



(11)

EP 2 640 167 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.02.2018 Patentblatt 2018/07

(51) Int Cl.:

H05H 1/28 (2006.01)

H05H 1/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12001761.1**

(22) Anmeldetag: **15.03.2012**

(54) Plasmaelektrode für eine Plasma-Schneidvorrichtung

Plasma electrode for a plasma cutting device

Electrode à plasma pour un dispositif de coupe au plasma

(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**

(74) Vertreter: **Riebling, Peter**

Patentanwalt

Postfach 31 60

88113 Lindau (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.09.2013 Patentblatt 2013/38

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 1 933 607

WO-A1-2012/074591

DE-A1-102009 059 108

US-A- 5 416 296

US-A1- 2004 200 810

US-A1- 2008 093 346

US-A1- 2008 116 179

US-B1- 6 362 450

(73) Patentinhaber: **Hollberg, Manfred**
9403 Goldach (CH)

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

EP 2 640 167 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Plasmaelektrode für eine Plasma-Schneidvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Eine solche Plasmaelektrode ist beispielweise mit dem Gegenstand der WO 2009/070 362 A1 bekannt geworden. Diese Offenbarung soll vollinhaltlich vom Umfang der vorliegenden Erfindungsbeschreibung umfasst sein.

[0003] Um das Kühlproblem von Plasmaelektroden zu beherrschen, schlägt die genannte Druckschrift vor, im Innenraum eines etwa hohlzylindrischen Elektrodenkörpers ein Kühlröhrchen anzuordnen, dessen vordere Stirnseite mit einem Abstandshalter, der am Grund des Elektrodenkörpers eingelegt ist, positioniert wird.

[0004] Die genannte Druckschrift offenbart auch allgemein eine Plasmaelektrode mit einem hohlzylindrischen Elektrodenkörper, an dessen vorderen Seite ein in dem Innenraum der Elektrode gerichtete, stirnseitig angeordnete, zentrischer Kernhalter für einen Elektrodenkern angeordnet ist.

[0005] Der Elektrodenkern ist z. B. als Hafnium-Kern ausgebildet und wird in dem elektrodenseitigen Kernhalter gehalten. Mit der Druckschrift EP 1 933 607 A1 wird eine Plasmaelektrode gezeigt, wobei in Figur 2 bzw. Figur 3 ein Kühlrohr innerhalb eines Brennerkörpers gehalten wird. Die Halterung des Kühlrohrs 5 erfolgt dadurch, dass im Bereich der Düsen Spitze ein Absatz 2a vorhanden ist, welcher das Düsenrohr gegenüber dem Kühlrohr 5 wird somit nicht von dem Kernhalter, sondern von der Elektrodenkappe beabstandet gehalten.

[0006] Mit der Druckschrift DE 10 2009 059 108 A1 wird eine Elektrode mit einem Kühlrohr für eine Plasmaschneidvorrichtung gezeigt. Auf der Innenseite des Elektrodenkörpers befindet sich hierbei mindestens ein Anschlag für ein Kühlrohr, welcher mit der Vorderseite des Kühlrohres zusammenwirkt. Dadurch ist es möglich, eine gute Zirkulation der Kühlflüssigkeit im unteren Bereich des Elektrodenkörpers zu erzielen. Das Kühlrohr wird jedoch hierbei von einem Elektrodenkörper und nicht von dem Kernhalter gehalten. Mit der Druckschrift US 5 416 296 A wird eine Plasmaelektrode für eine Plasmaschneidvorrichtung offenbart, welche aus einem etwa hohlzylindrischen Elektrodenkörper besteht und an dessen vorderen Seite eine in den Innenraum der Elektrode gerichteter, stirnseitiger angeordneter, zentrischer Kernhalter für Kühlrohr, welcher mit der Vorderseite des Kühlrohres zusammenwirkt. Dadurch ist es möglich, eine gute Zirkulation der Kühlflüssigkeit im unteren Bereich des Elektrodenkörpers zu erzielen. Das Kühlrohr wird jedoch hierbei von einem Elektrodenkörper und nicht von dem Kernhalter gehalten.

[0007] Mit der Druckschrift US 2004/0200810 A1 wird eine Halterung für ein Kühlrohr innerhalb eines Plasmabrenners gezeigt. Gemäß den Figuren 4a bis 9a befindet sich in den meisten Ausführungsbeispielen am Kühlrohr-

mittel, durch welche das Kühlrohr im Bereich der Elektrodenspitze beabstandet wird und dadurch eine Zirkulation der Kühlflüssigkeit möglich ist.

Keines der Ausführungsbeispiele zeigt jedoch, dass das Kühlrohr durch den Kernhalter lagensicher gehalten wird.

[0008] Mit der Druckschrift US 2008/0093346 A1 wird eine Plasmaschneidvorrichtung und eine Kühlvorrichtung für einen Plasmabrenner gezeigt. Gemäß den Figuren 5 bis 7 ist hierbei ein Kühlrohr innerhalb eines Brennerkörpers angeordnet, wobei die Stirnseite des Kühlrohres mit einem Kernhalter zusammenwirkt. Hierbei liegt jedoch lediglich das Kühlrohr mit seiner Stirnseite in axialer Richtung auf dem Kernhalter auf, womit jedoch keine Lagensicherung gewährleistet ist. Das Kühlrohr wird vielmehr im oberen Bereich des Brenners gehalten und ist dadurch im unteren Bereich nicht lagengesichert.

[0009] Die Druckschrift US 2008/0116179 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung für einen Plasmabrenner. Mit den Figuren 13 bis 24 werden bodenseitige Abstandshalter beschrieben, welche stirnseitig im Innenbereich der Elektrode einlegt werden und dadurch das Kühlrohr in axialer Richtung von dem Elektrodenkörper-Boden beabstanden.

Keine der dort gezeigten Ausführungsbeispiele zeigt jedoch, dass das Kühlrohr mindestens teilweise auf dem Kernhalter lagengesichert gehalten wird.

[0010] Mit der Druckschrift WO2012/074591 A1 wird eine Elektrode für einen Plasmabrenner gezeigt. Gemäß den Figuren 6 bis 15 weist das Kühlröhrchen, welches im Innenraum des Brenners angeordnet ist, im oberen und im unteren Bereich jeweils einen Gewindegang auf, welche im unteren Bereich mit dem Kernhalter und im oberen Bereich mit dem Elektrodenhalter zusammenwirken. Das Kühlrohr ist somit an die vorliegende Vorrichtung gebunden und kann nicht in andere Plasmaschneidvorrichtungen eingesetzt werden. Des weiteren ist diese Vorrichtung sehr aufwendig herzustellen, da Gewindegänge sowohl im Bereich des Kernhalters als auch im oberen Elektrodenkörperbereich vorhanden sein müssen.

[0011] Mit der Druckschrift US 5,416,296 wird eine Plasmaelektrode für eine Plasmaschneidvorrichtung, welche aus einem etwa hohlzylindrischen Elektrodenkörper besteht und an dessen vorderen Seite eine in den Innenraum der Elektrode gerichteter, stirnseitiger angeordneter, zentrischer Kernhalter für einen Elektrodenkern angeordnet ist. Im Innenraum des Elektrodenkörpers befindet sich ein Kühlrohr, durch welches ein axialer Kühlflüssigkeitsstrom fließt. Der Elektrodenkernhalter weist an seiner Außenfläche Rippen oder Nuten oder Bohrungen auf, durch welche seine Oberfläche vergrößert wird. Das Kühlrohr steht jedoch mit seiner Stirnseite fest auf dem Boden des Elektrodenkörpers auf und wird somit nicht gegenüber dem Kernhalter lagengesichert gehalten.

[0012] Die Druckschrift US 6,362,450 B1 zeigt eine Kühlgasführung für einen Plasmaschneidbrenner. Ge-

mäß den Figuren 1 bis 3 wird eine Gasführung innerhalb eines Brennerkörpers gezeigt, wobei eine Ventilspindel das durchgeleitete Gas verwirbeln und damit eine bessere Kühlung erreicht werden soll. Zwar steht diese Ventilspindel mit der Stirnseite in axialer Richtung auf dem Kernhalter auf, jedoch ist keine radiale Lagensicherung zwischen dem Kernhalter und der Ventilspindel gewährleistet.

[0013] Nachteilig bei der genannten Druckschriften ist jedoch, dass ein vom Elektrodenkörper getrenntes Teil, nämlich ein Abstandshalter, verwendet werden muss, der als separates Teil in dem Innenraum des Elektrodenkörpers platziert werden muss, was mit einem hohen Montageaufwand verbunden ist.

[0014] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Plasmaelektrode für eine Plasma-Schneidvorrichtung und einem im Innenraum der Plasmaelektrode angeordneten Kühlrohr so weiterzubilden, dass die Montage und Halterung des Kühlrohrs wesentlich vereinfacht wird. Ferner soll die Kühlung des Elektrodenkerns verbessert werden.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des Anspruchs 1, 2 und des unabhängigen Anspruchs 13 gekennzeichnet.

Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass auf ein separates Teil, wie z.B. auf einen Abstandshalter oder dergleichen, verzichtet wird und stattdessen das Kühlrohr mit seiner vorderen, dem Elektrodenkern zugewandten Seite direkt auf den elektrodenseitigen Kernhalter für die Halterung des Elektrodenkerns fixiert wird.

[0015] Es handelt sich um eine lagengesicherte Halterung der vorderen Stirnseite des Kühlröhrchens direkt auf den Kernhalter des Elektrodenkörpers. Dieser

[0016] Kernhalter ist für die Halterung des Elektrodenkerns bestimmt und muss wegen der hohen Arbeitstemperatur des Elektrodenkerns gekühlt werden.

Die Erfindung betrifft demnach einen vollständig neue Positionierung für die Halterung eines Kühlrohres, denn bisher war es lediglich bekannt, das Kühlrohr an rückseitigen Anschlängen (s. Figur 22 der genannten Druckschrift) am Elektrodenkörper zu positionieren oder eben an stirnseitig im Elektrodenkörper-Innenraum angeordneten Abstandshaltern, die jedoch als separates Teil eingebracht werden müssen.

[0017] Mit der gegebenen technischen Lehre ergibt sich somit der Vorteil, dass eine unmittelbare lagengesicherte Halterung des vorderen Endes des Kühlrohres auf dem den Elektrodenkern aufnehmenden Kernhalter im Elektrodenkörper erfolgt. Es war bisher zwar ebenfalls bekannt, im Innenraum des Elektrodenkörpers, in der Nähe des Kernhalters, und zwar radial auswärts des Kernhalters, z. B. an der Innenseite des Elektrodenkörpers, zugeordnete Anschlüsse anzubringen, die Teil des Elektrodenkörpers waren. Nachteil der Anbringung derartiger Anschlüsse ist jedoch deren schwierige und aufwendige Herstellung.

[0018] Durch die technische Lehre der Erfindung, dass das Kühlrohr mindestens teilweise den elektrodenseiti-

gen Kernhalter übergreift und sozusagen am Außenumfang des elektrodenseitigen Kernhalters lagengesichert gehalten wird, ergibt sich demgemäß der Vorteil, dass auf getrennte Halterungs- oder Lagensicherungsmittel verzichtet werden kann.

[0019] In der Erfindung ist vorgesehen, dass des Kernhalters als in den Innenraum des Elektrodenkörpers gerichteter Konuskörper ausgebildet ist, dessen Konusflächen sich vom Grund des Elektrodenkörpers ausgehend in axialer Richtung nach hinten (oben) verjüngen.

[0020] Damit besteht der Vorteil, dass eine ausgezeichnete, selbsttätige Zentrierung des Kühlrohres auf dem als Konuskörper ausgebildeten Kernhalter erfolgt, weil das Kühlrohr mit seiner vorderen Stirnseite einfach auf den Konuskörper des Kernhalters aufgesteckt wird, sodass ein Teil des Körpers des Kernhalters in den Innenraum des Kühlrohres hineinreicht.

Das Kühlröhrchen zentriert sich somit selbsttätig am Außenumfang der als Konuskörper ausgebildeten Kernhalters.

Es wird noch darauf hingewiesen, dass die vordere Seite des Kühlrohres auf dem Kernhalter eine Lagensicherung darstellt und das Kühlrohr selbst mit einer bevorzugt als Schraub- oder Steckverbindung ausgebildeten Verbindung bevorzugt am hinteren Ende des Elektrodenkörpers mit diesem lösbar verbunden ist.

[0021] Die Erfindung beschäftigt sich jedoch lediglich mit der vorderen, der Lagensicherung dienenden Halterung des Kühlrohres an dem elektrodenseitigen Kernhalter, der gleichzeitig der Halterung des Elektrodenkerns dient.

[0022] Wie das Kühlrohr mit dem Elektrodenkörper selbst am hinteren Ende lösbar verbunden ist, ist nach einer Vielzahl von Ausführungsformen (Schraubverbindungen, Steckverbindungen, Bajonettfassungen und dergleichen) möglich.

