

(19)



(11)

EP 1 922 909 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.11.2016 Patentblatt 2016/46

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

(21) Anmeldenummer: **06774764.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2006/000366

(22) Anmeldetag: **06.09.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/028183 (15.03.2007 Gazette 2007/11)

(54) **WASSERDAMPFPLASMAABRENNER**

VAPOR PLASMA BURNER

CHALUMEAU A PLASMA A VAPEUR D'EAU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **09.09.2005 AT 14772005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

(73) Patentinhaber: **Fronius International GmbH**
4643 Pettenbach (AT)

(72) Erfinder:
• **HABERLER, Wolfgang**
A-4655 Vorchdorf (AT)
• **HEINRICH, Michal**
739 08 Frydek-Mistek (CZ)

- **LANGEDER, Harald**
A-4643 Pettenbach (AT)
- **PAUSER, Heribert**
A-3484 Grafenwörth (AT)
- **SILBERMAYR, Florian**
A-4653 Eberstälzell (AT)
- **STÖGER, Max**
A-4655 Vorchdorf (AT)

(74) Vertreter: **Sonn & Partner Patentanwälte**
Riemergasse 14
1010 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- 2004 268 089 US-A- 3 242 305
US-A- 3 501 665 US-A- 4 775 774
US-A- 6 084 199 US-B1- 6 326 581

EP 1 922 909 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 einen Wasserdampfplasmabrenner mit einem Brennergriff und einem Brennerkörper, wobei im Brennerkörper eine Flüssigkeitszuleitung, eine Heizeinrichtung, eine Brennkammer, eine mit dem Kathodenhalter verbundene Kathode und eine als Düse ausgebildete Anode mit einer Austrittsöffnung angeordnet ist.

[0002] Bei Wasserdampfplasmabrennern der gegenständlichen Art wird über eine Stromquelle ein Lichtbogen zwischen einer negativ gepolten Kathode und einer positiv gepolten Anode, welche als Düse an der Spitze des Brenners ausgebildet ist, gezündet. Flüssigkeit bzw. Wasser wird von einem Tank über eine entsprechende Leitung zum Brenner geführt und dort mittels einer Heizeinrichtung zu Dampf erhitzt und über entsprechende Kanäle in die Brennkammer geleitet, wo es als Plasma-bildendes Medium ein Plasma erzeugt. Der Plasmastrahl tritt stromlos aus der Düse aus, wo er aufgrund der hohen Energiedichte zum Aufschmelzen von Werkstücken verwendet werden kann. Da der Plasmastrahl stromlos aus der Düse des Brenners austritt und kein Lichtbogen zwischen der Düse zu dem zu bearbeitenden Werkstück erzeugt wird, können auch nicht leitende Werkstoffe thermisch bearbeitet werden. Neben dem Schneiden von Werkstücken kann mittels eines Wasserdampfplasmabrenners auch ein Verbinden von Werkstücken durchgeführt werden.

[0003] Beispielsweise beschreibt die DE 100 08 255 A1 einen Wasserdampfplasmabrenner, der speziell ausgebildet ist, um niedrigere Energieniveaus an der Plasmabrennerspitze für andere Anwendungen zu erzielen.

[0004] Ein Lichtbogenplasmabrenner der gegenständlichen Art, bei dem der Behälter für das Arbeitsfluid im Brenner integriert ist, wird in der EP 0 640 426 A1 beschrieben.

[0005] Die EP 1 050 200 B1 beschreibt einen Wasserdampfplasmabrenner, der für eine möglichst lange Laufzeit für einen Schneidvorgang speziell ausgebildet ist.

[0006] Die US 3 242 305 A beschreibt einen Plasmabrenner, welcher einen axial verschiebbare Elektrode aufweist. Durch das Abheben der Elektrode von der Düse kann eine Kompaktzündung vorgenommen werden.

[0007] Die JP 2004 268089 beschreibt einen Wasserdampfplasmabrenner der gegenständlichen Art mit erhöhter Menge an speicherbarer Flüssigkeit für eine längere Einsatzbereitschaft.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines oben genannten Wasserdampfplasmabrenners, der eine möglichst exakte Zündung des Lichtbogens zulässt und für einen optimalen Betrieb möglichst gut gekühlt werden kann.

[0009] Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch einen oben genannten Wasserdampfplasmabrenner, bei dem die im Brennerkörper angeordnete Flüssigkeitszuleitung zur Brennkammer derart ausgebildet ist, dass die zugeführte Flüssigkeit zuerst entlang des Ka-

thodenhalters über einen Kühlkanal geführt ist, und anschließend entlang der Heizeinrichtung zur Brennkammer verläuft. Durch diese Maßnahme wird ein Wasserdampfplasmabrenner geschaffen, dessen Kathode durch die Flüssigkeit bzw. das Wasser besser gekühlt wird. Durch die Wärmeaufnahme der Flüssigkeit wird in der Folge weniger Energie für die Verdampfung benötigt.

[0010] Vorteilhafterweise ist um den Kathodenhalter ein von einem Kolbenelement begrenzter Raum angeordnet, der mit der Flüssigkeitszuleitung verbunden ist, so dass durch Zufuhr von Flüssigkeit der Raum gefüllt wird und der Kathodenhalter mit der Kathode von der Düse abhebt.

[0011] Um eine annähernde Abdichtung der Düse im Ruhezustand des Plasmabrenners zu erzielen und Beschädigungen der Kathode oder Düse durch eine Verteilung der Kräfte zu vermeiden, stimmt die Form der Spitze der Kathode vorzugsweise mit der Form der Innenseite der Düse überein. Bei der Formgestaltung werden scharfe Kanten oder Ecken vorzugsweise vermieden.

[0012] Da die Kathode und der Kathodenhalter axial verschiebbar ausgebildet sind, werden am Kathodenhalter bevorzugterweise Dichtungsringe angeordnet. Diese Dichtungsringe sind aus elastischem Material gebildet, welches die bei Wasserdampfplasmabrennern üblichen Temperaturen aushalten, beispielsweise aus Silikonverbundwerkstoffen oder Teflonverbundwerkstoffen. Über den oder die Dichtungsringe kann auch eine Zentrierung des Kathodenhalters im umgebenden Zylinder des Wasserdampfplasmabrenners erfolgen.

[0013] Um eine Verbindung der stromführenden Kathode mit anderen Bauelementen des Wasserdampfplasmabrenners zu verhindern, weist der Kathodenhalter eine elektrisch isolierende Beschichtung auf. Dabei soll die Beschichtung eine gute elektrische Isolierung aber auch eine gute Wärmeleitung zum Abführen der entstehenden Wärme aufweisen. Zusätzlich erfolgt bevorzugt eine Versiegelung der isolierenden Beschichtung.

[0014] Die Kathode des Wasserdampfplasmabrenners besteht gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung aus Kupfer oder einer Kupferlegierung.

[0015] Um die Kathode vor den auftretenden hohen Temperaturen zu schützen, kann diese zumindest teilweise mit einer elektrischen Isolation, insbesondere einer Keramikbeschichtung, versehen sein.

[0016] Um einen raschen Tausch der Kathode zu ermöglichen, ist diese vorzugsweise mit dem Kathodenhalter über ein Gewinde verbunden. Um einen möglichst guten Wärmeübergang von der Kathode zum Kathodenhalter zu erzielen ist das Gewinde relativ lang ausgebildet.

[0017] Vorzugsweise weist die Kathode einen Anschlagflansch auf, der verhindert, dass die Kathode zu weit in den Kathodenhalter gedreht wird, was zu einer Zerstörung des Gewindes führen könnte. Darüber hinaus wird die Verbindungsstelle zwischen Kathode und Kathodenhalter über den Anschlagflansch abgedichtet und

verhindert ein Eindringen des Arbeitsmediums.

