



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 175 702 B2

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
04.01.2017 Patentblatt 2017/01

(51) Int Cl.:
H05H 1/28 (2006.01) **H05H 1/34 (2006.01)**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
20.03.2013 Patentblatt 2013/12

(21) Anmeldenummer: **09011322.6**

(22) Anmeldetag: **03.09.2009**

(54) **Düse und Düsenkappe für einen flüssigkeitsgekühlten Plasmabrenner sowie
Plasmabrennerkopf mit derselben/denselben**

Nozzle for a fluid-cooled plasma torch, nozzle cap for same and plasma torch head with same
Buse pour une torche à plasma refroidie par liquide, coiffe de tuyère pour une torche à plasma et tête
de torche à plasma dotée de celle-ci

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.10.2008 DE 102008050770
26.01.2009 DE 102009006132**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.2010 Patentblatt 2010/15

(60) Teilanmeldung:
12006772.3 / 2 563 100

(73) Patentinhaber: **Kjellberg Finsterwalde Plasma und
Maschinen GmbH
03238 Finsterwalde (DE)**

(72) Erfinder:

- Krink, Volker
03238 Finsterwalde (DE)
- Laurisch, Frank
03238 Finsterwalde (DE)
- Grundke, Timo
03238 Finsterwalde (DE)

(74) Vertreter: **Manasse, Uwe
Boehmert & Boehmert
Anwaltspartnerschaft mbB
Patentanwälte Rechtsanwälte
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 524 887 EP-A1- 0 585 977
DE-A1- 2 651 185 DE-A1-102007 005 316
GB-A- 1 416 783 US-A1- 2008 210 669**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Düse für einen flüssigkeitsgekühlten Plasmabrenner, sowie einen Plasmabrennerkopf mit derselben.

[0002] Als Plasma wird ein thermisch hoch aufgeheiztes elektrisch leitfähiges Gas bezeichnet, das aus positiven und negativen Ionen, Elektronen sowie angeregten und neutralen Atomen und Molekülen besteht.

[0003] Als Plasmagas werden unterschiedliche Gase, zum Beispiel das einatomige Argon und/oder die zweiatomigen Gase Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff oder Luft eingesetzt. Diese Gase ionisieren und dissoziieren durch die Energie eines Lichtbogens.

[0004] Der Plasmastrahl kann in seinen Parametern durch die Gestaltung der Düse und Elektrode stark beeinflusst werden. Diese Parameter des Plasmastrahls sind zum Beispiel der Strahldurchmesser, die Temperatur, Energiedichte und die Strömungsgeschwindigkeit des Gases.

[0005] Beim Plasmaschneiden beispielsweise wird das Plasma durch eine Düse, die gas- oder wassergekühlt sein kann, eingeschnürt. Dadurch können Energiedichten bis $2 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$ erreicht werden. Im Plasmastrahl entstehen Temperaturen bis 30.000°C , die in Verbindung mit der hohen Strömungsgeschwindigkeit des Gases sehr hohe Schneidgeschwindigkeiten an Werkstoffen realisieren.

[0006] Plasmabrenner können direkt oder indirekt betrieben werden. Bei der direkten Betriebsweise fließt der Strom von der Stromquelle über die Elektrode des Plasmabrenners, den mittels Lichtbogen erzeugten und durch die Düse eingeschnürt Plasmastrahl direkt über das Werkstück zur Stromquelle zurück. Mit der direkten Betriebsweise können elektrisch leitfähige Materialien geschnitten werden.

[0007] Bei der indirekten Betriebsweise fließt der Strom von der Stromquelle über die Elektrode des Plasmabrenners, den mittels Lichtbogen erzeugten und durch die Düse eingeschnürt Plasmastrahl und die Düse zurück zur Stromquelle. Dabei wird die Düse noch stärker belastet als bei direktem Plasmaschneiden, da sie nicht nur den Plasmastrahl einschnürt, sondern auch den Ansatzpunkt des Lichtbogens realisiert. Mit der indirekten Betriebsweise können sowohl elektrisch leitende als auch nicht leitende Materialien geschnitten werden.

[0008] Wegen der hohen thermischen Belastung der Düse wird diese in der Regel aus einem metallischen Werkstoff, vorzugsweise wegen seiner hohen elektrischen Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit aus Kupfer, hergestellt. Gleicher gilt für den Elektrodenhalter, der aber auch aus Silber hergestellt sein kann. Die Düse wird dann in einem Plasmabrenner, dessen Hauptbestandteile ein Plasmabrennerkopf, eine Düsenkappe, ein Plasmagasführungsteil, eine Düse, eine Düsenhalterung, eine Elektrodenaufnahme, ein Elektrodenhalter mit Elektrodeneinsatz und bei modernen Plasmabrennern eine

Düsenschutzkappenhalterung und eine Düsenschutzkappe sind, eingesetzt. Der Elektrodenhalter fixiert einen spitzen Elektrodeneinsatz aus Wolfram, der für den Einsatz nicht oxidierender Gase als Plasmagas, zum Beispiel ein Argon-Wasserstoff-Gemisch geeignet ist. Eine sogenannte Flachelektrode, deren Elektrodeneinsatz beispielsweise aus Hafnium besteht, ist auch für den Einsatz oxidierender Gase als Plasmagas, zum Beispiel Luft oder Sauerstoff, geeignet. Um eine hohe Lebensdauer für die Düse zu erreichen, wird diese hier mit einer Flüssigkeit, zum Beispiel Wasser, gekühlt. Das Kühlmittel wird über einen Wasservorlauf zur Düse hin- und einen Wasserrücklauf von der Düse weggeführt und durchströmt dabei einen Kühlmittelraum, der durch die Düse und die Düsenkappe begrenzt wird.

[0009] In DD 36014 B1 ist eine Düse beschrieben. Diese besteht aus einem gut leitenden Werkstoff, zum Beispiel Kupfer, und hat eine dem jeweiligen Plasmabrennertyp zugeordnete geometrische Form, zum Beispiel einen konisch ausgebildeten Entladungsraum mit einem zylindrischen Düsenausgang. Die äußere Form der Düse ist als Konus ausgebildet, wobei eine annähernd gleiche Wanddicke erzielt wird, die so bemessen ist, dass eine gute Stabilität der Düse und eine gute Wärmeleitung zum Kühlmittel gewährleistet ist. Die Düse sitzt in einem Düsenhalter. Der Düsenhalter besteht aus korrosionsfestem Material, zum Beispiel Messing, und hat innen eine Zentrieraufnahme für die Düse sowie eine Nut für einen Dichtungsgummi, der den Entladungsraum gegen das Kühlmittel abdichtet. Weiterhin befinden sich im Düsenhalter um 180° versetzte Bohrungen für den Kühlmittelzu- und -rücklauf. Auf dem äußeren Durchmesser des Düsenhalters befinden sich eine Nut für einen Rundgummi zur Abdichtung des Kühlmittelraums gegenüber der Atmosphäre sowie ein Gewinde und eine Zentrieraufnahme für eine Düsenkappe. Die Düsenkappe, ebenfalls aus korrosionsfestem Material, zum Beispiel Messing, ist spitzwinklig ausgebildet und hat eine zur Ableitung von Strahlungswärme an das Kühlmittel zweckmäßig bemessene Wandstärke. Der kleinste innere Durchmesser ist mit einem Rundring versehen. Als Kühlmittel wird am einfachsten Wasser verwendet. Diese Anordnung soll eine einfache Herstellung der Düsen bei sparsamem Materialeinsatz und ein schnelles Auswechseln dieser sowie durch die spitzwinklige Bauform ein Schwenken des Plasmabrenners gegenüber dem Werkstück und damit Schrägschnitte ermöglichen.

[0010] In DE-OS 1 565 638 wird ein Plasmabrenner, vorzugsweise zum Plasmaschmelzschniden von Werkstoffen und zur Schweißkantenvorbereitung, beschrieben. Die schlanke Form des Brennerkopfes wird durch die Verwendung einer besonders spitzwinkligen Schneiddüse erreicht, deren innerer und äußerer Winkel untereinander gleich und auch gleich dem inneren und äußeren Winkel der Düsenkappe sind. Zwischen der Düsenkappe und der Schneiddüse wird ein Kühlmittelraum gebildet, in dem die Düsenkappe mit einem Bund versehen ist, welcher mit der Schneiddüse metallisch dichtet,

so dass dadurch ein gleichmäßiger Ringspalt als Kühlmittelraum entsteht. Die Zu- und Abführung des Kühlmittels, im allgemeinen Wasser, erfolgt durch zwei um 180° gegeneinander versetzt angeordnete Schlitze im Düsenhalter.

[0011] In DE 25 25 939 wird ein Plasmalichtbogenbrenner, insbesondere zum Schneiden oder Schweißen, beschrieben, bei dem der Elektrodenhalter und der Düsenkörper eine austauschbare Baueinheit bilden. Die äußere Kühlmittelzuführung wird im wesentlichen durch eine den Düsenkörper umfassende Überwurfkappe gebildet. Das Kühlmittel strömt über Kanäle in einen Rinnraum, welcher durch den Düsenkörper und die Überwurfkappe gebildet wird.

[0012] DE 692 33 071 T2 betrifft eine Lichtbogen-Plasmuschneidvorrichtung. Es wird darin eine Ausführungsform einer Düse für einen Plasmalichtbogen-Schneidbrenner beschrieben, die aus einem leitenden Material gebildet ist und eine Austrittsöffnung für einen Plasmagasstrahl und einen hohlen Körperabschnitt, der so ausgebildet ist, dass er eine im allgemeinen konische dünnwandige Konfiguration hat, die in Richtung auf die Austrittsöffnung geneigt ist und einen vergrößerten Kopfabschnitt aufweist, der einstückig mit dem Körperabschnitt ausgebildet ist, wobei der Kopfabschnitt massiv mit Ausnahme eines zentralen Kanals ist, der mit der Austrittsöffnung fluchtet und eine im allgemeinen konische Außenfläche aufweist, die auch in Richtung auf die Austrittsöffnung geneigt ist und einen Durchmesser angrenzend an den des benachbarten Körperabschnitts besitzt, der den Durchmesser des Körperabschnitts übersteigt, um eine zurückgeschnittene Aussparung zu bilden. Die Lichtbogen-Plasmuschneidvorrichtung besitzt eine Sekundärgaskappe. Weiterhin ist zwischen der Düse und der Sekundärgaskappe eine wassergekühlte Kappe angeordnet, um eine wassergekühlte Kammer für die äußere Fläche der Düse für ein hochwirksames Kühlen zu bilden. Die Düse ist durch einen großen Kopf, der eine Austrittsöffnung für den Plasmastrahl umgibt, und einen scharfen Hinterschnitt oder eine Aussparung zu einem konischen Körper gekennzeichnet. Diese Düsenkonstruktion begünstigt das Kühlen der Düse.

[0013] Bei den vorangehend beschriebenen Plasmabrennern wird das Kühlmittel über einen Wasservorlaufkanal zur Düse hin- und über einen Wasserrücklaufkanal von der Düse weggeführt. Diese Kanäle sind meist um 180° zueinander versetzt und das Kühlmittel soll auf dem Weg vom Vor- zum Rücklauf die Düse möglichst gleichmäßig umspülen. Dennoch werden immer wieder Überhitzungen in der Nähe des Düsenkanals festgestellt.

[0014] Eine andere Kühlmittelführung für einen Brenner, vorzugsweise Plasmabrenner, insbesondere für Plasmuschweiß-, Plasmuschneid-, Plasmeschmelz- und Plasmabrennzwecke, die hohen thermischen Beanspruchungen der Düse und der Katode standhält, ist in DD 83890 B1 beschrieben. Hier ist für die Kühlung der Düse ein in das Düsenhalte teil leicht einsetzbarer und herausnehmbarer Kühlmedienleitring angeordnet, der zur Be-

grenzung der Kühlmedienführung auf eine dünne Schicht von maximal 3 mm Dicke entlang der äußeren Düsenwand eine umlaufende Formnut aufweist, in die mehr als eine, vorzugsweise zwei bis vier, und sternförmig zu dieser radial und symmetrisch zur Düsenachse und sternförmig zu dieser mit einem Winkel zwischen 0 und 90° angebrachte Kühlleitungen so einmünden, dass sie von je zwei Kühlmedienabflüssen und jeder Kühlmedienabfluss von zwei Kühlmedienzuflüssen benachbart ist.

[0015] Diese Anordnung hat wiederum den Nachteil, dass ein höherer Aufwand für die Kühlung durch die Verwendung eines zusätzlichen Bauteils, den Kühlmedienleitring, notwendig ist. Außerdem vergrößert sich dadurch die gesamte Anordnung.

[0016] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, auf einfache Weise eine Überhitzung in der Nähe des Düsenkanals bzw. der Düsenbohrung zu vermeiden.

[0017] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Plasmabrennerkopf gemäß Anspruch 13.

[0018] Weiterhin liefert die vorliegende Erfindung eine Düse gemäß Anspruch. Mit im wesentlichen zylindrisch soll gemeint sein, dass die Außenfläche zumindest bei Wegdenken der Nuten, wie Flüssigkeitszulauf- und -rücklaufnuten, im Großen und Ganzen zylindrisch ist. In analoger Weise soll "im wesentlichen kegelig verjüngt" bedeuten, dass die Außenfläche zumindest bei Wegdenken der Nuten, wie Flüssigkeitszulauf- und -rücklaufnuten, im Großen und Ganzen kegelig verjüngt ist.

[0019] Gemäß einer besonderen Ausführungsform des Plasmabrennerkopfes weist die Düse ein oder zwei Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) auf, und weist die Düsenkappe auf ihrer Innenfläche mindestens zwei, insbesondere genau drei, Ausnehmungen, deren zur Düse gewandten Öffnungen sich jeweils über eine Bogenlänge (b_2) erstrecken, auf, wobei die Bogenlänge der in Umfangsrichtung an die Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) angrenzenden, gegenüber der bzw. den Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) nach außen hervorstehenden Bereiche der Düse jeweils größer als die Bogenlänge (d_4, e_4) ist. Auf diese Weise wird ein Nebenschluss vom Kühlmittelzulauf zum Kühlmittelrücklauf besonders elegant vermieden.

[0020] Weiterhin kann bei dem Plasmabrennerkopf vorgesehen sein, dass sich die beiden Bohrungen jeweils im wesentlichen parallel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes erstrecken. Dadurch wird erreicht, dass Kühlflüssigkeitsleitungen platzsparend an den Plasmabrennerkopf angeschlossen werden können.

[0021] Insbesondere können die Bohrungen für die Kühlflüssigkeitszulauf an den Kühlflüssigkeitsrücklauf um 180° versetzt angeordnet sein.

[0022] Vorteilhafterweise ist das Bogenmaß des Abschnitts zwischen den Ausnehmungen der Düsenkappe maximal halb so groß wie das minimale Bogenmaß der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut oder das minimale Bogenmaß der Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) der Düse.

[0023] Günstigerweise kann sich bei der Düse die Flüssigkeitsrücklaufnut(en) auch über einen Teil des ers-

ten Abschnitts in der Außenfläche der Düse erstrecken.

[0024] In einer besonderen Ausführungsform der Düse sind im Fall a) mindestens zwei Flüssigkeitszulaufnuten und im Fall b) mindestens zwei Flüssigkeitsrücklaufnuten vorgesehen.

[0025] Vorteilhafterweise sind der Mittelpunkt der Flüssigkeitszulaufnut und der Mittelpunkt der Flüssigkeitsrücklaufnut um 180° versetzt zueinander über den Umfang der Düse angeordnet. Mit anderen Worten liegen die Flüssigkeitszulaufnut und die Flüssigkeitsrücklaufnut einander gegenüber.

[0026] Vorteilhafterweise liegt im Fall a) die Breite der Flüssigkeitsrücklaufnut und im Fall b) die Breite der Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung im Bereich von 90° bis 270°. Durch eine derartige besonders breite Flüssigkeitsrück- bzw. -zulaufnut lässt sich eine besonders gute Kühlung der Düse erreichen.

[0027] Es kann vorgesehen sein, dass sich im Fall a) die Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über den gesamten Umfang erstreckt.

[0028] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass sich im Fall a) die Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über einen Winkel von 60° bis 300° und im Fall b) die Flüssigkeitsrücklaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über einen Winkel im Bereich von 60° bis 300° erstreckt.

[0029] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass sich im Fall a) diese Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über einen Winkel im Bereich von 90° bis 270° und im Fall b) die Flüssigkeitsrücklaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über einen Winkel im Bereich von 90° bis 270° erstreckt.

[0030] Bei einer weiteren Ausführungsform der Düse sind im Fall a) genau zwei Flüssigkeitszulaufnuten und im Fall b) genau zwei Flüssigkeitsrücklaufnuten vorgesehen.

[0031] Insbesondere können im Fall a) die beiden Flüssigkeitszulaufnuten über den Umfang der Düse symmetrisch zu einer Geraden angeordnet sein, die sich vom Mittelpunkt der Flüssigkeitsrücklaufnut im rechten Winkel durch die Längsachse der Düse erstreckt und im Fall b) die beiden Flüssigkeitsrücklaufnuten über den Umfang der Düse symmetrisch zu einer Geraden angeordnet sind, die sich vom Mittelpunkt der Flüssigkeitszulaufnut im rechten Winkel durch die Längsachse der Düse erstreckt.

[0032] Vorteilhafterweise sind im Fall a) die Mittelpunkte der beiden Flüssigkeitszulaufnuten und im Fall b) die Mittelpunkte der beiden Flüssigkeitsrücklaufnuten um einen Winkel versetzt zueinander über den Umfang der Düse angeordnet, der im Bereich von 30° bis 180° liegt.

[0033] Vorteilhafterweise liegt im Fall a) die Breite der Flüssigkeitsrücklaufnut und im Fall b) die Breite der Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung im Bereich von 120° bis 270°.

[0034] Zweckmäßigerweise geht die Flüssigkeitszulaufnut im Fall a) über eine der oder beide Flüssigkeitszulaufnuten und im Fall b) die Flüssigkeitsrücklaufnut über eine der oder beide Flüssigkeitsrücklaufnuten hinaus.

[0035] Es kann vorgesehen sein, dass sich im Fall a) die Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über den gesamten Umfang erstreckt.

[0036] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass sich die Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über einen Winkel im Bereich von 60° bis 300° erstreckt.

[0037] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass sich die Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts der Düse über einen Winkel im Bereich von 90° bis 270° erstreckt.

[0038] In einer besonderen Ausführungsform des Plasmabrennerkopfes könne sich die beiden Bohrungen jeweils im wesentlichen parallel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes erstrecken.

[0039] Vorteilhafterweise sind die Bohrungen für den Kühlflüssigkeitszulauf und den Kühlflüssigkeitsrücklauf um 180° versetzt angeordnet.

[0040] Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass durch Zuführen und/oder Abführen der Kühlflüssigkeit im rechten Winkel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes statt - wie im Stand der Technik - parallel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes, eine bessere Kühlung der Düse durch deutlich längeren Kontakt der Kühlflüssigkeit mit der Düse erzielt wird.

[0041] Wenn mehr als eine Kühlflüssigkeitszulaufnut vorgesehen sind, so lässt sich damit im Bereich der Düsen spitze eine besonders gute Verwirbelung der Kühlflüssigkeit durch das Aufeinandertreffen der Kühlflüssigkeitsströme erzielen, die üblicherweise auch mit einer besseren Kühlung der Düse einhergeht.

[0042] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und der nachstehenden Beschreibung, in der mehrere Ausführungsbeispiele anhand der schematischen Zeichnungen im einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Längsschnittansicht durch einen Plasmabrennerkopf mit Plasma- und Sekundär gaszuführung mit einer Düse und einer Düsenkappe, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört;

Fig. 1a eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A von Fig. 1;

Fig. 1b eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B von Fig. 1;

Fig. 2 Einzeldarstellungen (links oben: Draufsicht von vorne; rechts oben: Längsschnittansicht; rechts unten: Seitenansicht) der Düse von

Fig. 1;		A von Fig. 9;
Fig. 3 eine Längsschnittansicht durch einen Plasmabrennerkopf mit Plasma- und Sekundär-gaszuführung mit einer Düse und einer Düsenkappe, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört;	5	Fig. 9b eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B von Fig. 9;
Fig. 3a eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A von Fig. 3;	10	Fig. 10 Einzeldarstellungen (links oben: Draufsicht von vorne; rechts oben: Längsschnittansicht; rechts unten: Seitenansicht) der Düse von Fig. 9;
Fig. 3b eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B von Fig. 3		
Fig. 4 Einzeldarstellungen (links oben: Draufsicht von vorne; rechts oben: Längsschnittansicht; rechts unten: Seitenansicht) der Düse von Fig. 3;	15	Fig. 11 eine Längsschnittansicht durch einen Plasmabrennerkopf mit Plasma- und Sekundär-gaszuführung mit einer Düse gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
Fig. 5 eine Längsschnittansicht durch einen Plasmabrennerkopf mit Plasma- und Sekundär-gaszuführung mit einer Düse und einer Düsenkappe gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung	20	Fig. 11a eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A von Fig. 11;
Fig. 5a eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A von Fig. 5;	25	Fig. 11b eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B von Fig. 11;
Fig. 5b eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B von Fig. 5;	30	Fig. 12 Einzeldarstellungen (links oben: Draufsicht von vorne; rechts oben: Längsschnittansicht; rechts unten: Seitenansicht) der Düse von Fig. 11;
Fig. 6 Einzeldarstellungen (links oben: Draufsicht von vorne; rechts oben: Längsschnittansicht; rechts unten: Seitenansicht) der Düse von Fig. 5;	35	Fig. 13 Einzeldarstellungen (links oben: Draufsicht von vorne; rechts oben: Längsschnittansicht; rechts unten: Seitenansicht) Düse gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung;
Fig. 7 eine Längsschnittansicht durch einen Plasmabrennerkopf mit Plasma- und Sekundär-gaszuführung mit einer Düse, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört;		Fig. 14 Einzeldarstellungen (links: Längsschnittansicht; rechts: Draufsicht von vorne) der Düsenkappe von Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 5 sowie Fig. 11;
Fig. 7a eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A von Fig. 7;	40	Fig. 15 Einzeldarstellungen (links: Längsschnittansicht; rechts: Draufsicht von vorne) einer Düsenkappe gemäß einer besonderen Ausführungsform, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört;
Fig. 7b eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B von Fig. 7;	45	Fig. 16 Einzeldarstellungen (links: Längsschnittansicht; rechts: Draufsicht von vorne) einer Düsenkappe gemäß einer weiteren speziellen Ausführungsform, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört;
Fig. 8 Einzeldarstellungen (links oben: Draufsicht von vorne; rechts oben: Längsschnittansicht; rechts unten: Seitenansicht) der Düse von Fig. 7;	50	[0043] In der nachfolgenden Beschreibung werden Ausführungsformen gezeigt, die mindestens eine Flüssigkeitslaufnut, hier als Kühlflüssigkeitszulaufnut bezeichnet und genau eine Flüssigkeitsrücklaufnut, hier als Kühlflüssigkeitsrücklaufnut bezeichnet, aufweisen. Die Erfindung ist darauf jedoch nicht beschränkt. Genauso gut können die Anzahl an Flüssigkeitszulaufnuten und Flüssigkeitsrücklaufnuten vertauscht werden bzw. umge-
Fig. 9 eine Längsschnittansicht durch einen Plasmabrennerkopf mit Plasma- und Sekundär-gaszuführung mit einer Düse, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört;	55	
Fig. 9a eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-		

kehrt sein.

