

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 905 447 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.11.2002 Patentblatt 2002/48**

(51) Int Cl.7: **F23K 5/22**, F23K 5/20,  
F23D 11/44, B01D 1/00,  
F23D 11/40

(21) Anmeldenummer: **98117444.4**

(22) Anmeldetag: **15.09.1998**

(54) **Vorrichtung zum Verdampfen von flüssigen Brennstoffen**

Vaporising device for liquid fuels

Dispositif de vaporisation pour combustibles liquides

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE DK FR IT LI**

(30) Priorität: **30.09.1997 DE 19743087**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**31.03.1999 Patentblatt 1999/13**

(73) Patentinhaber: **Schilling, Siegfried W.**  
**CH-8332 Russikon (CH)**

(72) Erfinder: **Schilling, Siegfried W.**  
**CH-8332 Russikon (CH)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte**  
**Westphal, Mussnug & Partner**  
**Waldstrasse 33**  
**78048 Villingen-Schwenningen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 3 403 471** **DE-A- 3 516 410**

**EP 0 905 447 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdampfen von flüssigen Brennstoffen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Die rückstandslose Verdampfung von flüssigen Kohlenwasserstoff-Brennstoffen, wie z.B. Heizöl und Dieselmotortreibstoff im Gramm-Bereich stellt ein bisher nicht zufriedenstellend gelöstes technisches Problem dar. Die Verdampfung solcher Brennstoffe verläuft in einem Temperaturbereich von 160 bis 380° C, was für eine vollständige Verdampfung Temperaturen der Wärmeübertragungsflächen von mehr als 200 bis 450° C erfordert. Um bei den Verdampfern die Wandtemperatur niedrig zu halten, werden geringe Temperaturdifferenzen verwendet und die Wärmeübertrager werden großflächig und/oder großvolumig ausgebildet.

**[0003]** Die thermische Belastung von Heiz- und Dieselmotortreibstoff führt bei längeren Einwirkungszeiten zu Polymerisationen und Verklumpungen der Makromoleküle, die sich auf den Wärmeübertragungsflächen absetzen. Am Ende der Siedezone lagern sich zusätzlich die nichtverdampften Restfraktionen ab. Diese Ablagerungen können eine Wärmeisolation bewirken, die eine weitere Temperaturerhöhung zur Folge hat. Dadurch treten Verkokungen auf und ein verstärktes Ablagern der Verklumpungen, was zur Verstopfung der Strömungskanäle führen kann.

**[0004]** Großvolumige Verdampfer finden als sogenannte Schalenbrenner in Ölföfen der Haustechnik Verwendung. Hier erfolgt die Verdampfung an der freien Oberfläche der flüssigen Brennstoff-Phase. Die entstehenden Ablagerungen setzen sich am Boden ab und werden periodisch entsorgt.

**[0005]** Aus der DE 32 43 395 A1 ist eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung bekannt. Der Brennstoff wird in einem Rohr verdampft, welches direkt oder indirekt elektrisch beheizt wird. Das Rohr ist großvolumig mit einem relativ großen Innendurchmesser ausgebildet. Es sind Wandtemperaturen von mehr als 1000°C vorgesehen, dementsprechend werden über die Rohrwandung sehr hohe Wärmestromdichten übertragen. Aufgrund der relativ langen Verweilzeit des Brennstoffes in dem Rohr und aufgrund der hohen Wandtemperaturen treten Ablagerungen an der Rohrwand auf. Das als Verdampfungskammer dienende Rohr weist starke Querschnittsänderungen auf, die ungünstige Strömungsverhältnisse mit toten Winkeln verursachen, was weiter die Bildung von Ablagerungen begünstigt. Es ist daher vorgesehen, das Rohr periodisch in einer Reinigungsphase stark aufzuheizen, um die Ablagerungen zu Asche zu verbrennen und dann aus dem Rohr in den Brennraum auszublasen.

**[0006]** Weiter ist es bekannt, Verdampfer mit einer großen Wärmeübertragungsfläche und kleinen Abmessungen dadurch zu bilden, daß der Brennstoff durch ein Geflecht von Whisker-Fäden geführt wird (z.B. H. Schladitz "Brennstoffaufbereitung und Umweltschutz" in

"Öl- und Gasfeuerung", 1973, Heft 3, Seite 164 bis 168). Das Whisker-Geflecht bildet eine Struktur mit hoher Porosität und somit einem großen Porenvolumen und einer großen Wärmeübertragungs-Oberfläche. Die metallischen Whisker-Fäden können direkt als elektrische Widerstandsheizung verwendet werden. Das Durchströmen der feinporigen Struktur führt in Verbindung mit dem relativ großen Volumen zu langen Verweilzeiten des Brennstoffes, was wiederum die Ablagerung von höhersiedenden oder festen Bestandteilen und vercrackten Makromolekülen in dem porösen Whiskerskelett zur Folge hat.

**[0007]** Darüber hinaus ist aus DE-A-3 403 471 und DE-A-3 516 410 ein Verdampfer bekannt, in dem flüssiger Brennstoff durch ein indirekt beheiztes Kapillarrohr geführt wird, in dem der Brennstoff entweder vorgewärmt oder teilweise verdampft wird.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Verdampfen von flüssigen Brennstoffen zur Verfügung zu stellen, die eine möglichst rückstandslose Verdampfung kleiner und kleinster Mengen von flüssigen Brennstoffen im Gramm-Bereich ermöglicht.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

**[0010]** Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0011]** Der wesentliche Gedanke der Erfindung besteht darin, den flüssigen Brennstoff in einem beheizbaren Kapillarrohr zu verdampfen, wobei der Innendurchmesser des Kapillarrohres möglichst klein gehalten wird. Um die notwendige Wärmeübertragungsfläche zu erhalten, wird die Länge des Kapillarrohres entsprechend groß dimensioniert. Um trotz der großen Länge des Kapillarrohres einen Verdampfer mit geringen Bauabmessungen herstellen zu können, wird das Kapillarrohr vorzugsweise in Windungen angeordnet, um eine große Länge des Kapillarrohres in einem kleinen Volumen unterzubringen. Die Beheizung des Kapillarrohres kann entweder direkt erfolgen, indem das Kapillarrohr selbst als Heizleiter verwendet wird, oder indirekt, indem das Kapillarrohr mit einer Heizpatrone in Berührung steht.

**[0012]** Die Verringerung des Innendurchmessers des Rohres, durch welches der Brennstoff zur Verdampfung durchgeleitet wird, zu einem Kapillarrohr führt überraschenderweise nicht zu einem schnellen Zusetzen und Verstopfen des Kapillarrohres, wie dies nach dem Stand der Technik zu erwarten gewesen wäre. Es hat sich vielmehr gezeigt, daß eine weitgehend rückstandslose Verdampfung erreicht werden kann und auch über längere Betriebsdauern keine Ablagerungen auftreten, die den engen Querschnitt des Kapillarrohres zusetzen. Es wird angenommen, daß dies darauf beruht, daß durch die Verengung des Innendurchmessers die Durchlaufzeiten wesentlich verkürzt werden, wobei außerdem das

lange Kapillarrohr keinerlei Querschnittssprünge aufweist, welche zu Strömungsablösungen und Strömungsschatten führen könnten. Die große Länge und der kleine Querschnitt des Kapillarrohres sowie periodisch geringe Änderungen der Heizleistung und des Massenstromes führen zu zeitlichen Schwankungen der Verteilung der Wärmestromdichte über die Länge des Kapillarrohres, was wiederum zur Folge hat, daß die kritische Zone, in welcher die flüssige Phase des Brennstoffs in die Dampfphase übergeht zeitlich stromauf und stromab in dem Kapillarrohr wandert. Ablagerungen in einem bestimmten Längenbereich werden dadurch vermieden.

**[0013]** Erfindungsgemäß weist das Kapillarrohr einen Innendurchmesser von etwa 0,3 bis 2,0 mm, vorzugsweise von 0,5 bis 1,3 mm auf. Das Verhältnis der Länge des Kapillarrohres zu seinem Innendurchmesser liegt im Bereich von etwa 500 bis 3000, vorzugsweise von 900 bis 2300. Bei dieser Dimensionierung ergeben sich Verweilzeiten des Brennstoffes in dem Kapillarrohr, die im Bereich von Millisekunden liegen.