[0018] Um zu verhindern, dass sich der Kathodenhalter beim Montieren bzw. Demontieren der Kathode verdreht, ist am Kathodenhalter vorzugsweise eine Einrichtung zum Schutz vor Verdrehung angeordnet, welche beispielsweise durch eine Achse gebildet ist, welche in einem Querloch des Kathodenhalters angeordnet ist.

[0019] Um eine ausreichende Kühlung des Wasserdampfplasmabrenners zu erzielen, ist der Kathodenhalter von zumindest einem Kühlkanal umgeben, welcher mit der Flüssigkeitszuleitung in Verbindung steht, so dass eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser bzw. ein entsprechendes Wassergemisch, als Kühlmedium verwendbar ist. Dabei wird die Flüssigkeit von der Flüssigkeitszuleitung in eine Kammer um den Kathodenhalter gefördert und entlang des zumindest einen Kühlkanals um den Kathodenhalter befördert, so dass der Kathodenhalter durch die Flüssigkeit gekühlt wird. Da als Kühlmedium die Flüssigkeit des Wasserdampfplasmabrenners verwendet wird, braucht kein eigener Kühlkreislauf mit einem eigenen Kühlmedium angeordnet werden.

[0020] Der zumindest eine Kühlkanal verläuft um den Kathodenhalter entlang, vorzugsweise spiralförmig. Durch diese Führung des Kühlkanals wird eine gleichmäßige Verteilung des Wassers um den Kathodenhalter gewährleistet. Zusätzlich zum Kühlkanal ist es von Vorteil, wenn ein schmaler Ringspalt um den gesamten Kathodenhalter frei bleibt, in den das Kühlmedium eindringen kann. Dadurch wird eine sichere Benetzung der gesamten Oberfläche des Kathodenhalters erzielt und lokale Überhitzungen des Kathodenhalters vermieden.

[0021] Um den Wasserdampfplasmabrenner in seiner Baugröße kompakt zu halten, wird die Flüssigkeit, welche zur Kühlung des Kathodenhalters diesen umströmt hat, über einen Rückführungskanal wieder zur Heizeinrichtung zurückgeführt.

[0022] Die Heizeinrichtung weist vorzugsweise einen spiralförmigen Kanal zur Durchführung der Flüssigkeit auf, in welchem diese verdampft wird. Der spiralförmige Kanal hat den Vorteil, dass die in der meist durch eine elektrische Heizung ausgebildeten Heizeinrichtung verdampfte Flüssigkeit verwirbelt wird und in diesem verwirbelten Zustand in die Brennkammer gelangt.

[0023] Um eine Inbetriebnahme des Wasserdampfplasmabrenners bei nicht ordnungsgemäß angeordnetem Gehäuse zu verhindern, kann ein Schutzschalter vorgesehen sein, der nur bei ordnungsgemäß angeordnetem Gehäuse betätigbar ist. Dieser Schutzschalter kann durch einen Mikrotaster gebildet sein, der durch das ordnungsgemäß aufgeschraubte oder aufgesteckte Gehäuse betätigt wird. Erst bei geschlossenem Schutzschalter wird eine Zufuhr der Flüssigkeit und ein Einschalten der elektrischen Versorgung ermöglicht.

[0024] Um eine Kühlung auch der Düse des Wasserdampfplasmabrenners zu ermöglichen, kann die Düse auch Kühlkanäle zur Führung eines Kühlfluids aufweisen. Eine gewisse Kühlung der Düse kann auch dadurch erfolgen, dass die Düse über ein Gewinde mit dem Ge-

häuse verbunden ist. Somit kann die an der Düse entstehende Wärme über das Gewinde an das Gehäuse abgeführt werden.

[0025] Um die Düse vor mechanischer Beschädigung zu schützen und einen gewissen Mindestabstand zum Werkstück einzuhalten, kann an der Düse ein Abstandhalter angeordnet sein.

[0026] Dabei ist der Abstandhalter vorzugsweise ringförmig um die Austrittsöffnung angeordnet.

[0027] Der Abstandhalter kann auch einstückig mit der Düse hergestellt sein.

[0028] Ebenso kann der Abstandhalter durch einen aufsteckbaren Drahtbügel gebildet sein. Dies bietet eine besonders einfache und kostengünstige Realisierungsmöglichkeit. Ebenso kann der Abstandhalter durch eine aufsteckbare Schutzhülse gebildet sein.

[0029] Der Abstandhalter ist aus elektrisch isolierendem Material gebildet oder mit einem solchen beschichtet. Dadurch ist die stromführende Anode bei einem nicht übertragenen Lichtbogen von der Umgebung isoliert.

[0030] Weitere Merkmale gehen aus der obigen Beschreibung des Wasserdampfplasmabrenners hervor.

[0031] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Wasserdampf-Schneidgeräts;

Fig. 2a und 2b schematische Darstellungen eines Wasserdampfplasmabrenners mit einer erfindungsgemäß axial verschiebbaren Kathode im Ruhezustand und in Betriebsstellung;

Fig. 3a und 3b Schnittbilder einer Ausführungsform eines Wasserdampfplasmabrenners im Ruhezustand und im Betriebszustand; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung des Wasserdampfplasmabrenners mit dem Brennergriff und dem Brennerkörper.

[0032] In Fig. 1 ist ein Wasserdampf-Schneidgerät 1 mit einem Grundgerät 1a für ein Wasserdampf-Schneidverfahren gezeigt. Das Grundgerät 1a umfasst eine Stromquelle 2, eine Steuervorrichtung 3 und ein der Steuervorrichtung 3 zugeordnetes Sperrelement 4. Das Sperrelement 4 ist mit einem Behälter 5 und einem Wasserdampfplasmabrenner 6, der einen Brennergriff 6a und einen Brennerkörper 6b umfasst, über eine Versorgungsleitung 7 verbunden, so dass der Wasserdampfplasmabrenner 6 mit einer im Behälter 5 angeordneten Flüssigkeit 8 versorgt werden kann. Die Versorgung des Wasserdampfplasmabrenners 6 mit elektrischer Energie erfolgt über Leitungen 9, 10 von der Stromquelle 2.

[0033] Zum Kühlen des Wasserdampfplasmabrenners 6 ist dieser über einen Kühlkreislauf 11 allenfalls unter Zwischenschaltung eines Strömungswächters 12 mit einem Flüssigkeitsbehälter 13 verbunden. Bei der In-

betriebsnahme des Brenners 6 bzw. des Grundgerätes 1a kann der Kühlkreislauf 11 von der Steuervorrichtung 3 gestartet und somit eine Kühlung des Brenners 6 über den Kühlkreislauf 11 erreicht werden. Zur Bildung des Kühlkreislaufs 11 wird der Brenner 6 über Kühlleitungen 14, 15 mit dem Flüssigkeitsbehälter 13 verbunden.

[0034] Weiters kann das Grundgerät 1a eine Eingabe- und/oder Anzeigevorrichtung 16 aufweisen, über welche die unterschiedlichsten Parameter bzw. Betriebsarten des Wasserdampf-Schneidgerätes 1 eingestellt und angezeigt werden können. Die über die Eingabe- und/oder Anzeigevorrichtung 16 eingestellten Parameter werden an die Steuervorrichtung 3 weitergeleitet, welche die einzelnen Komponenten des Wasserdampf-Schneidgerätes 1 entsprechend ansteuert.

[0035] Weiters kann der Wasserdampfplasmabrenner 6 zumindest ein Bedienelement 17, insbesondere einen Taster 18, aufweisen. Über das Bedienelement 17, insbesondere den Taster 18, kann der Benutzer durch Aktivieren und/oder Deaktivieren des Tasters 18 der Steuervorrichtung 3 vom Brenner 6 aus mitteilen, dass ein Wasserdampf-Schneidverfahren gestartet bzw. durchgeführt werden soll. Des Weiteren können an der Eingabe- und/oder Anzeigevorrichtung 16 beispielsweise Voreinstellungen getroffen werden, insbesondere, dass das zu schneidende Material, die verwendete Flüssigkeit und beispielsweise Kennlinien des Stromes und der Spannung vordefiniert werden. Selbstverständlich können weitere Bedienelemente am Brenner 6 angeordnet sein, über die ein oder mehrere Betriebsparameter des Wasserdampf-Schneidgerätes 1 vom Brenner 6 aus eingestellt werden. Hierzu können diese Bedienelemente direkt über Leitungen oder über ein Bussystem mit dem Grundgerät 1a, insbesondere der Steuervorrichtung 3, verbunden sein.