[0044] Der in den Figur 1 gezeigte Plasmabrennerkopf 1 nimmt mit einer Elektrodenaufnahme 6 eine Elektrode 7 im vorliegenden Fall über ein Gewinde (nicht dargestellt) auf. Die Elektrode ist als Flachelektrode ausgebildet. Für den Plasmabrenner kann zum Beispiel Luft oder Sauerstoff als Plasmagas (PG) verwendet werden. Eine Düse 4 wird von einer im Wesentlichen zylindrischen Düsenhalterung 5 aufgenommen. Eine Düsenkappe 2, die über ein Gewinde (nicht dargestellt) am Plasmabrennerkopf 1 befestigt ist, fixiert die Düse 4 und bildet mit dieser einen Kühlflüssigkeitsraum 10. Der Kühlflüssigkeitsraum 10 wird durch eine mit einem Rundring 4.16 realisierte Dichtung, der sich in einer Nut 4.15 der Düse 4 befindet, zwischen der Düse 4 und der Düsenkappe 2 abgedichtet.

[0045] Ein Kühlflüssigkeit, z. B. Wasser oder mit Gefrierschutzmittel versetztes Wasser durchströmt den Kühlflüssigkeitsraum 10 von einer Bohrung des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV zu einer Bohrung des Kühlflüssigkeitsrücklaufs WR, wobei die Bohrungen um 180° zueinander versetzt angeordnet sind.

[0046] Bei Plasmabrennern im Stand der Technik kommt es immer wieder zur Überhitzung der Düse 4 im Bereich der Düsenbohrung 4.10. Es kann aber auch zu Überhitzungen zwischen dem zylindrischen Abschnitt der Düse 4 und der Düsenhalterung 5 kommen. Dies trifft insbesondere auf Plasmabrenner, die mit hohem Pilotstrom oder indirekt betrieben werden, zu. Dies zeigt sich durch Verfärbung des Kupfers nach kurzer Betriebszeit. Hier treten schon bei Strömen von 40A Verfärbungen nach kurzer Zeit (z.B. 5 Minuten) auf. Ebenso wird die Dichtstelle zwischen Düse 4 und Düsenkappe 2 überlassen, was zur Beschädigung des Rundrings 4.16 und damit zur Undichtigkeit und Kühlflüssigkeitsaustritt führt. Untersuchungen haben ergeben, dass dieser Effekt besonders auf der dem Kühlflüssigkeitsrücklauf zugewandten Seite der Düse 4 auftritt. Es wird angenommen, dass der thermisch am höchsten beanspruchte Bereich, die Düsenbohrung 4.10 der Düse 4 unzureichend gekühlt wird, weil die Kühlflüssigkeit den der Düsenbohrung am nächsten liegenden Teil 10.20 des Kühlflüssigkeitsraumes 10 unzureichend durchströmt und/oder diesen insbesondere auf der dem Kühlflüssigkeitsrücklauf zugewandten Seite gar nicht erreicht.

[0047] Im vorliegenden Plasmabrenner nach Figur 1 wird die Kühlflüssigkeit nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes 1 von der Düsenhalterung 5 auf die Düse 4 treffend in den Kühlflüssigkeitsraum 10 geleitet. Dazu wird in einem Umlenkraum 10.10 des Kühlflüssigkeitsraums 10 die Kühlflüssigkeit von der zur Längsachse parallelen Richtung in der Bohrung des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV des Plasmabrenners in Richtung erster Düsenabschnitt 4.1 (s. Fig. 2) nahezu senkrecht zur Längsachse der Plasmabrennerkopfes 1 umgelenkt. Danach strömt die Kühlflüssigkeit durch den von einer Kühlflüssigkeitsvorlaufnut 4.20 (s. Fig. 1a, 1b und 2) der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.11 in den die Düsenbohrung 4.10 umgebenden

Bereich 10.20 des Kühlflüssigkeitsraums 10 und umströmt die Düse 4 dort. Dann strömt die Kühlflüssigkeit durch einen von einer Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.15 zurück zum Kühlflüssigkeitsrücklauf WR, wobei der Übergang hier im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes erfolgt.

[0048] Weiterhin ist der Plasmabrennerkopf 1 mit einer Düsenenschutzkappenhalterung 8 und einer Düsenenschutzkappe 9 ausgestattet. Durch diesen Bereich strömt das Sekundärgas SG, in den Plasmastrahl umgibt. Das Sekundärgas SG durchströmt eine Sekundärgasführung 9.1 und kann durch diese in Rotation versetzt werden.

[0049] Fig. 1a zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A des Plasmabrenners aus Figur 1. Diese zeigt, wie der durch die Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeter Raum 10.11 durch Abschnitte 4.41 und 4.42 von hervorstehenden Bereichen 4.31 und 4.32 der Düse 4 in Kombination mit den Innenfläche 2.5 der Düsenkappe 2 einen Nebenschluss zwischen dem Kühlflüssigkeitsvorlauf und Kühlflüssigkeitsrücklauf verhindern. Damit in jeder Stellung der Düse 4 zur Düsenkappe 2 zueinander der Nebenschluss der Kühlflüssigkeit verhindert wird, müssen die Bogenmaße d4 und e4 der Abschnitte 4.41 und 4.42 der hervorstehenden Bereiche 4.31 und 4.32 der Düse 4 mindestens genauso groß sein wie das Bogenmaß b2 zur Düse gewandter Ausnehmungen 2.6 der Düsenkappe 2 (s. Fig. 14 bis 16).

[0050] So wird eine wirksame Kühlung der Düse 4 im Bereich der Düsen spitze erreicht und eine thermische Überlastung verhindert. Es wird sichergestellt, dass möglichst viel Kühlflüssigkeit den Raum 10.20 des Kühlmittelraums 10 erreicht. Es kam bei Versuchen zu keiner Verfärbung der Düse im Bereich der Düsenbohrung 4.10 mehr. Auch traten Undichtigkeiten zwischen der Düse 4 und der Düsenkappe 2 nicht mehr auf und der Rundring 4.16 wurde nicht überhitzt.

[0051] Figur 1b beinhaltet eine Schnittdarstellung entlang der Linie B des Plasmabrennerkopfes aus Figur 1, die die Ebene des Umlenkraums 10.10 zeigt.

[0052] Fig. 2 zeigt die Düse 4 des Plasmabrennerkopfes aus Figur 1. Sie verfügt über eine Düsenbohrung 4.10 für den Austritt eines Plasmagasstrahls an einer Düsen spitze 4.11, einen ersten Abschnitt 4.1, dessen Außenfläche 4.4 im wesentlichen zylindrisch ist, und einen sich daran zur Düsen spitze 4.11 anschließenden zweiten Abschnitt 4.2, dessen Außenfläche 4.5 sich zur Düsen spitze 4.11 hin im wesentlichen kegelförmig verjüngt. Die Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 erstreckt sich über einen Teil des ersten Abschnitts 4.1 und über den zweiten Abschnitt 4.2 in der Außenfläche 4.5 der Düse 4 zur Düsen spitze 4.11 hin und endet vor der zylindrischen Außenfläche 4.3. Die Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 erstreckt sich über den zweiten Abschnitt 4.2 der Düse 4. Der Mittelpunkt der Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 und der Mittelpunkt der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut (4.22) sind um 180° versetzt zueinander über den Umfang der Düse (4) an-

geordnet. Die Breite alpha 4 der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 in Umfangsrichtung beträgt ca. 250°. Zwischen der Kühlflüssigkeitsvorlaufnut 4.20 und der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 befinden sich die nach außen hervorstehenden Bereichen 4.31 und 4.32 mit den dazu gehörigen Abschnitten 4.41 und 4.42.

[0053] Figur 3 zeigt einen Plasmabrenner ähnlich Figur 1. Die Düse 4 verfügt über zwei Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21. Auch hier wird die Kühlflüssigkeit nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes 1 von der Düsenhalterung 5 auf die Düse 4 treffend in den Kühlflüssigkeitsraum 10 geleitet. Dazu wird im Umlenkraum 10.10 des Kühlflüssigkeitsraums 10 die Kühlflüssigkeit von der zur Längsachse parallelen Richtung in der Bohrung des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV des Plasmabrenners in Richtung erster Düsenabschnitt 4.1 nahezu senkrecht zur Längsachse der Plasmabrennerkopfes 1 umgelenkt. Dann strömt die Kühlflüssigkeit durch eine Nut 5.1 der Düsenhalterung 5 in die beiden durch die von den Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 zum die Düsenbohrung 4.10 umgebenden Bereich 10.20 des Kühlflüssigkeitsraums 10 und umströmt die Düse 4 dort. Danach strömt die Kühlflüssigkeit durch den von der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.15 zum Kühlflüssigkeitsrücklauf WR zurück, wobei der Übergang hier im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes erfolgt.

[0054] Fig. 3a beinhaltet eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A des Plasmabrenners aus Figur 3 und zeigt, wie die durch die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 durch die Abschnitte 4.41 und 4.42 der hervorstehenden Bereiche 4.31 und 4.32 der Düse 4 in Kombination mit den Innenfläche 2.5 der Düsenkappe 2 einen Nebenschluss zwischen dem Kühlflüssigkeitsvorlauf und Kühlflüssigkeitsrücklauf verhindern. Gleichzeitig wird ein Nebenschluss zwischen den Räumen 10.11 und 10.12 durch den Abschnitt 4.43 des hervorstehenden Bereichs 4.33 verhindert. Damit in jeder Stellung der Düse 4 zur Düsenkappe 2 zueinander der Nebenschluss der Kühlflüssigkeit verhindert wird, müssen die Bogenmaße d4 und e4 der Abschnitte 4.41 und 4.42 der Düse 4 mindestens genauso groß sein wie das Bogenmaß b2 zur Düse gewandter Ausnehmungen 2.6 der Düsenkappe 2 (s. Fig. 14 bis 16).

[0055] Figur 3b ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B des Plasmabrenners aus Figur 3, die die Ebene des Umlenkraums 10.10 und die Verbindung mit beiden Kühlflüssigkeitszuläufen 4.20 und 4.21 durch die Nut 5.1 in der Düsenhalterung 5 zeigt.

[0056] Fig. 4 zeigt die Düse 4 des Plasmabrennerkopfes aus Figur 3. Sie verfügt über eine Düsenbohrung 4.10 für den Austritt eines Plasmagasstrahls an einer Düsen spitze 4.11, einen ersten Abschnitt 4.1, dessen Außenfläche 4.4 im wesentlichen zylindrisch ist, und einen sich daran zur Düsen spitze 4.11 anschließenden zweiten Ab-

schnitt 4.2, dessen Außenfläche 4.5 sich zur Düsen spitze 4.11 hin im wesentlichen kegelförmig verjüngt. Die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 erstrecken sich über einen Teil des ersten Abschnitts 4.1 und über den zweiten Abschnitt 4.2 in der Außenfläche 4.5 der Düse 4 zur Düsen spitze 4.11 hin und enden vor der zylindrischen Außenfläche 4.3. Die Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 erstreckt sich über den zweiten Abschnitt 4.2 der Düse 4. Die Breite alpha 4 der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 in Umfangsrichtung beträgt ca. 190°. Zwischen den Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20; 4.21 und der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 befinden sich die nach außen hervorstehenden Bereiche 4.31; 4.32 und 4.33 mit den dazu gehörigen Abschnitten 4.41; 4.42 und 4.43.

[0057] Figur 5 zeigt einen Plasmabrenner ähnlich Figur 3, aber gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung. Die Düse 4 verfügt über zwei Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 (s. Fig. 5a). Auch hier wird die Kühlflüssigkeit nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes 1 von der Düsenhalterung 5 auf die Düse 4 treffend in den Kühlflüssigkeitsraum 10 geleitet. Dazu wird im Umlenkraum 10.10 des Kühlflüssigkeitsraums 10 die Kühlflüssigkeit von der zur Längsachse parallelen Richtung in der Bohrung des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV des Plasmabrenners in Richtung erster Düsenabschnitt 4.1 nahezu senkrecht zur Längsachse der Plasmabrennerkopfes 1 umgelenkt. Dann strömt die Kühlflüssigkeit durch eine Flüssigkeitszulaufnut 4.6 der Düse 4 in die beiden durch die von den Kühlflüssigkeitsvorlaufnuten 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 zum die Düsenbohrung 4.10 umgebenden Bereich 10.20 des Kühlflüssigkeitsraums 10 und umströmt die Düse 4 dort. Danach strömt die Kühlflüssigkeit durch den von der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.15 zum Kühlflüssigkeitsrücklauf WR zurück, wobei der Übergang hier im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes erfolgt.

[0058] Fig. 5a ist die Schnittdarstellung entlang der Linie A-A des Plasmabrenners aus Figur 5, die zeigt, wie die durch die Kühlflüssigkeitsvorlaufnuten 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 durch die Abschnitte 4.41 und 4.42 der hervorstehenden Bereiche 4.31 und 4.32 der Düse 4 in Kombination mit der Innenfläche 2.5 der Düsenkappe 2 einen Nebenschluss zwischen dem Kühlflüssigkeitsvorlauf und Kühlflüssigkeitsrücklauf verhindern. Gleichzeitig wird ein Nebenschluss zwischen den Räumen 10.11 und 10.12 durch den Abschnitt 4.43 des hervorstehenden Bereichs 4.33 verhindert. Damit in jeder Stellung der Düse 4 zur Düsenkappe 2 zueinander der Nebenschluss der Kühlflüssigkeit verhindert wird, müssen die Bogenmaße d4 und e4 der Abschnitte 4.41 und 4.42 der Düse 4 mindestens genauso groß sein wie das Bogenmaß b2 zur Düse gewandter Ausnehmungen 2.6 der Düsenkappe 2.

[0059] Figur 5b ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B des Plasmabrenners aus Figur 5, die die Ebene

des Umlenkraums 10.10 und die Verbindung mit beiden Kühlflüssigkeitszulaufen durch die Flüssigkeitszulaufnut 4.6 in der Düse 4 zeigt.

[0060] Fig. 6 zeigt die Düse 4 des Plasmabrennerkopfes aus Figur 5. Sie verfügt über eine Düsenbohrung 4.10 für den Austritt eines Plasmagasstrahls an einer Düsen spitze 4.11, einen ersten Abschnitt 4.1, dessen Außenfläche 4.4 im wesentlichen zylindrisch ist, und einen sich daran zur Düsen spitze 4.11 anschließenden zweiten Abschnitt 4.2, dessen Außenfläche 4.5 sich zur Düsen spitze 4.11 hin im wesentlichen kegelförmig verjüngt. Die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 erstrecken sich über einen Teil des ersten Abschnitts 4.1 und über den zweiten Abschnitt 4.2 in der Außenfläche 4.5 der Düse 4 zur Düsen spitze 4.11 hin und enden vor der zylindrischen Außenfläche 4.3. Die Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 erstreckt sich über den zweiten Abschnitt 4.2 der Düse 4. Die Breite alpha 4 der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 in Umfangsrichtung beträgt ca. 190°. Zwischen den Kühlflüssigkeitsnuten 4.20; 4.21 und der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 befinden sich die nach außen hervorstehenden Bereichen 4.31; 4.32 und 4.33 mit den dazu gehörigen Abschnitten 4.41; 4.42 und 4.43. Die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 sind durch die Nut 4.6 der Düse miteinander verbunden.

[0061] Figur 7 stellt einen Plasmabrennerkopf gemäß einer weiteren speziellen Ausführungsform dar, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört. Auch hier wird die Kühlflüssigkeit nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes 1 von einer Düsenhalterung 5 auf die Düse 4 treffend in einen Kühlflüssigkeitsraum 10 geleitet. Dazu wird im Umlenkraum 10.10 des Kühlflüssigkeitsraums 10 die Kühlflüssigkeit von der zur Längsachse parallelen Richtung in der Bohrung des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV des Plasmabrenners in Richtung erster Düsenabschnitt 4.1 nahezu senkrecht zur Längsachse der Plasmabrennerkopfes 1 umgelenkt. Danach strömt die Kühlflüssigkeit durch einen von einer Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.11 (s. Fig. 7a) in den die Düsenbohrung 4.10 umgebenden Bereich 10.20 des Kühlflüssigkeitsraums 10 und umströmt die Düse 4 dort. Danach strömt die Kühlflüssigkeit durch einen von einer Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.15 zurück zum Kühlflüssigkeitsrücklauf WR, wobei der Übergang hier nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes, durch einen Umlenkraum 10.10 erfolgt.

[0062] Fig. 7a ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A des Plasmabrenners aus Figur 7, die zeigt, wie der durch die Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildete Raum 10.11 durch die Abschnitte 4.41 und 4.42 der hervorstehenden Bereiche 4.31 und 4.32 der Düse 4 in Kombination mit der Innenfläche der Düsenkappe 2 einen Nebenschluss zwischen dem Kühlflüssigkeitsvorlauf und Kühlflüssigkeitsrücklauf verhindern.

[0063] Figur 7b ist eine Schnittdarstellung entlang der

Linie B-B des Plasmabrennerkopfes aus Figur 7, die die Ebene der Umlenkräume 10.10 zeigt.

[0064] Fig. 8 zeigt die Düse 4 des Plasmabrennerkopfes aus Figur 7. Sie verfügt über eine Düsenbohrung 4.10 für den Austritt eines Plasmagasstrahls an einer Düsen spitze 4.11, einen ersten Abschnitt 4.1, dessen Außenfläche 4.4 im wesentlichen zylindrisch ist, und einen sich daran zur Düsen spitze 4.11 anschließenden zweiten Abschnitt 4.2, dessen Außenfläche 4.5 sich zur Düsen spitze 4.11 hin im wesentlichen kegelförmig verjüngt. Die Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 und die Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 erstrecken sich über einen Teil des ersten Abschnitts 4.1 und über den zweiten Abschnitt 4.2 in der Außenfläche 4.5 der Düse 4 zur Düsen spitze 4.11 hin und enden vor der zylindrischen Außenfläche 4.3. Der Mittelpunkt der Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 und der Mittelpunkt der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 sind um 180° versetzt zueinander über den Umfang der Düse 4 angeordnet und gleich groß. Zwischen der Kühlflüssigkeitsvorlaufnut 4.20 und der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 befinden sich die nach außen hervorstehenden Bereichen 4.31 und 4.32 mit den dazu gehörigen Abschnitten 4.41 und 4.42.

[0065] Die Figur 9 zeigt einen Plasmabrennerkopf, wo bei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört. Die Düse 4 verfügt über zwei Kühlflüssigkeitsvorlaufnuten 4.20 und 4.21. Auch hier wird die Kühlflüssigkeit nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes 1 von der Düsenhalterung 5 auf die Düse 4 treffend in den Kühlflüssigkeitsraum 10 geleitet. Dazu wird in einem Umlenkraum 10.10 des Kühlflüssigkeitsraums 10 die Kühlflüssigkeit von der zur Längsachse parallelen Richtung in der Bohrung des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV des Plasmabrenners in Richtung erster Düsenabschnitt 4.1 nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes 1 umgelenkt. Dann strömt die Kühlflüssigkeit durch eine Nut 5.1 der Düsenhalterung 5 in die beiden durch die von den Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 zum die Düsenbohrung 4.10 umgebenden Bereich 10.20 des Kühlflüssigkeitsraums 10 und umströmt die Düse 4 dort. Danach strömt die Kühlflüssigkeit durch den von der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.15 zum Kühlflüssigkeitsrücklauf WR zurück, wobei der Übergang hier nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes, durch einen Umlenkraum 10.10 erfolgt.

[0066] Fig. 9a ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A des Plasmabrenners aus Figur 9, die zeigt, wie der durch die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 durch die Abschnitte 4.41 und 4.42 der hervorstehenden Bereiche 4.31 und 4.32 der Düse 4 in Kombination mit den Innenflächen der Düsenkappe 2 einen Nebenschluss zwischen dem Kühlflüssigkeitsvorlauf und Kühlflüssigkeitsrücklauf verhindern. Gleichzeitig wird ein Nebenschluss zwischen den Räumen 10.11 und

10.12 durch den Abschnitt 4.43 des hervorstehenden Bereichs 4.33 verhindert.

[0067] Figur 9b ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B des Plasmabrennerkopfes aus Figur 9, die die Ebene der Umlenkräume 10.10 zeigt und die Verbindung mit beiden Kühlflüssigkeitsvorläufen 4.20 und 4.21 durch die Nut 5.1 in der Düsenhalterung 5 zeigt.

