometrische Form gebracht.

[0103] In einem ersten Verfahrensschritt (Figur 15) wird der jeweilige Rohling für den späteren Elektrodenkörper 2 von einem stangenförmigen Material auf die richtige Länge zu geschnitten. Der Elektrodenkörper 2 befindet sich nun in seiner Ausgangsform.

[0104] In einem zweiten Verfahrensschritt (Figur 16) wird der Rohling ein erstes Mal kalt Umgeformt. Hierbei wirkt eine äußere, axiale Kraft auf den Rohling. Es tritt eine Gefügeänderung ein, welche zu einer Erhöhung der Festigkeit und eine Verminderung der Dehnung führt.

[0105] In einem dritten Verfahrensschritt (Figur 17) findet ein erstes Napfen des Elektrodenkörpers statt. Hierbei bildet sich ein erster Hohlraum innerhalb des Elektrodenkörpers 2 aus.

[0106] Unter Napfen versteht man allgemein eine Massivumformung, bei der das Werkstück bzw. der Rohling in einer Presse zwischen einem Pressstempel und einer Matrize mit erheblichem Drücken verformt wird. Ist zwischen Matrizeninnenseite und Stempel ein Hohlraum, in den der Werkstoff durch das Pressen fließt, entsteht im Werkstück eine napfförmige Ausbuchtung entsprechend der Form des Stempels. Je nach Fließrichtung des Werkstoffes spricht man vom Vorwärts- oder Rückwärtsfließpressen.

[0107] In einem vierten Verfahrensschritt (Figur 18) findet ein weiterer Napfvorgang statt, wodurch sich der Hohlraum innerhalb des Elektrodenkörpers weiter vergrößert.

[0108] In einem fünften Verfahrensschritt (Figur 19) findet ein kombinierter Napf- und Stauchvorgang statt. Hierbei bilden sich die mittlere Aufnahme 5, die Anschläge 10f und die äußeren Ringnutengründe 13 aus. Der Elektrodenkörper 2 weist nun die gleiche Form wie in Figur 10 auf.

[0109] Entscheidend ist, dass die Erfindung auf den Ablauf der oben genannten Verfahrensschritte nicht beschränkt ist, es sind auch nur einzelne Verfahrensschritte möglich, um den erfindungswesentlichen Elektrodenkörper herzustellen.

Zeichnungslegende

[0110]

- | | | |
|----|-----|-------------------------------|
| 5 | 1. | Plasmaelektrode |
| | 2. | Elektrodenkörper |
| | 3, | Kühlrohr |
| 10 | 4. | Flüssigkeitskanal |
| | 5. | Aufnahme (unterer Bereich) |
| 15 | 6. | Ausnehmung |
| | 7. | Innenfläche |
| | 8. | Bohrung |
| 20 | 9. | Elektrodenkern |
| | 10. | Anschlag (10a, b, c, d, e, f) |
| 25 | 11. | Ring |
| | 12. | Anschlagzahn |
| | 13. | Ringnutgrund (außen) von 18 |
| 30 | 14. | Ringnutnutgrund (innen) |
| | 15. | Hinterschneidung |
| 35 | 16. | Ringspalt (innen) |
| | 17. | Ringspalt (außen) |
| | 18. | Ringspalt |
| 40 | 19. | Pfeilrichtung |
| | 20. | Stirnseite von 10 |
| 45 | 21. | Abstand |
| | 22. | Stirnseite von 5 |
| | 23. | Pfeilrichtung |
| 50 | 24. | Seitenfläche von 10 |
| | 25. | Grund der Ausnehmung 6 |
| 55 | 26. | Stirnfläche von 3 |
| | 27. | Längsachse (Anschlag) |