[0036] Die Steuervorrichtung 3 aktiviert nach dem Betätigen des Tasters 18 die einzelnen für das Wasserdampf-Schneidverfahren benötigten Komponenten. Beispielsweise werden zuerst eine Pumpe (nicht dargestellt), das Sperrelement 4 sowie die Stromquelle 2 angesteuert, wodurch eine Versorgung des Brenners 6 mit der Flüssigkeit 8 sowie mit elektrischer Energie eingeleitet wird. Anschließend aktiviert die Steuervorrichtung 3 den Kühlkreislauf 11, so dass eine Kühlung des Brenners 6 ermöglicht wird. Durch die Versorgung des Brenners 6 mit der Flüssigkeit 8 und mit Energie, insbesondere mit Strom und Spannung, wird nunmehr im Brenner 6 die Flüssigkeit 8 in ein Gas 19, insbesondere in Plasma, mit hoher Temperatur umgewandelt, so dass durch das aus dem Brenner 6 ausströmende Gas 19 ein Schneidprozess an einem Werkstück 20 durchgeführt werden kann.

[0037] Die Fig. 2a und 2b zeigen schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Wasserdampfplasmabrenners 6, insbesondere der Brennerdüse 6b, im Ruhezustand und im Betriebszustand. Der Wasserdampfplasmabrenner 6 weist ein Gehäuse 21 auf, in dem eine Kathode 22 angeordnet ist, die mit der Stromquelle 2 verbunden ist. Die als Düse 23 ausgebildete Anode 24

ist mit dem positiven Pol der Stromquelle 2 verbunden. Im Ruhezustand gemäß Fig. 2a wird die erfindungsgemäß axial verschiebbare Kathode 22 an die Düse 23 gepresst. In diesem Modus kann zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 kein Lichtbogen gezündet werden, da ein Kurzschluss besteht. Die im Wasserdampfplasmabrenner 6 enthaltene Heizeinrichtung 25 zum Verdampfen des Wassers kann bereits eingeschaltet werden, so dass das Arbeitsmedium bereits vorgeheizt wird.

[0038] Zum Zünden eines Lichtbogens zwischen der Kathode 22 und der Anode 24, also einen nicht übertragenen Lichtbogen wird gemäß Fig. 2b die Zufuhr des Arbeitsfluids im gegenständlichen Fall der Flüssigkeit 8 eingeschaltet, wodurch sich die axial verschiebbare Kathode 22 von der Düse 23 abhebt und bei Vorhandensein eines entsprechenden Stromes ein Lichtbogen zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 gezündet. Das in der Heizeinrichtung verdampfte Wasser wird in die Brennkammer 27 geleitet, wo es als Medium für einen Plasmastrahl dient. Der Plasmastrahl wird durch die Öffnung 25 in der Düse 23 herausgepresst und kann aufgrund seiner hohen Energiedichte zum Schneiden aber auch Verbinden von Werkstücken 20 eingesetzt werden.

[0039] Fig. 3a und 3b zeigen eine Ausführungsform eines Wasserdampfplasmabrenners 6, insbesondere Brenneinsatz, in geschnittener Darstellung. Gemäß Fig. 3a befindet sich der Wasserdampfplasmabrenner 6 im Ruhezustand, wo die Kathode 22 an die als Düse 23 ausgebildete Anode 24 gepresst wird. Der Wasserdampfplasmabrenner umfasst ein Gehäuse 21, eine Heizeinrichtung 26, eine Brennkammer 27, in der die verdampfte Flüssigkeit 8 als Medium für den Plasmastrahl gebildet wird, der durch die Austrittsöffnung 25 der Düse 23 austritt. Die Kathode 22 ist mit einem Kathodenhalter 28, vorzugsweise über ein Schraubgewinde 29, verbunden. Der Kathodenhalter 28 wird über eine Feder 30 (strichliert gezeigt) gegen die Düse 23 gepresst. Über eine Flüssigkeitszuleitung 32 wird der Wasserdampfplasmabrenner 6 mit der Flüssigkeit 8 versorgt. Die Kathode 22 ist mit dem Kathodenhalter 28 axial verschiebbar ausgebildet. Die Flüssigkeitszuleitung 32 steht mit dem Kathodenhalter 28 derart in Verbindung, dass bei Flüssigkeitszufuhr die Kathode 22 von der Düse 23 abgehoben wird, so dass ein Lichtbogen zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 gezündet werden kann. Dies geschieht dadurch, dass die Flüssigkeit 8 von der Flüssigkeitszuleitung 32 in einen Raum um den Kathodenhalter 28 geleitet wird, der von einem Kolbenelement 31 begrenzt wird. Durch den Wasserdruck wird das Kolbenelement 31 zusammen mit dem Kathodenhalter 28 und der Kathode 22 gegen die Kraft der Feder 30 nach hinten verschoben, wie in Fig. 3b dargestellt.

[0040] Die Flüssigkeit 8 gelangt anschließend über einen Kühlkanal 33, der vorzugsweise spiralförmig um den Kathodenhalter 28 entlang angeordnet ist, zu einem Umlenkelement 34, welches als Dichtring 35 ausgebildet ist. Der Dichtring 35 ermöglicht auch eine zentrierte Lagerung des axial verschiebbaren Kathodenhalters 28. Über

einen Rückführungs kanal 36 wird die Flüssigkeit 8 zur Heizeinrichtung 26 zurückgeführt, wo diese in einem spiralförmigen Kanal 37 verdampft wird. Durch die spiralförmige Anordnung des Kanals 37 wird die verdampfte Flüssigkeit 8 in einem Ringraum 38, der in die Brennkammer 27 übergeht, verwirbelt. Das plasmafähige Medium wird durch den Lichtbogen zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 zu einem Plasmastrahl, der über die Austrittsöffnung 25 der Düse austritt. Um eine optimale Wärmeabfuhr von der Kathode 22 zum Kathodenhalter 28 zu garantieren, ist das Gewinde 29 zur Verbindung der Kathode 22 mit dem Kathodenhalter 28 möglichst lang ausgebildet. Damit die Kathode 22 nicht zu weit in den Kathodenhalter 28 eingeschraubt wird, befindet sich ein Anschlagflansch 39 an der Kathode 22. Die Kathode 22 kann aus Kupfer oder einer Kupferlegierung allenfalls mit einer Keramikbeschichtung hergestellt sein. Um den Kathodenhalter 28 beim Auf- oder Abschrauben der Kathode 22 vor Verdrehen zu sichern, kann ein Verdrehschutz angeordnet sein, welcher beispielsweise durch eine Achse 40 in einem Querloch 41 gebildet sein kann.

[0041] Die Düse 23 bildet einen weiteren Verschleißteil, der zum Wechseln beispielsweise über ein Gewinde 42 mit dem Gehäuse 21 oder einem anderen Teil des Wasserdampfplasmabrenners 6 verbunden sein kann. Über einen Dichtring 43 erfolgt eine Abdichtung der Düse 23 gegenüber der Brennkammer 27. An der Düse 23 kann ein Abstandhalter 44 angeordnet sein, der um die Austrittsöffnung 25 angeordnet ist und die Düse 23 vor Beschädigung durch Berührung des Werkstücks 20 (nicht dargestellt) schützt. Der Abstandhalter 44, der durch einen aufsteckbaren Drahtbügel oder eine aufsteckbare Schutzhülse gebildet sein kann, ist vorzugsweise aus elektrisch isolierendem Material gebildet oder mit einem solchen beschichtet.