[0068] Figur 10 zeigt die Düse 4 des Plasmabrennerkopfes aus Figur 9. Sie verfügt über eine Düsenbohrung 4.10 für den Austritt eines Plasmagasstrahls an einer Düsenspitze 4.11, einen ersten Abschnitt 4.1, dessen Außenfläche 4.4 im wesentlichen zylindrisch ist, und einen sich daran zur Düsenspitze 4.11 anschließenden zweiten Abschnitt 4.2, dessen Außenfläche 4.5 sich zur Düsenspitze 4.11 hin im wesentlichen kegelförmig verjüngt. Die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 erstrecken sich über einen Teil des ersten Abschnitts 4.1 und über den zweiten Abschnitt 4.2 in der Außenfläche 4.5 der Düse 4 zur Düsenspitze 4.11 hin und enden vor der zylindrischen Außenfläche 4.3. Die Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 erstreckt sich über den zweiten Abschnitt 4.2 und den ersten Abschnitt 4.1 in der Außenfläche 4.5 der Düse 4. Zwischen den Kühlflüssigkeitsvorläufen 4.20; 4.21 und der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 befinden sich die nach außen hervorstehenden Bereichen 4.31; 4.32 und 4.33 mit den dazu gehörigen Abschnitten 4.41; 4.42 und 4.43.

[0069] Figur 11 zeigt einen Plasmabrennerkopf ähnlich Figur 5, aber gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung. Die Bohrungen des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV und des Kühlflüssigkeitsrücklaufs sind in einem Winkel von 90° versetzt angeordnet. Die Düse 4 verfügt über zwei Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 und eine in Umfangrichtung des ersten Abschnitts 4.1 sich über dem gesamten Umfang erstreckende und die Kühlflüssigkeitszulaufnuten verbindende Nut 4.6. Die Kühlflüssigkeit wird nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes 1 von der Düsenhalterung 5 auf die Düse 4 treffend in den Kühlflüssigkeitsraum 10 geleitet. Dazu wird im Umlenkraum 10.10 des Kühlflüssigkeitstraums 10 die Kühlflüssigkeit von der zur Längsachse parallelen Richtung in der Bohrung des Kühlflüssigkeitsvorlaufs WV des Plasmabrenners in Richtung erster Düsenabschnitt 4.1 nahezu senkrecht zur Längsachse der Plasmabrennerkopfes 1 umgelenkt. Dann strömt die Kühlflüssigkeit durch die Flüssigkeitszulaufnut 4.6, die sich in Umfangrichtung des ersten Abschnitts 4.1 der Düse 4 auf einem Teilumfang zwischen den Nuten 4.20 und 4.21, d. h. über ca. 300° erstreckt, in die beiden durch die von den Kühlflüssigkeitsvorläufen 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 zum die Düsenbohrung 4.10 umgebenden Bereich 10.20 des Kühlflüssigkeitsraums 10 und umströmt die Düse 4 dort. Danach strömt die Kühlflüssigkeit durch den von der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Raum 10.15 zum Kühlflüssigkeitsrücklauf WR zurück, wobei der Übergang hier im Wesentlichen par-

allel zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes erfolgt.

[0070] Fig. 11a ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A des Plasmabrenners aus Figur 11, die zeigt, wie die durch die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 der Düse 4 und der Düsenkappe 2 gebildeten Räume 10.11 und 10.12 durch die Abschnitte 4.41 und 4.42 der hervorstehenden Bereiche 4.31 und 4.32 der Düse 4 in Kombination mit den Innenfläche 2.5 der Düsenkappe 2 einen Nebenschluss zwischen dem Kühlflüssigkeitsvorlauf und Kühlflüssigkeitsrücklauf verhindern. Gleichzeitig wird ein Nebenschluss zwischen den Räumen 10.11 und 10.12 durch den Abschnitt 4.43 des hervorstehenden Bereichs 4.33 verhindert. Damit in jeder Stellung der Düse 4 zur Düsenkappe 2 zueinander der Nebenschluss der Kühlflüssigkeit verhindert wird, müssen die Bogenmaße d4 und e4 der Abschnitte 4.41 und 4.42 der Düse 4 mindestens genauso groß sein wie das Bogenmaß b2 zur Düse gewandter Ausnehmungen 2.6 der Düsenkappe 2.

[0071] Figur 11b ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B des Plasmabrenners aus Figur 11, die die Ebene des Umlenkraums 10.10 und die Verbindung mit beiden Kühlflüssigkeitsvorläufen durch die über ca. 300° umlaufende Flüssigkeitszulaufnut 4.6 in der Düse 4 und die um 90° versetzt angeordneten Bohrungen für den Kühlflüssigkeitsvorlauf WV und den Kühlflüssigkeitsrücklauf WR zeigt.

[0072] Figur 12 zeigt die Düse 4 des Plasmabrennerkopfes aus Figur 11. Sie verfügt über eine Düsenbohrung 4.10 für den Austritt eines Plasmagasstrahls an einer Düsenspitze 4.11, einen ersten Abschnitt 4.1, dessen Außenfläche 4.4 im wesentlichen zylindrisch ist, und einen sich daran zur Düsenspitze 4.11 anschließenden zweiten Abschnitt 4.2, dessen Außenfläche 4.5 sich zur Düsenspitze 4.11 hin im wesentlichen kegelförmig verjüngt. Die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 erstrecken sich über einen Teil des ersten Abschnitts 4.1 und über den zweiten Abschnitt 4.2 in der Außenfläche 4.5 der Düse 4 zur Düsenspitze 4.11 hin und enden vor der zylindrischen Außenfläche 4.3. Die Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 erstreckt sich über den zweiten Abschnitt 4.2 der Düse 4. Zwischen den Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20; 4.21 und der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 befinden sich die nach außen hervorstehenden Bereichen 4.31; 4.32 und 4.33 mit den dazu gehörigen Abschnitten 4.41; 4.42 und 4.43. Die Kühlflüssigkeitszulaufnuten 4.20 und 4.21 sind durch eine in Umfangrichtung des ersten Abschnitts 4.1 der Düse 4 auf einem Teilumfang zwischen den Nuten 4.20 und 4.21, d. h. über ca. 300° erstreckende Flüssigkeitszulaufnut 4.6 der Düse miteinander verbunden. Dies ist besonders für die Kühlung des Übergangs zwischen der Düsenhalterung 5 und der Düse 4 vorteilhaft.

[0073] Figur 13 zeigt eine Düse gemäß einer weiteren speziellen Ausführungsform der Erfindung, die in den Plasmabrennerkopf nach Figur 8 eingesetzt werden kann. Die Kühlflüssigkeitszulaufnut 4.20 ist mit einer Flüssigkeitszulaufnut 4.6 verbunden, die sich in Um-

fangsrichtung über den gesamten Umfang erstreckt. Dies hat den Vorteil, dass die Bohrung für den Kühlflüssigkeitsvorlauf WV und den Kühlflüssigkeitsrücklauf WR im Plasmabrennerkopf nicht um genau 180° versetzt angeordnet sein müssen, sondern auch wie zum Beispiel in Figur 11 dargestellt um 90° versetzt angeordnet sein können. Außerdem ist dies für die Kühlung des Übergangs zwischen der Düsenhalterung 5 und der Düse 4 vorteilhaft. Gleiches kann natürlich auch für eine Kühlflüssigkeitsrücklaufnut 4.22 genutzt werden.

[0074] Figur 14 zeigt eine Düsenkappe 2, wobei die Ausführungsform nicht zur Erfindung gehört. Die Düsenkappe 2 weist eine sich im Wesentlichen kegelförmig verjüngende Innenfläche 2.2 auf, die in diesem Fall in einer radialen Ebene 14 Ausnehmungen 2.6 aufweist. Die Ausnehmungen 2.6 sind äquidistant über den Innenumfang angeordnet und im Radialschnitt halbkreisförmig.

[0075] Die in den Figuren 15 und 16 gezeigten Düsenkappen unterscheiden sich von der in Fig. 14 gezeigten Ausführungsform in der Gestalt der Ausnehmungen 2.6. Die Ausnehmungen 2.6 in Fig. 15 sind in der dort gezeigten Ansicht zur Düsen spitze hin kegelstumpfförmig, wobei in Fig. 16 die kegelstumpfförmige Gestalt etwas abgerundet ist.

Patentansprüche

1. Düse (4) für einen flüssigkeitsgekühlten Plasmabrenner, umfassend eine Düsenbohrung (4.10) für den Austritt eines Plasmagasstrahls an einer Düsen spitze (4.11), einen ersten Abschnitt (4.1), dessen Außenfläche (4.4) im wesentlichen zylindrisch ist, und einen sich daran zur Düsen spitze (4.11) anschliessenden zweiten Abschnitt (4.2), dessen Außenfläche (4.5) sich zur Düsen spitze (4.11) hin im wesentlichen kegelförmig verjüngt, wobei a) mindestens eine Flüssigkeitszulaufnut (4.20; 4.21) vorgesehen ist und sich über den zweiten Abschnitt (4.2) in der Außenfläche (4.5) der Düse (4) zur Düsen spitze (4.11) hin erstreckt und genau eine von der bzw. den Flüssigkeitszulauf nut(en) (4.20; 4.21) separate Flüssigkeitsrücklaufnut (4.22) vorgesehen ist und sich über den zweiten Abschnitt (4.2) erstreckt, oder b) genau eine Flüssigkeitszulaufnut (4.20 oder 4.21) vorgesehen ist und sich über den zweiten Abschnitt (4.2) in der Außenfläche (4.5) der Düse (4) zur Düsen spitze (4.11) hin erstreckt und mindestens eine von der Flüssigkeitszulaufnut (4.20 oder 4.21) separate Flüssigkeitsrücklaufnut (4.22) vorgesehen ist und sich über den zweiten Abschnitt (4.2) erstreckt, wobei sich die Flüssigkeitszulaufnut (4.20; 4.21) auch über einen Teil des ersten Abschnitts (4.1) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich im Fall a) im ersten Abschnitt (4.1) der Düse (4) eine Flüssigkeitszulaufnut (4.6), die dort mit der Flüssigkeitszulaufnut (4.20) in Verbindung steht und sich in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts (4.1) er-

streckt, befindet und sich im Fall b) im ersten Abschnitt (4.1) der Düse (4) eine Flüssigkeitszulaufnut, die dort mit der Flüssigkeitsrücklaufnut (4.22) in Verbindung steht und sich in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts (4.1) erstreckt, befindet.

- 5 2. Düse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Flüssigkeitsrücklaufnut(en) (4.22) auch über einen Teil des ersten Abschnitts (4.1) in der Außenfläche der Düse (4) erstreckt/erstrecken.
- 10 3. Düse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) mindestens zwei Flüssigkeitszulaufnuten (4.20; 4.21) und im Fall b) mindestens zwei Flüssigkeitsrücklaufnuten (4.22) vorgesehen sind.
- 15 4. Düse nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelpunkt der Flüssigkeitszulaufnut (4.20) und der Mittelpunkt der Flüssigkeitsrücklaufnut (4.22) um 180° versetzt zueinander über den Umfang der Düse (4) angeordnet sind.
- 20 5. Düse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) die Breite der Flüssigkeitsrücklaufnut und im Fall b) die Breite der Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung im Bereich von 90° bis 270° liegt.
- 25 6. Düse nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich im Fall a) die Flüssigkeitszulaufnut (4.6) in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts (4.1) der Düse (4) über den gesamten Umfang erstreckt oder dass sich im Fall a) die Flüssigkeitszulaufnut (4.6) in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts (4.1) der Düse (4) über einen Winkel im Bereich von 60° bis 300° erstreckt und dass sich im Fall b) die Flüssigkeitsrücklaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts (4.1) der Düse (4) über einen Winkel im Bereich von 60° bis 300° erstreckt oder dass sich im Fall a) die Flüssigkeitszulaufnut (4.6) in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts (4.1) der Düse (4) über einen Winkel im Bereich von 90° bis 270° erstreckt und dass sich im Fall b) die Flüssigkeitsrücklaufnut in Umfangsrichtung des ersten Abschnitts (4.1) der Düse (4) über einen Winkel im Bereich von 90° bis 270° erstreckt.
- 30 7. Düse nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) genau zwei Flüssigkeitszulaufnuten (4.20; 4.21) und im Fall b) genau zwei Flüssigkeitsrücklaufnuten (4.22) vorgesehen sind.
- 35 8. Düse nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) die beiden Flüssigkeitszulaufnuten (4.20; 4.21) über den Umfang der Düse symmetrisch zu einer Geraden angeordnet sind, die sich vom Mit-

- telpunkt der Flüssigkeitsrücklaufnut (4.22) im rechten Winkel durch die Längsachse der Düse (4) erstreckt, und im Fall b) die beiden Flüssigkeitsrücklaufnuten über den Umfang der Düse symmetrisch zu einer Geraden angeordnet sind, die sich vom Mittelpunkt der Flüssigkeitszulaufnut im rechten Winkel durch die Längsachse der Düse (4) erstreckt. 5
9. Düse nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) die Mittelpunkte der beiden Flüssigkeitszulaufnuten (4.20; 4.21) und im Fall b) die Mittelpunkte der beiden Flüssigkeitsrücklaufnuten um einen Winkel versetzt zueinander über den Umfang der Düse (4) angeordnet sind, der im Bereich von 30° bis 180° liegt. 10
10. Düse nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) die Breite der Flüssigkeitsrücklaufnut (4.22) und im Fall b) die Breite der Flüssigkeitszulaufnut in Umfangsrichtung im Bereich von 120° bis 270° liegt. 20
11. Düse nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) die beiden Flüssigkeitszulaufnuten (4.20; 4.21) im ersten Abschnitt (4.1) der Düse (4) miteinander in Verbindung stehen und dass im Fall b) die beiden Flüssigkeitsrücklaufnuten im ersten Abschnitt (4.1) der Düse (4) miteinander in Verbindung stehen. 25
12. Düse nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall a) die beiden Flüssigkeitszulaufnuten (4.20; 4.21) im ersten Abschnitt (4.1) der Düse (4) durch eine Flüssigkeitszulaufnut (4.6) miteinander in Verbindung stehen und dass im Fall b) die beiden Flüssigkeitsrücklaufnuten im ersten Abschnitt (4.1) der Düse (4) durch eine Flüssigkeitsrücklaufnut in Verbindung stehen, insbesondere dass die Flüssigkeitszulaufnut (4.6) im Fall a) über eine der oder beide Flüssigkeitszulaufnuten (4.20; 4.21) hinausgeht und dass im Fall b) die Flüssigkeitsrücklaufnut über eine der oder beide Flüssigkeitsrücklaufnuten hinausgeht. 35
13. Plasmabrennerkopf (1), umfassend: 40
- eine Düse nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
 - eine Düsenhalterung (5) zur Halterung der Düse (4), und
 - eine Düsenkappe (2), vorzugsweise wobei die Düsenkappe (2) eine sich im wesentlichen kegelförmig verjüngende Innenfläche (2.2) und eine sich im wesentlichen kegelförmig verjüngende Außenfläche aufweist, ferner die Innenfläche (2.2) der Düsenkappe (2) in einer radialen Ebene, die sich im Bereich der sich im wesentlichen kegelförmig verjüngenden Außenfläche befindet, mindestens zwei, insbesondere genau drei, 45
- Ausnehmungen (2.6) aufweist, wobei die Düsenkappe (2) und die Düse (4) einen Kühlflüssigkeitsraum (10) bilden, der über zwei jeweils um 60° bis 180° versetzte Bohrungen mit einer Kühlflüssigkeitszulaufleitung bzw. Kühlflüssigkeitsrücklaufleitung verbindbar ist, wobei die Düsenhalterung (5) so gestaltet ist, dass die Kühlflüssigkeit nahezu senkrecht zur Längsachse des Plasmabrennerkopfes (1) auf die Düse (4) treffend in den Kühlflüssigkeitsraum (10) und/oder nahezu senkrecht zur Längsachse aus dem Kühlflüssigkeitsraum in die Düsenhalterung gelang 55
14. Plasmabrennerkopf (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (4) ein oder zwei Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) (4.20; 4.21) aufweist, und die Düsenkappe (2) auf ihrer Innenfläche (2.5) mindestens zwei, insbesondere genau drei, Ausnehmungen (2.6), deren zur Düse (4) gewandten Öffnungen sich jeweils über ein Bogenmass (b₂) erstrecken, aufweist, wobei das Bogenmass (d₄; e₄) der in Umfangsrichtung an die Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) (4.20; 4.21) angrenzenden, gegenüber der bzw. den Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) nach aussen hervorstehenden Bereiche (4.31; 4.32) der Düse (4) jeweils mindestens genauso gross wie das Bogenmass (b₂) ist. 15
15. Plasmabrennerkopf (1) nach einem der Ansprüche 13 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bogenmass (c₂) des Abschnitts zwischen den Ausnehmungen (2.6) der Düsenkappe (2) maximal halb so gross ist wie das minimale Bogenmass (a₄) der Kühlflüssigkeitsrücklaufnut (4.22) oder das minimale Bogenmass (b₄) der Kühlflüssigkeitszulaufnut(en) (4.20) und/oder (4.21) der Düse (4). 30
- Claims**
1. Nozzle (4) for a liquid-cooled plasma torch, comprising a nozzle bore (4.10) for the exit of a plasma gas jet at a nozzle tip (4.11), a first section (4.1) of which the outer surface (4.4) is substantially cylindrical, and, adjoining the nozzle tip (4.11), a second section (4.2) of which the outer surface (4.5) tapers substantially conically towards the nozzle tip (4.11), wherein a) at least one liquid supply groove (4.20; 4.21) is provided and extends over the second section (4.2) in the outer surface (4.5) of the nozzle (4) towards the nozzle tip (4.11), and exactly one liquid return groove (4.22), which is separate from the liquid supply groove(s) (4.20; 4.21), is provided and extends over the second section (4.2), or b) exactly one liquid supply groove (4.20 or 4.21) is provided and extends over the second section (4.2) in the outer surface (4.5) of the nozzle (4) towards the nozzle tip (4.11), 40

- and at least one liquid return groove (4.22), which is separate from the liquid supply groove (4.20 or 4.21), is provided and extends over the second section (4.2), wherein the liquid supply groove (4.20; 4.21) also extends over a part of the first section (4.1), **characterized in that**, in case a), a liquid supply groove (4.6) that communicates there with the liquid supply groove (4.20), and extends in the circumferential direction of the first section (4.1), is located in the first section (4.1) of the nozzle (4), and, in case b), a liquid supply groove that communicates there with the liquid return groove (4.22), and extends in the circumferential direction of the first section (4.1), is located in the first section (4.1) of the nozzle (4). 5
2. Nozzle according to Claim 1, **characterized in that** the liquid return groove(s) (4.22) also extend(s) over a part of the first section (4.1) in the outer surface of the nozzle (4). 10
3. Nozzle according to Claim 1 or 2, **characterized in that**, in case a), at least two liquid supply grooves (4.20; 4.21) are provided, and, in case b), at least two liquid return grooves (4.22) are provided. 15
4. Nozzle according to Claim 3, **characterized in that** the centre point of the liquid supply groove (4.20) and the centre point of the liquid return groove (4.22) are arranged, offset by 180° to each other, around the circumference of the nozzle (4). 20
5. Nozzle according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that**, in case a), the width of the liquid return groove in the circumferential direction, and, in case b), the width of the liquid supply groove in the circumferential direction, lies in the range from 90° to 270°. 25
6. Nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in case a), the liquid supply groove (4.6) extends in the circumferential direction of the first section (4.1) of the nozzle (4) around the entire circumference, or **in that**, in case a), the liquid supply groove (4.6) extends in the circumferential direction of the first section (4.1) of the nozzle (4) by an angle in the range from 60° to 300°, and **in that**, in case b), the liquid supply groove extends in the circumferential direction of the first section (4.1) of the nozzle (4) by an angle in the range from 60° to 300°, or **in that**, in case a), the liquid supply groove (4.6) extends in the circumferential direction of the first section (4.1) of the nozzle (4) by an angle in the range from 90° to 270°, and **in that**, in case b), the liquid supply groove extends in the circumferential direction of the first section (4.1) of the nozzle (4) by an angle in the range from 90° to 270°. 30
7. Nozzle according to one of the preceding claims, 35
8. Nozzle according to Claim 7, **characterized in that**, in case a), the two liquid supply grooves (4.20; 4.21) are arranged around the circumference of the nozzle symmetrically with respect to a straight line extending from the centre point of the liquid return groove (4.22) at a right angle through the longitudinal axis of the nozzle (4), and, in case b), the two liquid return grooves are arranged around the circumference of the nozzle symmetrically with respect to a straight line extending from the centre point of the liquid supply groove at a right angle through the longitudinal axis of the nozzle (4). 40
9. Nozzle according to Claim 7 or 8, **characterized in that**, in case a), the centre points of the two liquid supply grooves (4.20; 4.21), and, in case b), the centre points of the two liquid return grooves, are arranged around the circumference of the nozzle (4) in a manner offset relative to each other by an angle lying in the range from 30° to 180°. 45
10. Nozzle according to one of Claims 7 to 9, **characterized in that**, in case a), the width of the liquid return groove (4.22) in the circumferential direction, and, in case b), the width of the liquid supply groove in the circumferential direction, lies in the range from 120° to 270°. 50
11. Nozzle according to one of Claims 7 to 10, **characterized in that**, in case a), the two liquid supply grooves (4.20; 4.21) are connected to each other in the first section (4.1) of the nozzle (4), and **in that**, in case b), the two liquid return grooves are connected to each other in the first section (4.1) of the nozzle (4). 55
12. Nozzle according to Claim 11, **characterized in that**, in case a), the two liquid supply grooves (4.20; 4.21) are connected to each other in the first section (4.1) of the nozzle (4) by a liquid supply groove (4.6), and **in that**, in case b), the two liquid return grooves are connected to each other in the first section (4.1) of the nozzle (4) by a liquid supply groove, in particular **in that** the liquid supply groove (4.6) in case a) goes beyond one or both of the liquid supply grooves (4.20; 4.21) and **in that**, in case b), the liquid supply groove goes beyond one or both of the liquid return grooves. 60
13. Plasma torch head (1), comprising:
- a nozzle according to one of Claims 1 to 12,
 - a nozzle holder (5) for holding the nozzle (4),

and

- a nozzle cap (2), preferably wherein the nozzle cap (2) has a substantially conically tapering inner surface (2.2) and a substantially conically tapering outer surface, the inner surface (2.2) of the nozzle cap (2) further has at least two, in particular exactly three, recesses (2.6) in a radial plane, which is located in the region of the substantially conically tapering outer surface,

5

10

wherein the nozzle cap (2) and the nozzle (4) form a cooling liquid chamber (10), which can be connected to a cooling liquid supply line and a cooling liquid return line via two bores respectively offset by 60° to 180°, wherein the nozzle holder (5) is designed such that the cooling liquid travels, virtually perpendicular to the longitudinal axis of the plasma torch head (1), into the cooling liquid chamber (10) to reach the nozzle (4) and/or travels, virtually perpendicular to the longitudinal axis, out of the cooling liquid chamber into the nozzle holder.