**[0014]** In der Zone, in welcher die flüssige Phase in die Dampfphase übergeht, verdampfen zunächst die niedrigsiedenden Fraktionen und bilden eine achsnahe Dampfströmung in der Kapillare. Die höhersiedenden Fraktionen werden dadurch gegen die Wand des Kapillarrohres gedrängt, so daß diese verstärkt erhitzt werden. Die Mitnahme der hochsiedenden Fraktionen bei Geschwindigkeiten bis zu 160 m/s verhindern Ablagerungen von Restfraktionen. Im Hinblick auf die Schwankung der Verdampfungszone und zur Sicherstellung der Strömungsstabilität ist am Austrittsende des Kapillarrohres eine Überhitzungs-Länge vorgesehen, in der außerdem auch der erforderliche Mindest-System-Druck von ca. 1 bis 2 bar erzeugt wird.

**[0015]** Der erfindungsgemäße Kapillarrohr-Verdampfer kann in allen Anwendungsfällen eingesetzt werden, in welchen eine möglichst rückstandslose Verdampfung von Kohlenwasserstoff-Gemischen angestrebt wird. Beispielsweise kann die Vorrichtung als Heizölverdampfer zur Aerosolbildung mit der Verbrennungsluft in Vorgemisch-Brennern eingesetzt werden. Ebenso ist ein Einsatz als Heizölverdampfer zur Brennstoff-Luft-Gemischbildung in Brennerköpfen mit und ohne Injektor oder in Kombination mit Luftdüsen mit integrierter Drallerzeugung möglich. Da der Verdampfer insbesondere in einem Massenstrom-Bereich von 0,1 bis 4,0 kg/h wirksam arbeitet, eignet er sich insbesondere für den Einsatz in Feuerungen mit einer Wärmeleistung unter 10 kW. Bei Feuerungen größerer Leistungen kann der Kapillarrohr-Verdampfer als Zünd- und Pilotbrenner eingesetzt werden. Schließlich ist auch ein Einsatz möglich als Heizölvorwärmer zum Einbau in Druckzerstäuber-Düsenständen.

**[0016]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 schematisch ein Kapillarrohr, wie es erfindungsgemäß verwendet wird,
- Fig. 2 das Kapillarrohr in einer ersten Ausführung,
- Fig. 3 die komplette Vorrichtung in der ersten Ausführung,
- Fig. 4 die Vorrichtung in der ersten Ausführung in einen Brenner eingebaut,
- Fig. 5 die Vorrichtung in der ersten Ausführung in einer modifizierten Einbausituation,
- Fig. 6 eine Abwandlung der ersten Ausführung der Vorrichtung,
- Fig. 7 eine vergrößerte Detaildarstellung der Fig. 6,
- Fig. 8 eine zweite Ausführung des Kapillarrohres,
- Fig. 9 eine dritte Ausführung des Kapillarrohres,
- Fig. 10 eine vierte Ausführung des Kapillarrohres und
- Fig. 11 eine fünfte Ausführung des Kapillarrohres.

**[0017]** Fig. 1 zeigt ein Kapillarrohr, wie es erfindungsgemäß für die Vorrichtung zum Verdampfen von Kohlenwasserstoff-Brennstoffen, wie Heizöl und Dieselöl in einem Massenstrom-Bereich von 0,1 bis 4,0 kg/h, vorzugsweise von 0,2 bis 2,4 kg/h verwendet wird.

**[0018]** Das Kapillarrohr 10 weist einen Innendurchmesser  $d$  auf, der zwischen 0,3 und 2,0 mm vorzugsweise zwischen 0,5 und 1,3 mm liegt. Das Verhältnis von Wandstärke des Kapillarrohres 10 zu dessen Innendurchmesser beträgt 0,2 bis 0,5. Die Länge  $L$  des Kapillarrohres 10 beträgt das 500- bis 3000-fache des Innendurchmessers  $d$ , vorzugsweise das 900- bis 2300-fache.

**[0019]** Die Wandung des Kapillarrohres 10 wird in später beschriebener Weise beheizt. Der flüssige Brennstoff  $M_f$  wird in das Kapillarrohr 10 eingeleitet, durchströmt das Kapillarrohr 10 und tritt als Dampf  $M_D$  aus dem Kapillarrohr 10 aus.

**[0020]** In einem ersten eintrittsseitigen Längenabschnitt  $L_1$  wird der zugeführte flüssige Brennstoff durch die beheizte Wand des Kapillarrohres 10 bis zu seinem Siedepunkt aufgeheizt. In einem anschließenden Längenabschnitt  $L_2$  verdampft der Brennstoff beginnend mit den niedrigsiedenden Fraktionen. In einem letzten austrittsseitigen Längenabschnitt  $L_3$  ist der flüssige Brennstoff vollständig verdampft und wird zusätzlich überhitzt. Die Beheizung der Wandung des Kapillarrohres 10 führt zu einer zeitlich schwankenden Wärmezeugung über die Länge des Kapillarrohres 10. Außerdem schwankt die Temperatur des zugeführten flüssigen Brennstoffs. Dadurch ergibt sich eine zeitlich schwankende axiale Lage der Verdampfungszone  $L_2$ . Die der Verdampfungszone  $L_2$  nachgeschaltete Überhitzungszone  $L_3$  stellt sicher, daß trotz der Schwankungen der Verdampfungszone  $L_2$  der Brennstoff beim Austritt aus dem Kapillarrohr 10 zuverlässig vollständig verdampft ist. Außerdem wird durch die Überhitzungszone  $L_3$  gewährleistet, daß der Brennstoffdampf mit stabiler Strömung und dem erforderlichen Mindest-System-Druck von 1 bis 2 bar aus dem Kapillarrohr 10 aus-

tritt.

**[0021]** Die Figuren 2 und 3 zeigen eine erste Ausführung der Vorrichtung.

**[0022]** Um das lange Kapillarrohr 10 platzsparend in einem Brenner unterbringen zu können, ist das Kapillarrohr 10 schraubenlinienförmig zu einer Wendel gebogen. Das austrittsseitige Ende des Kapillarrohres 10 ist dabei so gebogen, daß es in der Mittelachse der Wendel verläuft. Das eintrittsseitige Ende des Kapillarrohres 10 ist ebenfalls in die Mittelachse der Wendel gebogen. An das eintrittsseitige Ende schließt sich ein Übergangsrohrstück 12 an, welches dazu dient, den Querschnitt der Brennstoffzuführleitung auf den kleinen Querschnitt des Kapillarrohres 10 zu reduzieren. Das Übergangsrohrstück 12 geht eintrittsseitig in eine Gewindemuffe 14 über, die mit einem Bund 16 und einer auf dem Außengewinde der Gewindemuffe 14 sitzenden Gegenmutter 18 zum Einschrauben der Vorrichtung in das Schott eines Brenners dient.

**[0023]** Figur 3 zeigt, wie das in Figur 2 dargestellte Kapillarrohr 10 in einen kompletten Verdampfer eingebaut wird. Hierzu wird das gewendelte Kapillarrohr 10 in eine Schutzhülse 20 eingesetzt, deren Innenwandung durch eine Isolierhülse 22 isoliert ist. In das austrittsseitige Ende der Schutzhülse 20 ist ein Isoliereinsatz 24 eingesetzt, der achsmittig von dem austrittsseitigen Ende des Kapillarrohres 10 durchsetzt wird. Das Übergangsrohrstück 12 mit der anschließenden Gewindemuffe 14 wird zentriert in einem Isolierkörper 26 gehalten. Eintrittsseitig ist die Schutzhülse 20 zwischen dem Bund 16 und der Gegenmutter 18 auf der Gewindemuffe 14 festgelegt. In den Isolierkörper 26 sind radial Steckverbinder-Anschlußkontakte 28 und 30 eingesetzt. Der Steckverbinder-Anschlußkontakt 28 ist mit einem achsparallel in den Isolierkörper 26 geführten elektrischen Leiter 32 verbunden. Dieser Leiter 32 führt achsparallel durch die Wendel des Kapillarrohres 10 und ist mit seinem vorderen Ende in dem Isoliereinsatz 24 festgelegt. Das vordere Ende des Leiters 32 ist unmittelbar hinter dem Isoliereinsatz 24 mittels einer Anschlußklemme 34 elektrisch leitend mit dem Austrittsende des Kapillarrohres 10 verbunden. Der zweite Steckverbinder-Anschlußkontakt 30 führt radial durch den Isolierkörper 26 und kontaktiert elektrisch leitend das Übergangsrohrstück 12.