[0023] Wenn - nach der technischen Lehre des Anspruchs 1 - die Lagensicherung des vorderen Endes des Kühlrohres auf dem in den Innenraum der Elektrode hineinreichenden Kernhalter erfolgt, muss dafür gesorgt werden, dass der im Innenraum des Kühlrohres geführte Flüssigkeitsstrom im Bereich des Kernhalters umgelenkt wird, sodass im Bereich der Lagensicherung zwischen dem vorderen Ende des Kühlrohrs und der elektrodenseitigen Kernhalter für einen Austritt der Kühlflüssigkeit und für eine Umlenkung der Kühlflüssigkeit gesorgt werden muss.

[0024] Deshalb sieht die Erfindung nach einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel vor, dass am Außenumfang des Kernhalters mindestens eine die Kühlflüssigkeit führende Ausnehmung angeordnet ist.

[0025] Dies bedeutet, dass der Kernhalter nicht das vordere Ende des Kühlrohres abdichtend verschließt, sondern dass im Bereich dieser Lagensicherung ein oder mehrere, die Kühlflüssigkeit führende Ausnehmungen vorhanden sind, die in der Lage sind, die im Innenraum des Kühlrohres geführte Kühlflüssigkeit entlang des Kernhalters weiterzuleiten und bevorzugt bis zum Ringnut-

grund des Elektrodenkörpers zu führen, wo der Kühlflüssigkeitsstrom umgeleitet wird und die im Innenraum des Kühlrohrs geführte Kühlflüssigkeit aus dem Innenraum des Kühlrohrs in den äußeren Ringspalt zwischen der Außenfläche des Kühlrohrs und der Innenfläche des Elektrodenkörpers umgelenkt wird.

[0026] Für die Ausbildung derartiger die Kühlflüssigkeit führender, in der Ausnehmung des Elektrodenkörpers selbst angeordneter Ausnehmungen gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungsformen. Ein besonderer Vorteil dieser Ausnehmungen liegt darin, dass die gekühlte Oberfläche des Kernhalters im ein Vielfaches im Vergleich zu einer glatten Oberfläche vergrößert wird und damit eine wesentlich bessere Kühlung bei Vervielfachung des in den Kernhalter eingesetzten Elektrodenkerns gegeben ist.

[0027] Deshalb wird für diese besondere Ausbildung des Kernhalters mit seiner vergrößerten Oberfläche gesonderter Schutz beansprucht, unabhängig davon, ob als Halterung und Zentrierung für ein Kühlrohr ausgebildet ist.

[0028] In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Kernhalter nicht als Kegelstumpf ausgebildet ist, sondern als mindestens einseitig abgeflachter Kegelstumpf, sodass durch die so gebildete Abflachung der Kühlmittelstrom über den Außenumfang des Kernhalters in den Innenraum des Elektrodenkörpers gelangen kann.

[0029] Bevorzugt wird hierbei jedoch eine zweiseitige Abflachung, die spiegelsymmetrisch bezüglich der Längsmittelnachse des als Kegelstumpf ausgebildeten Kernhalters ausgebildet ist.

[0030] Die Erfindung ist nicht darauf beschränkt, dass der Kernhalter als abgeflachter Kegelstumpf ausgebildet ist, der im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet ist.

[0031] Es können sämtliche anderen Ausführungsformen verwendet werden, die beinhalten, dass im Bereich des Kernhalters Kühlflüssigkeit führende Ausnehmungen vorhanden sind, die in der Lage sind, die im Innenraum des Kühlrohrs in axialer Richtung geführte Kühlflüssigkeit im Bereich der Lagersicherung des Kühlrohrs am Kernhalter aus dem Kühlrohr herauszuleiten und in den Innenraum des Elektrodenkörpers einzubringen.

[0032] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist es deshalb vorgesehen, dass die im Kernhalter angeordneten ein oder mehreren Ausnehmungen parallel zur Konusfläche des konischen Kernhalters angeordnet sind, weil sich hierdurch besonders günstige Strömungsverhältnisse ergeben.

[0033] Hierauf ist die Erfindung jedoch nicht beschränkt. Es können auch Ausnehmungen verwendet werden, die im Winkel zur Konusfläche des konischen Kernhalters gerichtet sind.

[0034] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist es im Übrigen vorgesehen, dass die im Kernhalter angeordnete, mindestens eine Ausnehmung entweder als halboffene Längsnut oder als halboffener

Bohrkanal oder als radial nach außen offene Segmentaussparung ausgebildet ist.

[0035] Es wird jedoch bevorzugt, wenn mehr als eine Ausnehmung den Außenumfang des Kernhalters durchsetzt, um einen möglichst günstigen und vollflächigen Kühlflüssigkeitsstrom über den gesamten Umfang des Kernhalters zu erreichen. Hierbei wird es dann bevorzugt, dass bei mehreren, die Kühlflüssigkeit führenden Ausnehmungen diese gleichmäßig verteilt am Umfang des Kernhalters angeordnet sind.

[0036] Selbstverständlich kann es auch in einer anderen Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass die vordere Stirnseite des Kühlröhrchens nicht abdichtend auf dem Außenumfang des Kernhalters aufliegt, sondern dass zwar dort eine Auflage gegeben ist, aber das Kühlröhrchen in diesem Bereich noch radial nach außen gerichtete Schlitze, Bohrungen oder Ausnehmungen aufweist.

[0037] In den nachfolgenden Ausführungsbeispielen werden verschiedene Ausführungsbeispiele bezüglich der Halterung des Elektrodenkerns im Kernhalter beschrieben. Für alle Ausführungsbeispiele gilt, dass die in den Innenraum des Kühlrohrs und der Elektrode gerichtete Stirnseite des Kernhalters abgeflacht ist und die hintere Stirnseite des Elektrodenkerns flächenbündig mit dieser Stirnseite ist.

[0038] In einer anderen Ausgestaltung gilt für sämtliche Ausführungsformen, dass die in dem Innenraum des Kühlrohrs und der Elektrode gerichtete Stirnseite des Kernhalters ebenfalls abgeflacht ist, aber der Elektrodenkern mit einem verlängerten Ansatz in den Innenraum des Kühlrohrs hineinragt.

[0039] Durch diese letztgenannte Ausführung wird gewährleistet, dass der Elektrodenkern - dessen Kühlung entscheidend ist - flüssigkeitsberührt in den Innenraum des Kühlröhrchens hineinragt, und damit eine noch bessere Kühlung gegeben ist.

[0040] Nach dem Gegenstand des Anspruches 2 wurde erkannt, dass die Oberflächenkühlung des Kernhalters entscheidend dadurch verbessert werden kann, dass diese Oberfläche mit nach außen offenen Nuten oder Bohrungen vergrößert wird, Es bilden sich dadurch die Oberfläche des Kernhalters vergrößernde Kühlkanäle, die bevorzugt in axialer Richtung ausgerichtet sind. Diese Kühlkanäle können jedoch auch - zu weiteren Verlängerung der Länge des jeweiligen Kühlkanals - auch schraubenförmig, in der Art von Gewindegängen den Außenumfang des Kernhalters vergrößern. Nach anderer nicht beanspruchten Ausgestaltungen, der Kernhalter kann hierbei im Profil zylindrisch oder konisch oder mit jedem anderen Profil versehen sein. Auch kommt es bei der Idee der Vergrößerung der Kühlfläche des Kernhalters nicht darauf an, ob das Kühlrohr lagengesichert auf einer Auflagefläche des Kernhalters aufliegt oder nur unter Bildung eines Ringspalt des Kernhalters übergreift.

[0041] Um eine derartig vergrößerte Oberfläche zu erhalten, wurde erkannt, dass es zweckmässig ist, solche halboffenen Nuten oder halboffenen Bohrungen entwe-

der durch eine spanabhebende Bearbeitung oder durch eine Stauch-Umformung zu schaffen. Eine dritte Ausführung betrifft die Anbringung eines Gewindes auf dem Außenumfang des Kernhalters, was entweder durch ein Gewindeschneiden oder eine Stauch-Umformung erfolgen kann.

[0042] Bei Ausführungsformen nach Patentansprüchen wird im Übrigen beansprucht, dass die vordere Stirnseite des Kühlrohrs entweder glatt und undurchbrochen ist oder mit seitlichen Schlitzen oder Bohrungen versehen ist.

[0043] Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche. 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.

[0044] Es zeigen:

Figur 1: schematisiert einen Längsschnitt durch eine erste Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 2: Schnitt durch die Plasmaelektrode entlang der in Figur 1 dargestellten Schnittlinie

Figur 3: schematisiert eine räumliche Darstellung der Lagensicherung des vorderen Endes des Kühlrohrs auf einer konusförmigen Kernhalter des Elektrodenkörpers

Figur 4: einen Längsschnitt durch einen Elektrodenkörper mit einer anderen Halterung des Elektrodenkerns

Figur 5: Schnitt durch die Plasmaelektrode in Höhe der eingezeichneten Schnittlinie

Figur 6: Längsschnitt durch eine Plasmaelektrode mit einer zweiten Ausführungsform des Kernhalters

Figur 7: Querschnitt durch die Plasmaelektrode in Höhe der in Figur 6 eingezeichneten Schnittlinie

Figur 8: Längsschnitt durch eine dritte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 9: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 8

Figur 10: Längsschnitt durch eine vierte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 11: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 10

Figur 12: Längsschnitt durch eine fünfte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

rungsform einer Plasmaelektrode

Figur 13: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 12

Figur 14: Längsschnitt durch eine sechste Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 15: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 14

Figur 16: Längsschnitt durch eine siebte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 17: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 16

Figur 18: Längsschnitt durch eine achte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 19: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 18

Figur 20: Längsschnitt durch eine neunte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 21: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 20

Figur 22: Längsschnitt durch eine zehnte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 23: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 22

Figur 24: Längsschnitt durch eine elfte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 25: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 24

Figur 26: Längsschnitt durch eine zwölfte Ausführungsform einer Plasmaelektrode

Figur 27: Querschnitt durch die Plasmaelektrode nach Figur 26

Figur 28: Ein schematisiertes Ausführungsbeispiel im Schnitt, das eine Stauch-Umformung der zentralen Kernhalter mit einem Stauchwerkzeug zeigt.

Figur 29: Der Kernhalter nach Figur 28 nach der Stauchumformung

Figur 30: Ein weiteres schematisiertes Ausführungsbeispiel mit einer Kernhalter, an deren Außenumfang Kühlkanäle in Form von Gewindegängen angeformt sind.

[0045] Das in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Prinzip der Führung der Kühlflüssigkeit gilt für sämtliche anderen Ausführungsformen nach den Figuren 4 bis 30, weil diese lediglich Abwandlungen des Prinzips nach Figuren 1 bis 3 sind. Deshalb gelten für die gleichen Teile auch die gleichen Erläuterungen.

[0046] Die in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Plasmaelektrode 1 besteht aus einem hohlzylindrischen Elektrodenkörper 2 aus einem Metallmaterial, bevorzugt einer Kupfer-Legierung oder einer Silber-Legierung, in dessen Innenraum ein hohlzylindrisches Kühlrohr 3 lösbar befestigt ist.

Das Kühlrohr 3 bildet in seinem Innenraum einen die Kühlflüssigkeit führenden Flüssigkeitskanal 4, welche in Pfeilrichtung 19 zur Vorderseite des Kühlrohrs 3 unter Druck befördert wird.

[0047] An der vorderen Innenseite des Elektrodenkörpers 2 ist bodenseitig ein Kernhalter 5 angeformt, in dem ein - z. B. aus Hafnium bestehender - Elektrodenkern 9 z.B. im Presssitz gehalten ist.

[0048] Der Elektrodenkern 9 ist stiftförmig, rundzylindrisch und in dessen vorderer Stirnseite ist die Emissionsfläche für den Plasma-Lichtbogen ausgebildet.

[0049] Wichtig bei der Erfindung ist nun, dass in allen Ausgestaltungen der Teil des Elektrodenkörpers 2 bildende Kernhalter 5 als Konuskörper ausgebildet ist, das heißt, dieser Körper ist bevorzugt rundzylindrisch ausgebildet, wie dies durch die Kreisflächen 25 in Figur 3 schematisiert dargestellt ist. Er bildet also einen abgeflachten Kegelstumpf, wobei die abgeflachte Kegelstumpffläche eine Stirnseite 22 bildet.

Gemäß Figur 3 ist auf den Außenumfang des als Konuskörper ausgebildeten Kernhalters 5 die vordere Stirnseite des Kühlrohrs 3 aufgesteckt und bildet so einen Ringanschlag 10, der sich lagengesichert am Außenumfang des Kernhalters 5 anlegt und dort gehalten wird.

Die Innenseite des Kühlrohrs 3 bildet somit den Ringanschlag 10 zur Anlage auf der Außenfläche der als Konusfläche 7 ausgebildeten Mantelfläche des Kernhalters 5.

[0050] Es wird noch darauf hingewiesen, dass der Elektrodenkern 9 in einer stirnseitigen Bohrung 8 des Kernhalters 5 lagengesichert gehalten ist.