Patentansprüche

1. Plasmaelektrode (1) für eine Schneidvorrichtung, welche aus einem Elektrodenkörper (2) mit einer axialen, zentrischen Aufnahme (5) für einen stirnseitig dort abgeordneten Elektrodenkern (8) besteht, wobei im Innenraum des Elektrodenkörpers (2) ein radial innen liegender Flüssigkeitskanal (4) durch ein austauschbares Kühlrohr (3) gebildet ist, durch welchen ein Kühlflüssigkeitsstrom in axialer Richtung (19) fließt, wobei das Kühlrohr (3) durch einen oder mehrere Anschläge (10, 11, 12) am Elektrodenkörper (2) positioniert ist und dessen vordere, dem Elektrodenkern (9) nächstliegende Stirnseite (20) in eine ringförmigen Ausnehmung (6) des Elektrodenkörpers (2) eingreift, in welcher der Kühlflüssigkeitsstrom in Pfeilrichtung (23) umgelenkt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Innenseite des Elektrodenkörpers (2) mindestens ein radial oder axial gerichteter Anschlag (10, 12) für das Kühlrohr (3) angeordnet ist, der mit der vorderen Stirnfläche (26) des Kühlrohrs (3) zusammenwirkt.
2. Plasmaelektrode (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anschlag (10, 12) in der Ausnehmung (6) des Elektrodenkörpers (2) um den axialen Abstand (21) von der Stirnseite (22) der Aufnahme (5) zurückversetzt ist. (Figur 1)
3. Plasmaelektrode (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Anschlag (10) am Grund (25) der Ausnehmung (6) des Elektrodenkörpers (2) angeordnet ist und mit seiner Längsachse (27) parallel zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgerichtet ist. (Figur 1, 4, 10)
4. Plasmaelektrode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Anschlag (10) am Grund (25) der Ausnehmung (6) angeordnet und mit mindestens einer Seitenfläche des Elektrodenkörpers (2) verbunden ist, so dass er mit seiner Längsachse (27) senkrecht zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgerichtet ist. (Figur 2, 3, 5, 11)
5. Plasmaelektrode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Anschlag (10) am Grund der Ausnehmung (6) angeordnet und mit mindestens einer Seitenfläche der mittleren Aufnahme (5) verbunden ist, so dass seine Längsachse (27) parallel zur Längsachse des Elektrodenkörpers (2) ausgerichtet ist. (Figur 4, 10)
6. Plasmaelektrode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Anschlag (10) mit seiner Längserstreckung axial gerichtet ist und im Bereich der Ausnehmung (6) mindestens einen Ringnutgrund (13, 14) ausbildet.
7. Plasmaelektrode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Anschlag in Form mindestens eines Anschlagzahnes (12) an einem Ring (11) angeordnet ist, der in die Ausnehmung (6) im Elektrodenkörper (2) eingelegt ist.
8. Plasmaelektrode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anschlag Zahn (10, 12) am Ring entweder axial oder radial ausgerichtet ist.
9. Verfahren zur Herstellung eines Elektrodenkörpers (2) für eine Plasmaelektrode (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** aufgrund einer Kaltumformung innerhalb des Elektrodenkörpers (2) mindestens eine mittlere Aufnahme (5), mindestens ein Anschlag (10) und mindestens ein Ringnutgrund (13, 14) ausgebildet ist.
10. Verfahren zur Herstellung eines Elektrodenkörpers (2) nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
 - Zuschneiden des Rohlings für den Elektrodenkörper (2).
 - Kaltumformung des Elektrodenkörpers (2) in Form einer axialen Stauchung.
 - Kaltumformung des Elektrodenkörpers (2) in Form eines ersten, axialen, inneren Napfvorganges.
 - Kaltumformung des Elektrodenkörpers (2) in Form eines zweiten, axialen, inneren Napfvorganges.
 - Kombiniertes axiales Napfen und Stauchen zur Ausbildung der mittleren Aufnahme (5), des mindestens einen Anschlages (10f) und des mindestens einen Ringnutgrund (13, 14).