**[0024]** Über die Steckverbinder-Anschlußkontakte 28 und 30 kann das Kapillarrohr 10 an eine Stromversorgung angeschlossen werden.

**[0025]** Beispielsweise wird an den Steckverbinder-Anschlußkontakt 28 die Phase und an den Steckverbinder-Anschlußkontakt 30 die Masse eines Niederspannungsnetzes von bis zu 42 V angelegt.

**[0026]** Das Kapillarrohr 10 besteht in dieser Ausführung aus einem Heizleiter-Metall, z.B. aus einem Chrom-Nickel-Stahl. In dieser Ausführung wird das Kapillarrohr 10 durch den das Kapillarrohr 10 durchfließenden Strom direkt beheizt.

**[0027]** Figur 4 zeigt den Einbau der Vorrichtung der

Figuren 2 und 3 in ein Brennerrohr. Die Vorrichtung ist mit ihrer Schutzhülse 20 coaxial in die Nabe einer Luftdüse 36 eingesetzt, und mittels eines Klemmrings 38 in der Luftdüse 36 festgelegt. Die Luftdüse 36 weist außerdem einen die Nabe coaxial umschließenden Drallkörper 40 auf. Die Luftdüse 36 ist zentrisch in ein Schott 42 eingesetzt, welches wiederum in einem Brenner-Stammrohr 44 sitzt und dieses bis auf die Luftdüse 36 verschließt. Das Brenner-Stammrohr 44 ist an einen Brenner-Gebläsestutzen 46 angesetzt. An das stromabliegende Ende des Brenner-Stammrohres 44 ist ein Flammrohr 48 angesetzt, welches zur Erzeugung einer Injektor-Wirkung seitliche Rezirkulationsöffnungen aufweist. In das Schott 42 sind außerdem eine Flammen-Überwachungssonde 50 und ein Zündelektrodenpaar 52 eingesetzt. Von der Verdampfer-Vorrichtung abgesehen ist der Aufbau des Brennerrohres an sich bekannt.

**[0028]** Figur 5 zeigt eine Abwandlung der Einbausituation der Figur 4, in welcher die Verdampfer-Vorrichtung stromabgerichtet axial über die Luftdüse 36 hinausragt, wobei auf die Luftdüse 36 axial ein Fangrohr 54 aufgesetzt ist.

**[0029]** In dem Aufbau der Figur 4 wird die Verbrennungsluft über die Luftdüse 36 konisch und mittels des Drallkörpers 40 mit Drall beaufschlagt in den aus dem Kapillarrohr 10 austretenden Brennstoff-Dampfstrahl eingeleitet, um eine intensive Durchmischung von Verbrennungsluft und Brennstoffdampf zu erzielen. Im Ausführungsbeispiel der Figur 5 wird die drallbehaftet über die Luftdüse 36 zugeführte Verbrennungsluft in dem Fangrohr 54 so gelenkt, daß sie drallbehaftet über das sich stromab erweiternde Fangrohr 54 austritt und mit dem Brennstoffdampf vermischt einen sich erweiternden Flammkegel bildet.

**[0030]** Die Figuren 6 und 7 zeigen eine Abwandlung der ersten Ausführung der Vorrichtung, wobei der Anschluß und Einbau des wendelförmig gebogenen Kapillarrohres 10 modifiziert sind.

**[0031]** In dieser Ausführung sitzt das wendelförmig gebogene Kapillarrohr 10 in einer elektrisch leitenden Schutzhülse 56. Die Schutzhülse 56 ist an ihrem stromabliegenden Ende durch eine elektrisch leitende Kappe 58 abgeschlossen, die zentrisch das Austrittsende des Kapillarrohres 10 aufnimmt, fixiert und elektrisch leitend kontaktiert. Das an das eintrittsseitige Ende des Kapillarrohres 10 anschließende Übergangsrohrstück 12 ist in eine Isolierbuchse 60 eingesetzt. Die Isolierbuchse 60 mit dem Übergangsrohrstück 12 ist mit der Gewindemuffe 14 verschraubt. Hierzu weist die Gewindemuffe 14 einen Anschlußnippel 62 auf, auf welchen eine Überwurfmutter 64 mit einem konischen Klemmring 66 aufgeschraubt wird. Ein elektrischer Anschlußkontakt 68 durchsetzt isoliert die Schutzhülse 56 und steht leitend mit dem Übergangsrohrstück 12 und damit dem Kapillarrohr 10 in Verbindung. Der Anschlußkontakt 68 dient zum Anschließen der Phase der Stromversorgung, während die Schutzhülse 56 die Masseverbindung her-

stellt.

**[0032]** Figur 8 zeigt eine zweite Ausführung des Kapillarrohrs 10. In dieser Ausführung ist das Kapillarrohr 10 nicht in Form einer Wendel sondern in Form einer Spirale gebogen. Das Übergangsrohrstück 12 zum zuführen des flüssigen Brennstoffes ist dabei am Außeneinde der Spirale angeordnet, während das Austrittsende mittig angeordnet ist.

**[0033]** Figur 9 zeigt eine dritte Ausführung des Kapillarrohrs 10. In dieser Ausführung ist das Kapillarrohr 10 in mehreren Haarnadelkrümmungen gebogen, so daß sich vor- und zurücklaufende parallele Abschnitte des Kapillarrohrs 10 ergeben. Die Haarnadelkrümmungen können dabei so eng gebogen werden, daß ihr Krümmungsradius R nur das dreifache des Innendurchmessers d des Kapillarrohrs 10 beträgt.

**[0034]** Figur 10 zeigt eine vierte Ausführung des Kapillarrohrs 10, die sich in der elektrischen Kontaktierung unterscheidet. Auf das Kapillarrohr 10 ist koaxial ein elektrisch leitendes Mantelrohr 70 aufgeschoben. Das Mantelrohr 70 weist nur einen geringen Außendurchmesser von z.B. 2 bis 3 mm auf und ist von dem Kapillarrohr 10 durch eine Isolierung 72 getrennt, die z. B. als Folie oder Lack mit geringer Stärke ausgebildet ist. An dem Austrittsende des Kapillarrohrs 10 ist das Mantelrohr 70 mit dem Kapillarrohr 10 leitend verbunden. Am eintrittsseitigen Ende ist ein Isolierstopfen 74 vorgesehen, der einen Anschlußkontakt 76 des Mantelrohrs 70 gegen das Übergangsrohrstück 12 elektrisch isoliert, welches den zweiten elektrischen Kontakt aufweist.

**[0035]** In dieser Ausführung kann das Kapillarrohr 10 mit dem Mantelrohr 70 in beliebiger Form gebogen und eingebaut werden, ohne daß zusätzliche Maßnahmen zur elektrischen Kontaktierung und Stromzuführung zu dem austrittsseitigen Ende des Kapillarrohrs 10 notwendig sind.

**[0036]** Während in den bisher beschriebenen Ausführungen das Kapillarrohr 10 als Heizleiter ausgebildet ist und direkt beheizt wird, zeigt Figur 11 eine Ausführung, bei welcher das Kapillarrohr 10 indirekt beheizt wird. Das Material des Kapillarrohrs 10 kann daher unabhängig von seinen elektrischen Leiteigenschaften gewählt werden.

**[0037]** In diesem Ausführungsbeispiel ist das Kapillarrohr 10 schraubenlinienförmig auf die Mantelfläche einer zylindrischen wärmeleitenden Hülse 78 gewickelt. In die Hülse 78 wird koaxial eine Heizpatrone 80 mit den elektrischen Leitungsanschlüssen 82 und 84 eingesetzt. Die Heizpatrone 80 beheizt über die wärmeleitende Hülse 78 das Kapillarrohr 10 indirekt. Die Heizpatrone 80 kann in an sich bekannter Weise für Hochspannung oder Niederspannung ausgelegt sein.