[0042] Schließlich kann im Wasserdampfplasmabrenner 6 ein Schutzschalter 45 angeordnet sein, der bei ordnungsgemäß angeordnetem Gehäuse 21 betätigbar ist. Dadurch wird gewährleistet, dass nur bei ordnungsgemäß befestigtem Gehäuse 21 ein Betrieb des Wasserdampfplasmabrenners 6 möglich wird. Dadurch werden Verletzungen beispielsweise durch Berühren der Heizeinrichtung 26 wirkungsvoll verhindert.

[0043] In Fig. 4 ist nunmehr der gesamte Wasserdampfbrenner 6, also der Brennergriff 6a und der Brennerkörper 6b, schematisch und teilweise geschnitten dargestellt, wobei schematisch der Anschluss eines Schlauchpaketes 46, in dem sämtliche Leitungen zusammengefasst sind, angedeutet.

[0044] Erfindungsgemäß ist nunmehr ersichtlich, dass im Brennergriff 6a ein geschlossener Kühlkreislauf 11 durch verbinden der Kühlkreisleitung 47 mit der Kühlkreisrückleitung 48 beispielsweise über ein Verbindungselement 49 geschaffen wurde. Zusätzlich weist das Verbindungselement 49 eine Bypass-Leitung 50 auf, die mit der Flüssigkeitszuleitung 32 im Brennerkörper 6b verbunden ist, wie schematisch angedeutet. Die Bypass-

Leitung 50 weist dabei bevorzugt einen geringeren Querschnitt auf, als die Kühlkreisleitung 47 und Kühlkreisrückleitung 48, so dass nur ein geringer Anteil von Flüssigkeit 8 vom geschlossenen Kühlkreislauf 11 im Brennergriff 6a entnommen wird. Selbstverständlich ist es möglich, dass hierzu ein entsprechendes Element bzw. Ventil im Verbindungselement 49 angeordnet wird, über das die zu entnehmende Flüssigkeitsmenge elektronisch oder mechanisch eingestellt werden kann, so dass nur eine bestimmte Menge bzw. ein bestimmtes Volumen in den Brennerkörper 6b geleitet wird.

[0045] Durch diese Ausbildung des Wasserdampfbrenners 6 wird nun erreicht, dass der Benutzer eine optimale Kühlung des Brennergriffes 6a vorfindet und es somit nicht passieren kann, dass die vom Brennerkörper 6b zurückübertragene Wärme den Brennergriff 6a soweit erhitzt, dass sich der Benutzer Verbrennungen zuführen kann bzw. die Griffschale des Brennergriffes 6a so heiß wird, dass der Benutzer sie nicht mehr in die Hand nehmen kann. Gleichzeitig wird dadurch auch erreicht, dass eine wesentlich höhere Durchflussgeschwindigkeit im Kühlkreislauf ermöglicht wird, da ein größerer Querschnitt der Kühlkreisleitung 47 und der Kühlkreisrückleitung 48 verwendet werden kann, als wenn der Kühlkreislauf 11 über den Brennerkörper 6b geführt werden würde, da im Brennerkörper 6a weniger Platz vorhanden ist. Damit kann auch mehr zurückgeführte Wärme abtransportiert werden.

[0046] Weiters wird dadurch auch erreicht, dass beim Beenden eines Schneidprozesses die Flüssigkeit 8 aus dem Brennerkörper 6b besser rückgeführt werden kann, da ein Druckabfall entsteht und somit die Flüssigkeit 8 automatisch in den Kühlkreislauf zurückgezogen wird, d.h., dass beim Beenden des Prozesses der Druck in der Kühlkreisleitung 47 und Kühlkreisrückleitung 48 verringert wird, wobei jedoch im Brennerkörper 6b, insbesondere in der Flüssigkeitszuleitung 32 aufgrund des geringeren Querschnittes noch aufrecht ist, sodass die Flüssigkeit 8 vom Brennerkörper 6b, insbesondere der Flüssigkeitszuleitung 32, nun in den Kühlkreislauf 11, also in die Kühlkreisleitung 47 bzw. Kühlkreisrückleitung 48, zurück fließt und die heiße Flüssigkeit 8 sofort über den Kühlkreislauf 11 im Brennergriff 6a abtransportiert wird. Somit wird eine Überhitzung des Brennerkörpers 6b nach Beendigung des Schneidprozesses verhindert.

[0047] Es ist auch möglich, dass die Bypass-Leitung 50 den gleichen Querschnitt bzw. Durchmesser wie die Kühlkreisleitung 47 und die Kühlkreisrückleitung 48 aufweisen kann, da im Brennerkörper 6b, insbesondere in der Flüssigkeitszuleitung 32, eine Querschnittsverringering bzw. Durchmesser verringering, durchgeführt wird, sodass nur soviel Flüssigkeit 8 zur Brennkammer 27, was für einen Schneid- bzw. Schweißprozess notwendig ist, wobei eine Regelung der Menge der Flüssigkeit 8 jedoch über den Druck erfolgen kann.

[0048] Der Vollständigkeit halber wird noch erwähnt, dass zusätzliche Leitungen, wie die Stromleitungen für die Anode 24 und die Kathode 22 sowie eventuelle Steu-

erleitungen, der Übersicht halber nicht dargestellt wurden.

[0049] Weiters ist in Fig. 4 noch ersichtlich, dass der Taster 18 als Sicherheitsschalter 51 ausgebildet ist, wodurch sichergestellt ist, dass beim Ablegen des Wasserdampfbrenners 6 dieser Sicherheitsschalter 51 nicht aktiviert werden kann. Hierzu weist der Sicherheitsschalter 51 einen Sicherheitsbügel 52 auf, der über ein Schaltelement 53 angeordnet ist. Der Benutzer muss zur Betätigung des Schaltelementes 53 zuerst den Sicherheitsbügel 52 nach unten bzw. nach vor drücken, so dass er anschließend mit dem Finger zum Schaltelement 53 gelangen kann. Durch die Bewegung des Sicherheitsbügels 52 wird eine Freigabevorrichtung, die beispielsweise durch einen Mikroschalter ausgeführt sein kann (nicht dargestellt), aktiviert, wodurch durch Betätigen des Schaltelementes 53 ein Signal an die Steuervorrichtung 3 übersendet wird. Durch diese Freigabevorrichtung wird sichergestellt, dass nur bei Betätigen des Sicherheitsbügels 52 das Schaltelement 53 aktiviert werden kann, so dass bei einem abgebrochenen Sicherheitsbügel 52 das Schaltelement 53 nicht aktiviert werden kann.

[0050] Grundsätzlich ist zu dem Aufbau des Wasserdampfplasmabrenners 6 noch zu erwähnen, dass die Wärmerückführung der Teile im Bereich des Austritts des Plasmastrahls 25 von besonderer Bedeutung ist, damit eine Überhitzung des Brennerkörpers 6b während des Betriebes verhindert wird. Hierzu ist beispielsweise die Kathode 22 entsprechend ausgebildet, damit die Wärme vom Bereich der Brennkammer 27 in den dahinterliegenden Bereich des Kathodenhalters 28 geleitet werden kann. Die Kathode 22 weist hierzu im Bereich des Kathodenhalters 28 eine plane bzw. ebene Stirnfläche auf, die beim Einschrauben in den Kathodenhalter 28 mit dem Material des Kathodenhalters 28 bevorzugt vollflächig in Verbindung steht. Damit wird erreicht, dass auch der hintere Anschlag der Kathode 22 mit dem Kathodenhalter 28 zur optimalen Wärmeabfuhr dient und somit mehr Wärmeenergie über das Schraubgewinde 29 und dem hinteren Anschlag der Kathode 22 abgegeben werden kann.