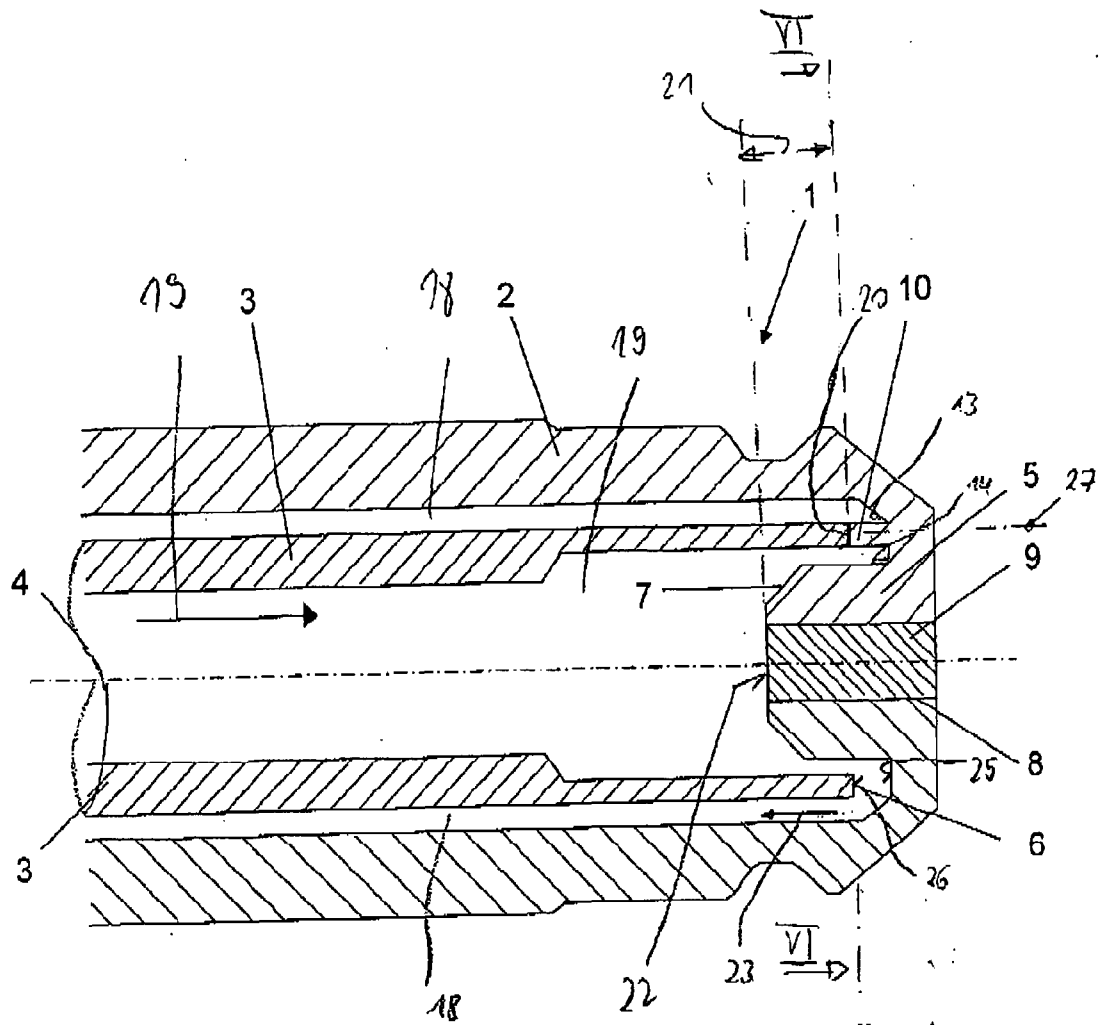
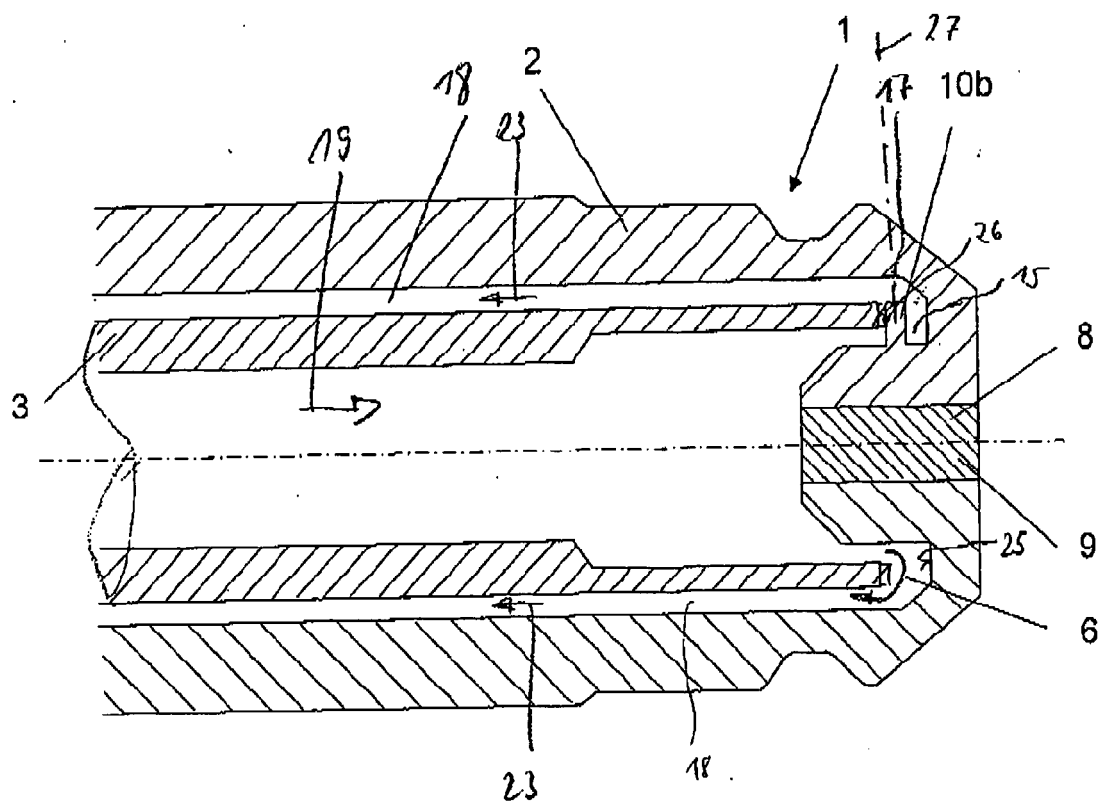
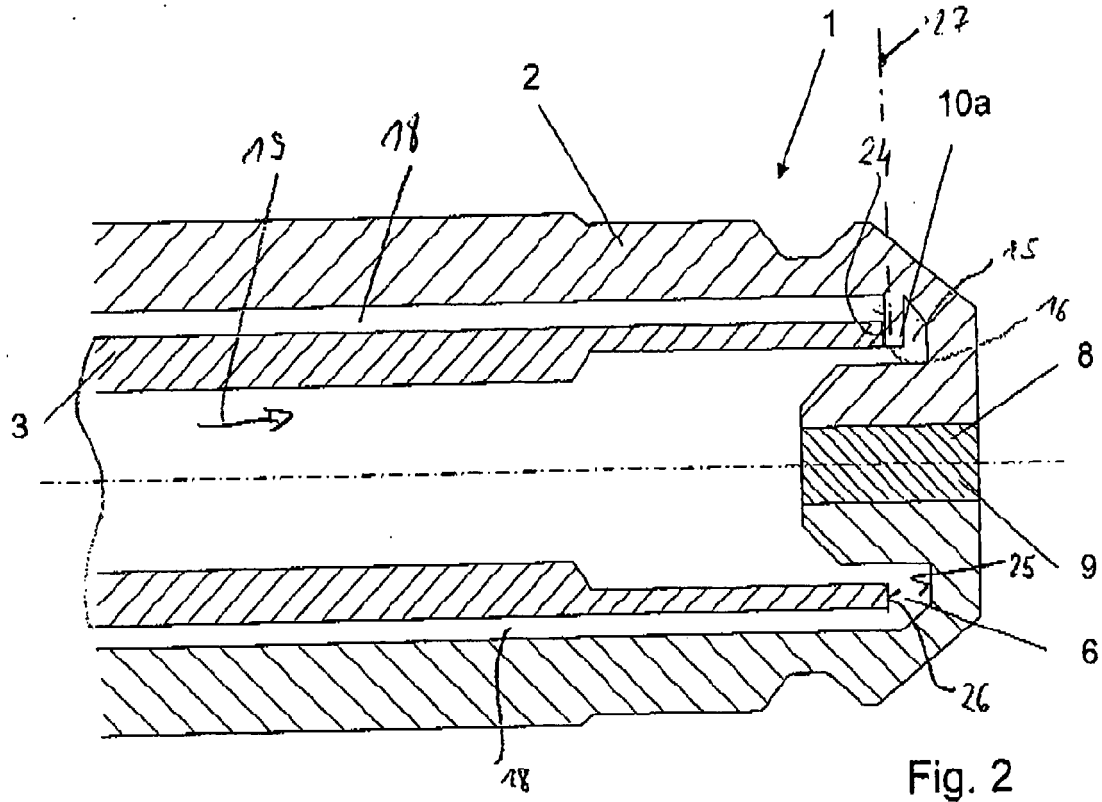