## Bezugszeichenliste

### [0038]

5	10	Kapillarrohr
	12	Übergangsrohrstück
	14	Gewindemuffe
	16	Bund
	18	Gegenmutter
10	20	Schutzhülse
	22	Isolierhülse
	24	Isoliereinsatz
	26	Isolierkörper
	28	Steckverbinder-Anschlußkontakt-Phase
15	30	Steckverbinder-Anschlußkontakt-Masse
	32	Leiter
	34	Anschlußklemme
	36	Luftdüse
	38	Klemmring
20	40	Drallkörper
	42	Schott
	44'	Brenner-Stammrohr
	46	Brenner-Gebläsestutzen
	48	Flammrohr
25	50	Flammen-Überwachungssonde
	52	Zündelektroden
	54	Fangrohr
	56	Schutzhülse
	58	Kappe
30	60	Isolierbuchse
	62	Anschlußnippel
	64	Überwurfmutter
	66	Klemmring
	68	Anschlußkontakt
35	70	Mantelrohr
	72	Isolierung
	74	Isolierstopfen
	76	Anschlußkontakt
	78	Hülse
40	80	Heizpatrone
	82	Anschluß
	84	Anschluß
	d	Innendurchmesser
	L	Länge
45	L1	Aufheizlänge
	L2	Verdampfungslänge
	L3	Überhitzungslänge

### 50 Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verdampfen von flüssigen Brennstoffen, mit einem Rohr, durch welches der Brennstoff hindurchgeleitet wird und dessen Wandung elektrisch beheizbar ist, um dem Brennstoff die Verdampfungswärme zuzuführen, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Rohr ein Kapillarrohr (10) ist, dessen Innendurchmesser (d) 0,3 bis 2,0 mm be-

- trägt und dessen Länge (L) das 500- bis 3000-fache des Innendurchmessers (d) beträgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Innendurchmesser (d) des Kapillarrohres (10) 0,5 bis 1,3 mm beträgt. 5
  3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Länge (L) des Kapillarrohres (10) das 900-bis 2300-fache des Innendurchmessers (d) beträgt. 10
  4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandstärke des Kapillarrohres (10) das 0,2- bis 0,5-fache des Innendurchmessers (d) beträgt. 15
  5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kapillarrohr (10) als Heizleiter ausgebildet ist und zur direkten Beheizung ein elektrischer Strom durch das Kapillarrohr (10) geleitet wird. 20
  6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kapillarrohr (10) aus einem Cr-Ni-Stahl besteht. 25
  7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** an die Enden des Kapillarrohres (10) eine Niederspannung von weniger als etwa 50 V angelegt wird. 30
  8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das austrittsseitige Ende des Kapillarrohres (10) über einen separaten Leiter (32) an die Spannung gelegt wird. 35
  9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das austrittsseitige Ende des Kapillarrohres (10) über eine Schutzhülse (56, 58) an Massepotential gelegt wird. 40
  10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kapillarrohr (10) von einem elektrisch leitenden Mantelrohr (70) umschlossen und durch eine Isolierung (72) gegen das Mantelrohr (70) isoliert ist, daß das Mantelrohr (70) am austrittsseitigen Ende des Kapillarrohres (10) mit diesem elektrisch leitend in Verbindung steht und daß das Mantelrohr (70) als elektrischer Anschluß des austrittsseitigen Endes des Kapillarrohres (10) dient. 45
  11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandung des Kapillarrohres (10) durch eine elektrische Widerstandsheizung indirekt beheizt wird. 50
  12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kapillarrohr (10) mit der Außenmantelfläche einer Heizpatrone (80) in Berührung steht oder mit der Außenfläche einer wärmeleitenden Hülse (78), in welche die Heizpatrone (80) eingesetzt wird. 55
  13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kapillarrohr (10) als schraubenförmige Wendel gebogen ist.
  14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kapillarrohr (10) als Spirale gebogen ist.
  15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kapillarrohr (10) mit Haarnadelkrümmungen in parallel zueinander verlaufende Abschnitte gebogen ist.
  16. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 als Heizölverdampfer zur Aerosolbildung mit der Verbrennungsluft in Vorgemisch-Brennern.
  17. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 als Heizölverdampfer zur Brennstoff-Luft-Gemischbildung in Brennerköpfen für Wärmeleistungen unter 10 KW.
  18. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 17 mit einer Luftdüse (36), die eine Einrichtung (40) zur Beaufschlagung der Verbrennungsluft mit Drall aufweist.
  19. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 als Zünd- und Pilotbrenner in Feuerungen größerer Leistungen oder in mehrstufigen Modulbrennern.
  20. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 als Heizölvorwärmer zum Einbau in Druckzerstäuber-Düschschäften.

#### Claims

1. Device for the vaporisation of liquid fuels with a tube, through which the fuel is fed and the walls of which can be electrically heated in order to feed the vaporisation heat to the fuel, **characterised in that** the tube is a capillary tube (10), the inside diameter (d) of which is 0.3 to 2.0 mm and the length (L) of which is 500 to 3000 times the inside diameter (d).
2. Device according to Claim 1, **characterised in that** the inside diameter (d) of the capillary tube (10) is 0.5 to 1.3 mm.

3. Device according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the length (L) of the capillary tube (10) is 900 to 2300 times the inside diameter (d).
4. Device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the wall thickness of the capillary tube (10) is 0.2 to 0.5 times the inside diameter (d).
5. Device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the capillary tube (10) is designed as a heating conductor and an electrical current is fed through the capillary tube (10) for direct heating.
6. Device according to Claim 5, **characterised in that** the capillary tube (10) is made of a CrNi steel.
7. Device according to Claim 5 or 6, **characterised in that** a low voltage of less than about 50 V is applied to the ends of the capillary tube (10).
8. Device according to one of Claims 5 to 7, **characterised in that** the outlet side end of the capillary tube (10) is connected to the voltage by means of a separate conductor (32).
9. Device according to one of Claims 5 to 7, **characterised in that** the outlet side end of the capillary tube (10) is connected to ground potential by means of a protective sleeve (56, 58).
10. Device according to one of Claims 5 to 7, **characterised in that** the capillary tube (10) is enclosed by an electrically conducting tubular jacket (70) and is insulated from the tubular jacket (70) by an insulator (72), **in that** the tubular jacket (70) is connected to this in an electrically conducting manner at the outlet side end of the capillary tube (10) and **in that** the tubular jacket (70) serves as the electrical connection of the outlet side end of the capillary tube (10).
11. Device according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the walls of the capillary tube (10) are heated indirectly by means of an electrical resistance heater.
12. Device according to Claim 11, **characterised in that** the capillary tube (10) is in contact with the outside jacket surface of a heating cartridge (80) or with the outside surface of a heat-conducting sleeve (78), in which the heating cartridge (80) is placed.
13. Device according to one of Claims 1 to 12, **characterised in that** the capillary tube (10) is bent as a screw-shaped helix.

14. Device according to one of Claims 1 to 12, **characterised in that** the capillary tube (10) is bent as a spiral.
15. Device according to one of Claims 1 to 12, **characterised in that** the capillary tube (10) is bent with hairpin bend curves in sections running in parallel to one another.
16. Use of a device according to one of Claims 1 to 15 as a heating oil vaporiser for the formation of aerosols with the combustion air in pre-mix burners.
17. Use of a device according to one of Claims 1 to 15 as a heating oil vaporiser for the formation of the fuel-air mixture in burner heads for heating capacities under 10 kW.
18. Use of a device according to Claim 17 with an air nozzle (36), which has a device (40) for imposing turbulence on the combustion air.
19. Use of a device according to one of Claims 1 to 15 as an ignition and pilot burner in furnaces of relatively large capacities or in multi-stage module burners.
20. Use of a device according to one of Claims 1 to 15 as a heating oil pre-heater for installation in pressure spray nozzle shafts.