[0051] Weiters weist die Kathodenhalter 28 eine Beschichtung, insbesondere eine Keramikbeschichtung mit zusätzlicher Versiegelungsschicht, auf, wodurch eine noch bessere Wärmeabfuhr vom Kathodenhalter 28 an die Flüssigkeit 8 des parallellaufenden Kühlkanales gegeben ist. Hierzu dient die Keramikbeschichtung zur Isolation des Kathodenhalters 28 gegenüber der Flüssigkeit 8 bzw. anderen anliegenden Teilen, wogegen die Versiegelungsschicht zum Abdichten der Keramikschicht gegenüber der Flüssigkeit 8 dient, sodass keine Flüssigkeit 8 durch die Keramikschicht an den Kathodenhalter durchdringen kann. Beispielsweise wird die Versiegelungsschicht aus Harzbasis gebildet ist, wodurch eine hohe Temperaturbeständigkeit gegeben ist. Bevorzugt weist die Keramikschicht eine Dicke zwischen 100 µm und 400 µm, insbesondere 200 µm, auf.

[0052] Um eine noch bessere Wärmeabfuhr zu errei-

chen, kann die Oberfläche der Keramikbeschichtung eine bestimmte Struktur, insbesondere eine möglichst große Oberflächenrauigkeit (Rauhtiefe), aufweisen, so dass die Oberfläche vergrößert wird und somit mehr Wärme abgegeben werden kann. Hierbei wird im Bereich der Abdichtung des Kathodenhalters 28 eine Rauhtiefe von 0,2 µm bis 1 µm, bevorzugt 0,5 µm, auf, damit eine dauerhafte Abdichtung gegeben ist.

[0053] Vorteilhaft ist aber auch, dass für den Tausch der Kathode 22 diese am Gewindeansatz einen zylindrischen Bereich aufweist, der zwischen 2 mm bis 5 mm Länge beträgt, und dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Schraubgewindes 29 im Kathodenhalter 28 entspricht. Somit wird erreicht, dass beim Ansetzen der Kathode 22 am Kathodenhalter 28 eine Zentrierung und Ausrichtung erreicht wird, sodass durch eine einfache Drehbewegung und Druck die Kathode leicht in den Kathodenhalter 28 eingeschraubt werden kann. Darüber hinaus weist die Kathode 22 im Bereich des Gewindes eine Zentrierfläche auf, die im Endbereich des Gewindes in Richtung der Brennkammer 27 angeordnet ist, d.h., dass das Gewinde zwischen dem zylindrischen Bereich und der Zentrierfläche ausgebildet ist. Die Zentrierfläche weist eine bestimmte Länge zwischen 2 mm und 8 mm, bevorzugt, 4,5 mm, auf.

[0054] Schließlich ist es auch möglich, dass das Querloch 40 nicht nur als Verdrehenschutz dient, sondern auch als definierter Anschlag beim Abheben der Kathode 22, insbesondere des Kathodenhalters 22, zuständig ist.

Patentansprüche

1. Wasserdampfplasmabrenner (6) mit einem Brennergriff (6a) und einem Brennerkörper (6b), wobei im Brennerkörper (6b) eine Flüssigkeitszuleitung (32), eine Heizeinrichtung (26), eine Brennkammer (27), eine mit einem Kathodenhalter (28) verbundene Kathode (22) und eine als Düse (23) ausgebildete Anode (24) mit einer Austrittsöffnung (25) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Brennerkörper (6b) angeordnete Flüssigkeitszuleitung (32) zur Brennkammer (27) derart ausgebildet ist, dass die zugeführte Flüssigkeit (8) zuerst entlang des Kathodenhalters (28) über einen Kühlkanal (33) geführt ist, und anschließend entlang der Heizeinrichtung (26) zur Brennkammer (27) verläuft.
2. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** um den Kathodenhalter (28) ein von einem Kolbenelement (31) begrenzter Raum angeordnet ist, der mit der Flüssigkeitszuleitung (32) verbunden ist, so dass durch Zufuhr von Flüssigkeit (8) der Raum gefüllt wird und der Kathodenhalter (28) mit der Kathode (22) von der Düse (23) abhebt.
3. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach Anspruch 1

oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form der Spitze der Kathode (22) mit der Form der Innenseite der Düse (23) übereinstimmt.

4. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kathodenhalter (28) Dichtungsringe (35) angeordnet sind. 5
5. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kathodenhalter (28) eine elektrisch isolierende Beschichtung und bevorzugt eine Versiegelung aufweist. 10
6. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode (22) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht. 15
7. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode (22) zumindest teilweise mit einer elektrischen Isolierung, insbesondere einer Keramikbeschichtung versehen ist. 20
8. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode (22) mit dem Kathodenhalter (28) über ein Gewinde (29) verbunden ist. 25
9. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode (22) einen Anschlagflansch (39) aufweist. 30
10. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kathodenhalter (28) eine Einrichtung zum Schutz vor Verdrehung angeordnet ist, welche beispielsweise durch eine Achse (40) gebildet ist, welche in einem Querloch (41) des Kathodenhalters (28) angeordnet ist. 35
11. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kathodenhalter (28) von zumindest einem Kühlkanal (33) umgeben ist, welcher mit der Flüssigkeitszuleitung (32) in Verbindung steht, so dass das Wasser als Kühlmedium verwendbar ist. 40
12. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Kühlkanal (33) um den Kathodenhalter (28) entlang, vorzugsweise spiralförmig verläuft. 45
13. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rückführungskanal (36) zur Rückführung 50

der Flüssigkeit zur Heizeinrichtung (26) angeordnet ist.

14. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizeinrichtung (26) einen spiralförmigen Kanal (37) zur Durchführung der Flüssigkeit aufweist. 5
15. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schutzschalter vorgesehen ist, der bei ordnungsgemäß angeordnetem Gehäuse (21) betätigbar ist. 10
16. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (23) Kühlkanäle zur Führung eines Kühlfluids aufweist. 15
17. Wasserdampfplasmabrenner (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (23) über ein Gewinde (42) mit dem Gehäuse (21) verbunden ist. 20

Claims

1. A vapor plasma burner (6) comprising a burner handle (6a) and a burner base (6b), wherein inside said burner base (6b) a liquid feed pipe (32), a heating device (26), a burner chamber (27), a cathode (22) connected to a cathode support (28), and an anode (24) which is configured as a nozzle (23) and has an exit opening (25) are arranged, **characterized in that** said liquid feed pipe (32) leading to said burner chamber (27), which pipe is arranged inside said burner base (6b), is configured in such a manner that a supplied liquid (8) is conducted first along said cathode support (28) via a cooling channel (33) and then along said heating device (26) towards said burner chamber (27). 30
2. A vapor plasma burner (6) according to claim 1, **characterized in that** a space is arranged around said cathode support (28), said space being limited by a piston element (31) and being connected to said liquid feed pipe (32), so that said space is filled when liquid (8) is supplied and said cathode support (28) and said cathode (22) are lifted off said nozzle (23). 35
3. A vapor plasma burner (6) according to claims 1 or 2, **characterized in that** the shape of the tip of said cathode (22) corresponds to the inside shape of said nozzle (23). 40
4. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** sealing rings 45

(35) are arranged on said cathode support (28).

5. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** said cathode support (28) has an electrically insulating coating and preferably a sealing coating.
6. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** said cathode (22) is made of copper or a copper alloy.
7. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** said cathode (22) is, at least partially, provided with an electric insulation, particularly a ceramic coating.
8. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** said cathode (22) is connected to said cathode support (28) via a thread (29).
9. A vapor plasma burner (6) according to claim 8, **characterized in that** said cathode (22) has a stop flange (39).
10. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that** an anti-distortion means is arranged on said cathode support (28), which means is e.g. formed by an axis (40) arranged in a transverse hole (41) of said cathode support (28).
11. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** said cathode support (28) is surrounded by at least one cooling channel (33) connected to said liquid feed pipe (32), so that water may be used as a cooling medium.
12. A vapor plasma burner (6) according to claim 11, **characterized in that** said at least one cooling channel (33) runs around and along said cathode support (28), preferably in a spiral way.
13. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 12, **characterized in that** a return channel (36) is provided to return said liquid to said heating device (26).
14. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 13, **characterized in that** said heating device (26) has a spiral channel (37) to conduct said liquid.
15. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 14, **characterized in that** a protective switch is provided which may be actuated when the housing (21) is properly arranged.
16. A vapor plasma burner (6) according to any one of

claims 1 to 15, **characterized in that** said nozzle (23) has cooling channels to conduct a cooling fluid.