[0051] Wichtig ist nun, dass auf jeden Fall verhindert werden muss, dass das vordere Ende des Kühlrohrs 3 abdichtend auf dem Kernhalter 5 aufliegt. Zu diesem Zweck sind ein oder mehrere, die Kühlflüssigkeit führenden Ausnehmungen vorgesehen, wobei im Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 bis 5 diese, die Kühlflüssigkeit führenden Ausnehmungen als spiegelsymmetrisch zueinander gegenüberliegenden Abflachungen 15 des als abgestumpfter Kegelförper ausgebildeten Kernhalters 5 ausgebildet sind.

[0052] Dies ist in Figur 3 zeichnerisch dargestellt. Es ist gezeigt, dass an und für sich die als Kreisfläche 25 ausgebildete Oberfläche des kegelstumpfförmigen Kernhalters 5 beidseitig abgeschnitten ist, um so die Abflachungen 15 zu bilden, die nun ihrerseits zwei einander

gegenüberliegende, die Kühlflüssigkeit führende Ringspalte bilden.

[0053] Durch diese Ringspalte fließt die in Pfeilrichtung 19 herangeführte Kühlflüssigkeit parallel zur Konusfläche 7 durch die Abflachungen in Pfeilrichtung 19 weiter (s. Figur 3), wird am Ringnutgrund 13 des Elektrodenkörpers 2 umgelenkt, und fließt dann in entgegengesetzter Pfeilrichtung 23 am Außenumfang des Kühlrohrs und am Innenumfang des Elektrodenkörpers 2 durch den Ringspalt 18 zurück.

[0054] Die Figur 3 zeigt hierbei die aus der Kreisfläche 25 beidseitig herausgeschnittene Stirnseite 22, in der das hintere Ende des Elektrodenkerns 9 als Elektrodenkern-Ansatz 11 in die Kühlflüssigkeit hineinragt.

[0055] In Abweichung zu dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 zeigt die Figur 4, dass es auch möglich ist, das hintere Ende des Elektrodenkerns 9 im Material des Kernhalters 5 versenkt anzubringen, sodass kein Elektrodenkern-Ansatz 11 flüssigkeitsberührt in die Kühlflüssigkeit hineinragt, wie dies in Figur 1 dargestellt ist.

[0056] Aus dem Ausführungsbeispiel der Figuren 2 und 5 kann auch entnommen werden, dass anstatt von zwei einander gegenüberliegenden Abflachungen 15 des Kernhalters 5 auch entweder nur eine Abflachung 15 vorhanden sein kann oder auch mehr als zwei Abflachungen, die dann bevorzugt gleichmäßig verteilt am Umfang angeordnet sind.

[0057] Hier zeigt das Ausführungsbeispiel nach den Figuren 6 und 7, dass statt der Verwendung von Abflachungen im Konuskörper des Kernhalters 5 radial nach außen offene Längsnuten 17 eingeformt sein können, durch welche die Kühlflüssigkeit hindurchfließt.

[0058] Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Längsnuten 17 als nach außen geöffnete keilförmige Nuten ausgebildet. Statt solcher keilförmiger Nuten können auch nach außen geöffnete halbrunde, elliptische oder anders profilierte Nuten verwendet werden. Auch ist die Anzahl der Nuten nicht beschränkt. Neben einer einzigen Längsnut 17 kann eine Vielzahl von Längsnuten 17 gleichmäßig verteilt am Umfang der als Kegelförper ausgebildeten Kernhalters 5 angeordnet sein.

[0059] Dies zeigen als weitere Abwandlung des Erfindungsprinzips die Figuren 8 und 9, wo der Kernhalter 5 sternförmig ausgebildet ist, was bedeutet, dass die Längsnuten 17 einen relativ großen Materialbereich des Kernhalters 5 aussparen und hierdurch sich ein besonders großer, die Kühlflüssigkeit führender Ringspalt 16 ergibt.

[0060] Dies zeigt auch das Ausführungsbeispiel nach Figuren 10 und 11, wo gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Figuren 8 und 9 noch eine weitere Materialeinsparung bezüglich des Materials des Kernhalters 5 erfolgt und statt einer Vier-Stern-Anordnung nach Figur 9 nun eine Fünf-Stern-Anordnung nach Figur 11 vorgesehen ist. Damit ergibt sich eine stark vergrößerte Außenfläche des Kernhalters und optimale Kühleigenschaften. Er ist sozusagen als "Kühlkörper" ausgebildet. Solche Kühlkörper waren bisher nur zur konvektiven Luft-Küh-

lung von Halbleiter-Bauelementen bekannt. Die Erfindung schlägt jedoch einen flüssigkeitsgekühlten Kernhalter mit optimal vergrößerter Oberfläche vor.

[0061] Es sind also fünf gleichmäßig am Umfang verteilt angeordnete Längsnuten 17 vorhanden, welche geeignet sind, die aus dem Innenraum des Kühlrohrs 3 entströmende Kühlflüssigkeit gleichmäßig über den Außenumfang des Kernhalters 5 zu verteilen und in den Innenraum des Elektrodenkörpers 2 bis zum Ringnutgrund 13 zu leiten und dort in entgegengesetzter Richtung (Pfeilrichtung 23) wieder herauszuführen.

[0062] Je größer die Materialeinsparung im Material des Kernhalters 5 ist, und je geringer der Materialquerschnitt des Kernhalters 5 ist, desto besser ist die Kühlwirkung.

[0063] Dies bedeutet, dass der Kernhalter 5 aufgrund der stark vergrößerten, radial nach außen gerichteten Oberfläche - bedingt durch die Vielzahl der eingebrachten Längsnuten 17 - eine sehr große gekühlte Oberfläche aufweist, sodass eine dergestalt hergestellte Plasmaelektrode eine wesentlich höhere Standzeit wegen der verbesserten Kühlung des Elektrodenkerns 9 hat, als vergleichsweise andere, konkurrierende Produkte.

[0064] Nach den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 11 werden die Längsnuten 17 bevorzugt durch eine spanabhebende Bearbeitung mit einem Fräswerkzeug oder dergleichen erreicht.

[0065] Bei den folgenden Ausführungsbeispielen, z. B. dem Ausführungsbeispiel nach Figuren 12 und 13, ist es vorgesehen, dass anstatt der Längsnuten 17 nun Bohrkanäle 21 mit einem geeigneten Bohrwerkzeug eingebracht werden. Auch hier zeigt die Figur 13, dass insgesamt vier einander gegenüberliegende und gleichmäßig am Umfang verteilt angeordnete Bohrkanäle 21 zu einer entscheidenden Oberflächenvergrößerung des Außenumfangs des Kernhalters 5 führen, sodass der Kernhalter in optimaler Weise gekühlt wird.

[0066] Selbstverständlich ist es möglich, Bohrkanäle 21 mit Längsnuten 17 untereinander zu kombinieren.

[0067] Die Figur 15 zeigt, dass eine Vielzahl von Bohrkanälen 21 gleichmäßig verteilt am Umfang eingebracht werden können, und die Figuren 16 und 17 zeigen, dass auch wesentliches Material des Kernhalters 5 dadurch eingespart werden kann, indem diese nur einseitig ausgebildet ist und nur an einer Seite den radialen Innenumfang des Kühlrohrs 3 lagensichert, während der andere, gegenüberliegende Innenumfang des Kühlrohrs 3 freiliegt. Dadurch wird eine optimale Führung der Kühlflüssigkeit, ohne Strömungswiderstand, gewährleistet.

[0068] Die vorher in Figur 2 dargestellte beidseitige Abflachung erstreckt sich nun sozusagen über einen Winkel von 270 Grad gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 17.

[0069] Demgegenüber zeigt das Ausführungsbeispiel nach den Figuren 18 und 19, dass sich die Abflachung auch über einen Winkel von 180 Grad erstrecken kann, um so einen sich über einen Kreiswinkel von 180 Grad erstreckenden Ringspalt 28 zu ergeben.

[0070] Die Figuren 20 und 21 zeigen in Abweichung zum Ausführungsbeispiel nach Figur 2, dass zusätzlich neben den beiden einander gegenüberliegenden Abflachungen 15 auch noch einander gegenüberliegende Bohrkanäle 21 eingebracht werden können, um so für eine optimale Führung der Kühlflüssigkeit zu sorgen.

[0071] Die Stirnseite 20 des Kühlrohrs 3 (s. Figur 1) muss jedoch nicht unbedingt innenseitig am Außenumfang des als Kegelstumpf ausgebildeten Kernhalters 5 aufliegen.

[0072] In einer anderen Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, dass diese Stirnseite an zugeordneten, ringförmigen und sich über den Außenumfang des Kernhalters erstreckende, halboffene Ringnuten anlegen, so dass die gesamte Stirnseite 20 dann bündig in der am Außenumfang des Kernhalters 5 angeordneten Ringnut anliegt.

[0073] Im Ausführungsbeispiel nach Figur 22 ist in Kombination des Ausführungsbeispiels nach Figur 17 noch dargestellt, dass im einseitig asymmetrisch ausgebildeten Kernhalter 5 noch ein zusätzlicher oder mehrere zusätzliche Bohrkanäle 21 angeordnet sein können.

[0074] Die Figuren 24 und 25 zeigen, dass in dem einseitig asymmetrisch ausgebildeten Kernhalter 5 zwei oder mehrere Bohrkanäle 21 angeordnet sein können.

[0075] In Figuren 26 und 27 ist dargestellt, dass in eine asymmetrischen Kernhalter auch drei Bohrkanäle angeordnet sein können, sodass bei allen einseitigen Ausführungsformen der kegelstumpfförmigen Kernhalter mindestens eine einseitige Segmentaussparung 24 vorhanden ist, die sich über einen beliebigen Umfangswinkel von z. B. 60, 90, 180 oder 270 Grad erstrecken kann.

[0076] Wichtig bei allen Ausführungsformen ist, dass die Längsachse 27 des Kühlrohrs 3 dezentriert in des Kernhalters 5 gehalten ist.

[0077] Wenn bei den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, dass der Kernhalter 5 auch einseitig und asymmetrisch ausgebildet sein kann, so kann es vorgesehen werden, dass im gegenüberliegenden, freiliegenden Teil des Kernhalters, an der keine Anlage des Kühlrohrs erfolgt, noch zusätzliche Zentriermittel vorhanden sind.

[0078] Im Ausführungsbeispiel nach Figur 28 ist dargestellt, dass die Umformung eines rundzylindrischen Kernhalters 5 mit einem Stauchwerkzeug 29 erfolgt. In diesem nicht beanspruchten Beispiel, es ist nicht lösungsnotwendig, dass der Kernhalter 5 als Konuskörper ausgebildet ist, wie dies in den vorherigen Ausführungsbeispielen beschrieben war. Auf die Stirnseite des zylinderförmigen Kernhalters 5 wird das Stauchwerkzeug 29 aufgesetzt, sodass der Stauchkopf 30 die obere Stirnseite 22 des Kernhalters 5 übergreift. Der Stempel 32 des Stauchkopfs 30 liegt auf diese Stirnseite 22 auf. Durch einen Pressschlag in Pfeilrichtung 35 wird der Kernhalter 5 gestaucht und bildet einen radialen, den Durchmesser vergrößernden Wulst 33 gemäß Figur 29 aus. Dieser Wulst 33 ist die Auflagefläche für die vordere Stirnseite des Kühlrohrs 3.

[0079] Von Vorteil ist, wenn am Stauchkopf 30 noch seitliche Schrägen 31 angeformt sind, die zwischen sich rippenförmige, schräg nach außen gerichtete Nuten ausbilden. Die Schrägen 31 verformen die oberen Seitenflächen des Kernhalters 5 während der Stauchumformung und formen so gleichzeitig radial und schräg nach außen gerichtete Abflachungen 15 oder Längsnuten 17 hinein. Durch die so während der Stauchumformung eingeformten Abflachungen 15 oder Längsnuten 17 werden nach außen geöffnete Kühlkanäle zur Führung des Kühlmediums über die so vergrößerte Oberfläche des Kernhalters ausgebildet.

[0080] Statt der Anbringung der Abflachungen 15 oder der Längsnuten 17 durch eine Stauch-Umformung ist es in einer Weiterbildung vorgesehen, dass ein Gewinde 34 in die Oberfläche des Kernhalters eingeschnitten oder durch ein Presswerkzeug eingeformt wird. Auch hier werden durch den Gewindeschnitt zusätzliche Kühlkanäle großer Länge gebildet.

[0081] Damit offenbart ein Ausführungsbeispiel eine Vergrößerung der Oberfläche des Kernhalters 5 durch Abflachungen 15, Längsnuten 17 und Gewinde 34 unabhängig davon, ob die Vorderseite des Kühlrohrs 3 berührend auf dem Kernhalter 5 aufsitzt oder den Kernhalter unter Bildung eines Ringspalt 16 berührungslos übergreift.

Durch die Vergrößerung der Oberfläche des Kernhalters 5 wird eine wesentlich verbesserte Kühlung des Kernhalters in direkter Nähe zum annähernd auf 1000 bis 2000 Celsius Grad aufgeheizten Elektrodenkern 9 erreicht. Die Standzeit des Elektrodenkerns 9 konnte so entscheidend verbessert werden.