#### Revendications

1. Dispositif de vaporisation de combustibles liquides comprenant un tube traversé par le combustible et dont la paroi peut être chauffée électriquement pour vaporiser le combustible,  
**caractérisé en ce que**  
le tube est un tube capillaire (10) dont le diamètre intérieur (d) est compris entre 0,3 et 2,0 mm et la longueur (L) représente entre 500 et 3000 fois le diamètre intérieur (d).
2. Dispositif selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
le diamètre intérieur (d) du tube capillaire (10) est de 0,5 à 1,3 mm.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2,  
**caractérisé en ce que**  
la longueur (L) du tube capillaire (10) correspond à 900-2300 fois le diamètre intérieur (d).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
l'épaisseur de paroi du tube capillaire (10) corres-

pond à 0,2-0,5 fois le diamètre intérieur (d).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

le tube capillaire (10) est un conducteur chauffant destiné au chauffage direct par courant électrique traversant le tube capillaire (10).

6. Dispositif selon la revendication 5,

**caractérisé en ce que**

le tube capillaire (10) est en acier CrNi.

7. Dispositif selon les revendications 5 et 6,

**caractérisé en ce que**

les extrémités du tube capillaire (10) reçoivent une basse tension inférieure à environ 50 V.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 7,

**caractérisé en ce que**

l'extrémité du côté de sortie du tube capillaire (10) est reliée à la tension par un conducteur séparé (32).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,

**caractérisé en ce que**

l'extrémité de sortie du tube capillaire (10) est reliée à la masse par un manchon protecteur (56, 58).

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 7,

**caractérisé en ce que**

le tube capillaire (10) est entouré par un tube-enveloppe (70) électro-conducteur en étant isolé par rapport au tube-enveloppe (70) par une isolation (72), le tube-enveloppe (70) étant relié du côté de l'extrémité de sortie du tube capillaire (10) à celui-ci en conduction électrique, et le tube-enveloppe (70) sert de branchement électrique de l'extrémité de sortie du tube capillaire (10).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

**caractérisé en ce que**

la paroi du tube capillaire (10) est chauffée indirectement par un chauffage électrique par résistance.

12. Dispositif selon la revendication 11,

**caractérisé en ce que**

le tube capillaire (10) est en contact avec la surface enveloppe extérieure d'une cartouche chauffante (80) ou avec la surface extérieure d'un manchon conducteur de chaleur (78) dans lequel est placé la cartouche chauffante (80).

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendica-

tions 1 à 12,

**caractérisé en ce que**

le tube capillaire (10) est cintré suivant une hélice.

- 5 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12,

**caractérisé en ce que**

le tube capillaire (10) est cintré suivant une forme de spirale.

- 10 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12,

**caractérisé en ce que**

le tube capillaire (10) est cintré avec des parties cintrées en épingle à cheveux et des segments parallèles les uns aux autres.

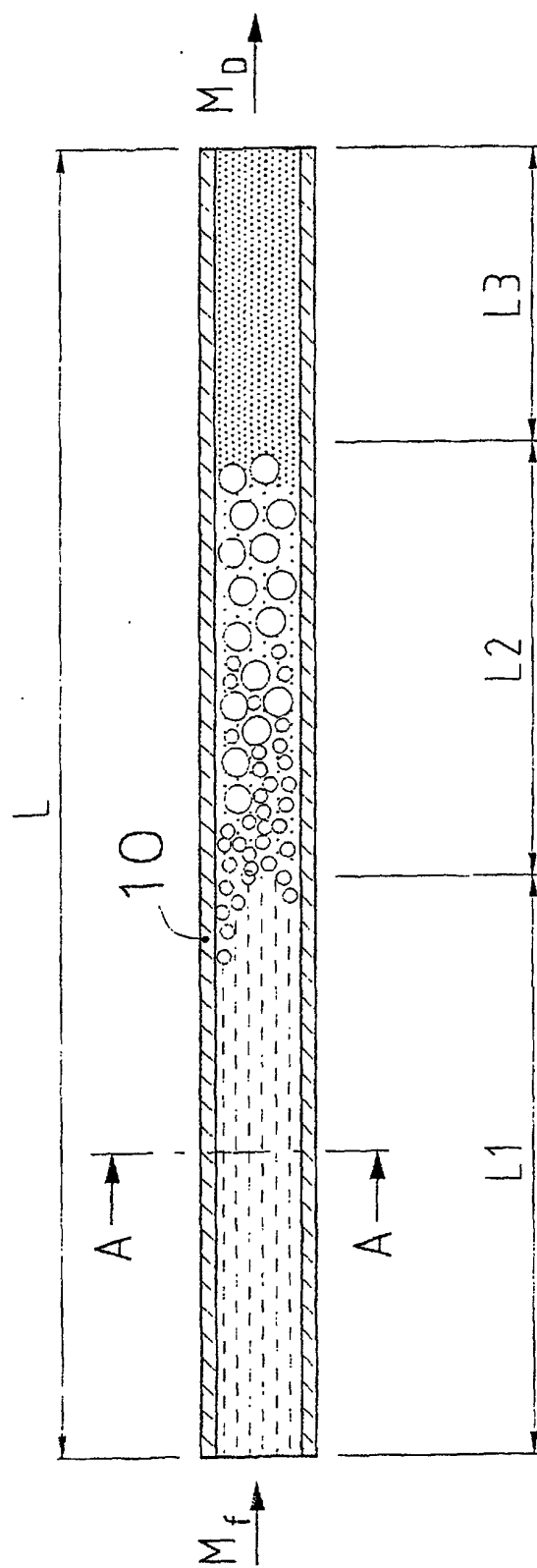
- 15 16. Application d'un dispositif selon l'une des applications 1 à 15 comme vaporisateur de mazout pour former un aérosol avec l'air comburant dans des brûleurs à mélange préalable.

- 20 17. Application d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15 comme vaporisateur de mazout pour former le mélange air/combustible dans des têtes de brûleur avec des puissances de chauffe inférieures à 10 KW.

- 25 18. Application d'un dispositif selon la revendication 17 comprenant une buse d'air (36) ayant une installation (40) pour induire un mouvement de rotation dans l'air comburant.

- 30 19. Application d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5. comme brûleur d'allumage ou brûleur pilote dans des systèmes de chauffage de puissance élevée ou de brûleur modulaire à plusieurs étages.

- 35 40 20. Application d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15 comme préchauffeur de gazole destiné à être monté dans les corps de buse de pulvérisation sous pression.