Fig. 1



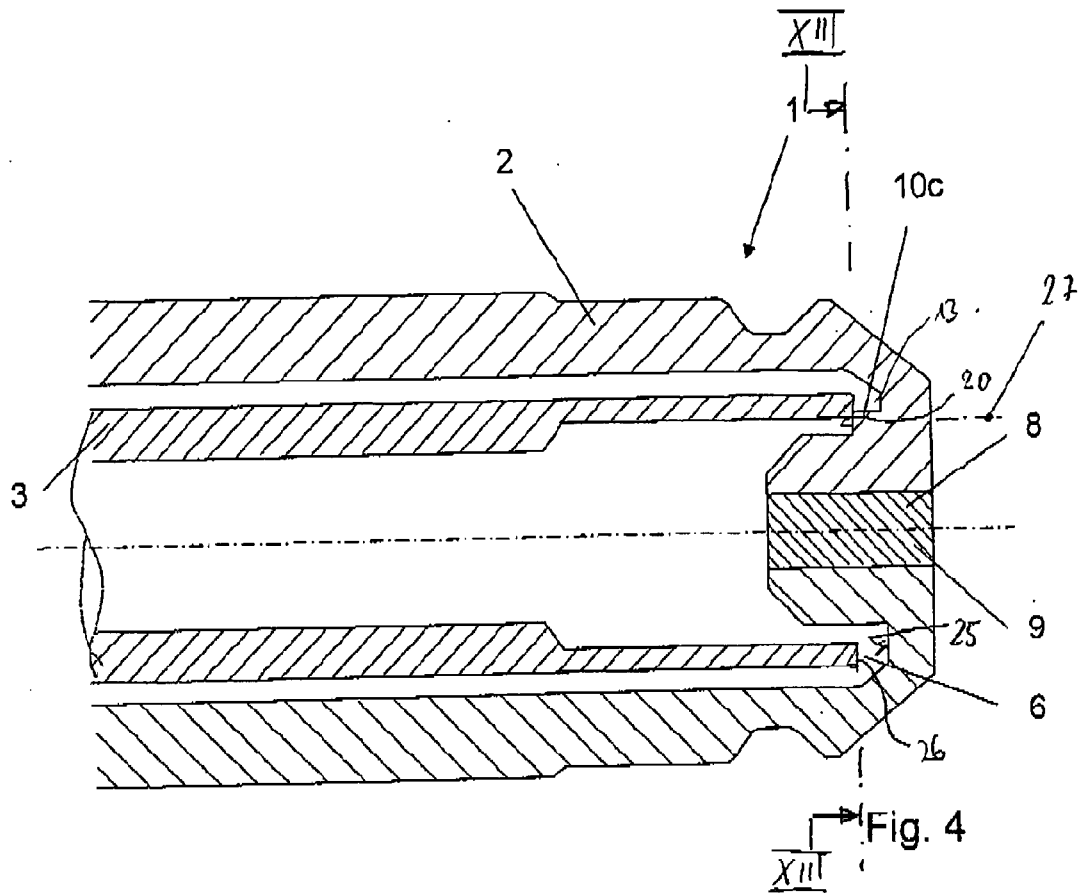


Fig. 4

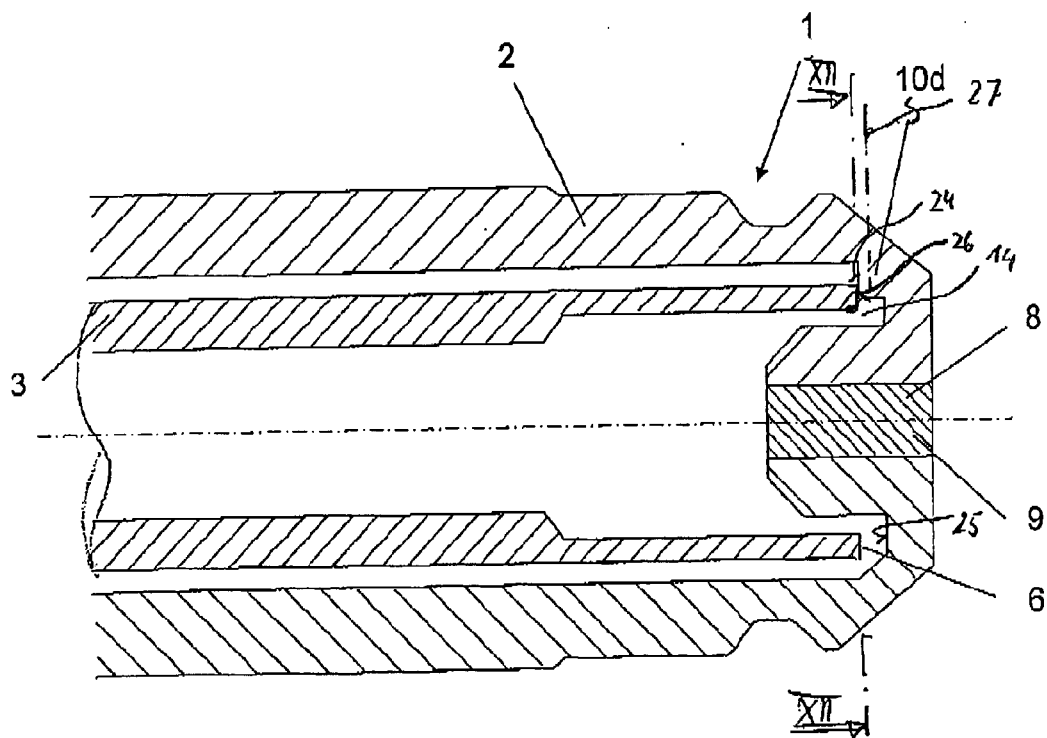


Fig. 5