15

20

14. Plasma torch head (1) according to Claim 13, **characterized in that** the nozzle (4) has one or two cooling liquid supply grooves (4.20; 4.21), and the nozzle cap (2) has, on its inner surface (2.5), at least two, in particular exactly three, recesses (2.6), of which the openings facing the nozzle (4) each extend over a radian measure (b_2), wherein the radian measure (d_4 ; e_4) of the areas (4.31; 4.32) of the nozzle (4) that adjoin the cooling liquid supply groove(s) (4.20; 4.21) in the circumferential direction, and that project outwards in relation to the cooling liquid supply groove (s), is in each case at least exactly the same size as the radian measure (b_2).

25

15. Plasma torch head (1) according to either of Claims 13 and 15, **characterized in that** the radian measure (c_2) of the section between the recesses (2.6) of the nozzle cap (2) is at most half the size of the minimum radian measure (a_4) of the cooling liquid return groove (4.22) or of the minimum radian measure (b_4) of the cooling liquid supply groove(s) (4.20) and/or (4.21) of the nozzle (4).

30

35

40

45

50

55

(4.20 ; 4.21) qui s'étend sur la deuxième section (4.2) vers le sommet de buse (4.11) à la surface extérieure (4.5) de la buse (4) et il est prévu une seule rainure de retour de liquide (4.22) séparée de la, ou des rainures d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) et qui s'étend sur la deuxième section (4.2), ou bien b) il est prévu une seule rainure d'amenée de liquide (4.20 ou 4.21) qui s'étend sur la deuxième section (4.2) vers le sommet de buse (4.11) à la surface extérieure (4.5) de la buse (4) et il est prévu au moins une rainure de retour de liquide (4.22) séparée de la rainure d'amenée de liquide (4.20 ou 4.21) qui s'étend sur la deuxième section (4.2), la rainure d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) s'étendant également sur une partie de la première section (4.1), **caractérisée en ce qu'** une rainure d'amenée de liquide (4.6) reliée à la rainure d'amenée de liquide (4.20) et qui s'étend dans la direction périphérique de la première section (4.1) se trouve dans la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas a), et **en ce qu'** une rainure de retour de liquide reliée à la rainure de retour de liquide (4.22) et qui s'étend dans la direction périphérique de la première section (4.1) se trouve dans la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas b).

2. Buse selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la ou les rainures de retour de liquide (4.22) s'étendent également sur une partie de la première section (4.1) à la surface extérieure de la buse (4).

3. Buse selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'** au moins deux rainures d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) sont prévues dans le cas a), et au moins deux rainures de retour de liquide (4.22) dans le cas b).

4. Buse selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le point central de la rainure d'amenée de liquide (4.20) et le point central de la rainure de retour de liquide (4.22) sont décalés de 180° l'un par rapport à l'autre sur la périphérie de la buse (4).

5. Buse selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la largeur de la rainure de retour de liquide dans le cas a) et la largeur de la rainure d'amenée de liquide dans le cas b) est comprise entre 90° et 270° dans la direction périphérique.

6. Buse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la rainure d'amenée de liquide (4.6) s'étend sur toute la périphérie dans la direction périphérique de la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas a), ou **en ce que** la rainure d'amenée de liquide (4.6) s'étend sur un angle compris entre 60° et 300° dans la direction périphérique de la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas a), et **en ce que** la rainure de retour de liquide

Revendications

1. Buse (4) pour une torche à plasma refroidie par liquide, comportant un alésage de buse (4.10) pour la sortie d'un jet de plasma à un sommet de buse (4.11), une première section (4.1), dont la surface extérieure (4.4) est sensiblement cylindrique, et une deuxième section (4.2) s'étendant de la première section jusqu'au sommet de buse (4.11), dont la surface extérieure (4.5) se rétrécit sensiblement en forme de cône vers le sommet de buse (4.11), où a) il est prévu au moins une rainure d'amenée de liquide

50

55

- s'étend sur un angle compris entre 60° et 300° dans la direction périphérique de la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas b), ou **en ce que** la rainure d'amenée de liquide (4.6) s'étend sur un angle compris entre 90° et 270° dans la direction périphérique de la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas a), et **en ce que** la rainure de retour de liquide s'étend sur un angle compris entre 90° et 270° dans la direction périphérique de la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas b). 5
7. Buse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** seulement deux rainures d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) sont prévues dans le cas a), et seulement deux rainures de retour de liquide (4.22) dans le cas b). 10
8. Buse selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les deux rainures d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) sont disposées sur la périphérie de la buse symétriquement à une droite qui traverse à angle droit l'axe longitudinal de la buse (4) depuis le point central de la rainure de retour de liquide (4.22) dans le cas a), et les deux rainures de retour de liquide sont disposées sur la périphérie de la buse symétriquement à une droite qui traverse à angle droit l'axe longitudinal de la buse (4) depuis le point central de la rainure d'amenée de liquide dans le cas b). 15
9. Buse selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce que** les points centraux des deux rainures d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) dans le cas a) et les points centraux des deux rainures de retour de liquide dans le cas b) sont décalés l'un par rapport à l'autre d'un angle compris entre 30° et 180° sur la périphérie de la buse (4). 20
10. Buse selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisée en ce que** la largeur de la rainure de retour de liquide (4.22) dans le cas a) et la largeur de la rainure d'amenée de liquide dans le cas b) est comprise entre 120° et 270° dans la direction périphérique. 25
11. Buse selon l'une des revendications 7 à 10, **caractérisée en ce que** les deux rainures d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) sont reliées l'une à l'autre dans la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas a), et **en ce que** les deux rainures de retour de liquide sont reliées l'une à l'autre dans la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas b). 30
12. Buse selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** les deux rainures d'amenée de liquide (4.20 ; 4.21) sont reliées l'une à l'autre par une rainure d'amenée de liquide (4.6) dans la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas a), et **en ce que** les deux rainures de retour de liquide sont reliées l'une à l'autre par une rainure de retour de liquide dans la première section (4.1) de la buse (4) dans le cas b). 35
13. Tête de torche à plasma (1), comportant : 40
- une buse selon l'une des revendications 1 à 12,
 - un support de buse (5) pour le maintien de la buse (4), et
 - un capuchon de buse (2), de préférence ledit capuchon de buse (2) présentant une surface intérieure (2.2) qui se rétrécit sensiblement en forme de cône et une surface extérieure qui se rétrécit sensiblement en forme de cône, en outre la surface intérieure (2.2) du capuchon de buse (2) présentant au moins deux, en particulier exactement trois évidements (2.6) sur un plan radial qui se trouve dans la région de la surface extérieure se rétrécissant sensiblement en forme de cône, ledit capuchon de buse (2) et la buse (4) formant un compartiment (10) à liquide de refroidissement pouvant être relié par deux alésages décalés respectivement de 60° à 180° à une conduite d'amenée de liquide de refroidissement ou à une conduite de retour de liquide de refroidissement, le support de buse (5) étant réalisé de telle manière que le liquide de refroidissement parvienne dans le compartiment (10) à liquide de refroidissement pratiquement perpendiculairement à l'axe longitudinal de la tête de torche à plasma (1) incident à la buse (4) et/ou parvienne dans le support de buse pratiquement perpendiculairement à l'axe longitudinal depuis le compartiment à liquide de refroidissement. 45
14. Tête de torche à plasma (1) selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** la buse (4) présente une ou deux rainures d'amenée de liquide de refroidissement (4.20 ; 4.21), et le capuchon de buse (2) sur sa surface intérieure (2.5) au moins deux, en particulier exactement trois, évidements (2.6), dont les orifices ouverts vers la buse (4) s'étendent respectivement sur une mesure d'arc (b_2), la mesure d'arc (d_4 ; e_4) de chacune des zones (4.31 ; 4.32) de la buse (4) adjacentes aux rainures d'amenée de liquide de refroidissement (4.20 ; 4.21) dans la direction périphérique et dépassant vers l'extérieur par rapport à la ou aux rainures d'amenée de liquide de refroidissement, étant au moins aussi grande que la mesure d'arc (b_2). 50
15. Tête de torche à plasma (1) selon la revendication 13 ou 15, **caractérisée en ce que** la mesure d'arc 55

(c2) de la section entre les évidements (2.6) du capuchon de buse (2) équivaut au plus à la moitié de la mesure d'arc (a4) minimale de la rainure de retour de liquide de refroidissement (4.22) ou de la mesure d'arc (b4) minimale de la rainure d'amenée de liquide de refroidissement (4.20) et/ou (4.21) de la buse (4). 5