17. A vapor plasma burner (6) according to any one of claims 1 to 16, **characterized in that** said nozzle (23) is connected to said housing (21) via a thread (42).

10 Revendications

1. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) avec un manche de chalumeau (6a) et un corps de chalumeau (6b), une conduite d'alimentation en liquide (32), un dispositif de chauffage (26), une chambre de combustion (27), une cathode (22) raccordée à un support de cathode (28) et une anode (24) constituée en tant que buse (23) avec une ouverture de sortie (25) étant disposés dans le corps de chalumeau (6b), **caractérisé en ce que** la conduite d'alimentation en liquide (32) disposée dans le corps de chalumeau (6b) et conduisant à la chambre de combustion (27) est constituée de telle sorte que le liquide (8) acheminé est d'abord conduit le long du support de cathode (28) par le biais d'un canal de refroidissement (33), et puis s'écoule le long du dispositif de chauffage (26) vers la chambre de combustion (27).
2. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, autour du support de cathode (28), il est disposé un espace, limité par un élément de piston (31), qui est raccordé à la conduite d'alimentation en liquide (32) de telle sorte que l'espace est rempli par l'amenée de liquide (8), et le support de cathode (28) avec la cathode (22) se soulève de la buse (23).
3. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la forme de la pointe de la cathode (22) coïncide avec la forme du côté intérieur de la buse (23).
4. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** des bagues d'étanchéité (35) sont disposées sur le support de cathode (28).
5. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le support de cathode (28) présente un revêtement électriquement isolant et de préférence un scellement.
6. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la cathode (22) se compose de cuivre ou d'un alliage de cuivre.

7. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la cathode (22) est munie au moins partiellement d'une isolation électrique, en particulier d'un revêtement céramique. 5
8. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la cathode (22) est raccordée au support de cathode (28) par le biais d'un filetage (29). 10
9. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la cathode (22) présente une bride de butée (39). 15
10. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que**, sur le support de cathode (28), il est disposé un dispositif de protection anti-torsion qui est par exemple formé d'un axe (40) qui est disposé dans un trou transversal (41) du support de cathode (28). 20
11. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le support de cathode (28) est entouré d'au moins un canal de refroidissement (33) qui est en liaison avec la conduite d'alimentation en liquide (32) de telle sorte que de l'eau peut être utilisée en tant qu'agent de refroidissement. 25
30
12. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le canal de refroidissement (33) au moins au nombre de un est placé le long du support de cathode (28), de préférence en forme de spirale. 35
13. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'il** est disposé un canal de retour (36) pour le retour du liquide vers le dispositif de chauffage (26). 40
14. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage (26) présente un canal (37) spiralé pour le passage du liquide. 45
15. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un coupe-circuit qui peut être actionné quand le boîtier (21) est disposé de façon conforme. 50
16. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** la buse (23) présente des canaux de refroidissement pour conduire un fluide de refroidissement. 55
17. Chalumeau à plasma à vapeur d'eau (6) selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que**

la buse (23) est raccordée au boîtier (21) par le biais d'un filetage (42).