Zeichnungslegende

[0082]

1. Plasmaelektrode
2. Elektrodenkörper
3. Kühlrohr
4. Flüssigkeitskanal
5. Kernhalter
6. 7. Konusfläche
8. Bohrung
9. Elektrodenkern
10. Ringanschlag
11. Elektrodenkern-Ansatz
12. 13. Ringnutgrund von 18
14. 15. Abflachung
16. Ringspalt
17. Längsnut
18. Ringspalt
19. Pfeilrichtung
20. Stirnseite
21. Bohrkanal
22. Stirnseite von 5
23. Pfeilrichtung
24. Segmentaussparung

25. Kreisfläche
26. Stirnfläche von 3
27. Längsachse (Anschlag)
28. Ringspalt
- 5 29. Stauchwerkzeug
30. Stauchkopf
31. Schräge
32. Stempel
33. Wulst
- 10 34. Gewinde
35. Pfeilrichtung

Patentansprüche

- 15 1. Plasmaelektrode (1) für eine Plasma-Schneidvorrichtung, die aus einem zylindrischen Kühlrohr (3) und einem etwa hohlzylindrischen Elektrodenkörper (2) besteht, an dessen vorderen Seite ein in den Innenraum des Elektrodenkörpers (2) gerichteter, stirnseitig angeordneter, zentrischer Kernhalter (5) für die Halterung eines emittierenden Elektrodenkerns (8) angeordnet ist, wobei im Innenraum des Elektrodenkörpers (2) das Kühlrohr (3) angeordnet ist, durch das im Betrieb ein axialer Kühlflüssigkeitsstrom fließt, wobei das Kühlrohr (3) mit einer bevorzugt als Schraub- oder Steckverbindung ausgebildeten Verbindung am hinteren Ende des Elektrodenkörpers (2) mit diesem lösbar verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kernhalter (5) als ein in den Innenraum des Elektrodenkörpers (2) gerichteter Konuskörper ausgebildet ist, dessen Konusflächen (7) sich ausgehend vom Grund des Elektrodenkörpers (2) in axialer Richtung verjüngen und das Kühlrohr (3) mit seiner vorderen Stirnseite (20) mindestens teilweise auf dem Kernhalter (5) lagen-
30 gesichert aufgesteckt ist.
- 35 2. Plasmaelektrode nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Oberfläche des Kernhalters (5) Rippen oder Nuten oder Bohrungen oder Gewindegänge eingeformt sind, welche die gekühlte Oberfläche des Kernhalters (5) vergrößern.
- 40 3. Plasmaelektrode nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kernhalter (5) mindestens eine die Kühlflüssigkeit führende Ausnehmung (16, 17, 21, 24) angeordnet ist.
- 45 4. Plasmaelektrode nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Kernhalter (5) angeordnete Ausnehmung (16, 17, 21, 24) die im Innenraum des Kühlrohrs (3) geführte Kühlflüssigkeit aus dem Innenraum des Kühlrohrs (3) in den äußeren Ringspalt (18) zwischen der Außenfläche des Kühlrohrs und der Innenfläche des Elektrodenkörpers (2) um-
50 lenkt.
- 55

5. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine im Kernhalter (5) angeordnete Ausnehmung als mindestens einseitige, axial gerichtete flüssigkeitsführende Abflachung (15) ausgebildet ist.
6. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Kernhalter (5) angeordnete Ausnehmung (16, 17, 21, 24) parallel zur Konusfläche (7) des konischen Kernhalters (5) angeordnet ist.
7. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Kernhalter (5) angeordnete Ausnehmung (16, 17, 21, 24) als halboffene Längsnut (17) oder als halboffener Bohrkana (18) oder radial nach außen offene Segmentaussparung (24) ausgebildet ist.
8. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere, die Kühlflüssigkeit führende Ausnehmungen (16, 17, 21, 24), gleichmäßig verteilt am Umfang des Kernhalters (5) angeordnet sind.
9. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Innenraum des Kühlrohres gerichtete Stirnseite (22) des Kernhalters (5) abgeflacht ist und die hintere Stirnseite des Elektrodenkerns (9) flächenbündig mit dieser Stirnseite (22) ist.
10. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Innenraum des Kühlrohres (3) gerichtete Stirnseite (22) des Kernhalters (5) abgeflacht ist und der Elektrodenkern (9) mit einem verlängerten Ansatz (11) in den Innenraum des Kühlrohres (3) hinein ragt.
11. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlrohr (3) an seiner vorderen, des Kernhalters (5) zugewandten Seite seitliche Schlitz- oder seitliche Bohrungen aufweist.
12. Plasmaelektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kernhalter (5) als mindestens einseitig abgeflachter Kegelstumpf ausgebildet ist.
13. Plasmaelektrode (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kernhalter (5) eine zweiseitige Abflachung aufweist, die spiegelsymmetrisch bezüglich der Längsmittellachse des als Kegelstumpf ausgebildeten Kernhalters (5) ausgebildet ist.

Claims

1. A plasma electrode (1) for a plasma cutting apparatus consisting of a cylindrical cooling tube (3) and an approximately hollow-cylindrical electrode body (2), at whose front side a central core holder (5) arranged at the end face and facing into the interior of the electrode body (2) is arranged for holding an emitting electrode core (8), wherein the cooling tube (3) through which an axial cooling liquid flow flows in operation is arranged in the interior of the electrode body (2), wherein the cooling tube (3) is releasably connected to the rear end of the electrode body (2) by means of a connection preferably formed as a screw or plug connection, **characterized in that** the core holder (5) is formed as a conical body facing into the interior of the electrode body (2), whose conical surfaces (7) taper in the axial direction starting from the base of the electrode body (2), and the cooling tube (3), with its front end face (20), is set on the core holder (5) in an at least partially positionally secured manner.
2. The plasma electrode according to claim 1, **characterized in that** ribs or grooves or holes or threads are formed into the surface of the core holder (5), which enlarge the cooled surface of the core holder (5).
3. The plasma electrode according to claim 1, **characterized in that** at least one recess (16, 17, 21, 24) conducting the cooling liquid is arranged in the core holder (5).
4. The plasma electrode according to claim 3, **characterized in that** the recess (16, 17, 21, 24) arranged in the core holder (5) redirects the cooling liquid conducted in the interior of the cooling tube (3) from the interior of the cooling tube (3) into the outer annular space (18) between the outer surface of the cooling tube and the inner surface of the electrode body (2).
5. The plasma electrode according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** a recess arranged in the core holder (5) is formed as an at least one-sided, axially aligned, liquid-conducting flattened portion (15).
6. The plasma electrode according to any one of claims 3 to 5, **characterized in that** the recess (16, 17, 21, 24) arranged in the core holder (5) is arranged parallel to the conical surface (7) of the conical core holder (5).
7. The plasma electrode according to any one of claims 3 to 6, **characterized in that** the recess (16, 17, 21, 24) arranged in the core holder (5) is formed as a semi-open longitudinal groove (17) or as a semi-

open bored channel (18) or as a cut-out segment (24) open radially toward the outside.

8. The plasma electrode according to any one of claims 4 to 7, **characterized in that** a plurality of recesses (16, 17, 21, 24) conducting the cooling liquid are arranged equally spaced about the circumference of the core holder (5).
9. The plasma electrode according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the end face (22) of the core holder (5) facing into the interior of the cooling tube is flattened and the rear end face of the electrode core (9) is flush with this end face (22).
10. The plasma electrode according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the end face (22) of the core holder (5) facing into the interior of the cooling tube (3) is flattened and the electrode core (9) protrudes into the interior of the cooling tube (3) with an extended projection (11).
11. The plasma electrode according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the cooling tube (3) has lateral slots or lateral holes at its front surface facing the core holder (5).
12. The plasma electrode according to any one of claims 1 to 11, **characterized in that** the core holder (5) is formed as a truncated cone flattened at least on one side.
13. The plasma electrode (1) according to claim 12, **characterized in that** the core holder (5) has a two-sided flattened portion formed in a mirror-symmetrical manner with respect to the longitudinal central axis of the core holder (5) formed as a truncated cone.

Revendications

1. Electrode à plasma (1) pour un dispositif de coupe au plasma qui se compose d'un tube de refroidissement cylindrique (3) et d'un corps d'électrode cylindrique à peu près creux (2) sur le côté avant duquel est disposé un porte-noyau centré (5) dirigé vers l'espace intérieur dudit corps d'électrode (2) et disposé côté frontal, pour tenir un noyau d'électrode émetteur (8), le tube de refroidissement (3) par lequel un courant de liquide de refroidissement axial coule, en fonctionnement, étant disposé dans l'espace intérieur du corps d'électrode (2), le tube de refroidissement (3) étant relié de manière amovible au corps d'électrode (2), à l'extrémité arrière de celui-ci, à l'aide d'une liaison conçue de préférence comme une liaison à vis ou à emboîtement, **caractérisée en ce que** le porte-noyau (5) est conçu

comme un corps conique qui est dirigé vers l'espace intérieur du corps d'électrode (2) et dont les surfaces de cône (7) vont en s'effilant dans le sens axial à partir de la base du corps d'électrode (2), et le tube de refroidissement (3) est enfilé au moins en partie, avec son côté frontal avant (20), sur le porte-noyau (5) en étant bloqué dans sa position.

2. Electrode à plasma selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'il** est prévu, réalisés dans la surface du porte-noyau (5), des nervures ou des rainures ou des perçages ou des pas de vis qui agrandissent la surface refroidie du porte-noyau (5).
3. Electrode à plasma selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'au** moins un creux (16, 17, 21, 24) qui guide le liquide de refroidissement est disposé dans le porte-noyau (5).
4. Electrode à plasma selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le creux (16, 17, 21, 24) disposé dans le porte-noyau (5) dévie le liquide de refroidissement guidé dans l'espace intérieur du tube de refroidissement (3), dudit espace intérieur du tube de refroidissement (3) vers l'interstice annulaire extérieur (18) entre la surface extérieure du tube de refroidissement et la surface intérieure du corps d'électrode (2).
5. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'un** creux disposé dans le porte-noyau (5) est conçu comme un aplatissement (16) au moins unilatéral qui est dirigé axialement et qui guide le liquide.
6. Electrode à plasma selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** le creux (16, 17, 21, 24) disposé dans le porte-noyau (5) est parallèle à la surface de cône (7) du porte-noyau conique (5).
7. Electrode à plasma selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisée en ce que** le creux (16, 17, 21, 24) disposé dans le porte-noyau (5) est conçu comme une rainure longitudinale semi-ouverte (17) ou comme un conduit de perçage semi-ouvert (18) ou comme un évidement de segment (24) ouvert radialement vers l'extérieur.
8. Electrode à plasma selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisée en ce que** plusieurs creux (16, 17, 21, 24) qui guident le liquide de refroidissement sont répartis régulièrement sur la circonférence du porte-noyau (5).
9. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le côté frontal (22) du porte-noyau (5) dirigé vers l'espace intérieur du tube de refroidissement (3) est aplati, et le côté frontal

arrière du noyau d'électrode (9) forme une surface plane avec ledit côté frontal (22).

10. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le côté frontal (22) du porte-noyau (5) dirigé vers l'espace intérieur du tube de refroidissement (3) est aplati, et le noyau d'électrode (9) dépasse avec un bout prolongé (11) dans l'espace intérieur du tube de refroidissement (3). 5 10
11. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** le tube de refroidissement (3) présente sur son côté avant tourné vers le porte-noyau (5) des fentes latérales ou des percages latéraux. 15
12. Electrode à plasma selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** le porte-noyau (5) est conçu comme un tronc de cône aplati au moins d'un côté. 20
13. Electrode à plasma selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** le porte-noyau (5) présente un aplatissement des deux côtés, qui est formé en miroir par rapport à l'axe longitudinal médian du porte-noyau (5) conçu comme un tronc de cône. 25

30

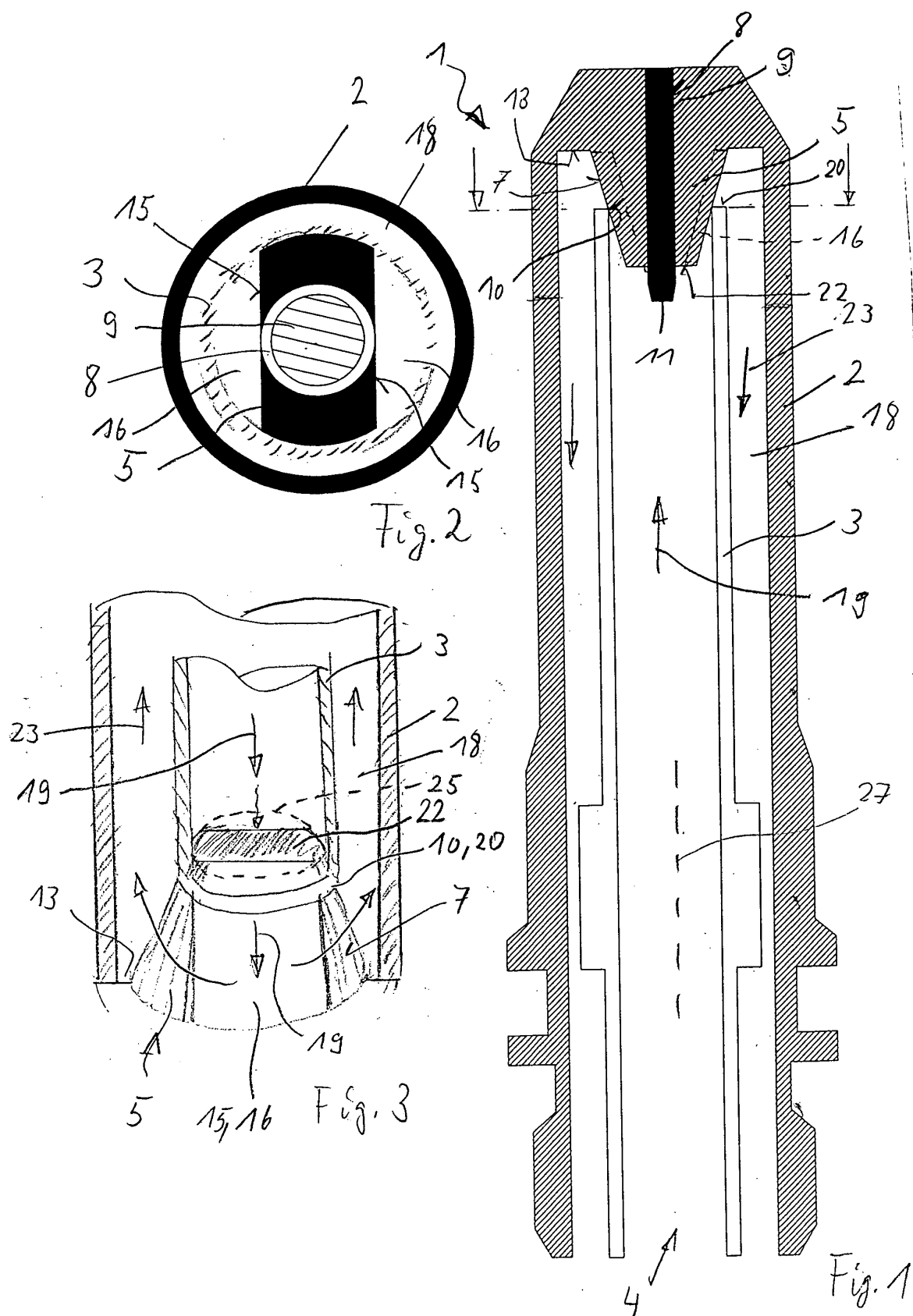
35

40

45

50

55



H5230

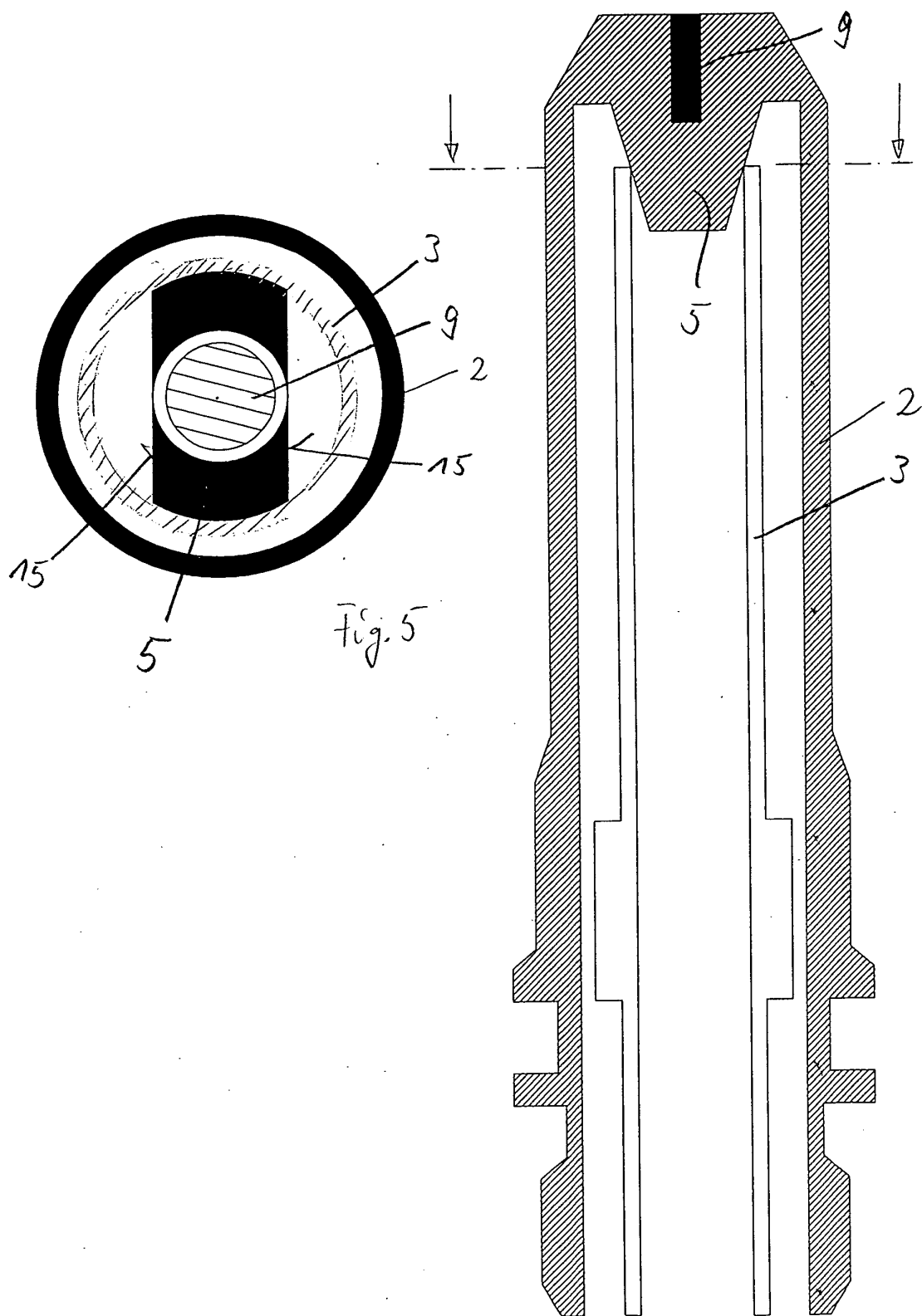
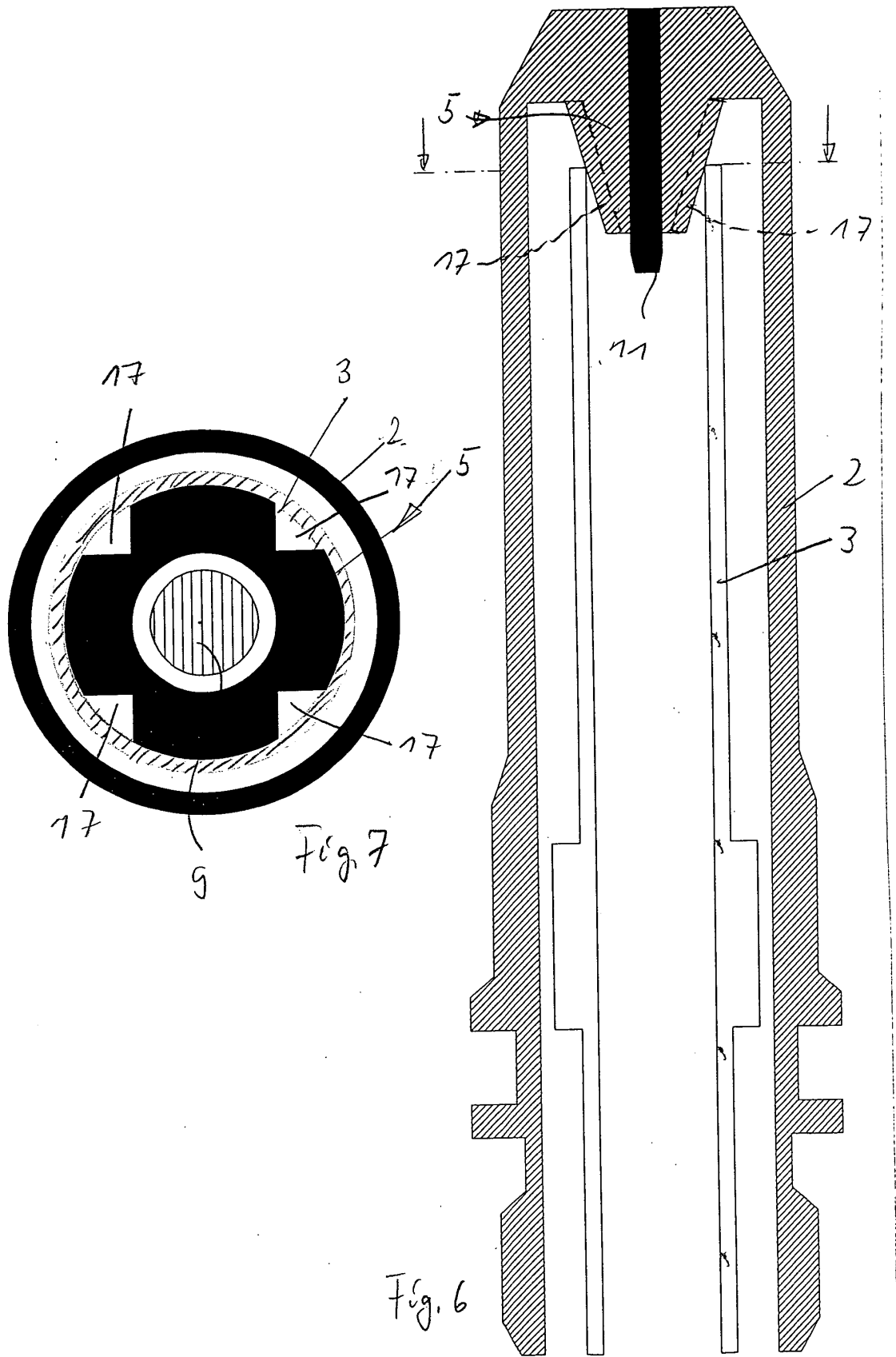
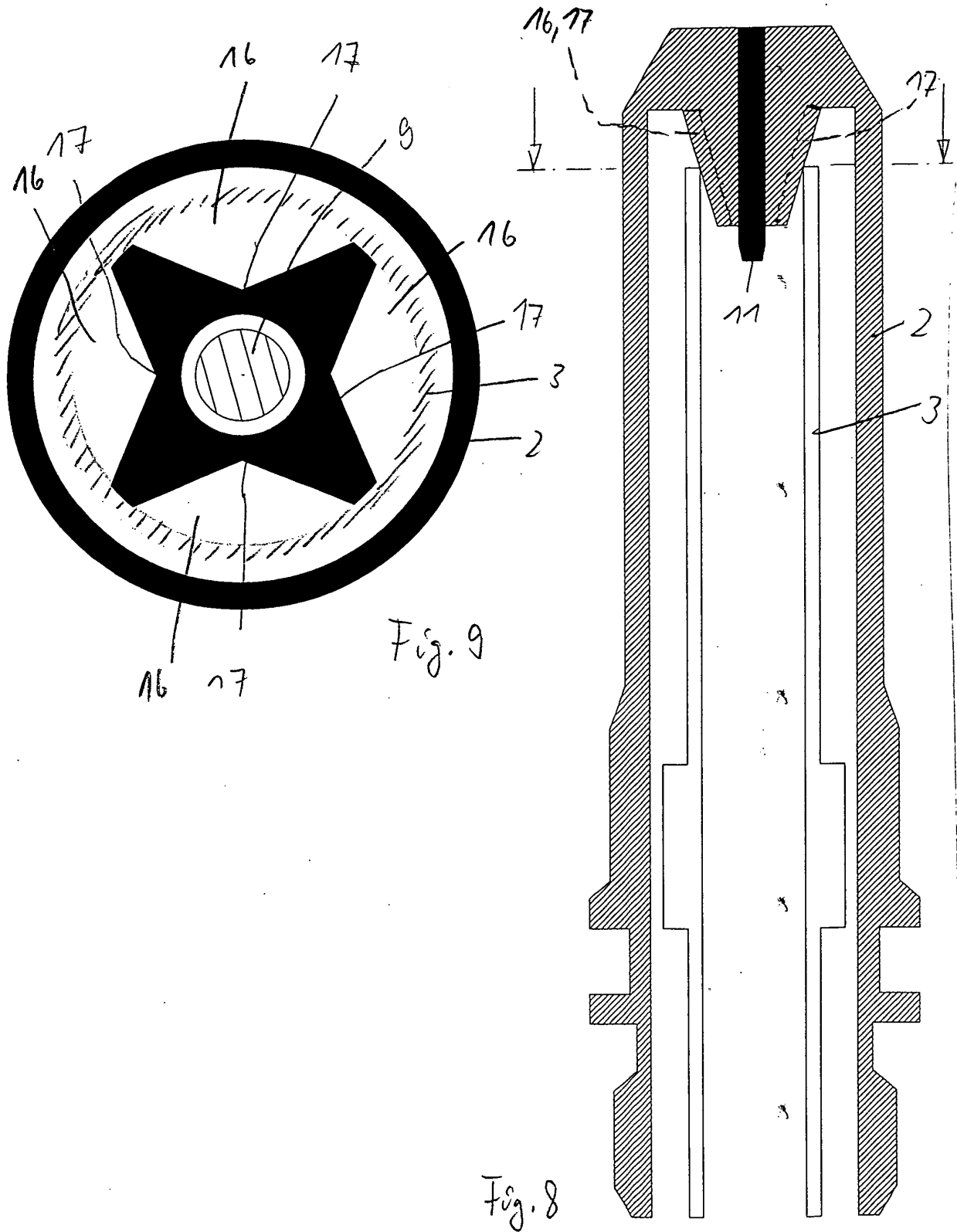