10

15

20

25

30

35

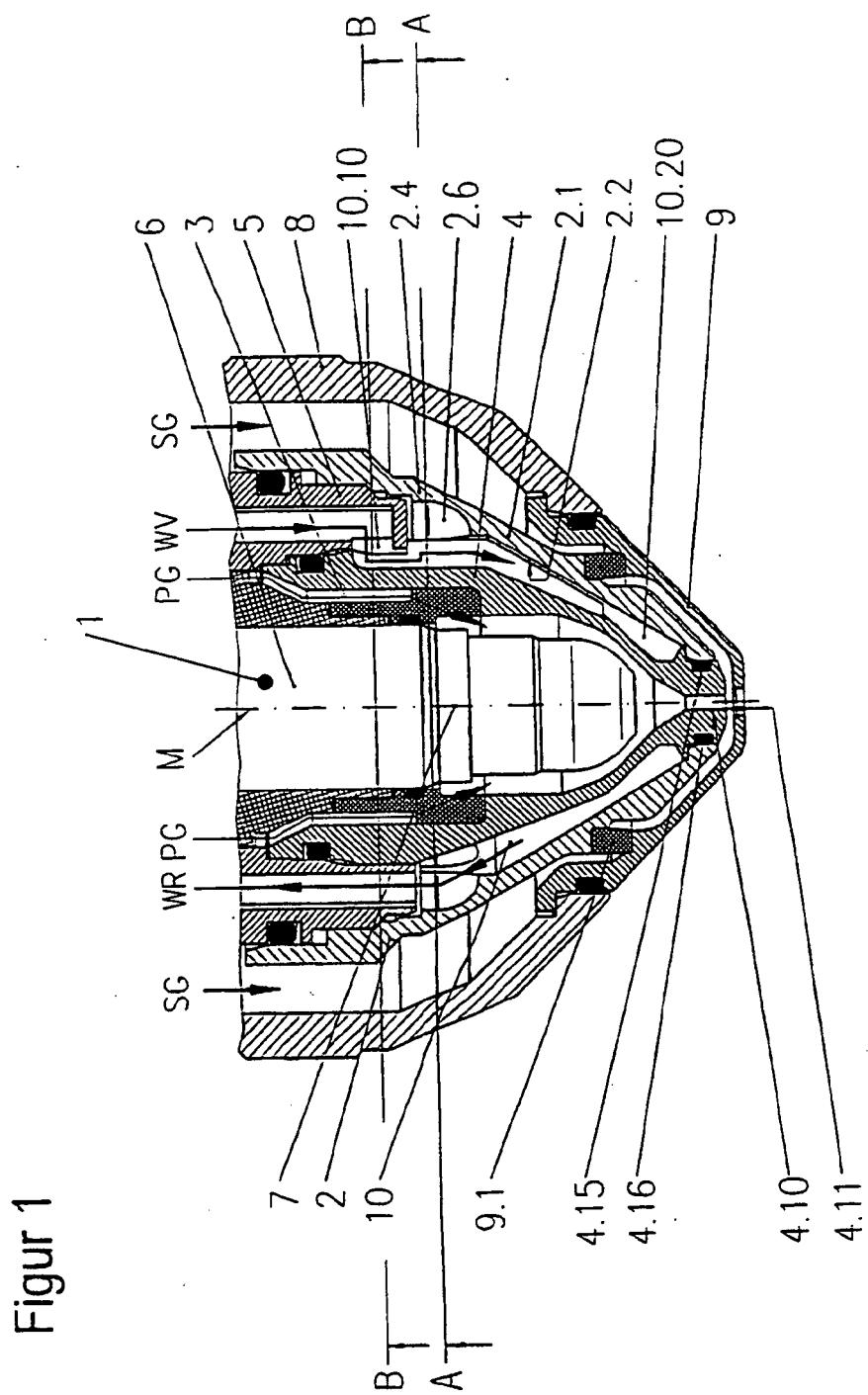
40

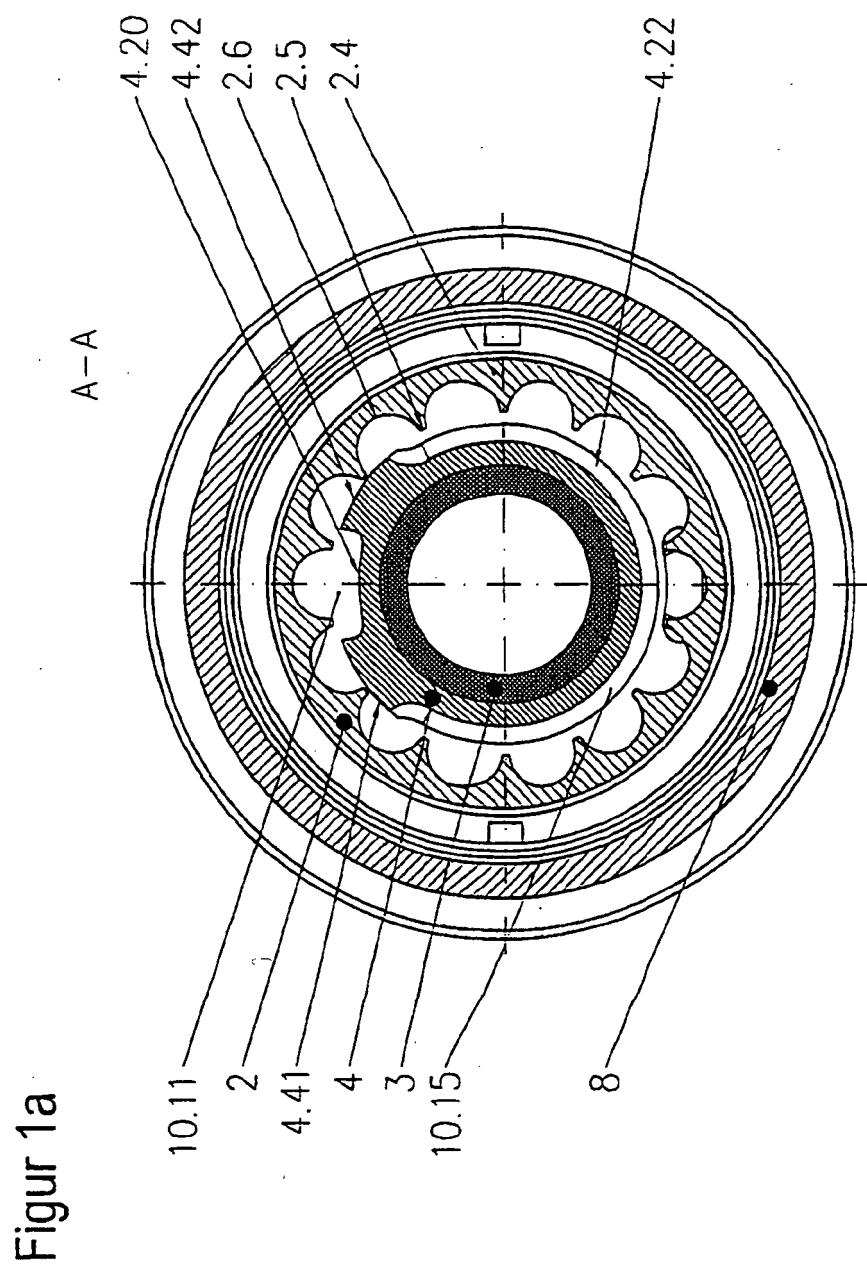
45

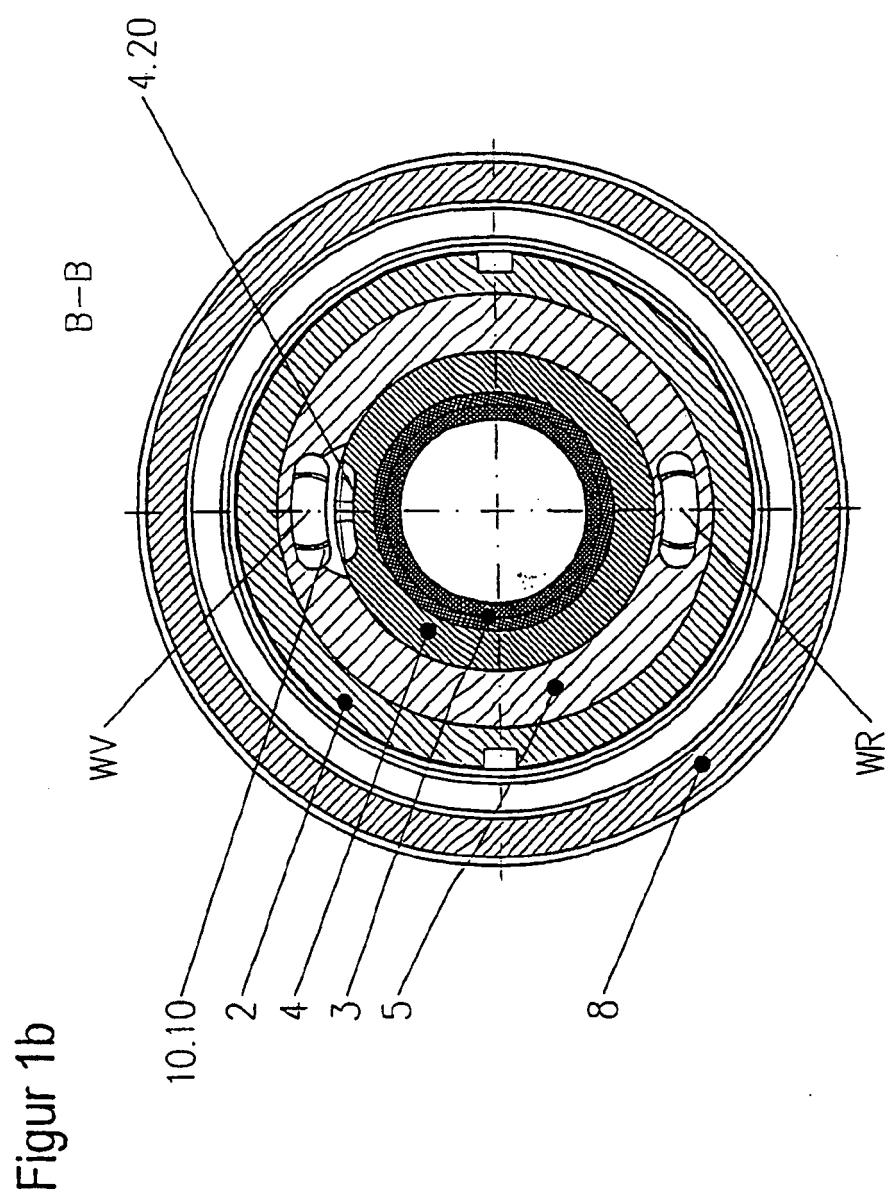
50

55

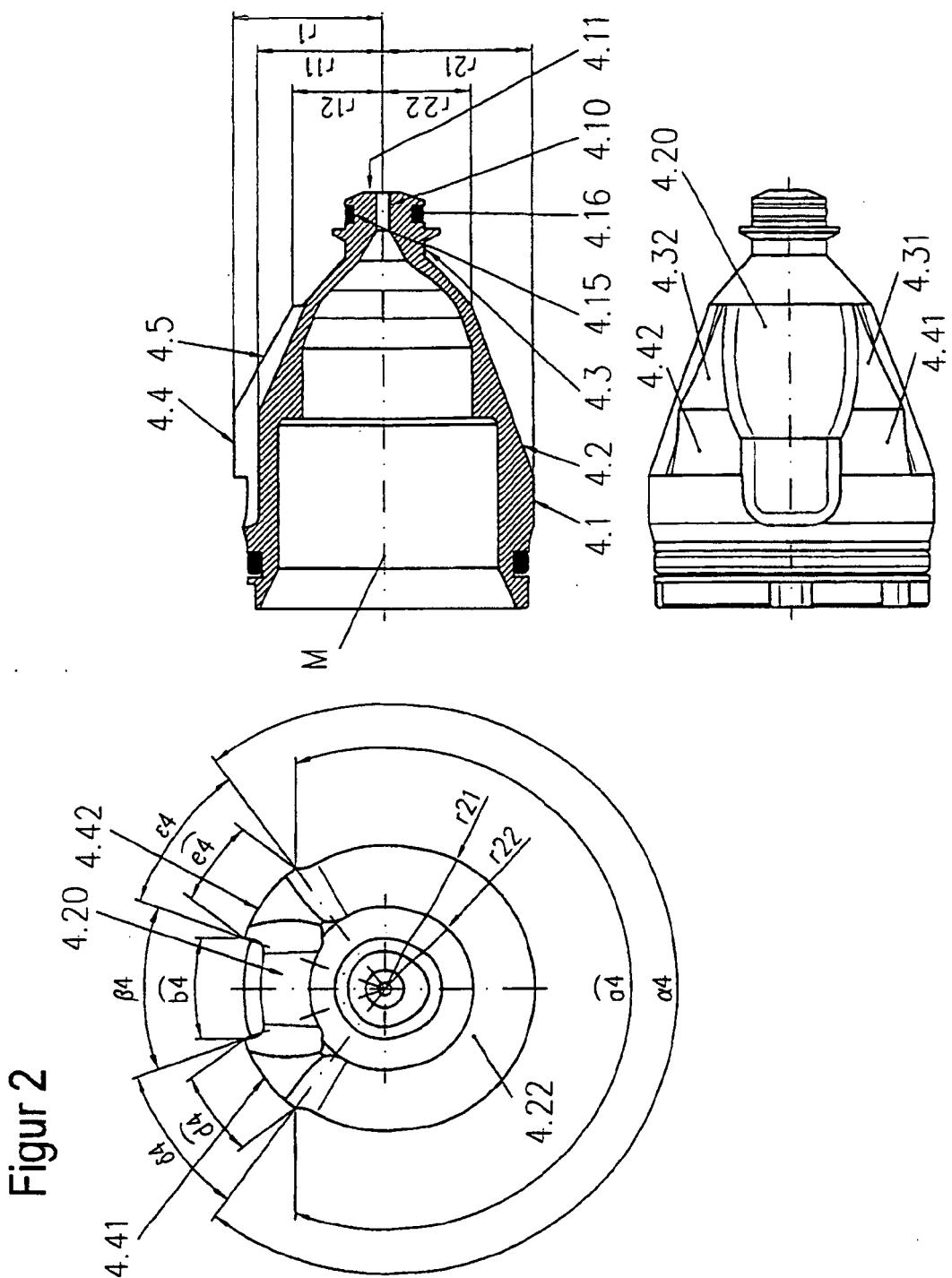
15



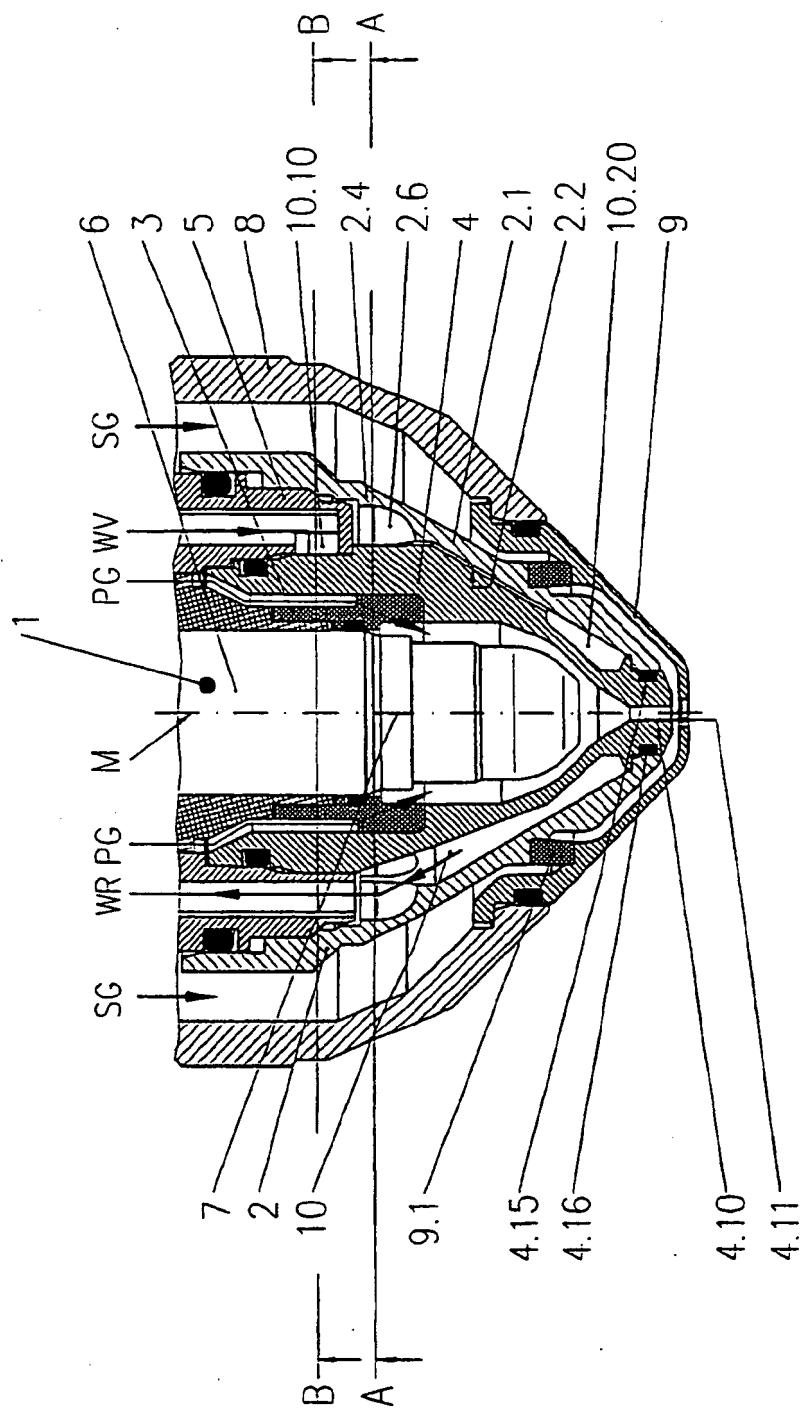


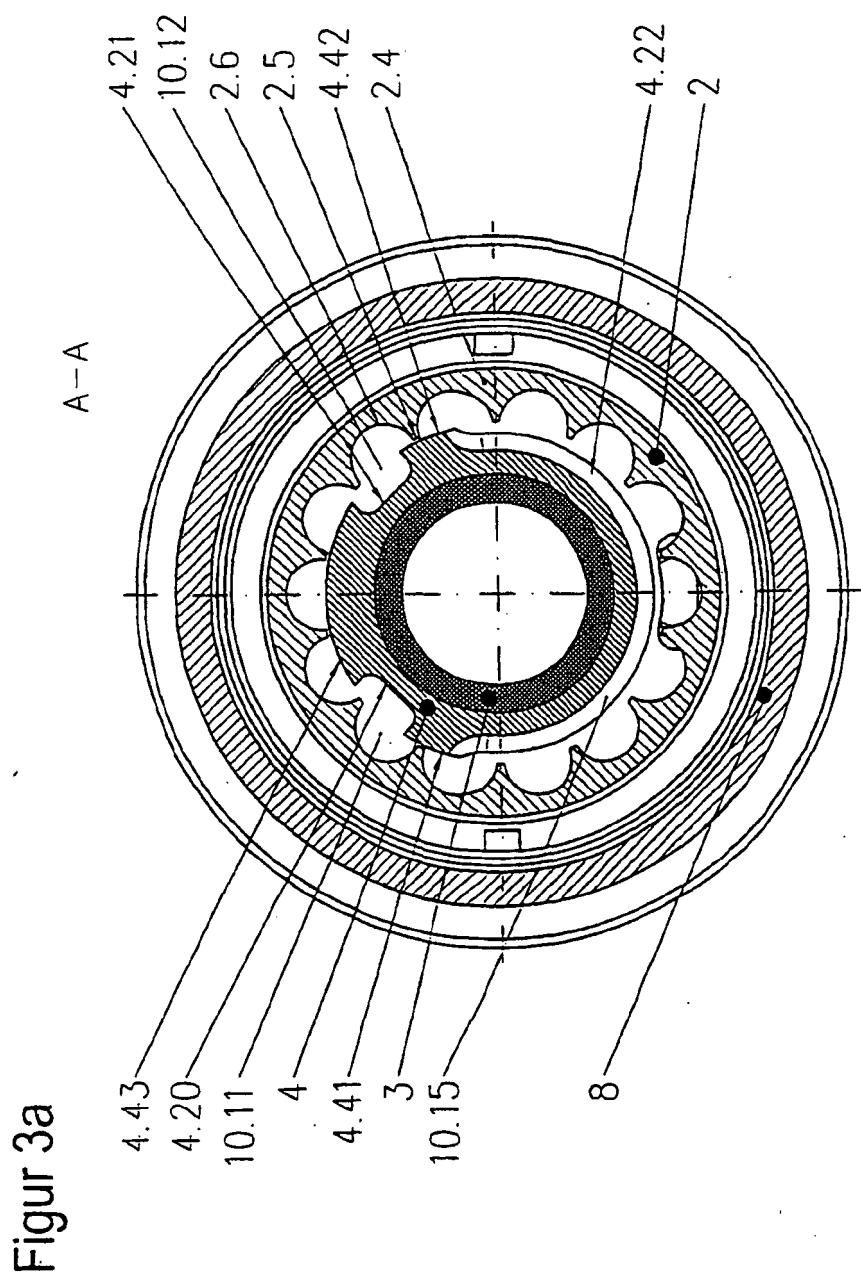


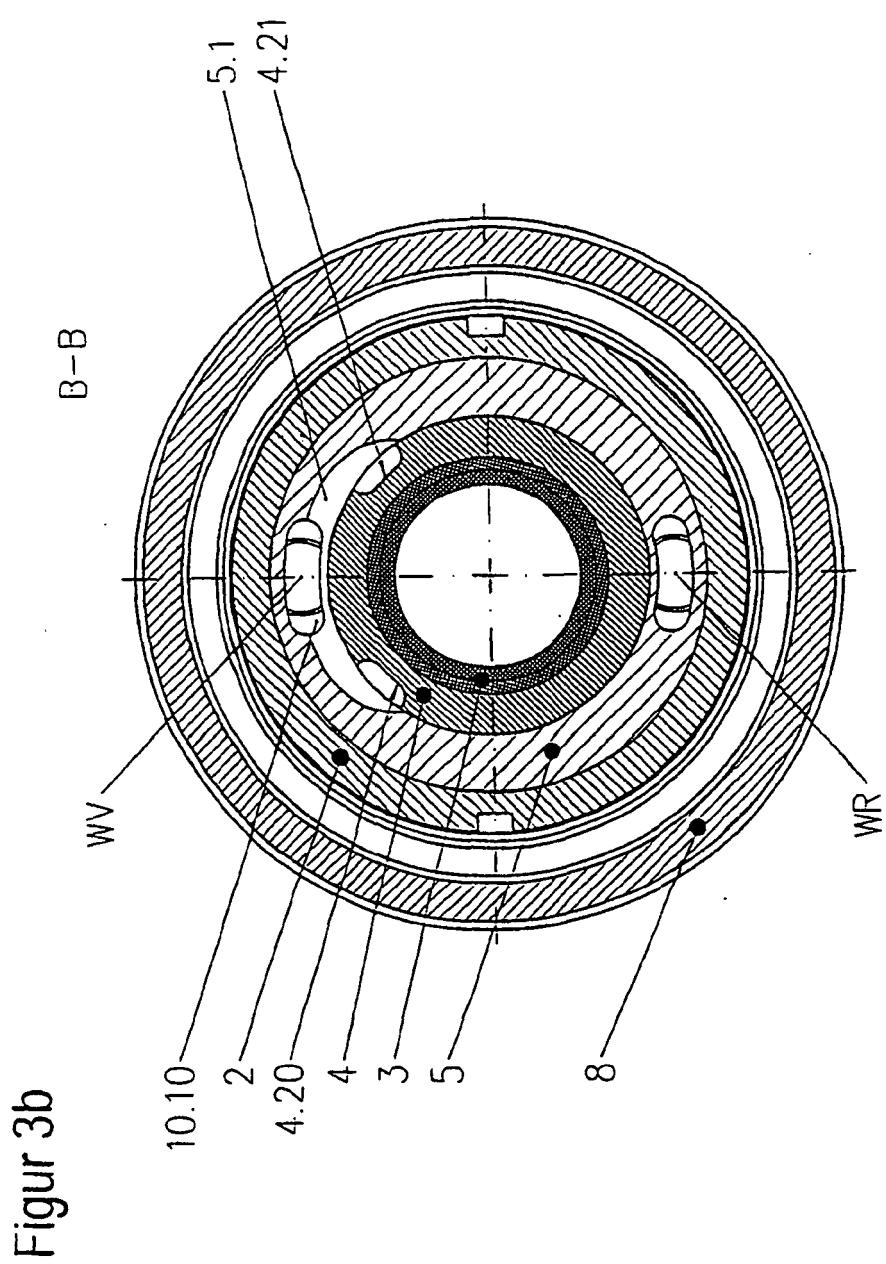
Figur 1b



Figur 3

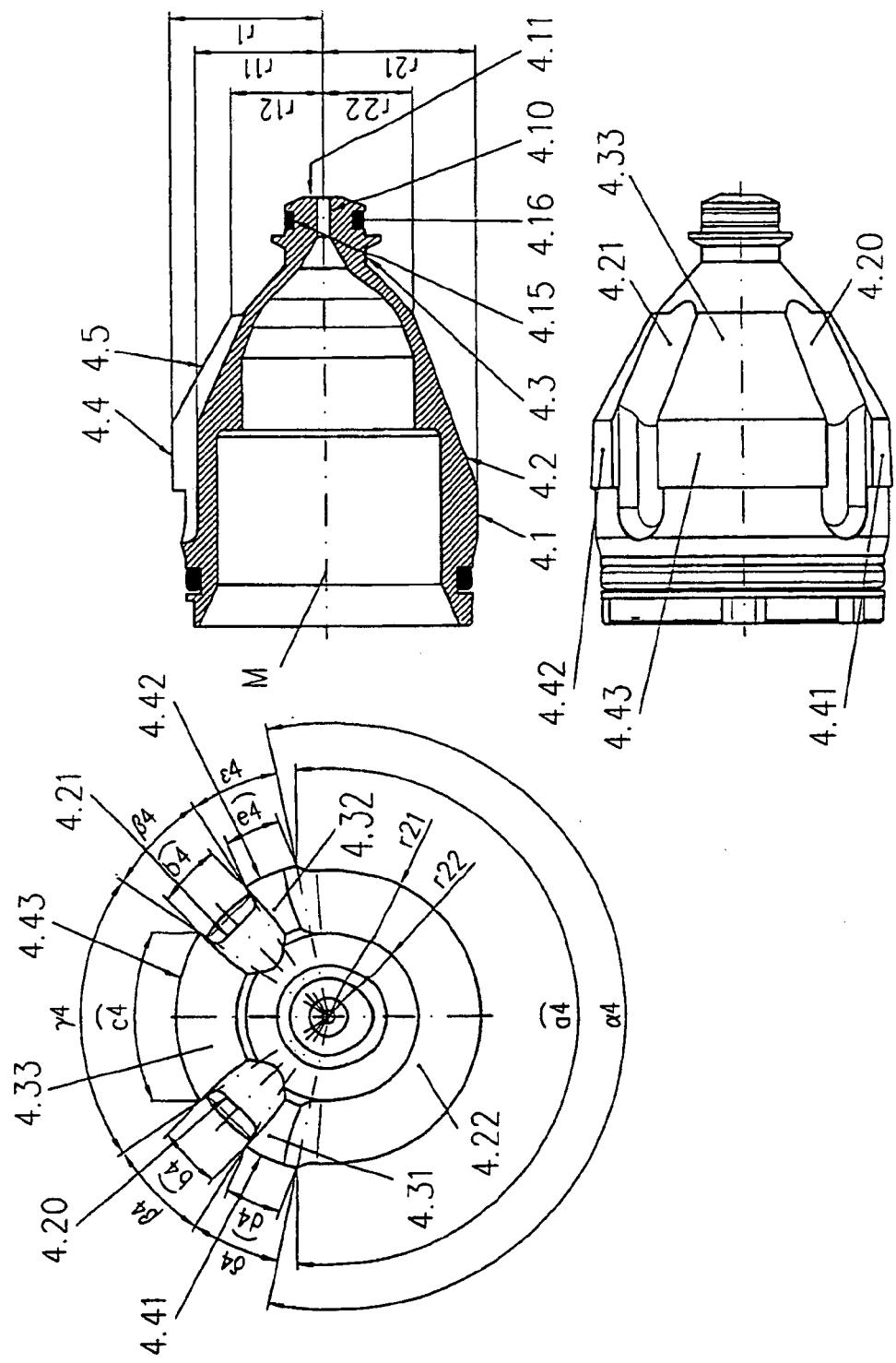