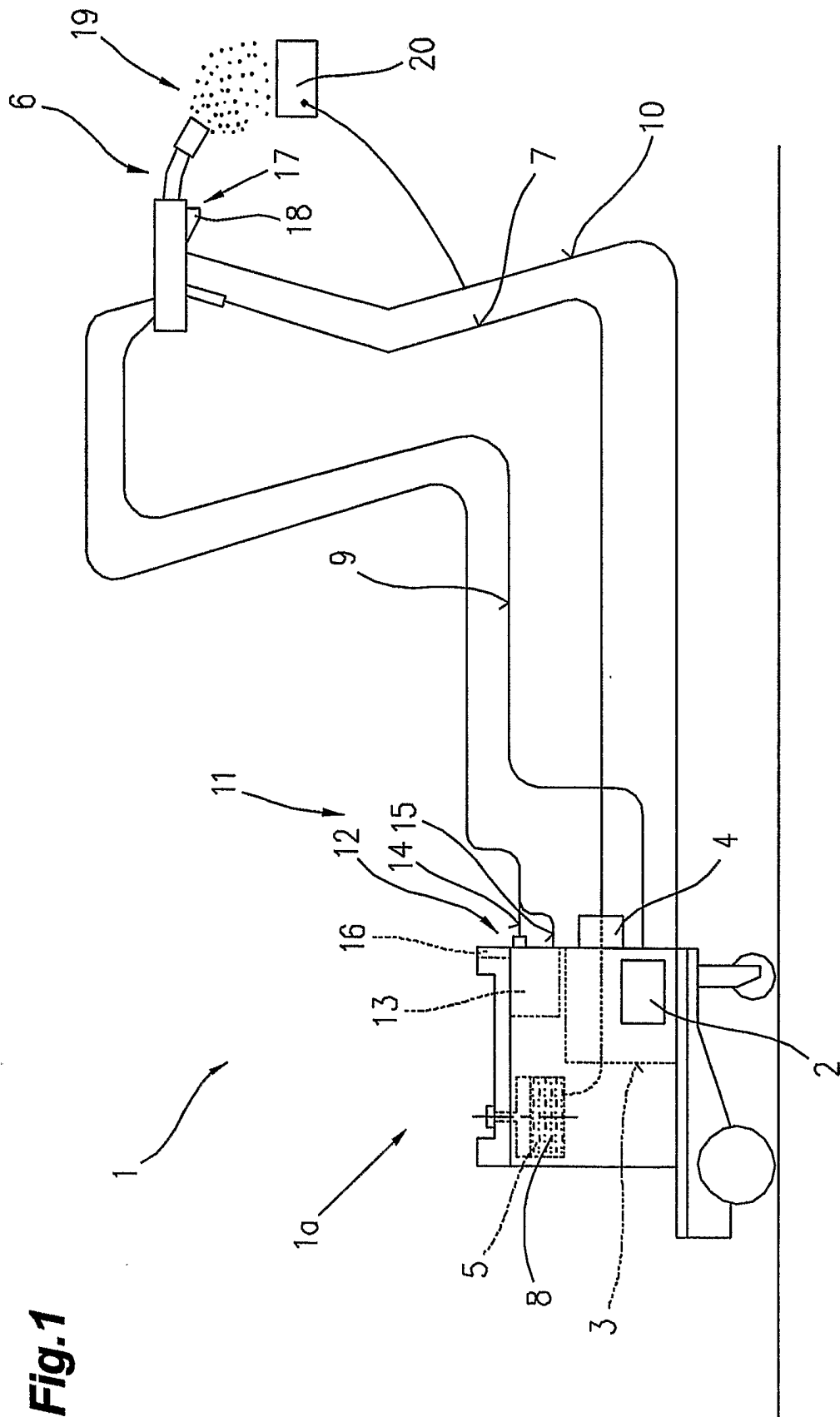


Fig. 1

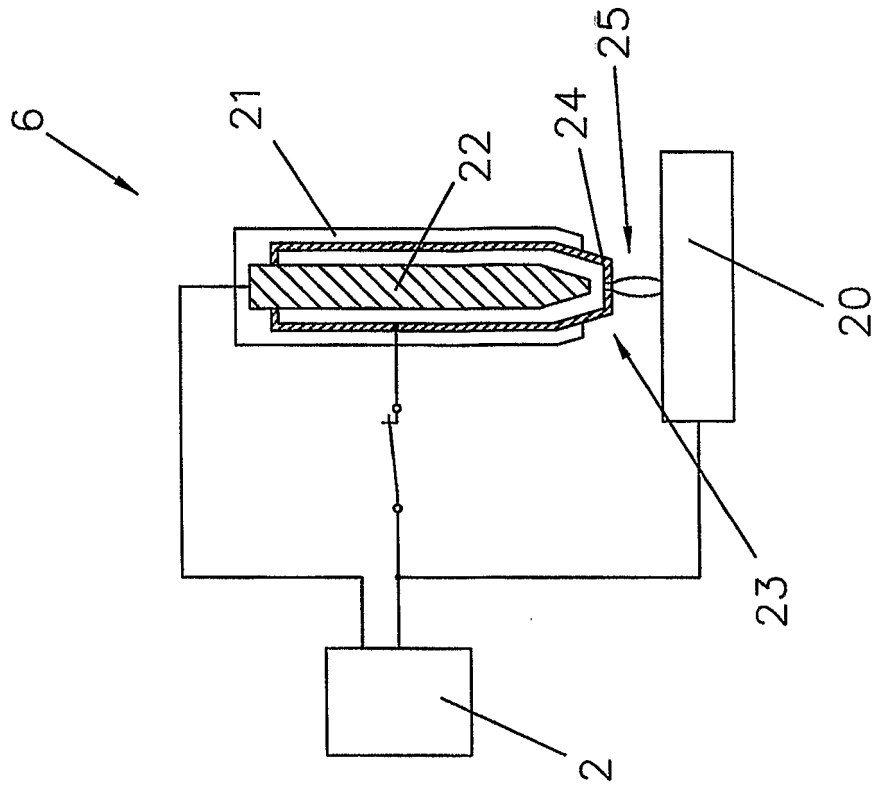


Fig. 2b

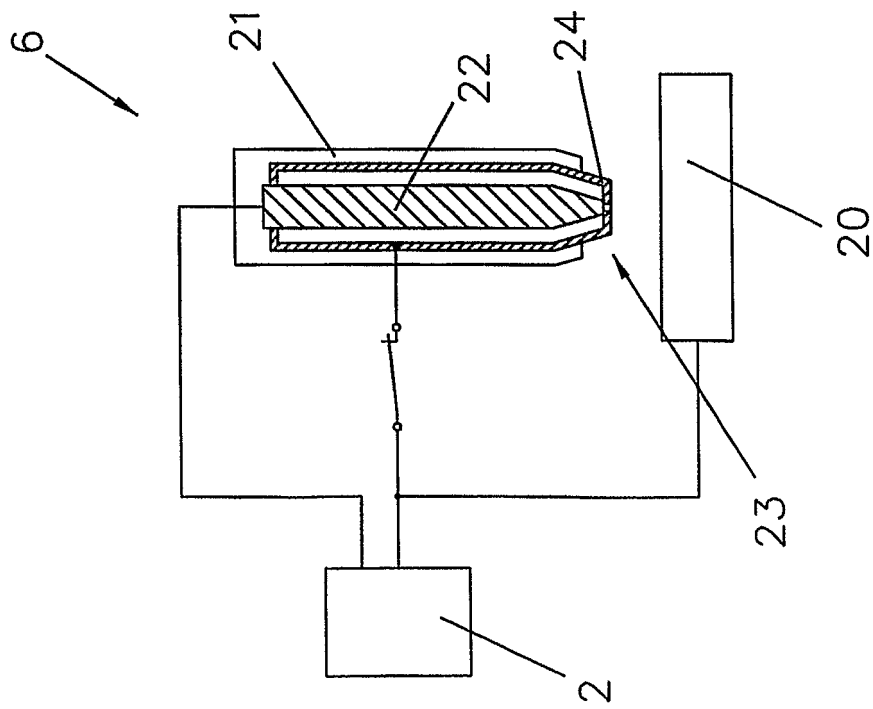
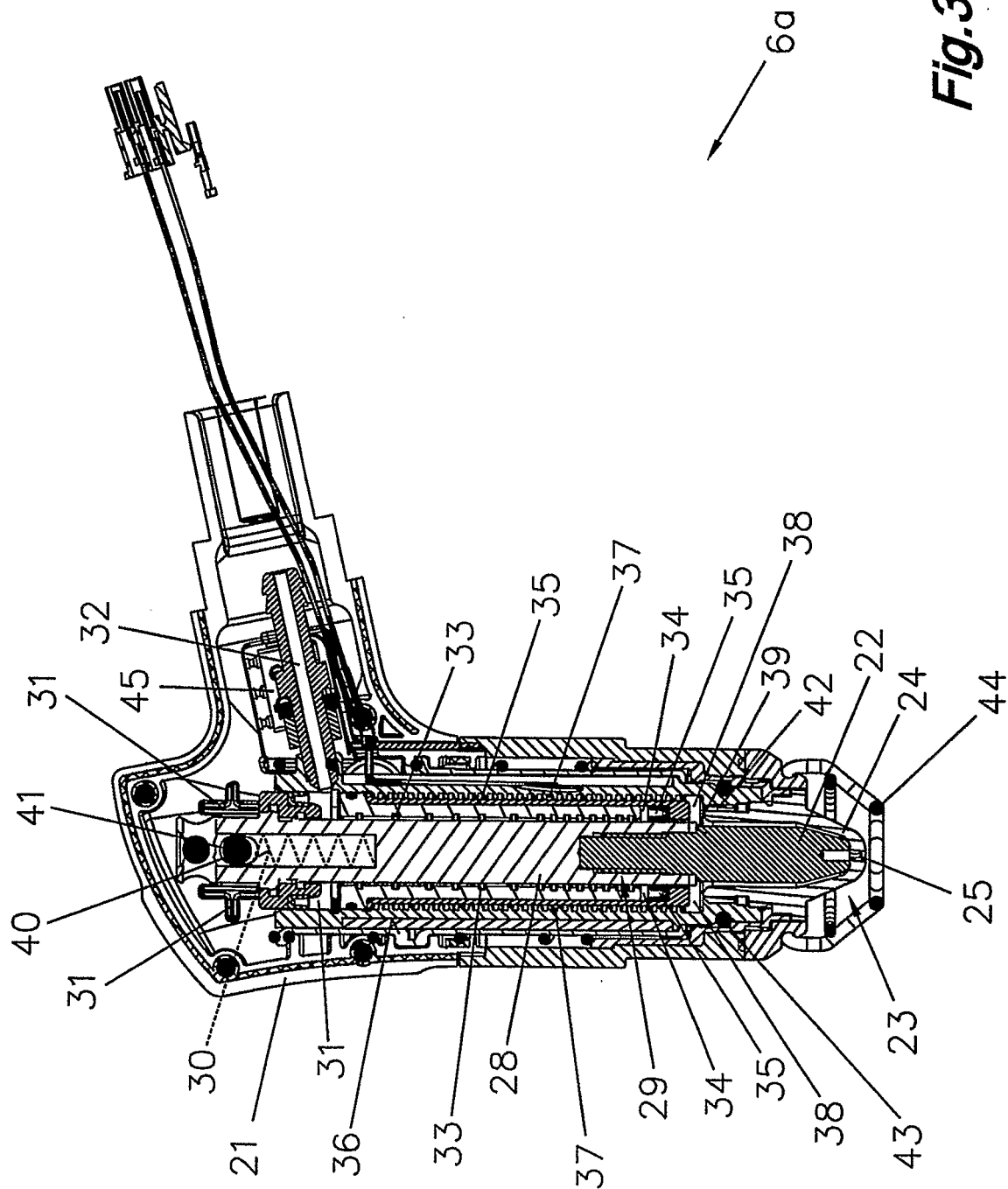
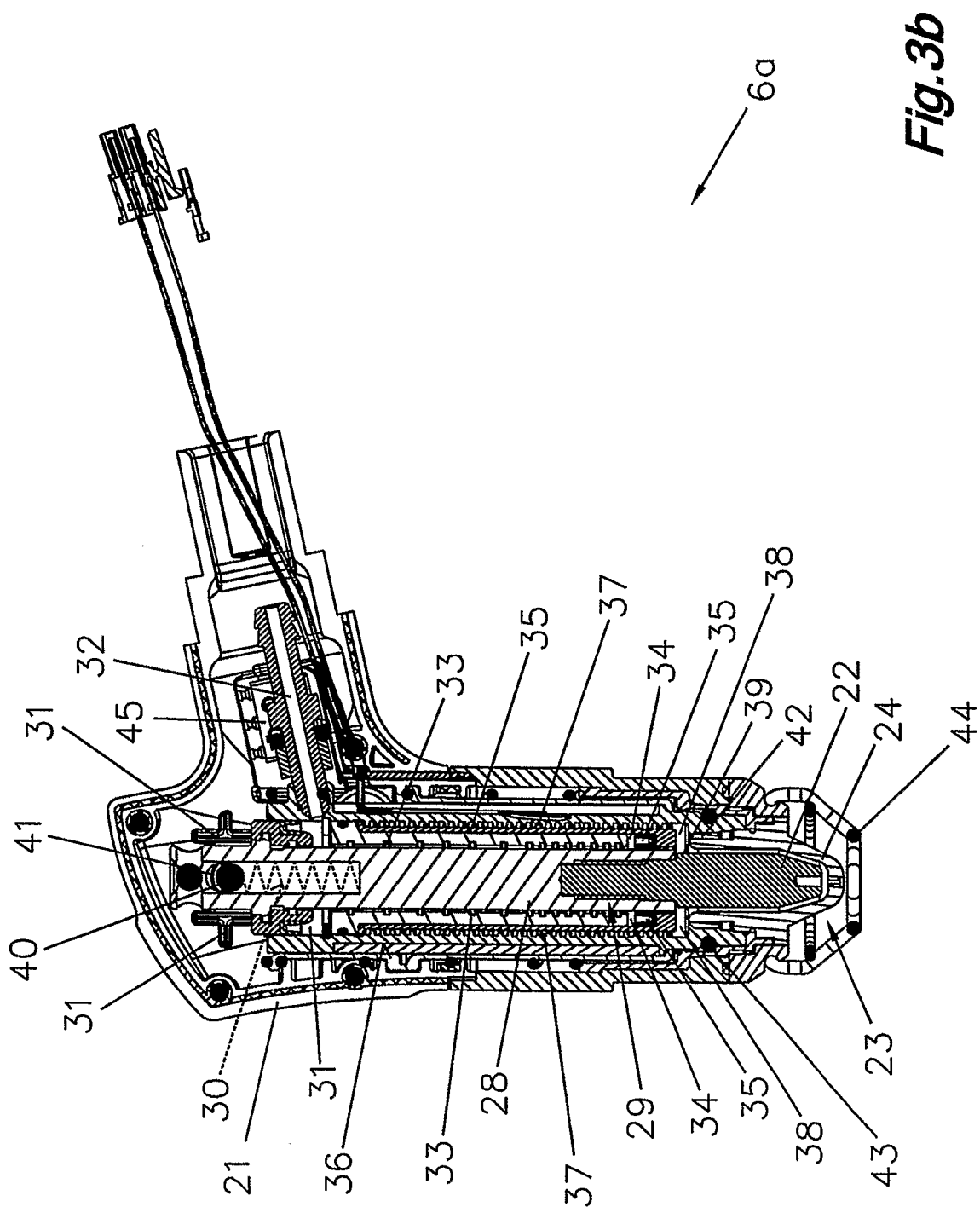