Fig. 4

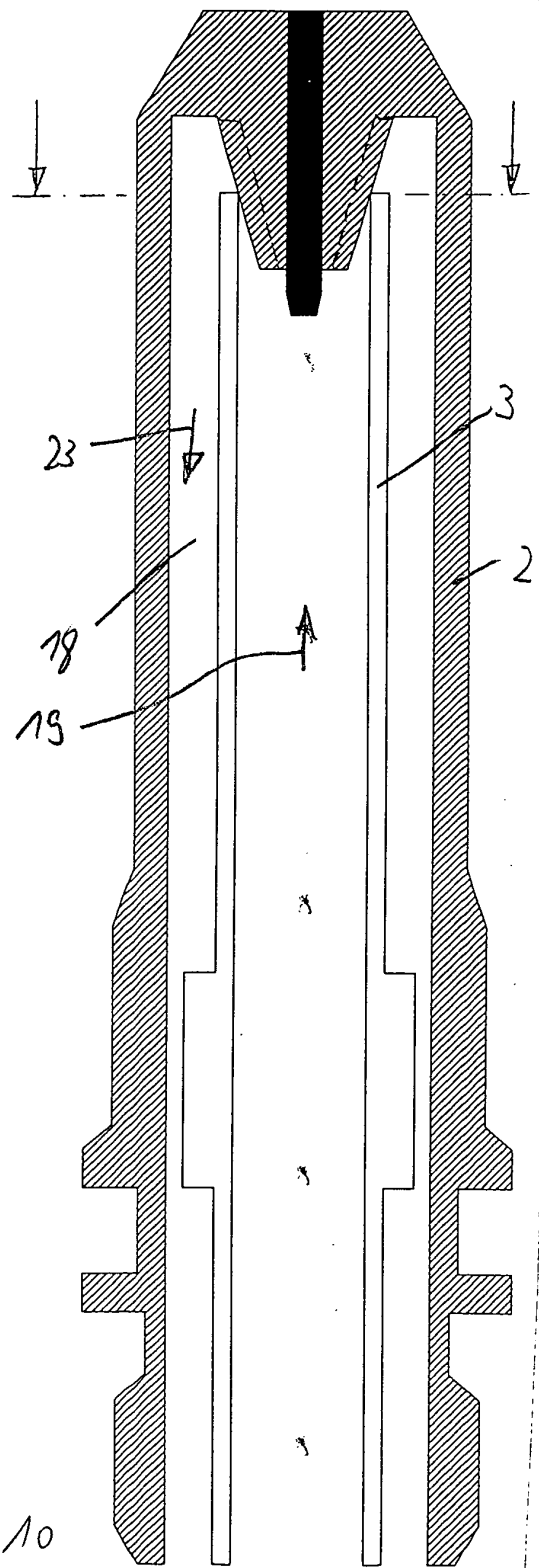
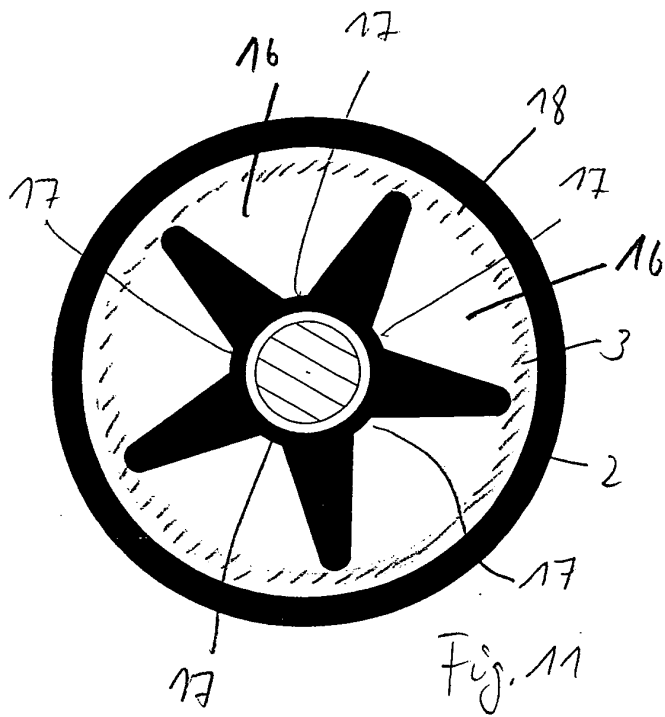
H5230