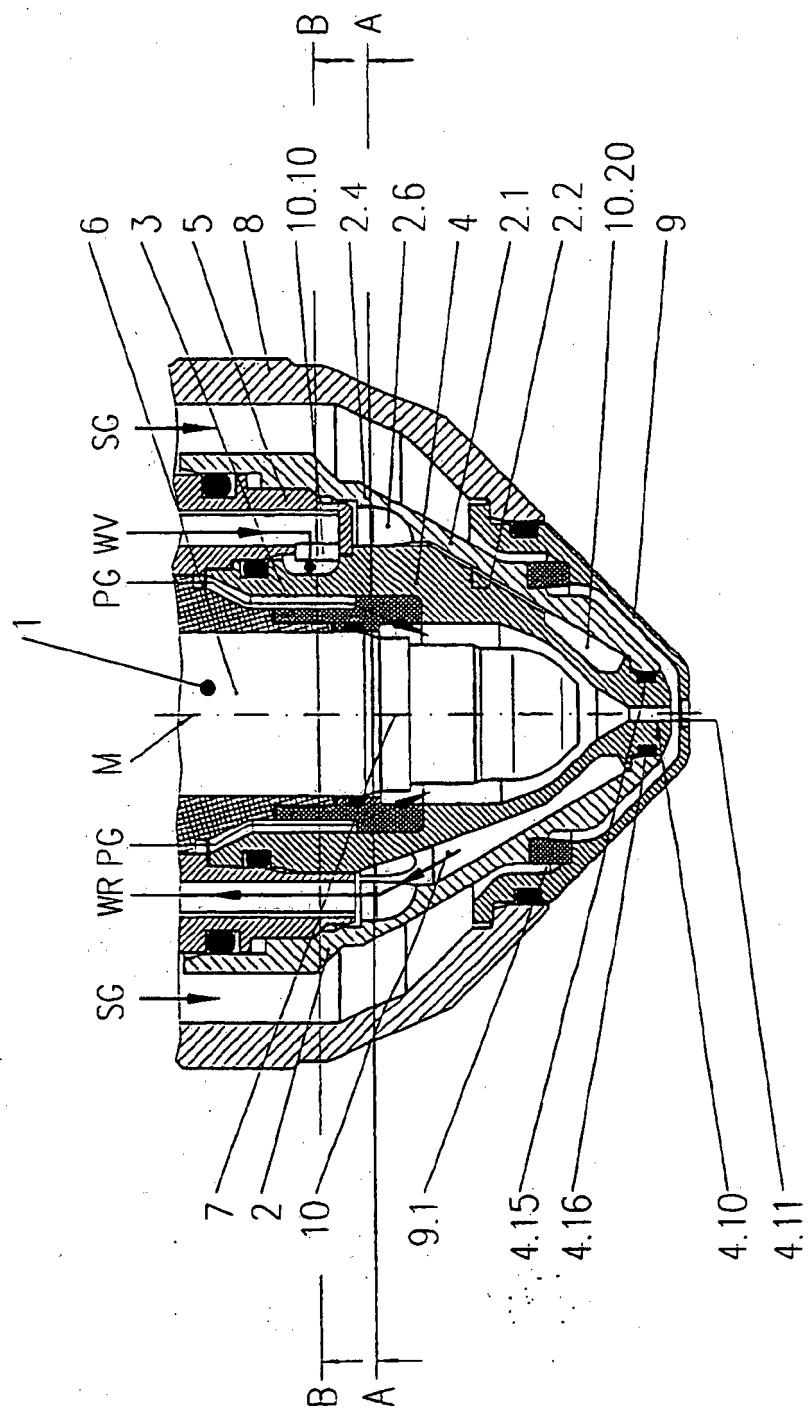


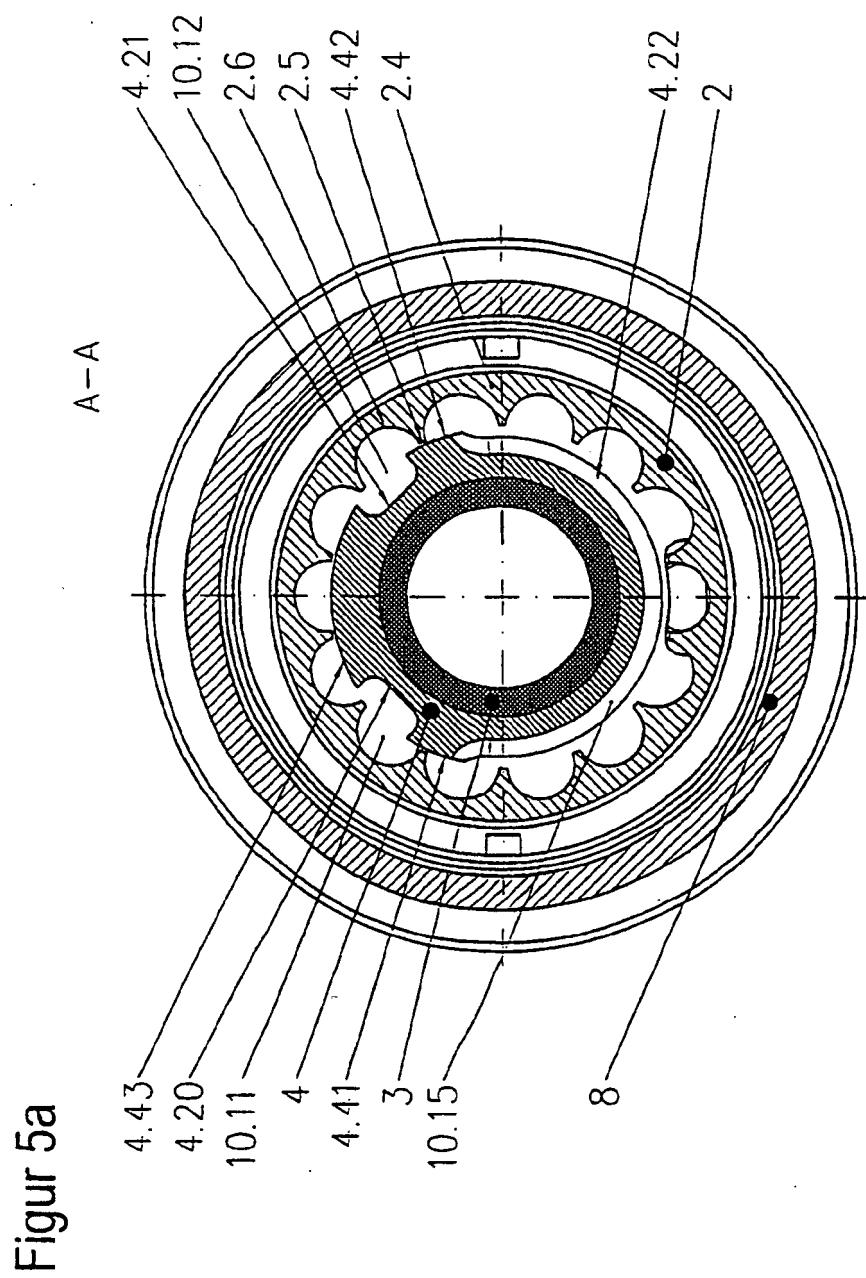
Figur 3b

Figur 4

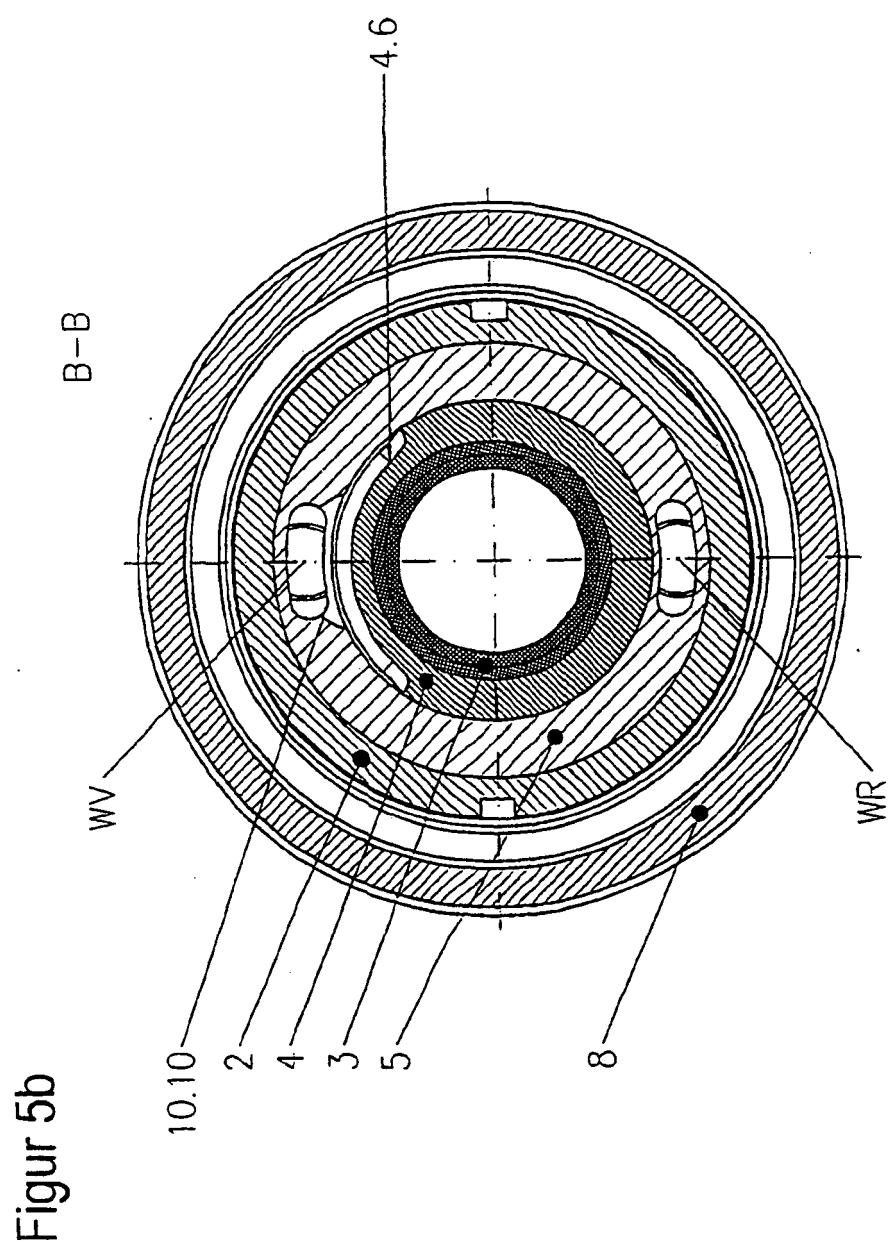


Figur 5



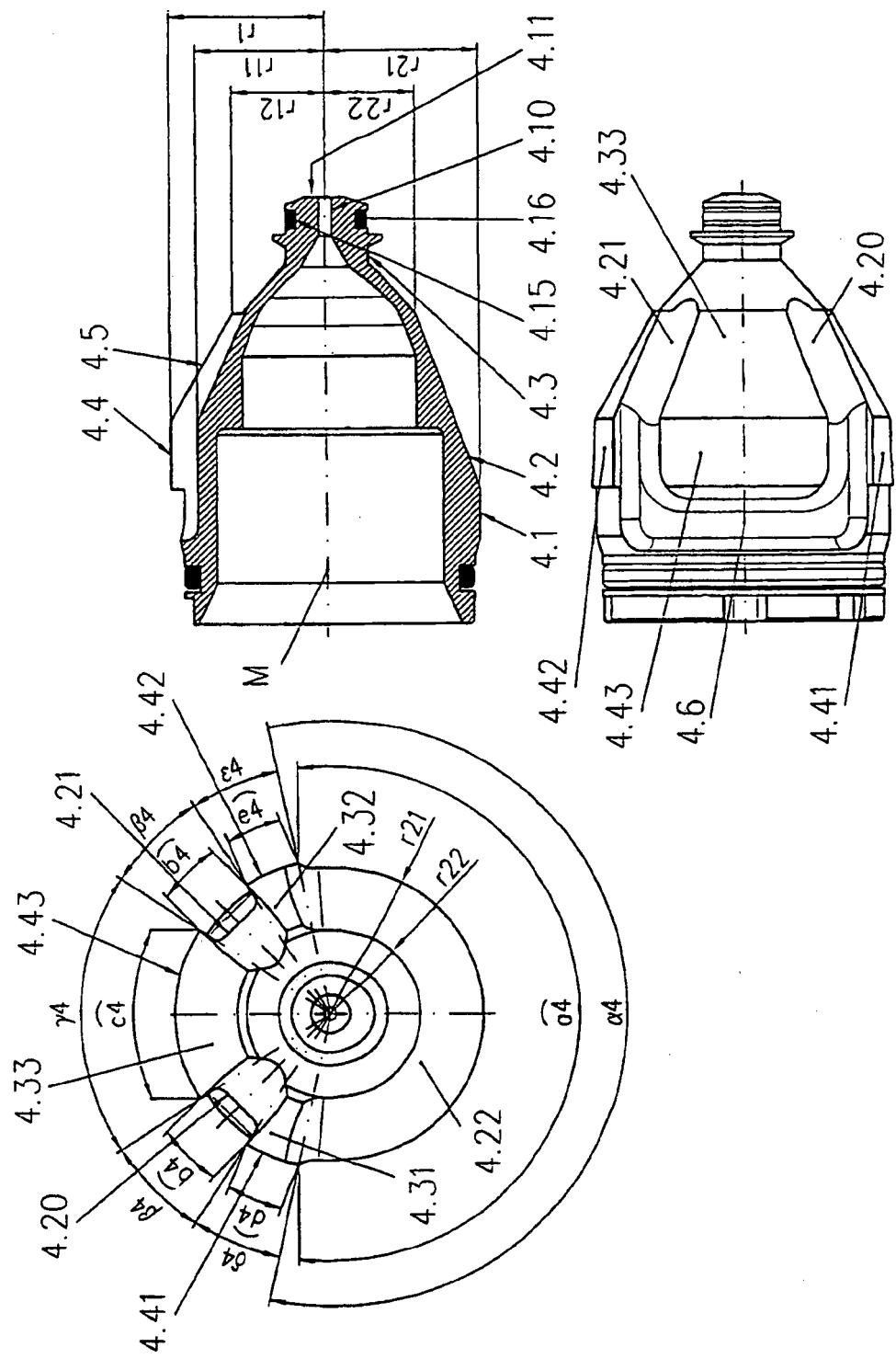


Figur 5a

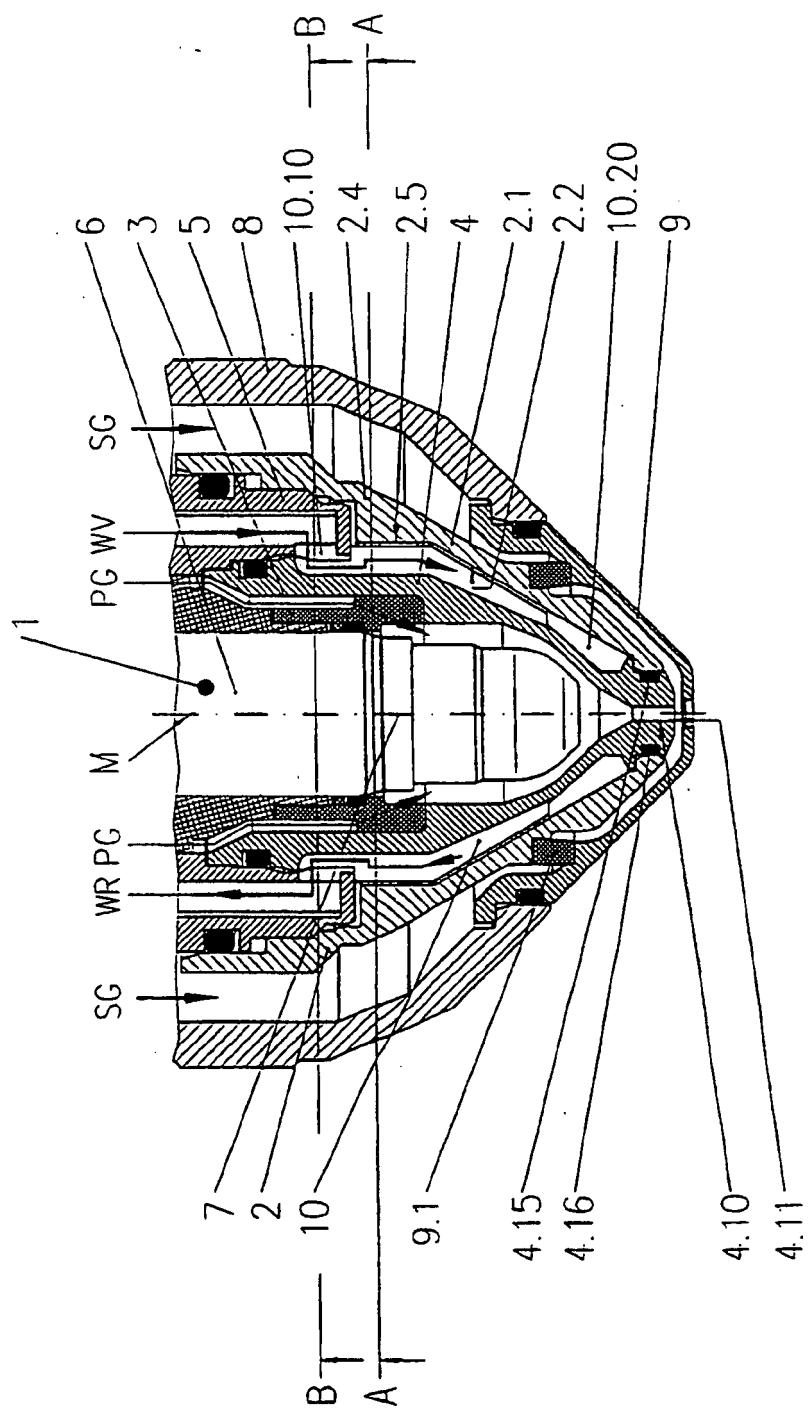


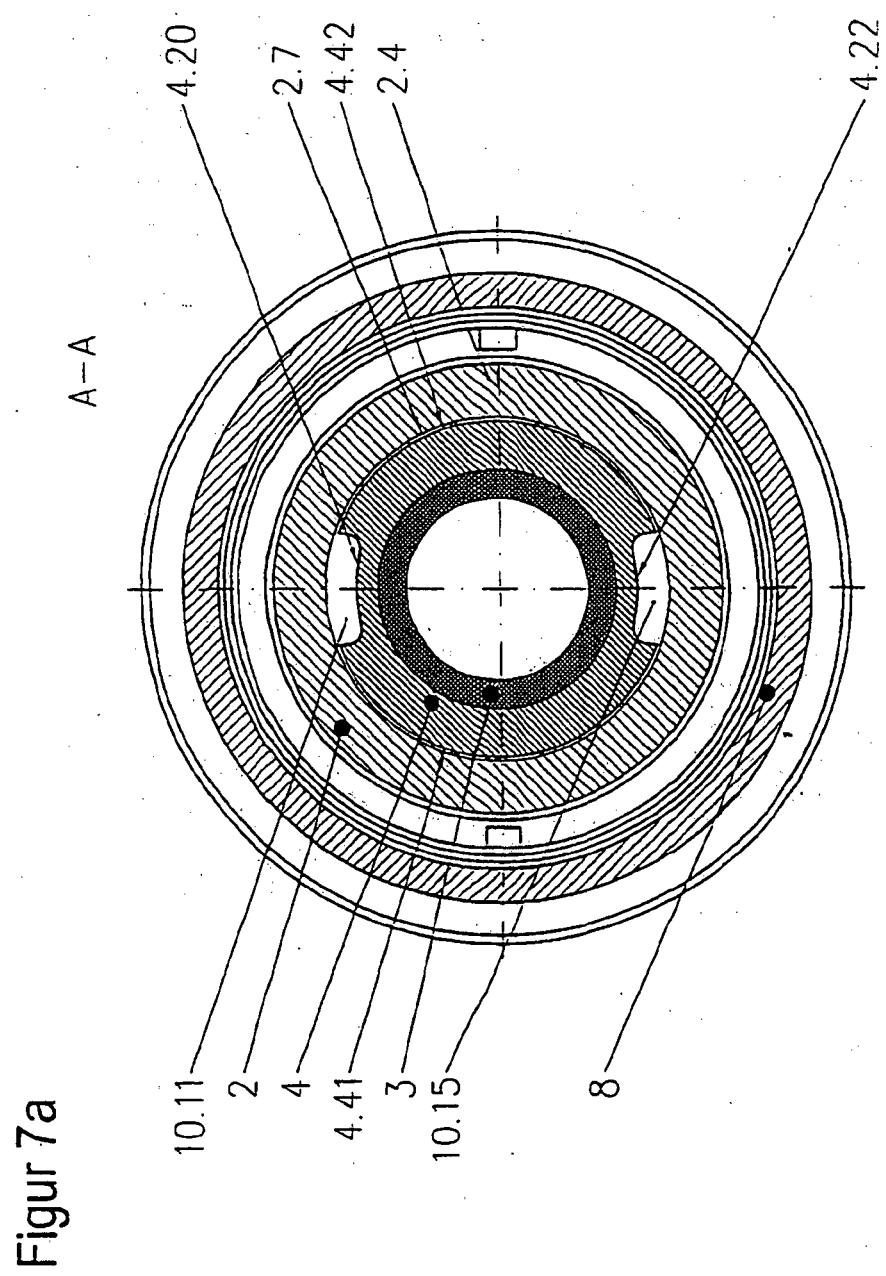
Figur 5b

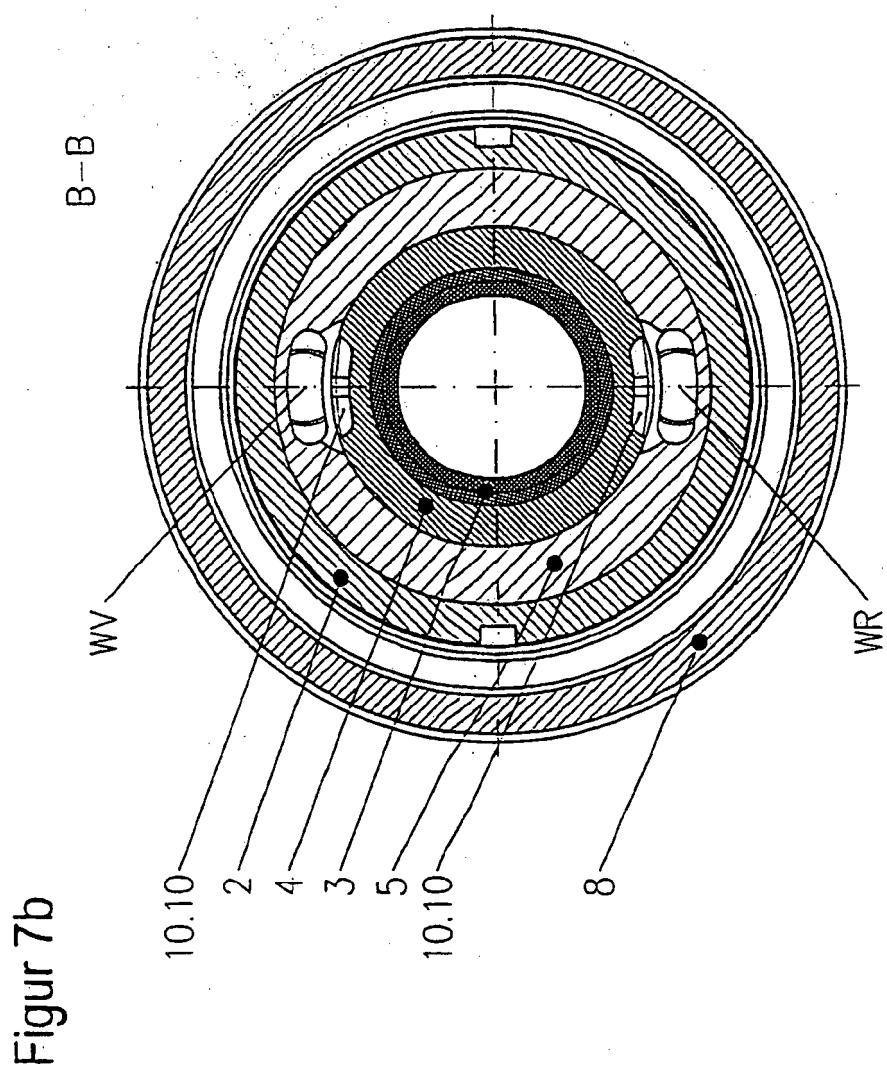
Figur 6



Figur 7

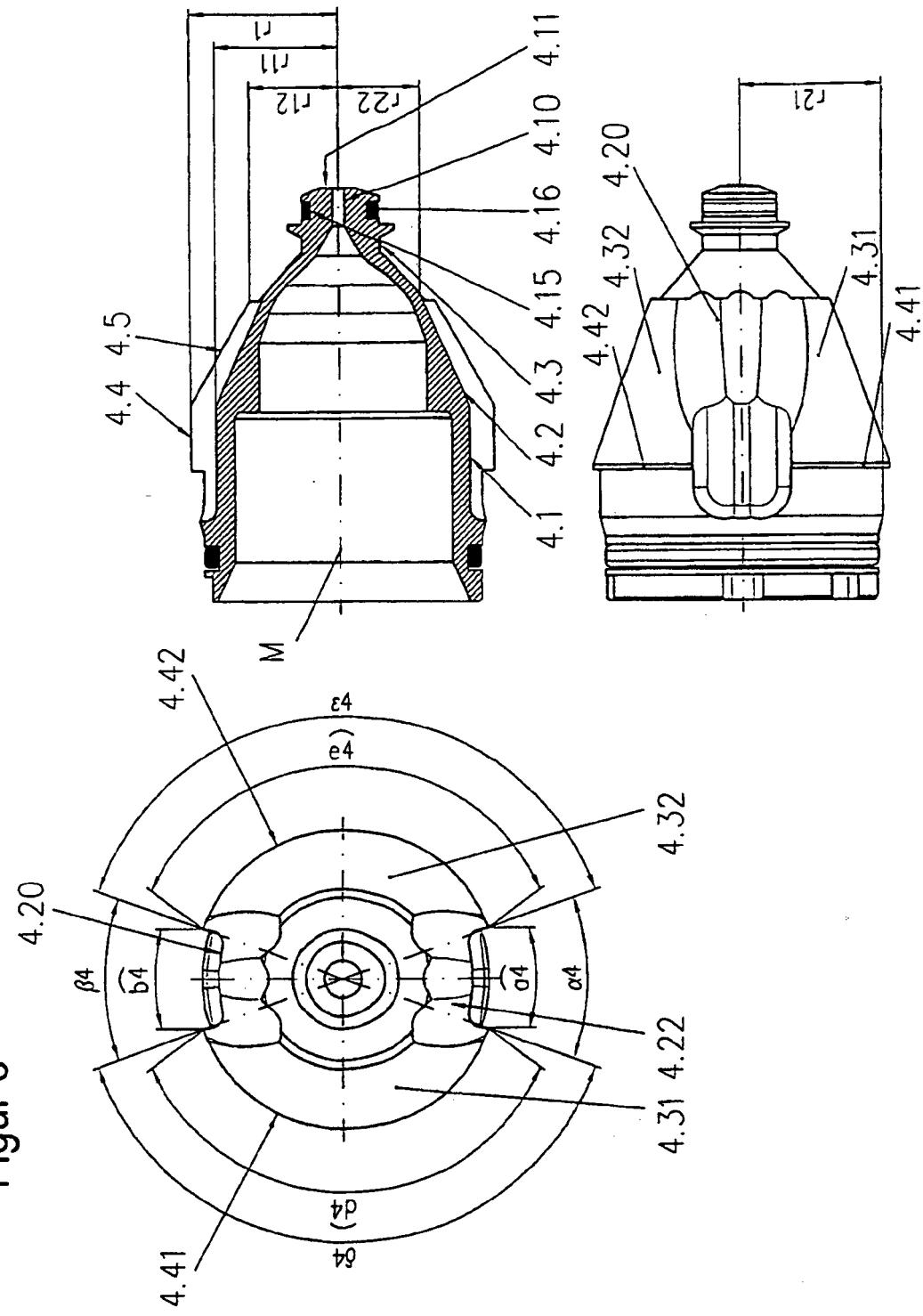