A-A

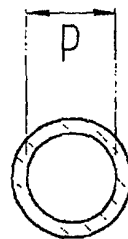


Fig.1

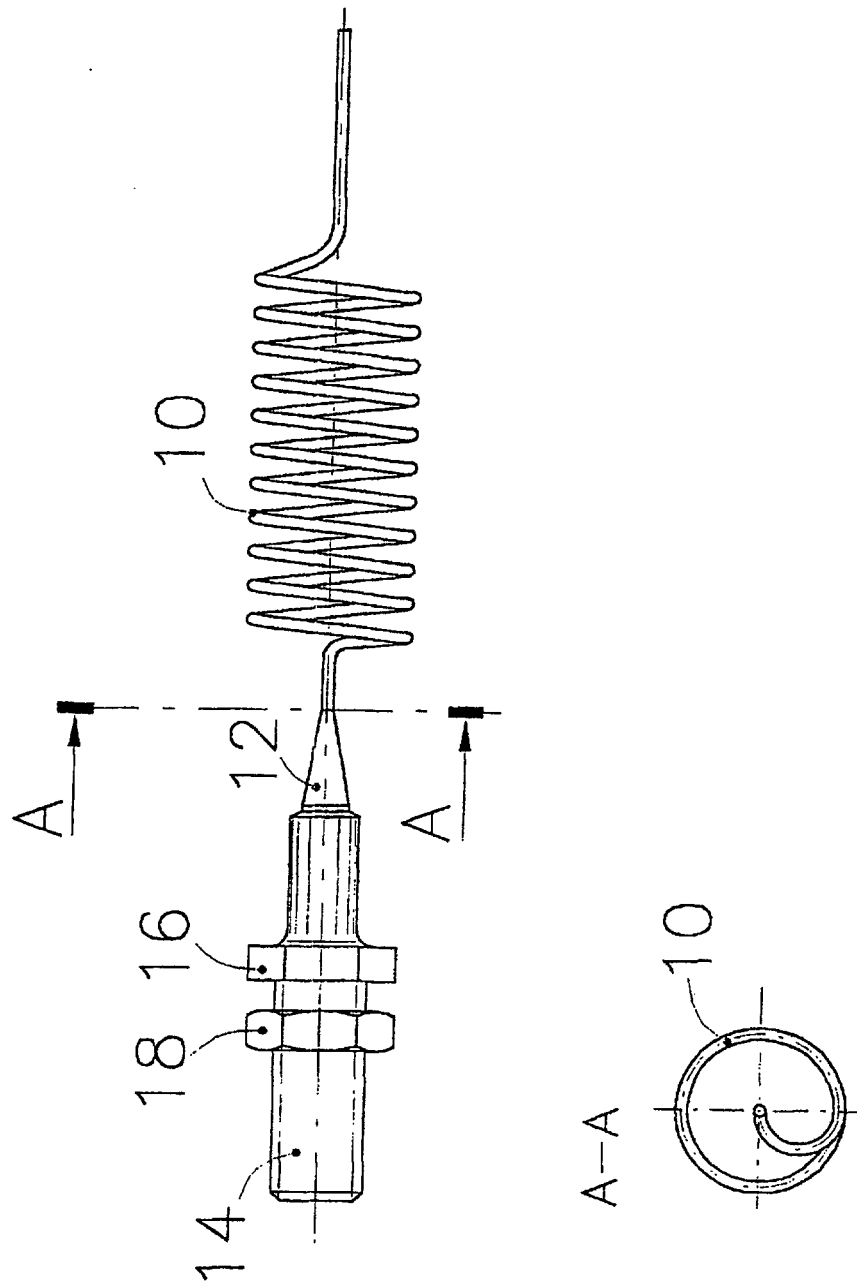


Fig.2

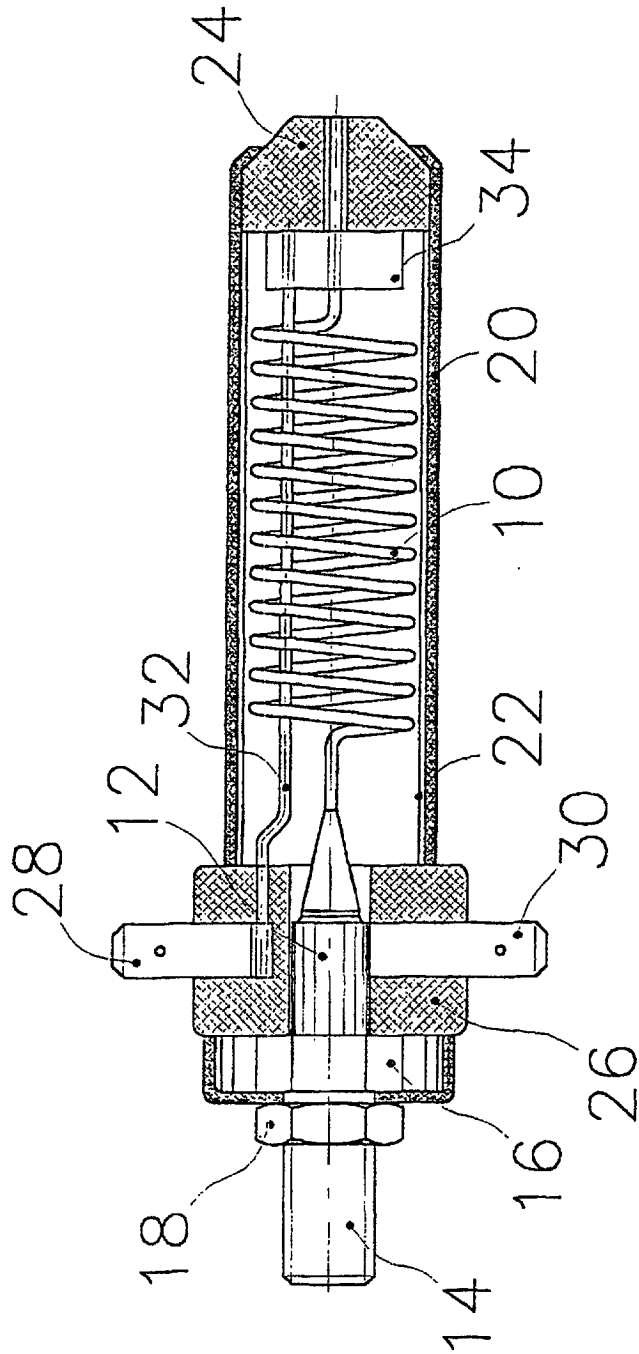


Fig. 3

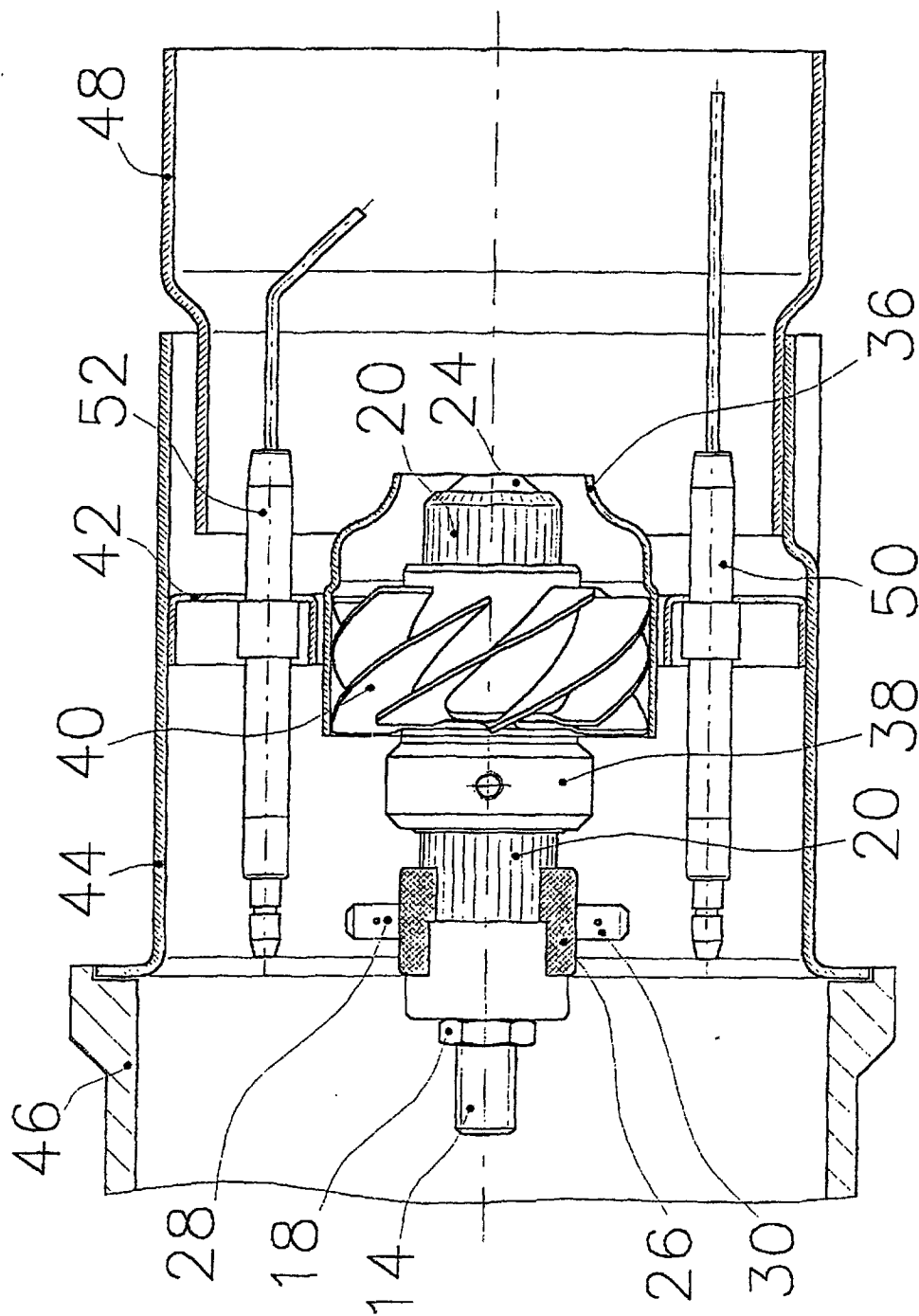