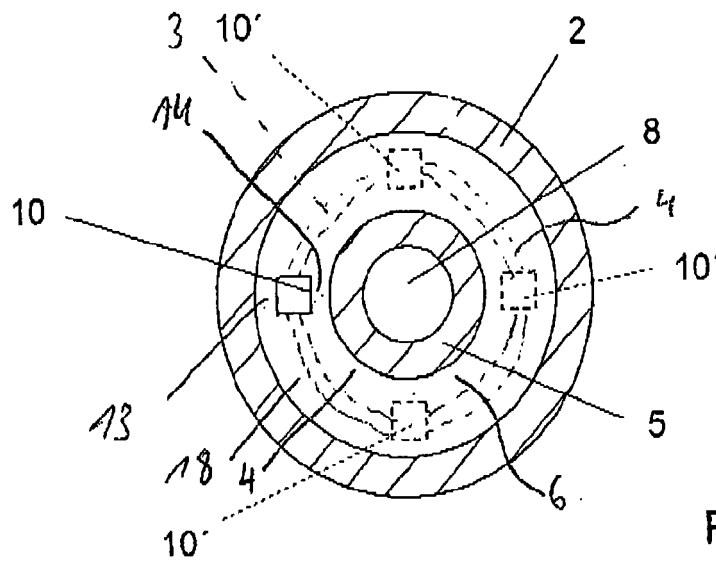


Fig. 6

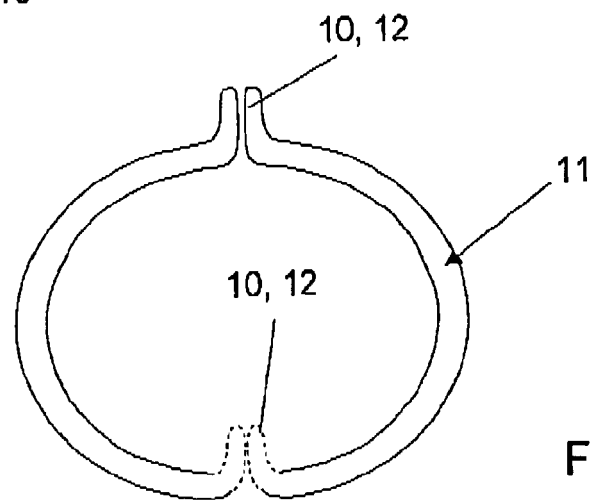


Fig. 7