H5230



#5230



H5230

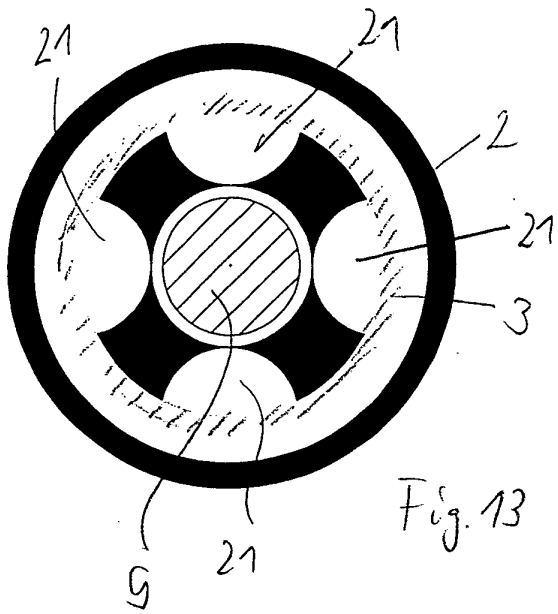


Fig. 13

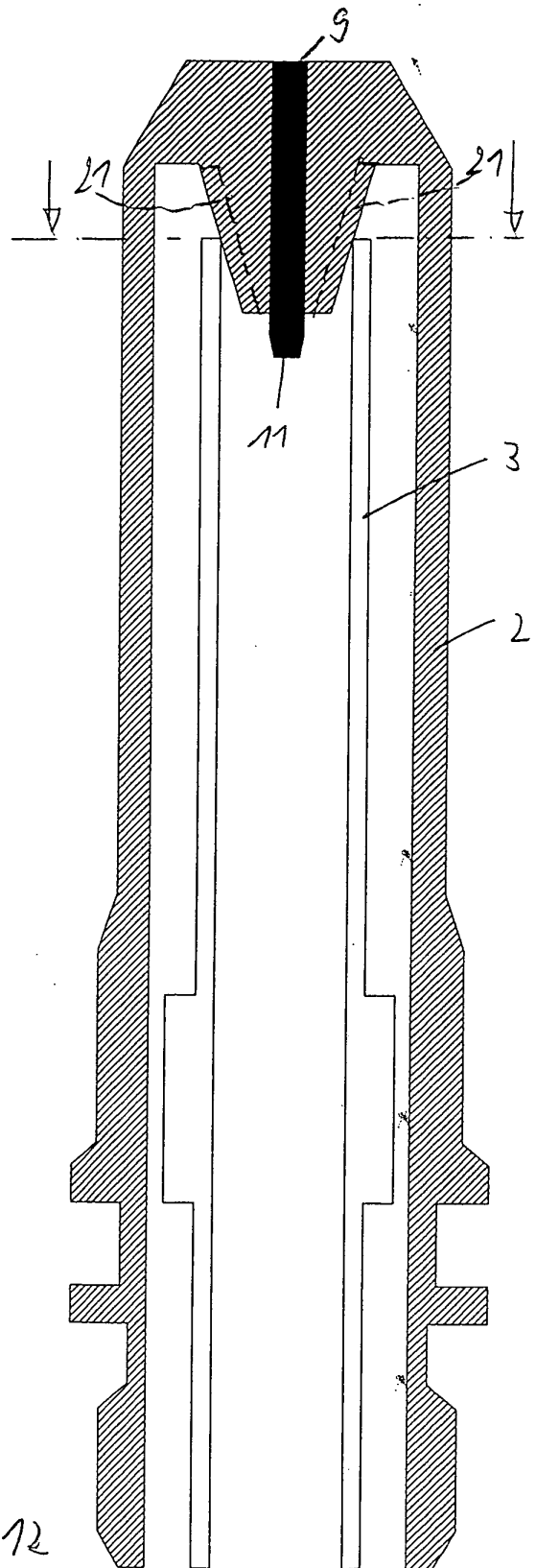


Fig. 12

H5230

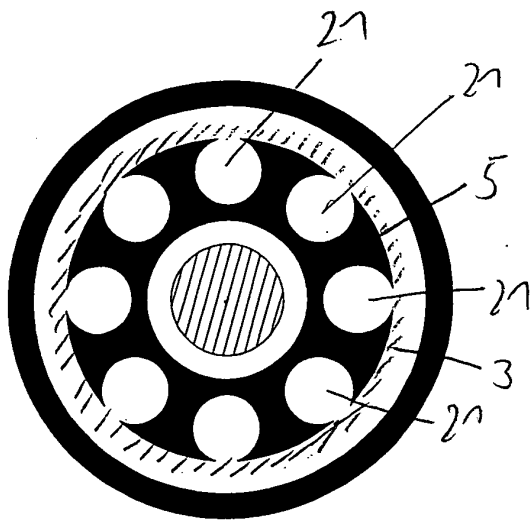


Fig. 15

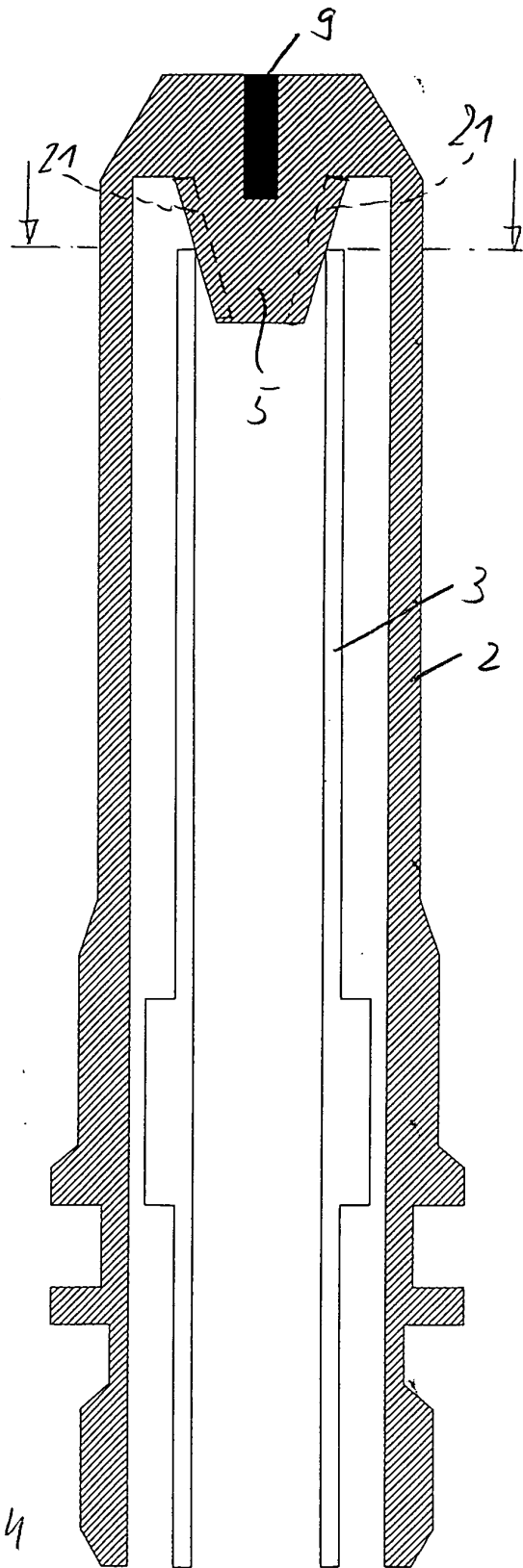


Fig. 14

#5230

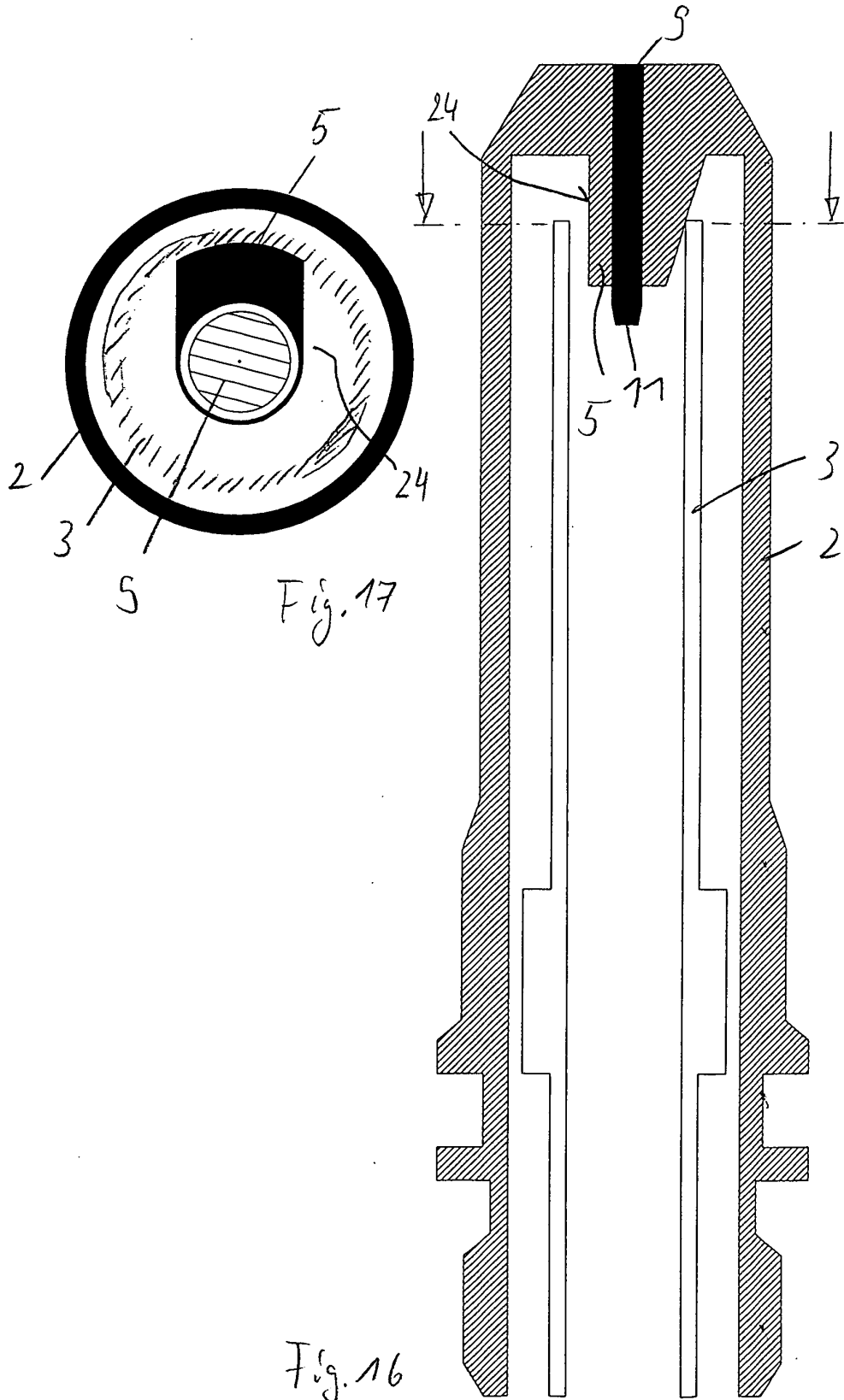
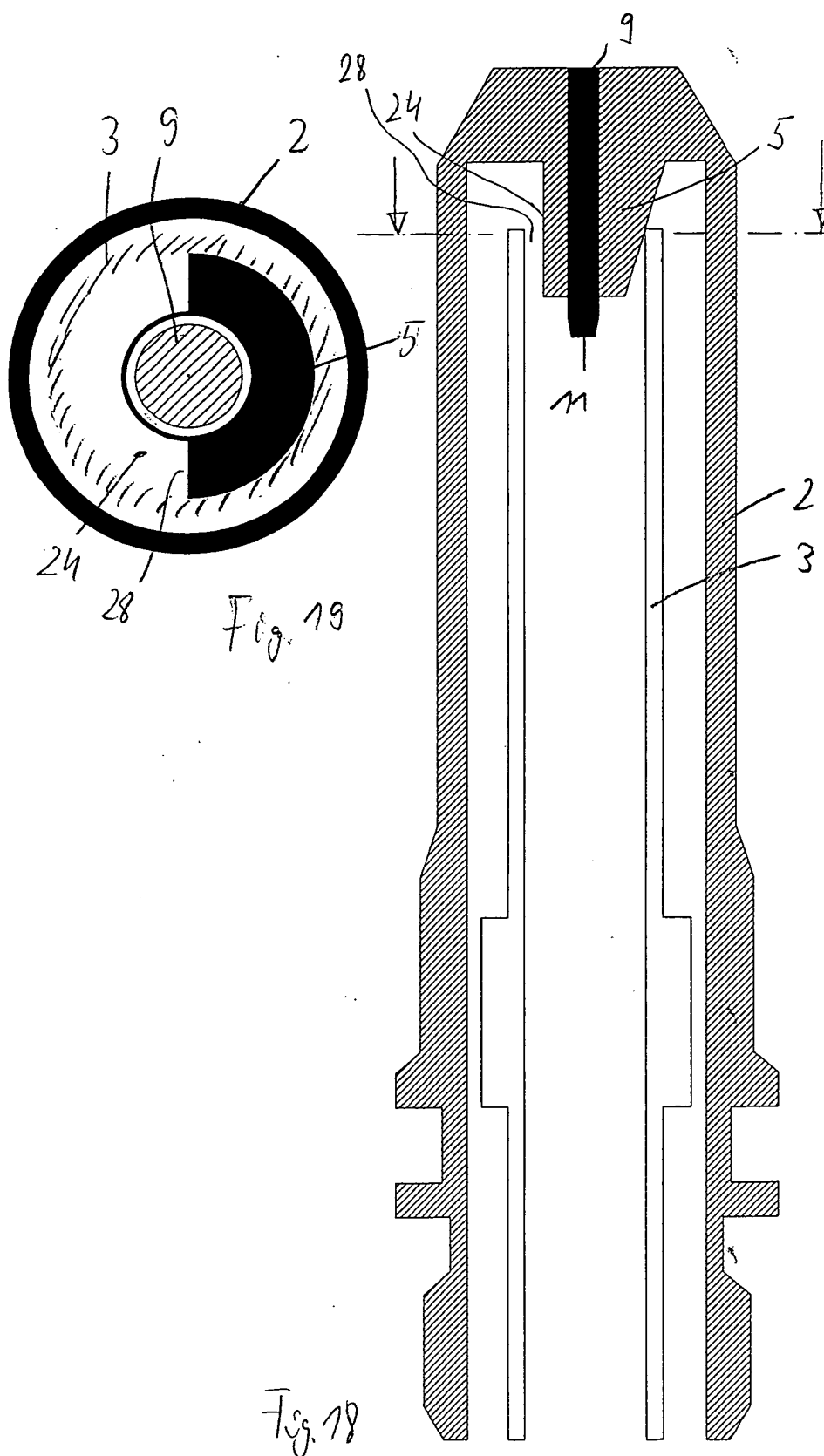


Fig. 16

Fig. 17

#5230



H5230

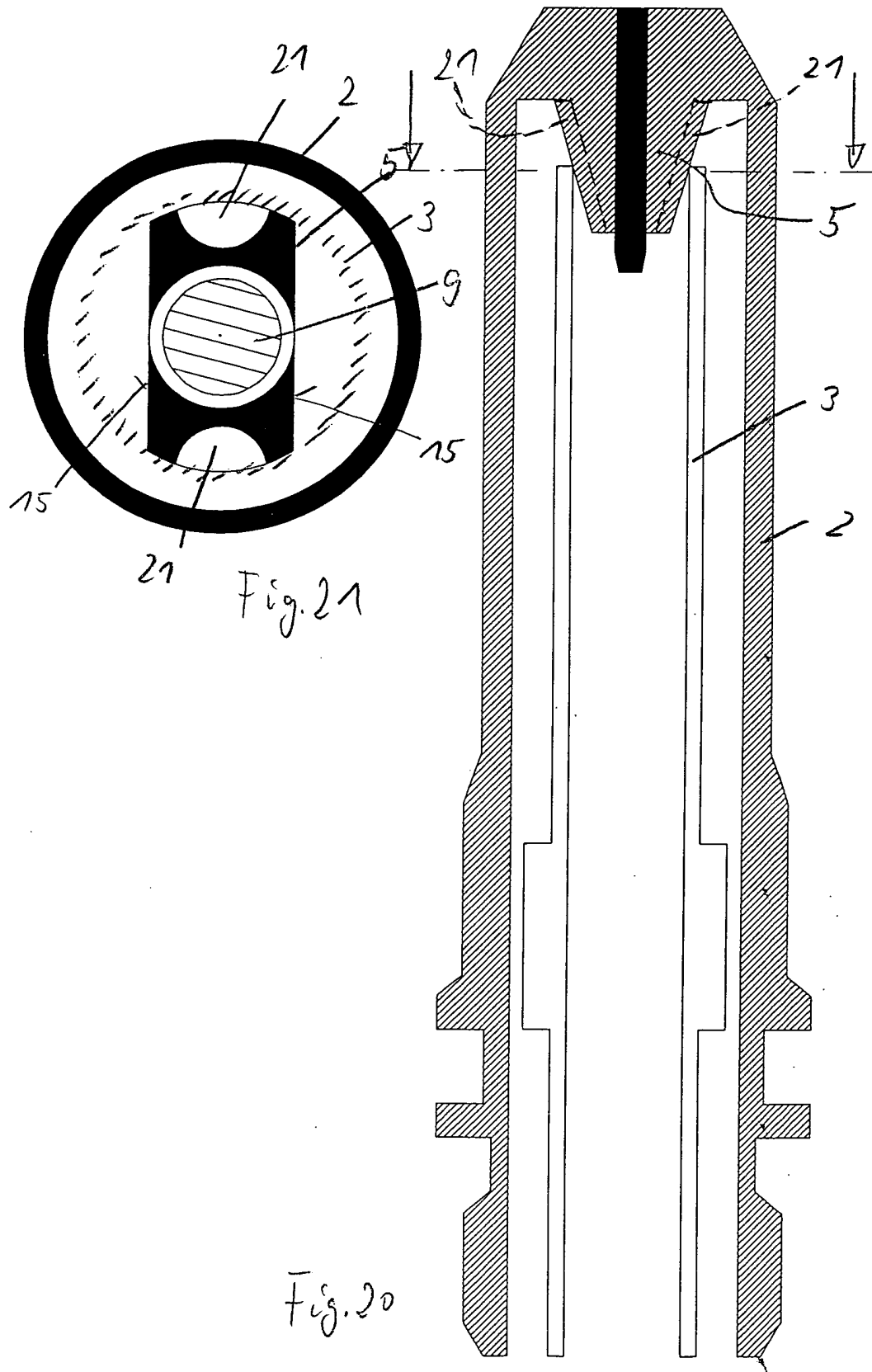
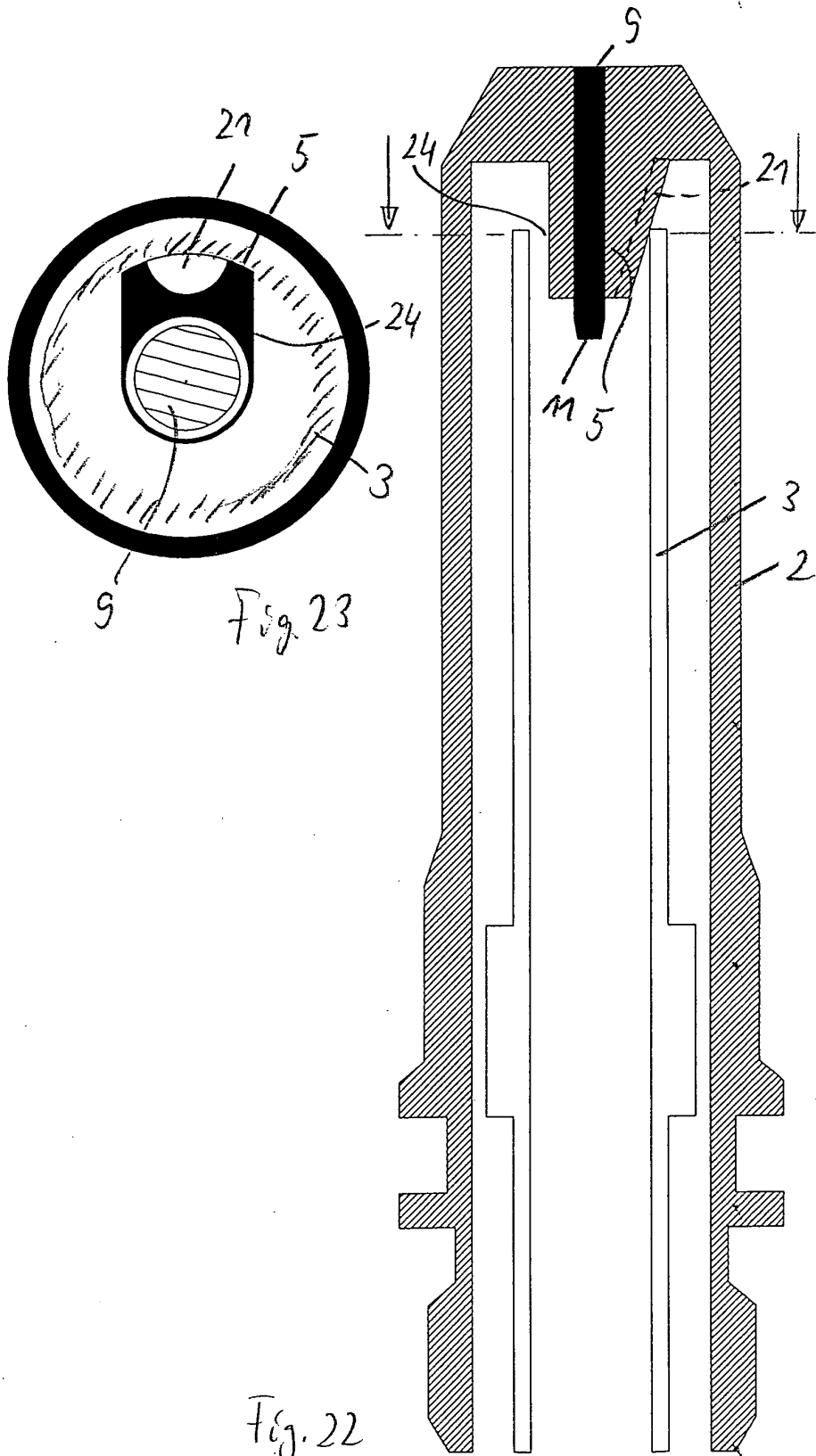