Fig.4

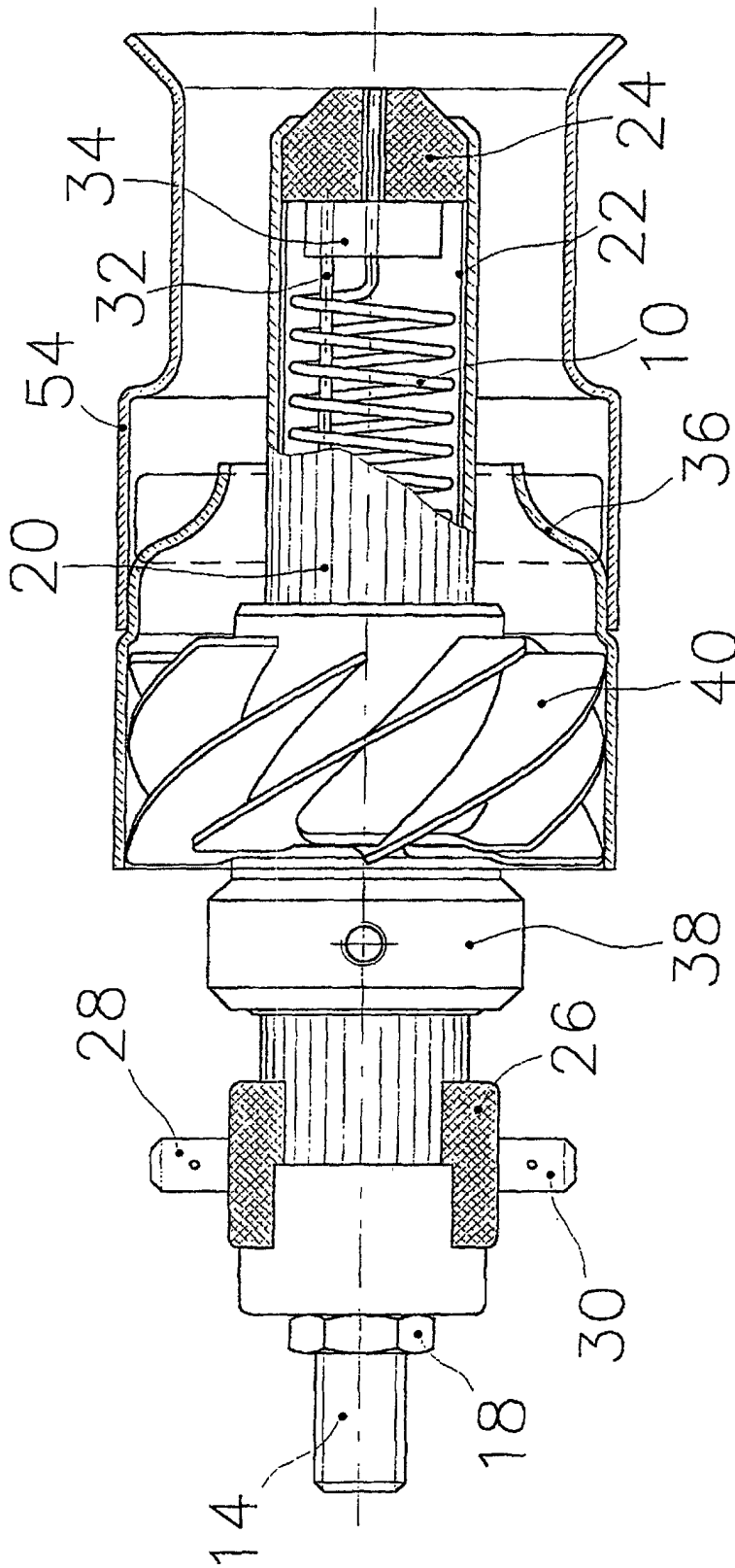


Fig.5

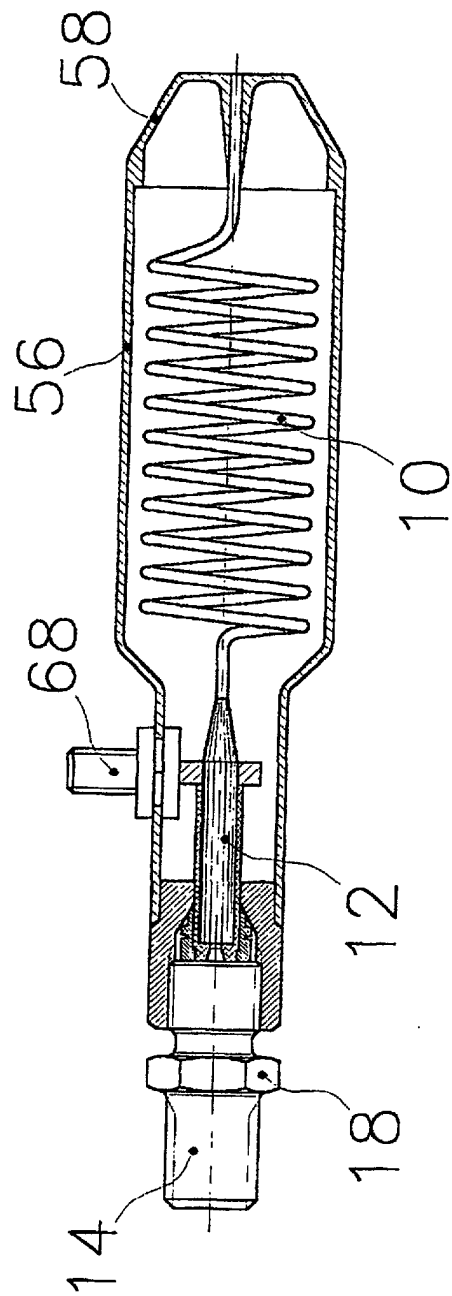


Fig.6

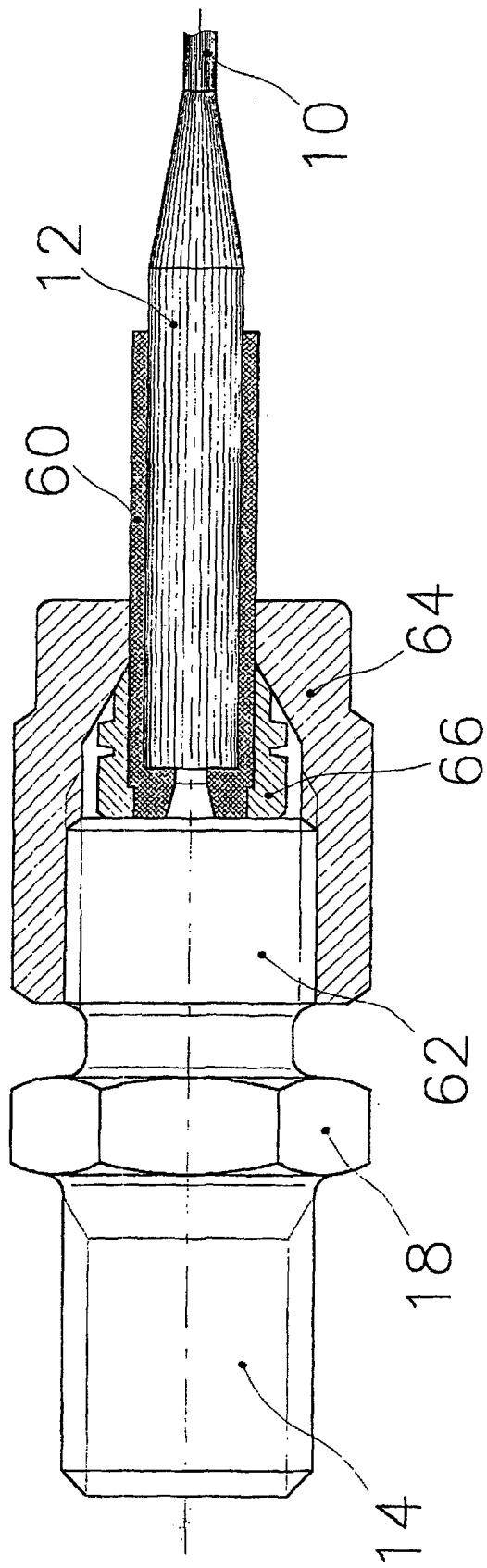


Fig.7