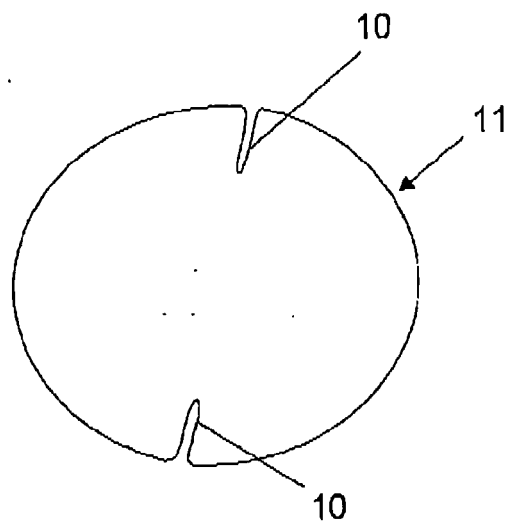
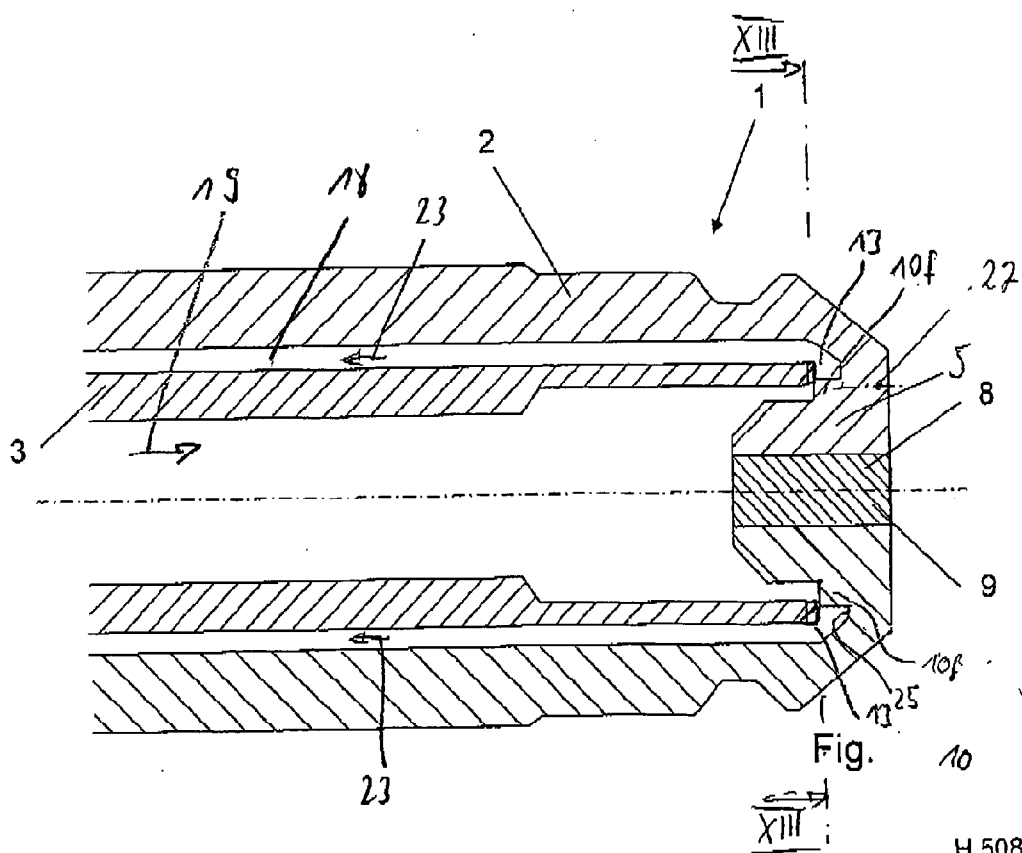
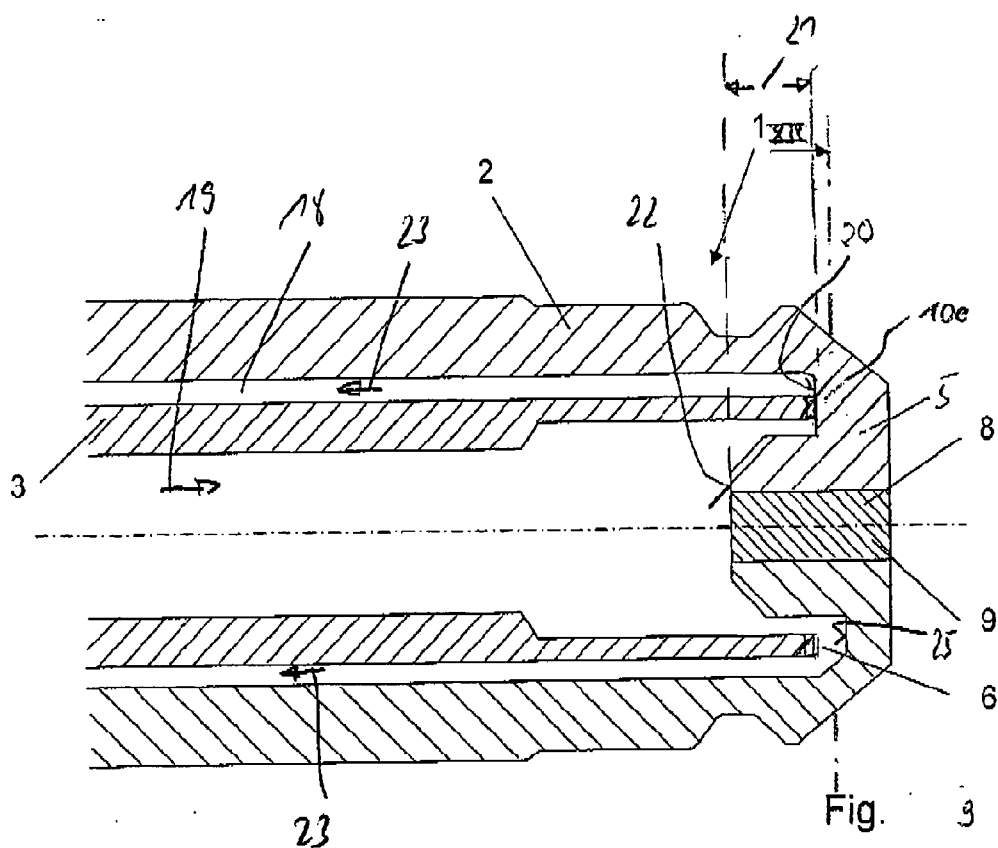