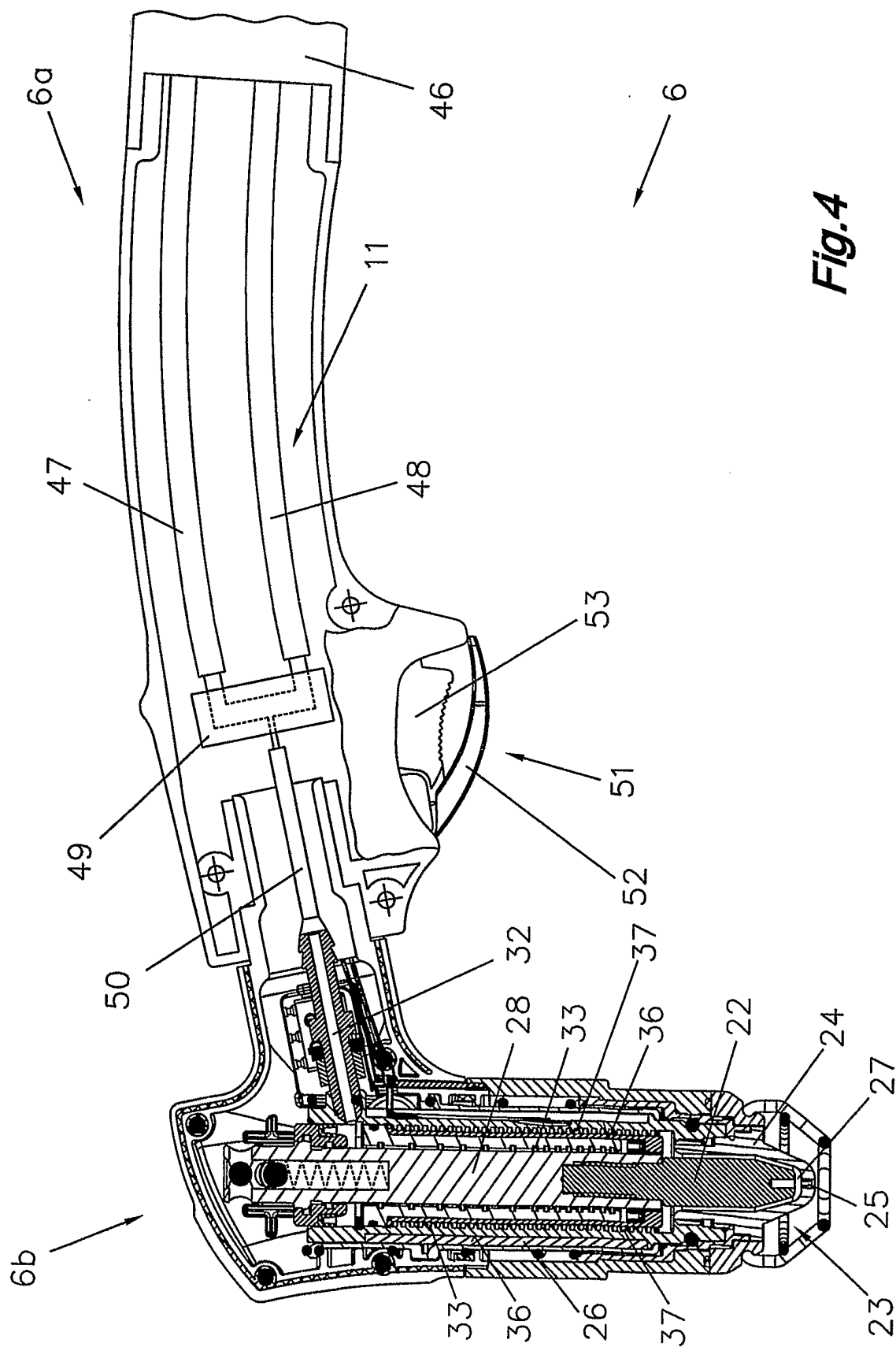


Fig. 2a







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

- DE 10008255 A1 [0003]
- EP 0640426 A1 [0004]
- EP 1050200 B1 [0005]
- US 3242305 A [0006]
- JP 2004268089 A [0007]