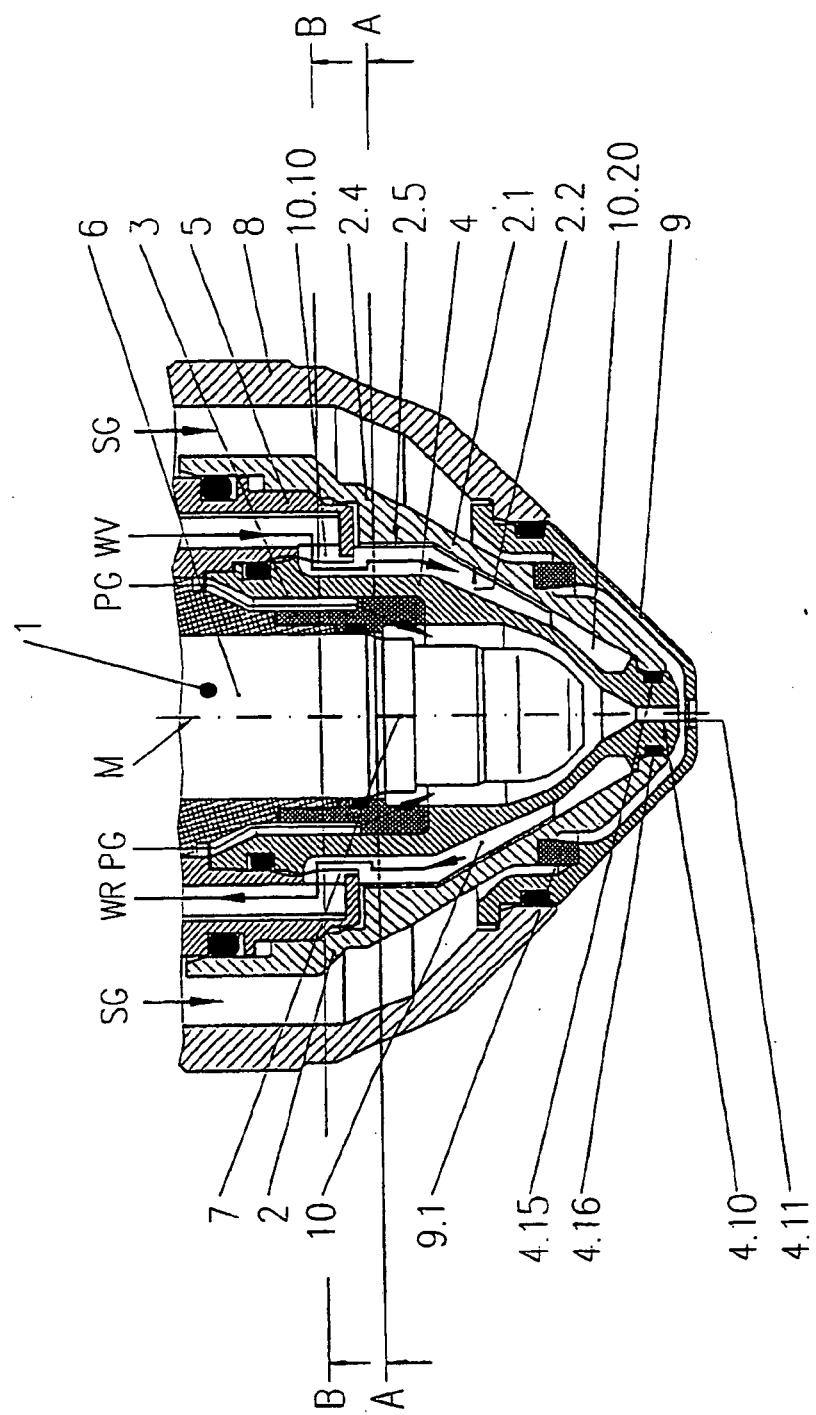


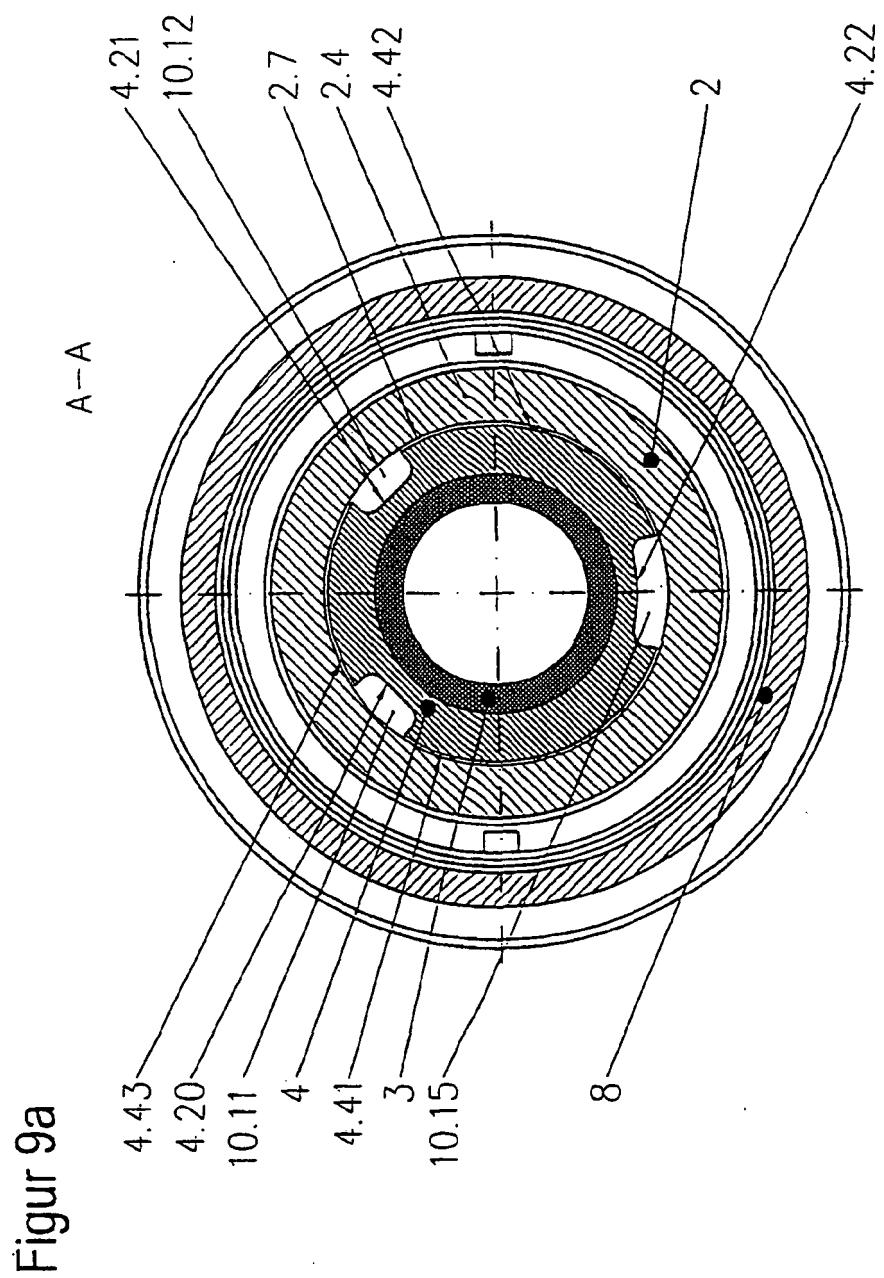
Figur 7b

Figur 8

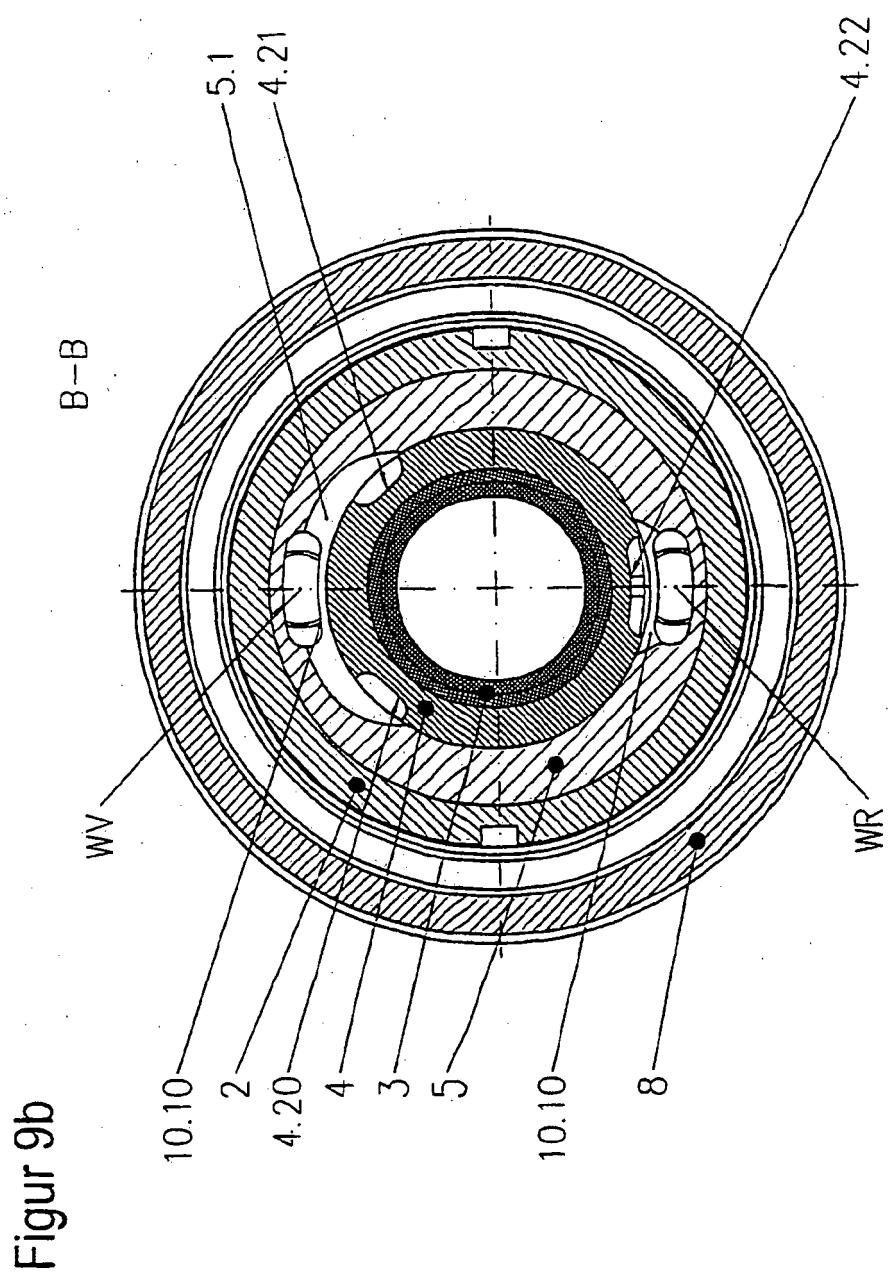


Figur 9



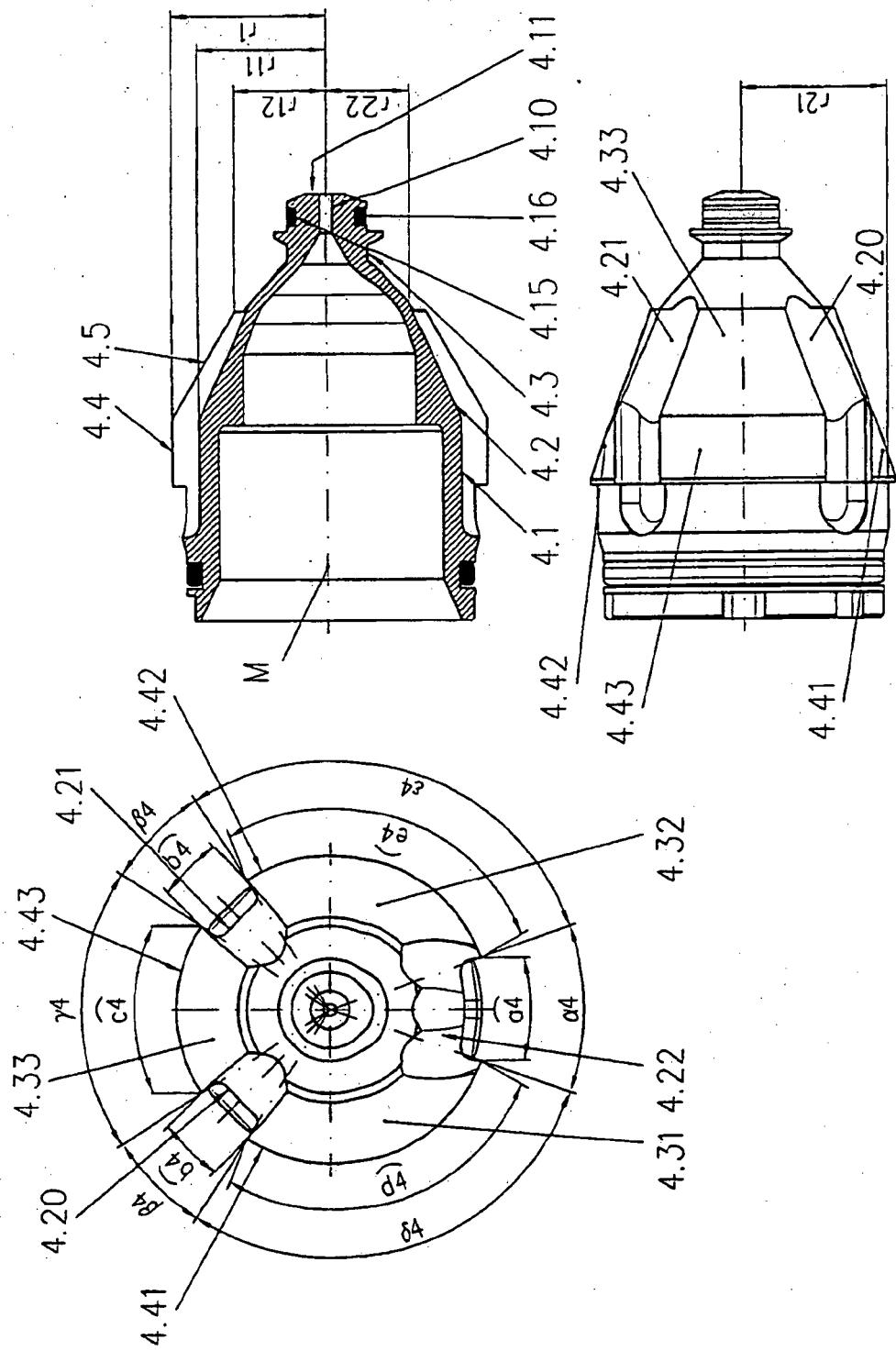


Figur 9a

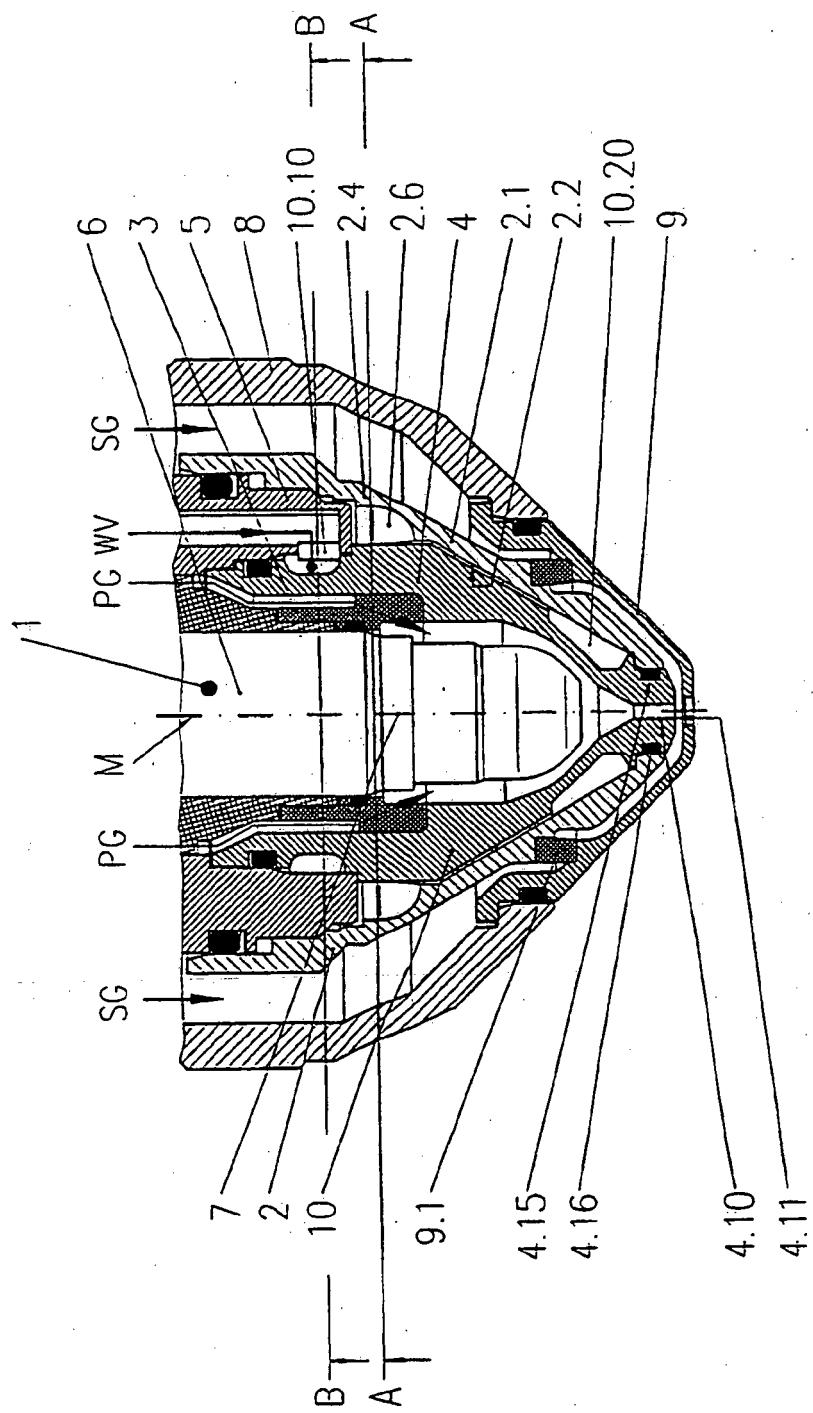


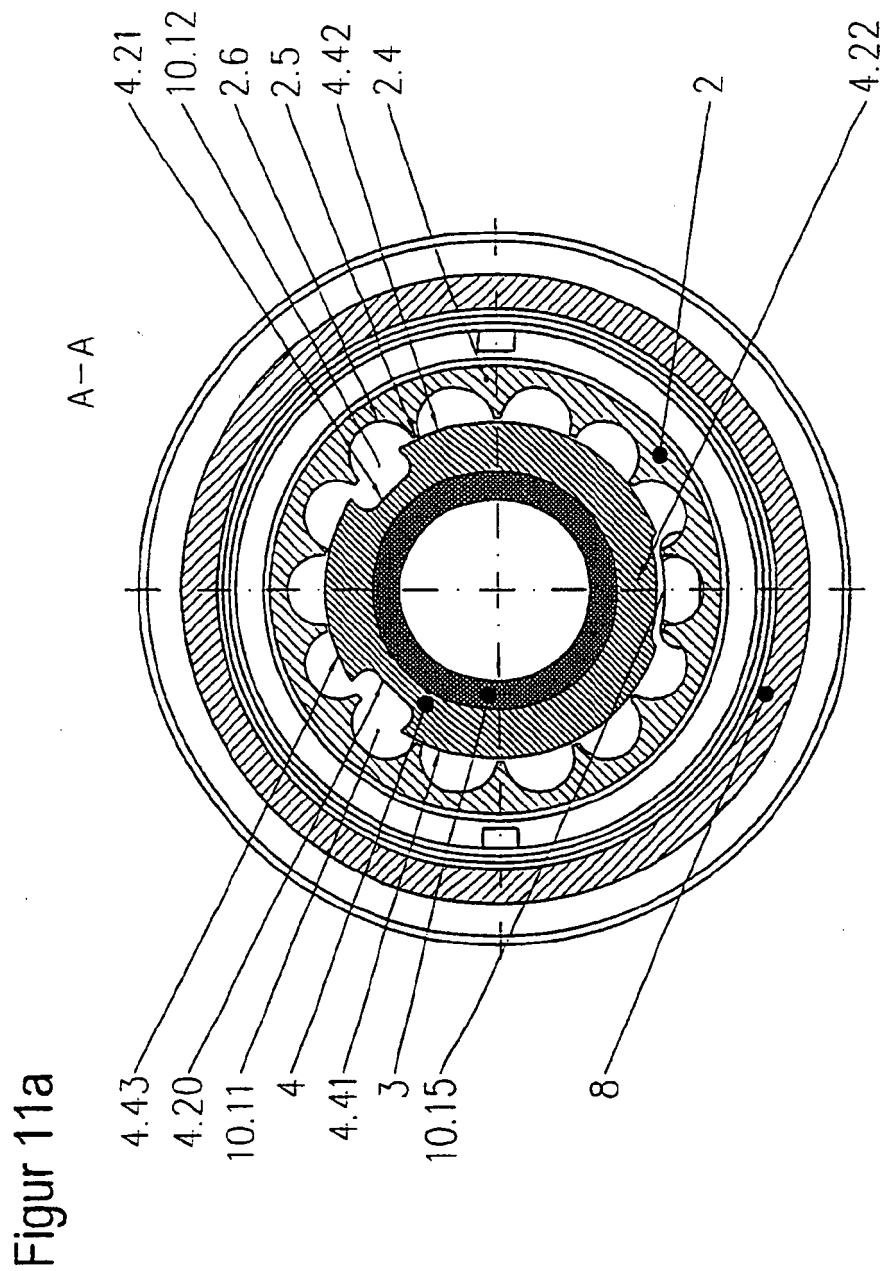
Figur 9b

Figur 10

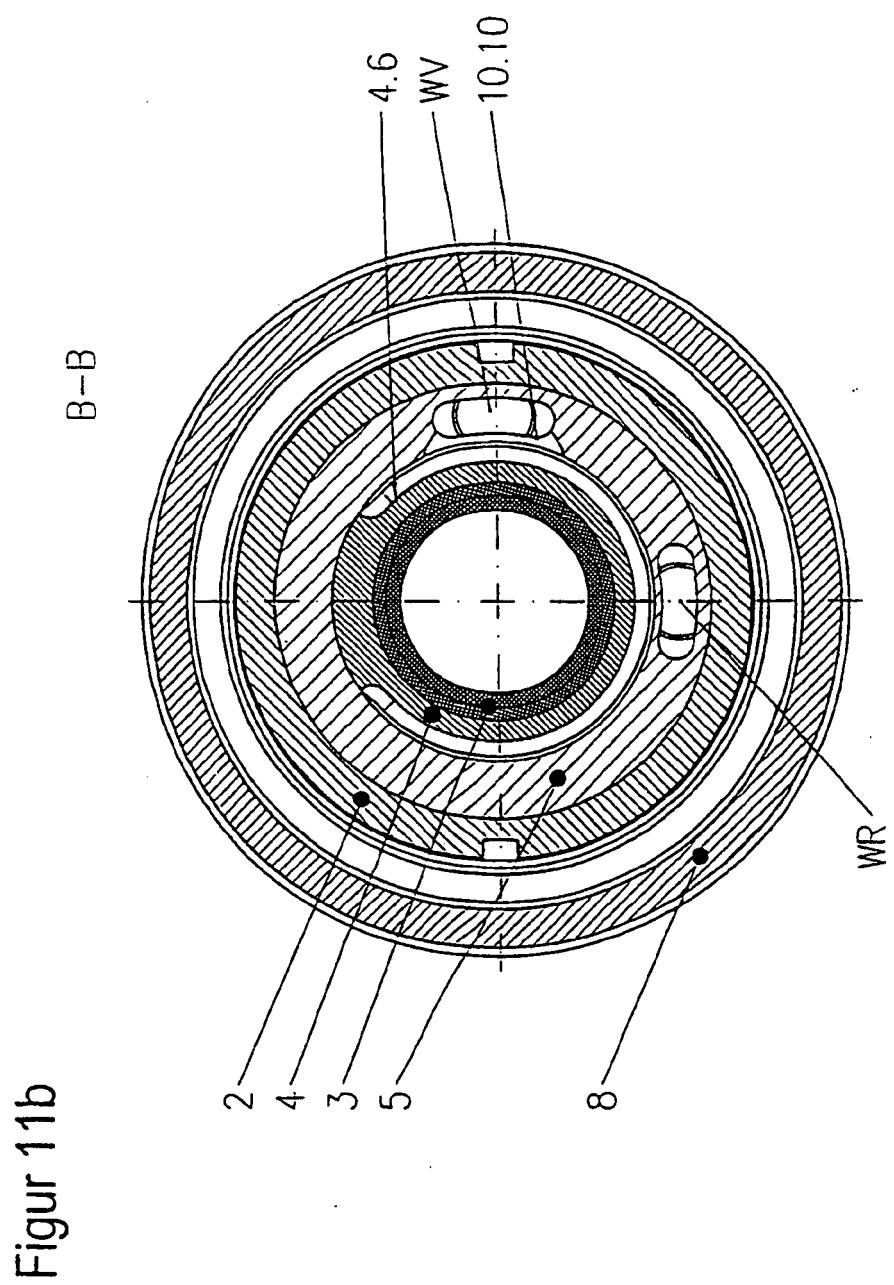


Figur 11



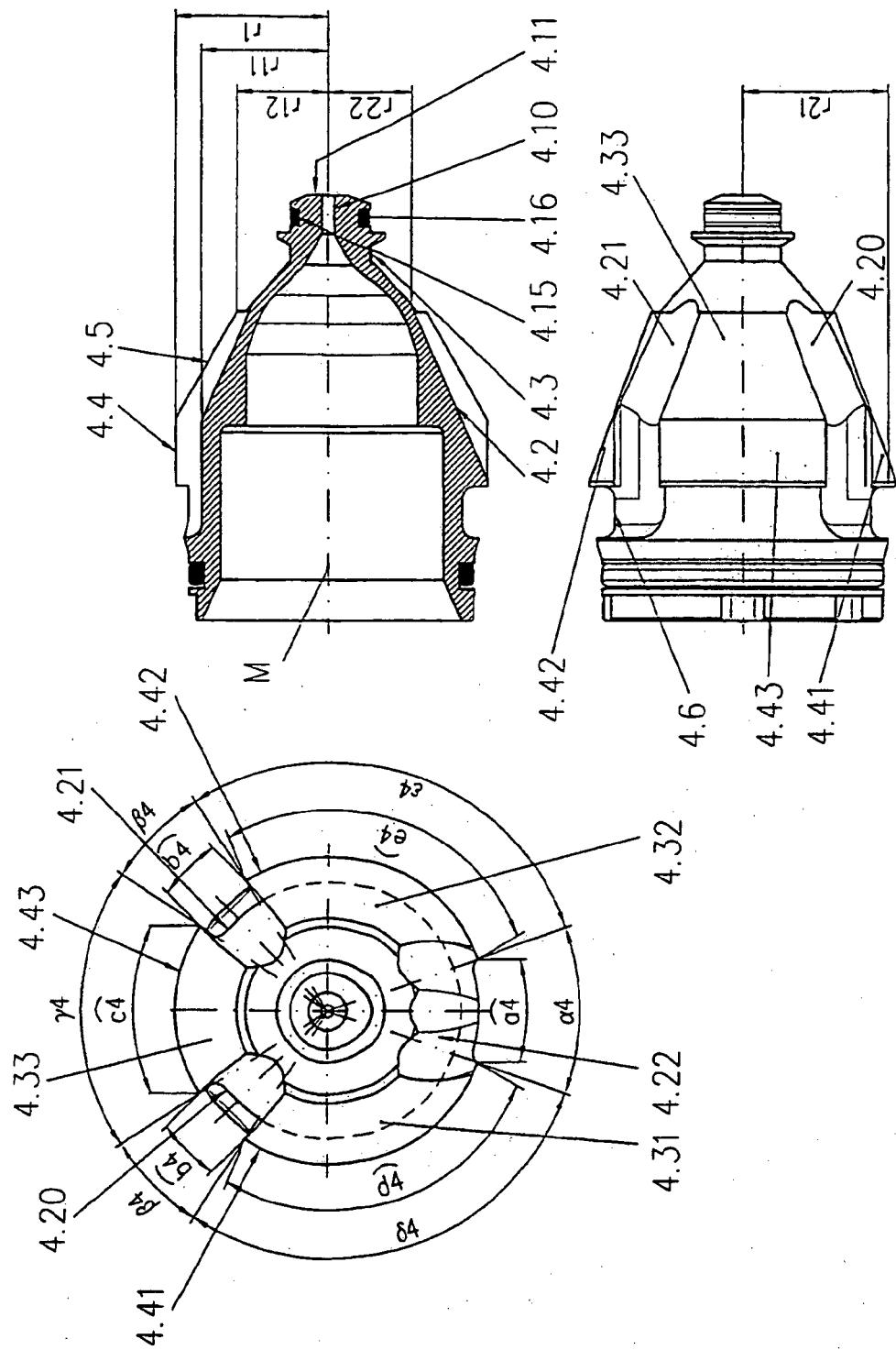


Figur 11a