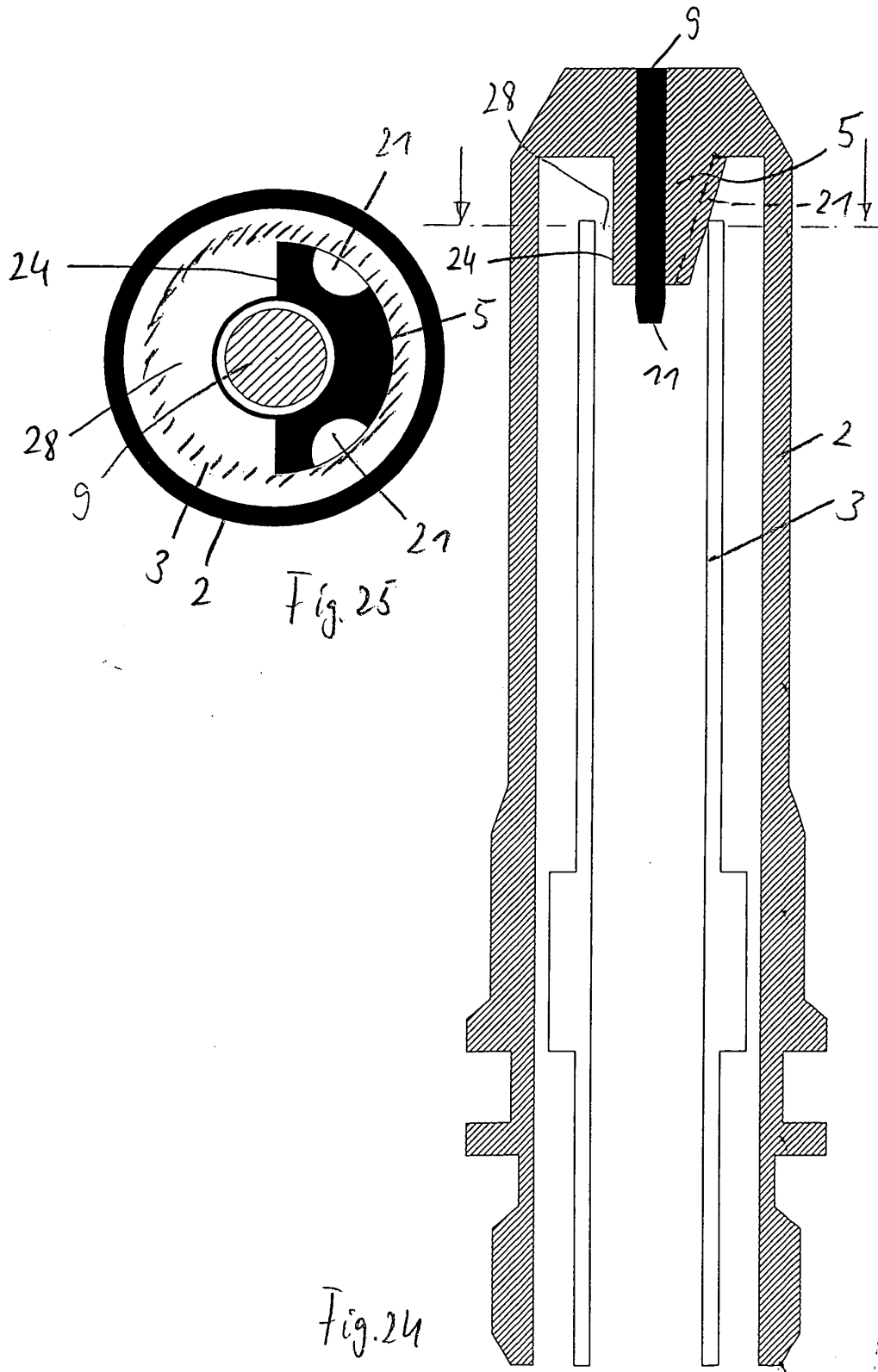
Fig. 20

Fig. 21

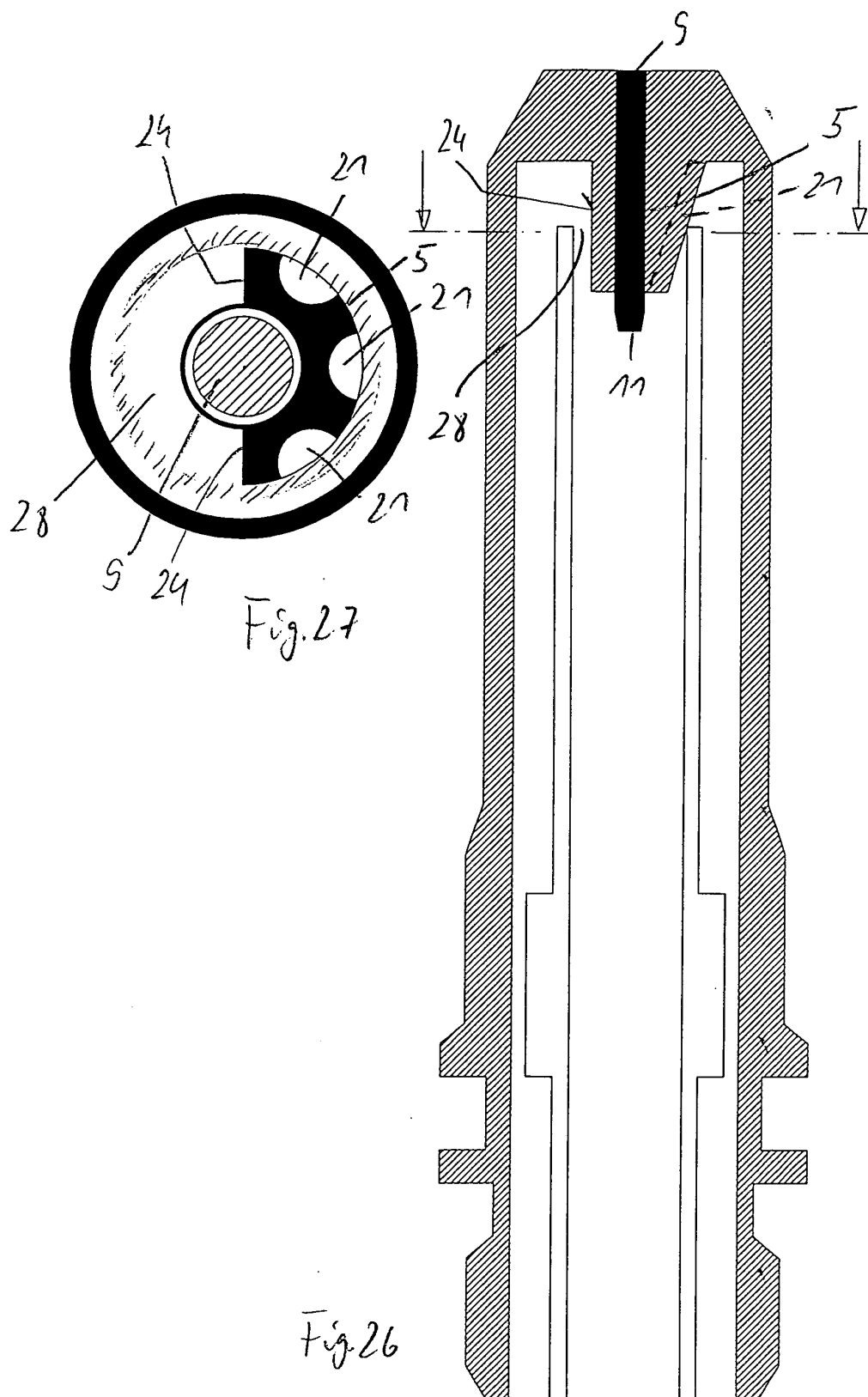
H5230



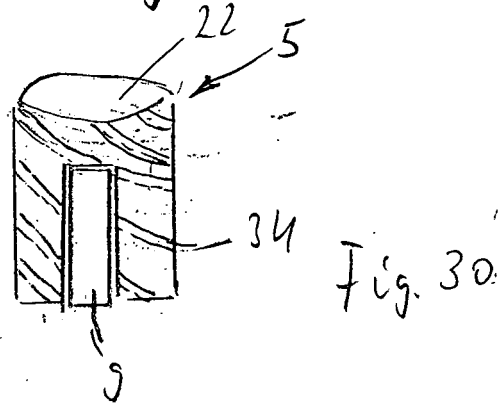
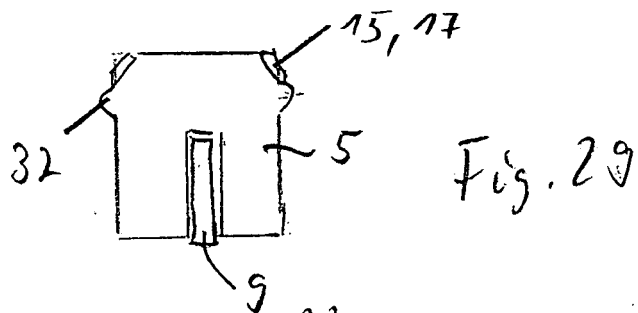
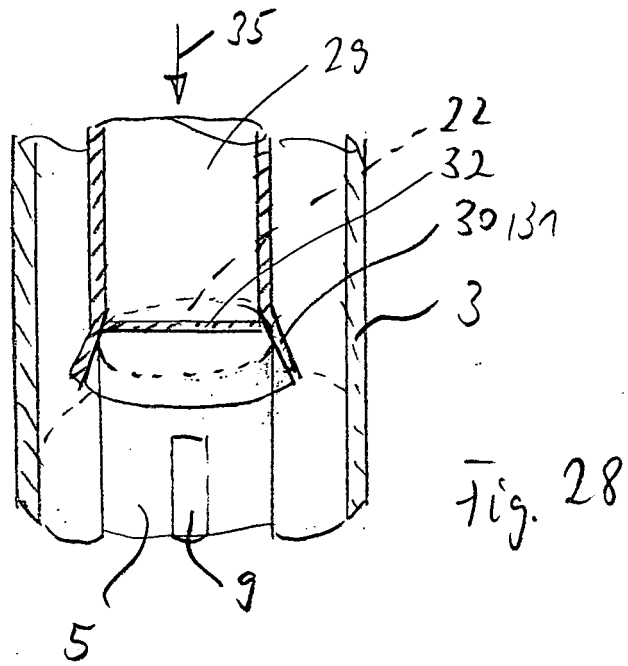
H5230



H5230



#5230



H5230

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

- WO 2009070362 A1 [0002]
- EP I933607 A1 [0005]
- DE 102009059108 A1 [0006]
- US 5416296 A [0006] [0011]
- US 20040200810 A1 [0007]
- US 20080093346 A1 [0008]
- US 20080116179 A1 [0009]
- WO 2012074591 A1 [0010]
- US 6362450 B1 [0012]