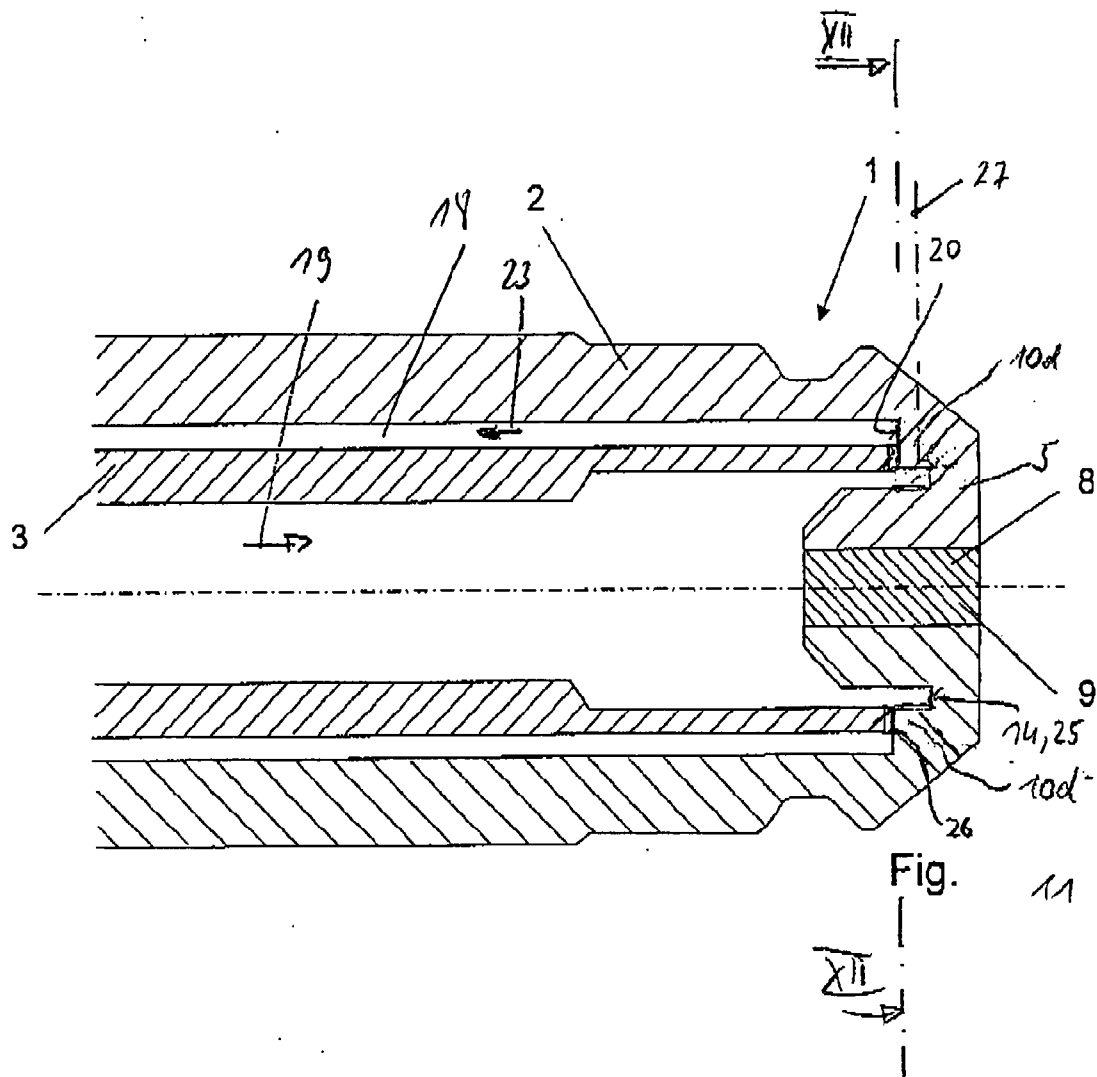
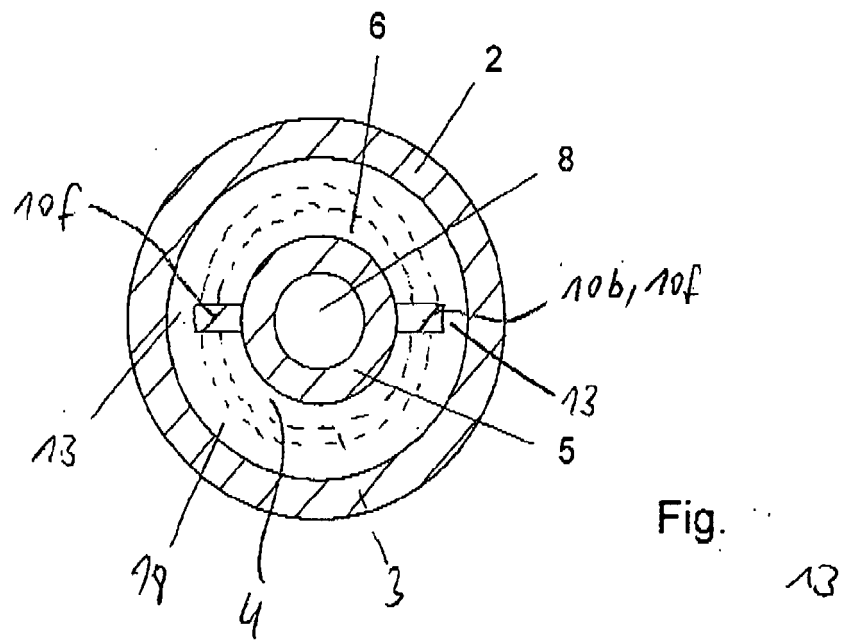
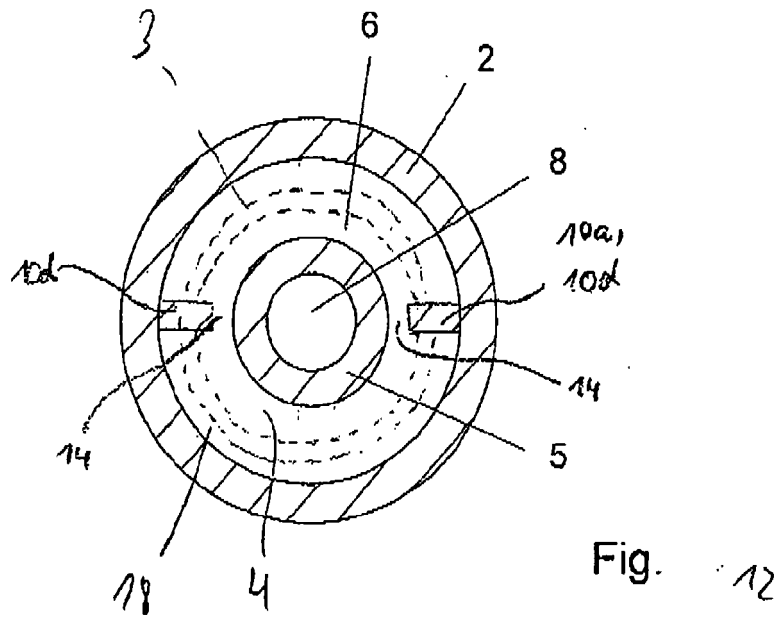