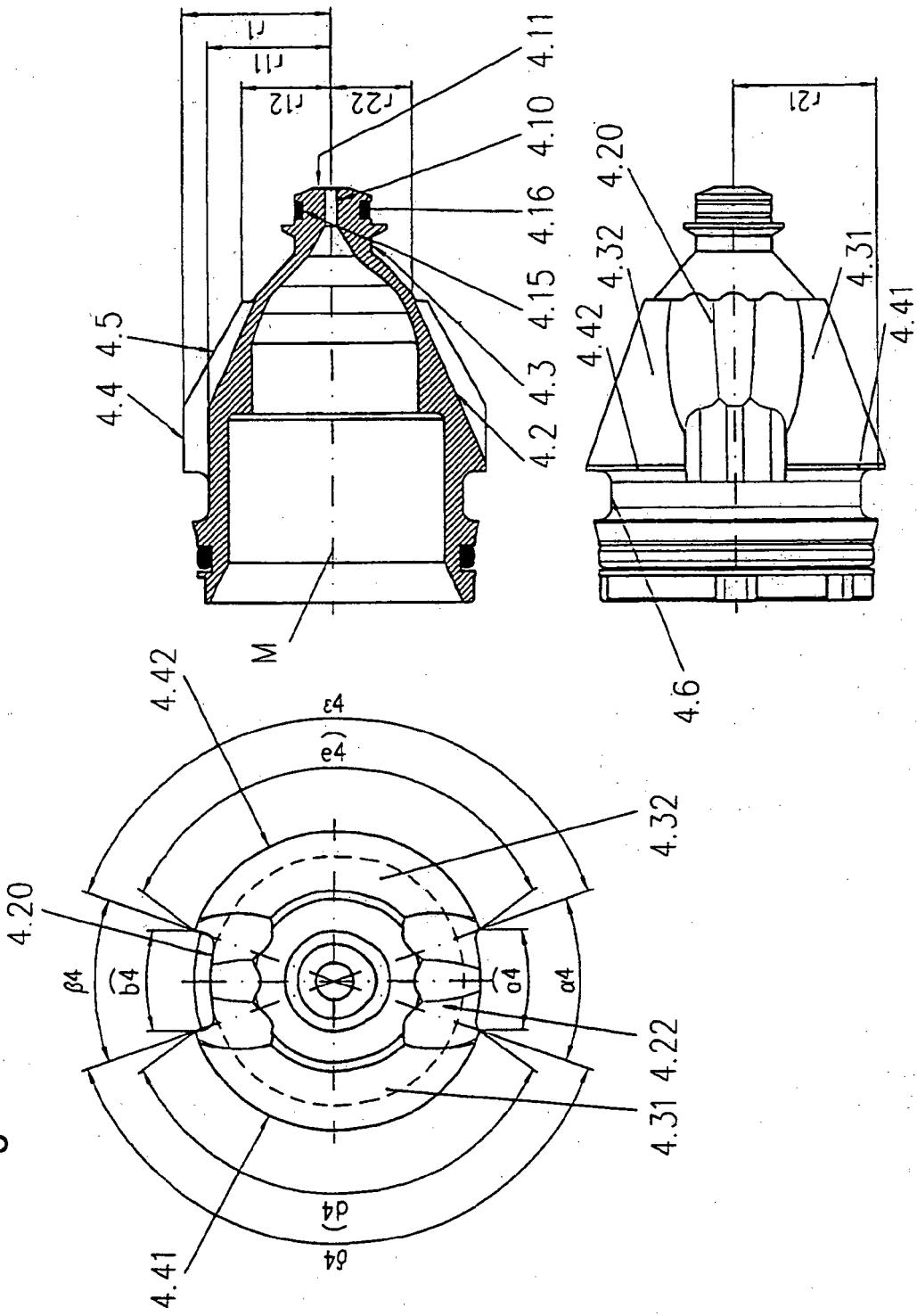


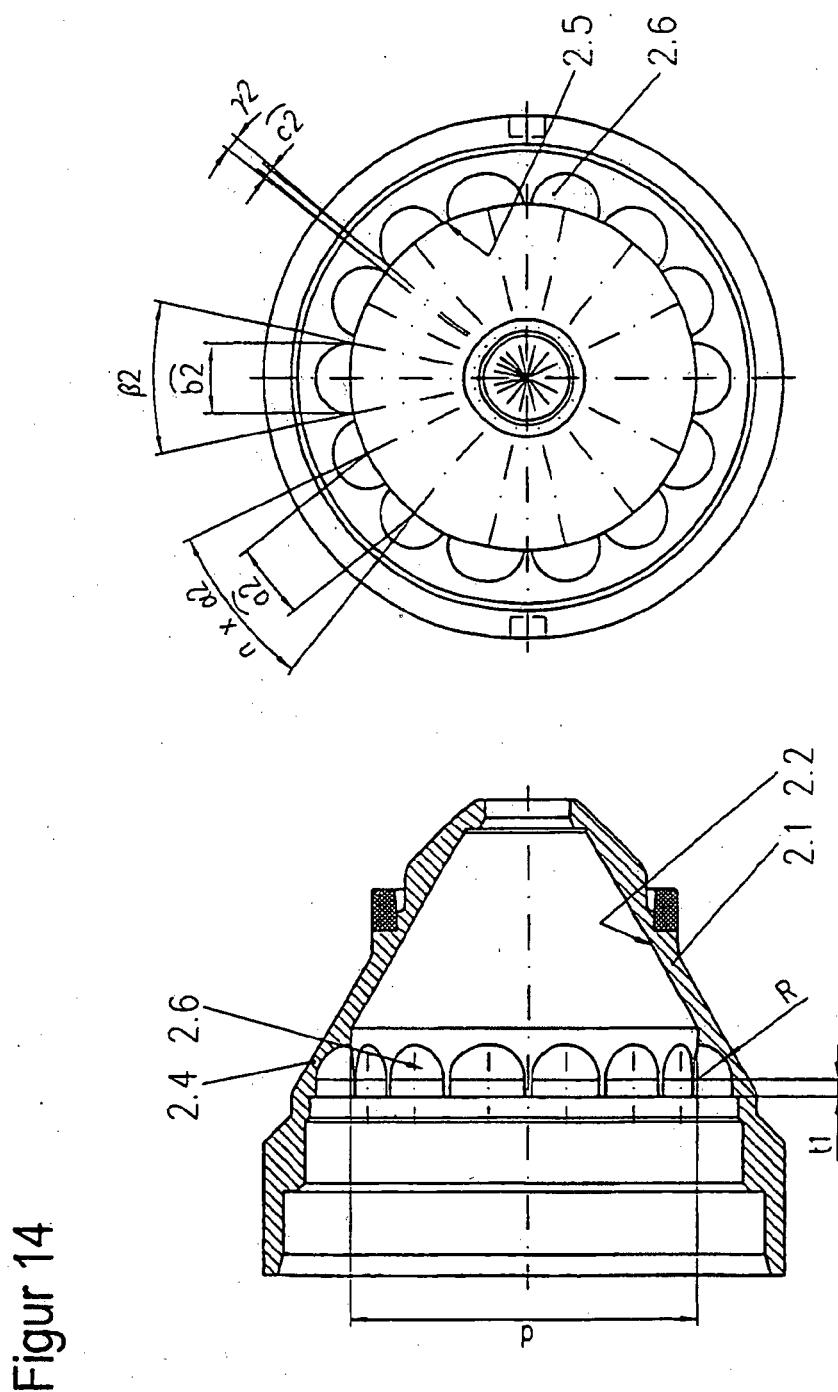
Figur 11b

Figur 12

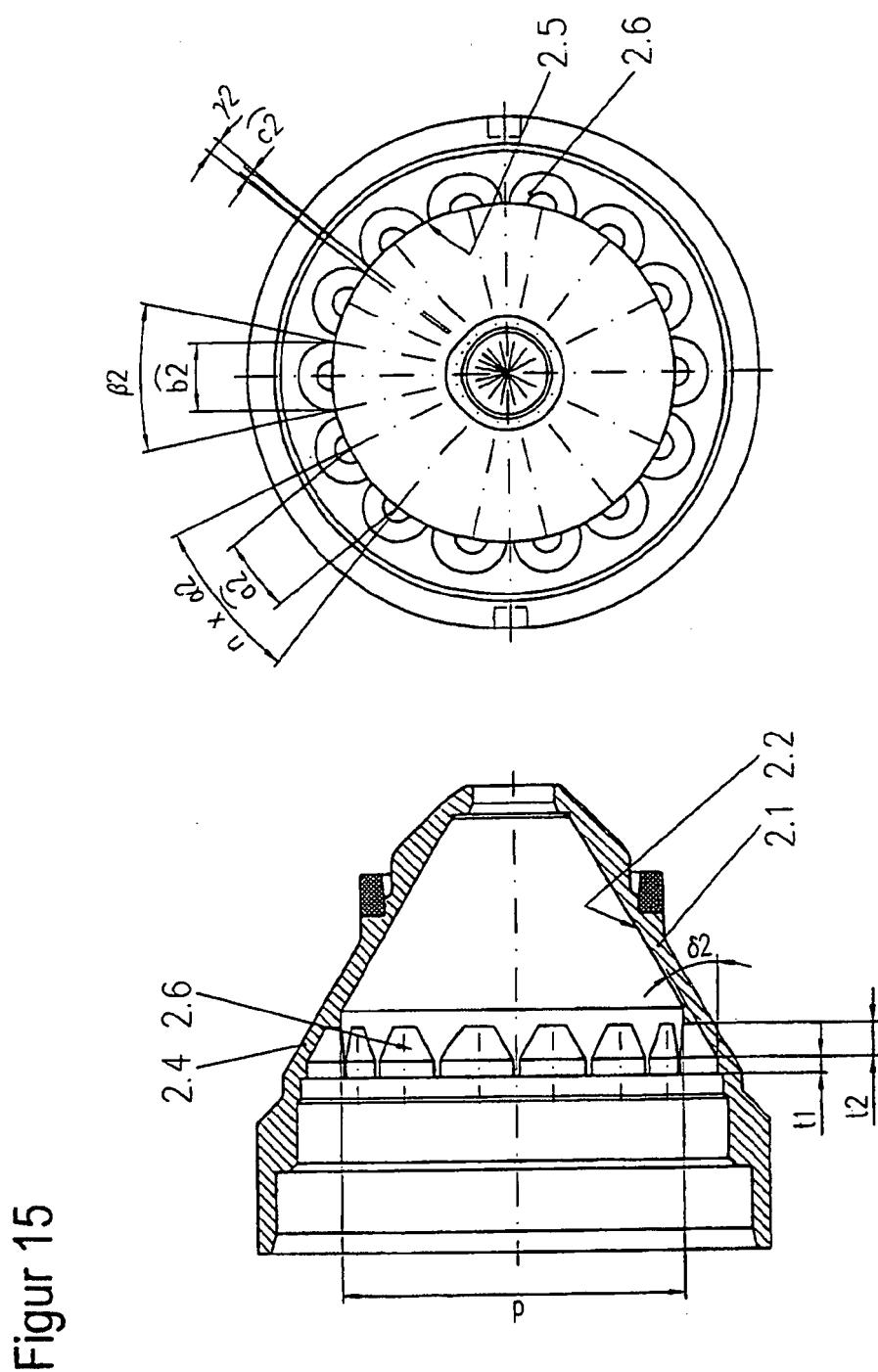


Figur 13

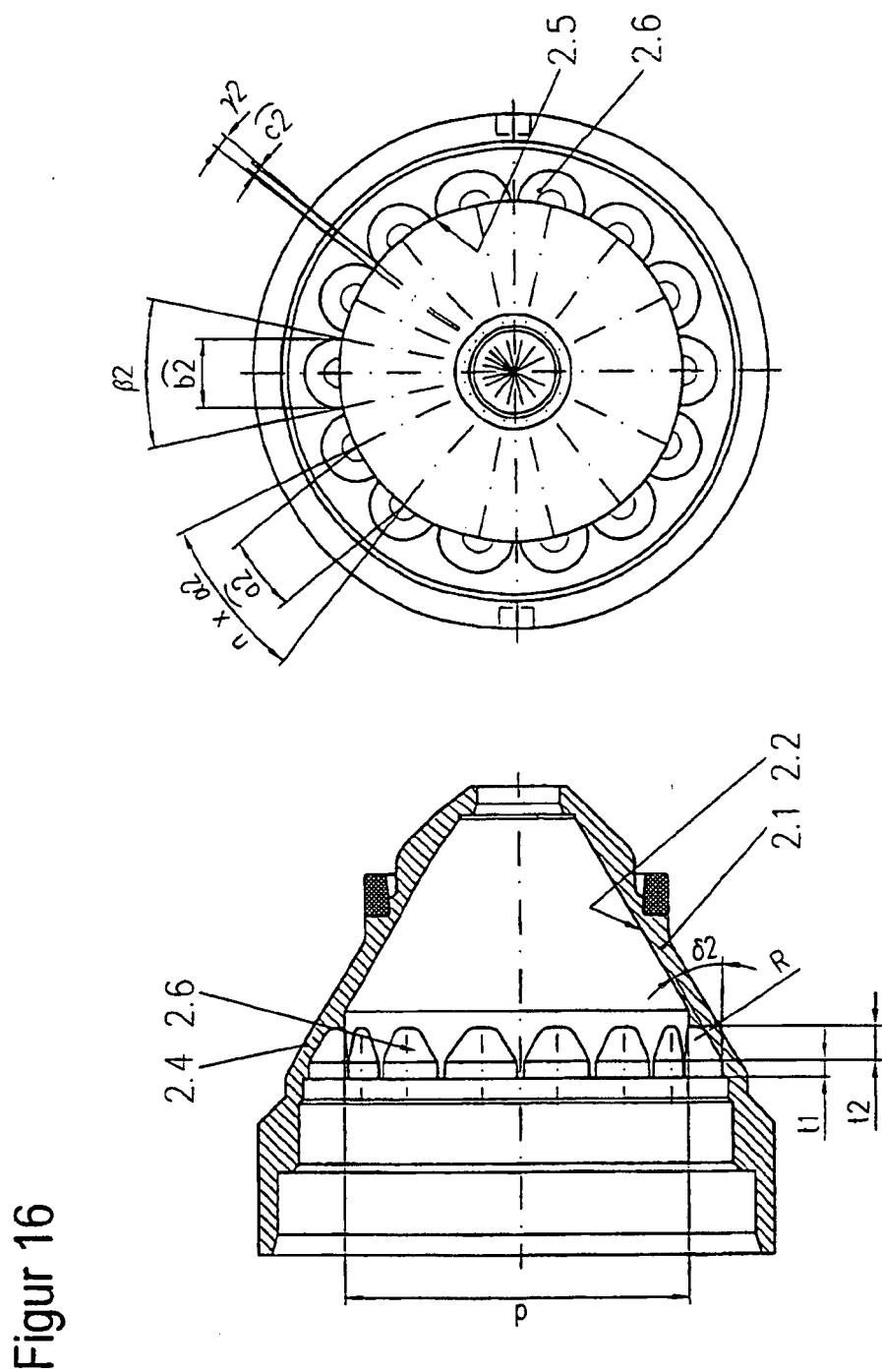




Figur 14



Figur 15



Figur 16

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

- DD 36014 B1 **[0009]**
- DE OS1565638 A **[0010]**
- DE 2525939 **[0011]**
- DE 69233071 T2 **[0012]**
- DD 83890 B1 **[0014]**