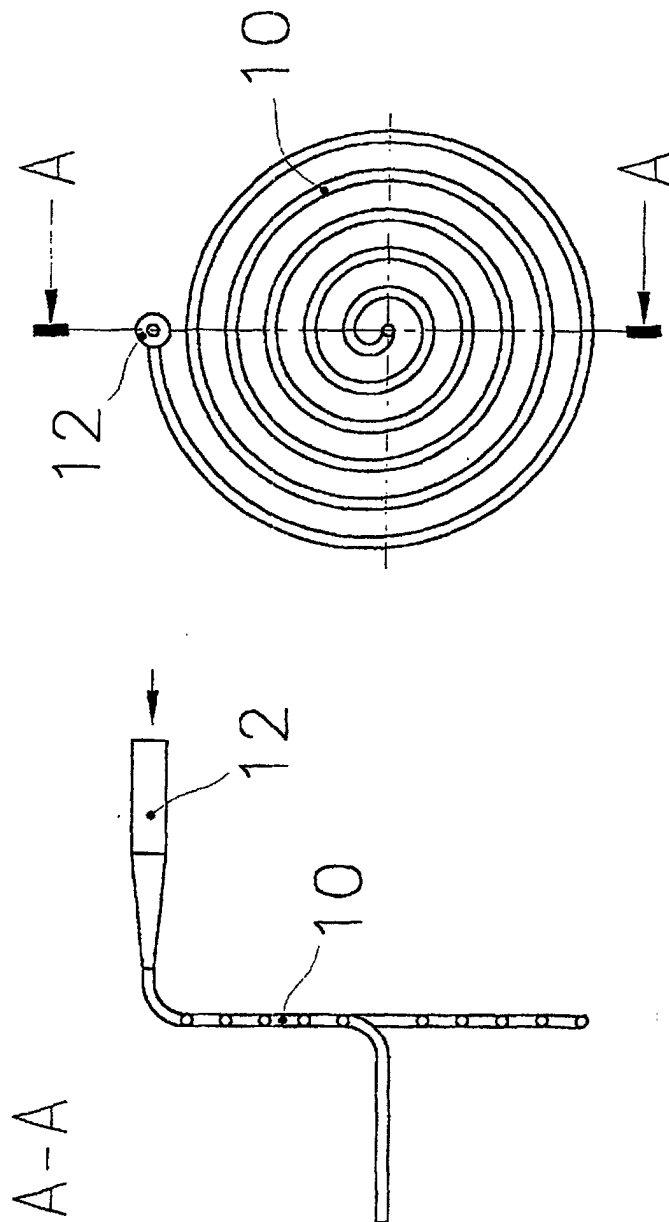


Fig.8

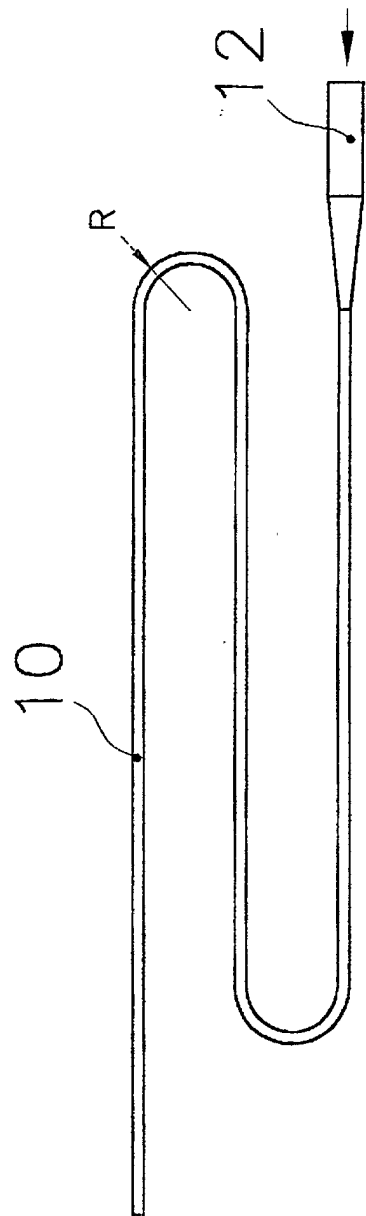


Fig. 9

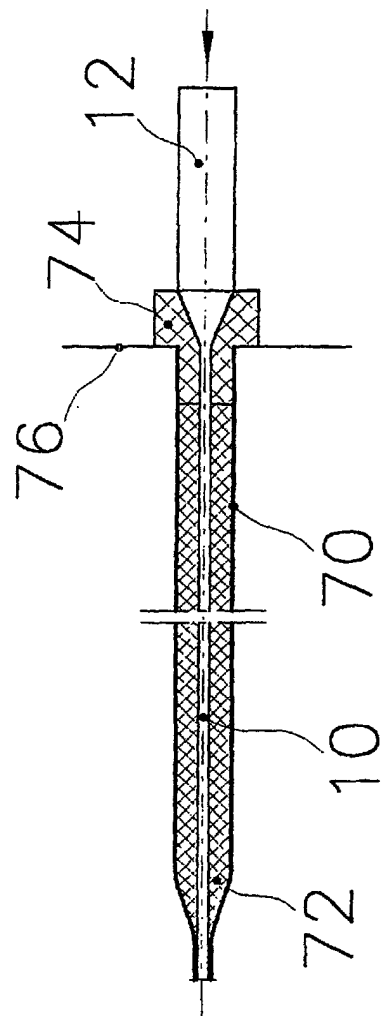


Fig.10

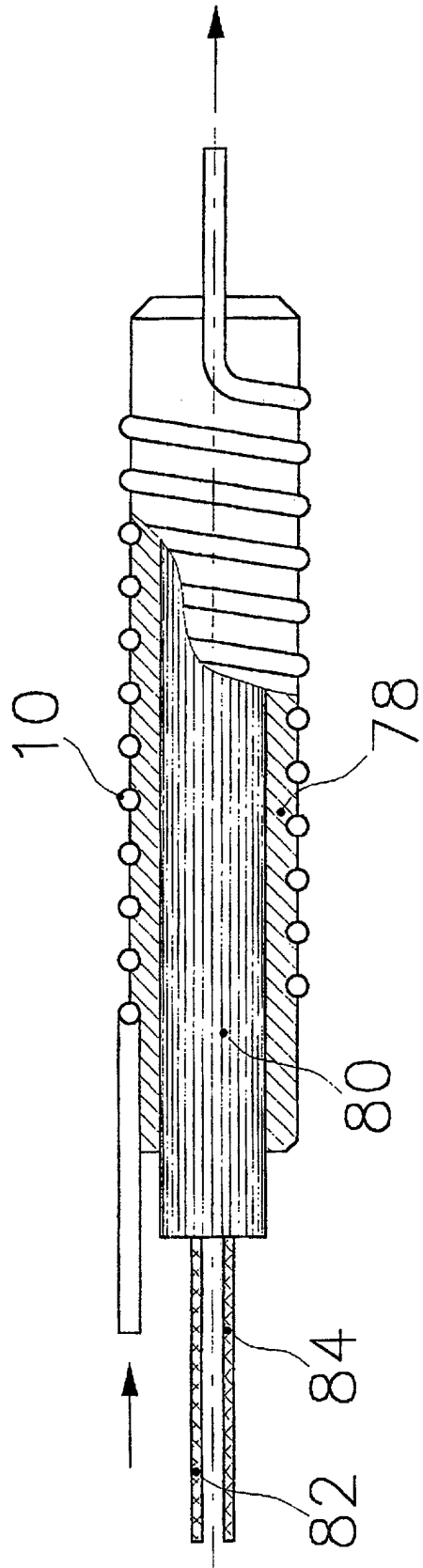


Fig. 11