Fig. 8



H 5080





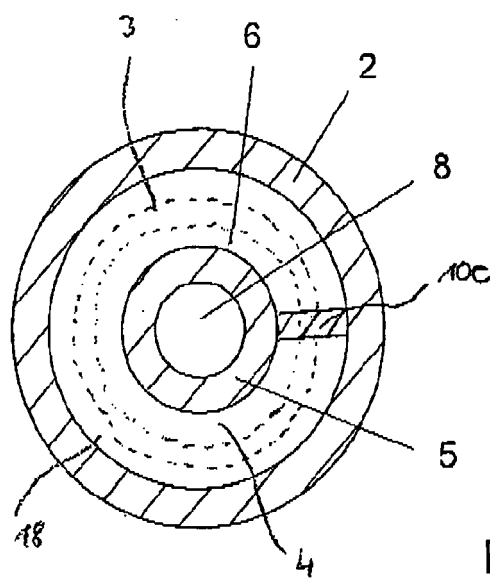


Fig. 14

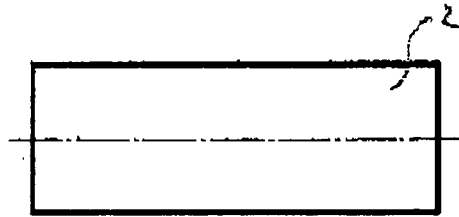


Fig. 15

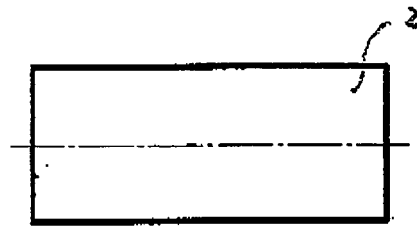


Fig. 16

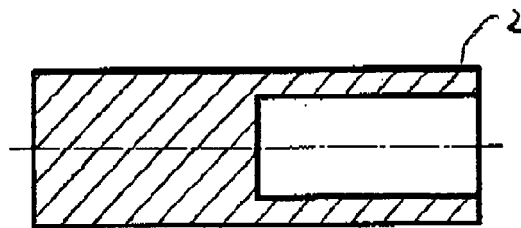


Fig. 17

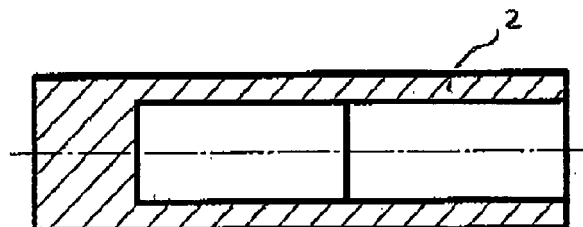


Fig. 18

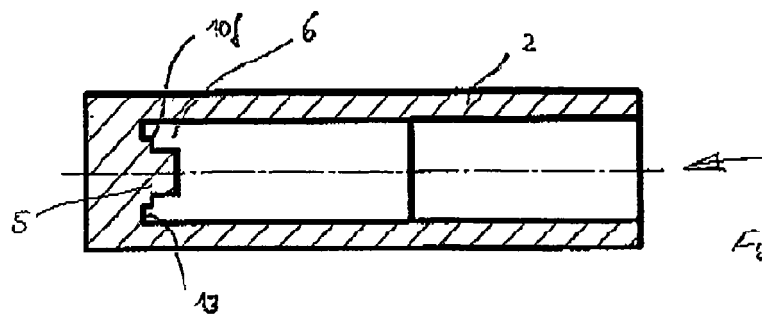


Fig. 19

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 A [0009]