



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 024 247 B3** 2008.11.06

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 024 247.8**

(22) Anmeldetag: **15.05.2007**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.11.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B05B 1/02** (2006.01)

**F15D 1/02** (2006.01)

**B05B 1/04** (2006.01)

**B21B 45/04** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Lechler GmbH, 72555 Metzingen, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner, 70174 Stuttgart**

(72) Erfinder:  
**Fecht, Albert, 72585 Riederich, DE; Frick, Jürgen, 71384 Weinstadt, DE; Schmidt, Boris, 73730 Esslingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 11 85 566 B**

**DE 103 61 769 A1**

**DE 102 11 590 A1**

**DE 297 06 863 U1**

**US 64 86 700 A**

**US 48 48 672 A**

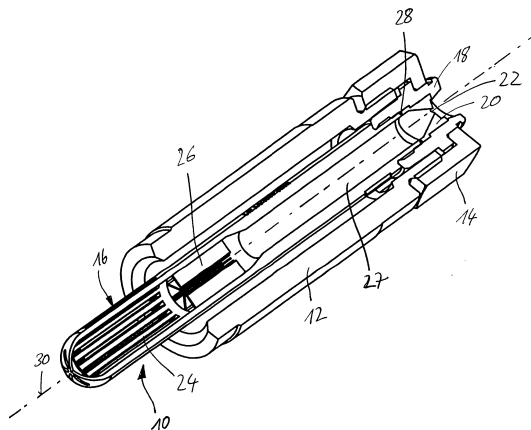
**EP 07 92 692 B1**

(54) Bezeichnung: **Hochdruckdüse und Verfahren zum Herstellen einer Hochdruckdüse**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Hochdruckdüse mit einem Strahlrichter innerhalb eines Zuführkanals zu einer Austrittsöffnung.

Erfindungsgemäß weist der Strahlrichter in einem die Mittellängsachse des Zuführkanals unmittelbar umgebenden Bereich einen freien Strömungsquerschnitt auf.

Verwendung z.B. für Hochdruckdüsen zum Entzundern von Stahlerzeugnissen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Hochdruckdüse zum Entzünden von Stahlerzeugnissen mit einem Strahlrichter innerhalb eines Zuführkanals zu einer Austrittsöffnung, wobei stromabwärts des Strahlrichters eine Verjüngung des Zuführkanals vorgesehen ist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Hochdruckdüse

**[0002]** Aus der europäischen Patentschrift EP 0 792 692 B1 und auch aus der US-Patentschrift 4,848,672, ist eine Hochdruckdüse zum Entzünden von Stahlerzeugnissen bekannt, die innerhalb eines Zuführkanals zu einer Austrittsöffnung einen Strahlrichter aufweist. Der Strahlrichter ist als im Querschnitt sternartiges Bauteil aufgebaut und weist ein zylindrisches Mittelteil auf, von dem aus sich radial Strömungsleitflächen erstrecken. Um den Strömungswiderstand des Strahlrichters zu verringern, ist das zylindrische Mittelteil sowohl in Stromaufwärtsrichtung als auch in Stromabwärtsrichtung jeweils in Form einer kegelförmigen Spitze verlängert.

**[0003]** Stromaufwärts des Strahlrichters ist ein Filter angeordnet, der aus einem Rohrabschnitt mit kugelförmigem Abschluss gebildet ist und mit radialen Einschnitten für den Eintritt von Flüssigkeit versehen ist. Die radialen Einschnitte erstrecken sich bis in die kugelabschnittsförmige Kappe des Filters. Stromabwärts des Strahlrichters ist eine allmähliche Verjüngung des Strömungskanals vorgesehen, die sich mit abnehmendem Verjüngungswinkel bis zu einer Austrittskammer in einem Mundstück erstreckt. Das Mundstück weist die Austrittskammer und die sich an die Austrittskammer anschließende Austrittsöffnung auf. Aufgrund der sehr hohen Flüssigkeitsdrücke, mit denen Hochdruckdüsen zum Entzünden von Stahlerzeugnissen betrieben werden und die mehrere 100 bar bis 600 bar betragen können, ist ein geringer Strömungswiderstand entscheidend, da Druckverluste innerhalb der Hochdruckdüse entweder zu einem geringeren Abtrag oder zu der Erfordernis eines höheren Drucks der Zufuhrleitung führen. Darüber hinaus ist die Form des erzeugten Flachstrahls entscheidend, der zum Erzielen einer möglichst guten Abtragwirkung einen möglichst geringe Breite aufweisen soll. Schließlich ist die Hochdruckdüse erheblichen mechanischen Belastungen ausgesetzt, da beispielsweise Druckstöße in der Zufuhrleitung zum Kollabieren des Filters der Hochdruckdüse führen können.

**[0004]** Eine weitere Hochdruckdüse zum Entzünden von Stahlerzeugnissen ist aus dem deutschen Gebrauchsmuster DE 297 06 863 U1 bekannt. Ein Zuführkanal nach einem Strahlrichter verjüngt sich bei der dort dargestellten Düse dreistufig. Unmittelbar nach dem Strahlrichter ist eine allmähliche Verjüngung vorgesehen, die etwa die Länge des Strahl-

richters aufweist. Hieran schließt sich in Strömungsrichtung gesehen ein Abschnitt mit konstantem Querschnitt an, der kürzer ist als der Strahlrichter bzw. die sich an diesen anschließende Verjüngung. Im eigentlichen Düsenmundstück folgt auf den Abschnitt mit konstantem Querschnitt eine weitere Verjüngung, dann erneut ein Abschnitt mit konstantem Querschnitt und schließlich eine dritte Verjüngung, die auf die Austrittsöffnung zuführt. Das gesamte Düsenmundstück ist insgesamt etwa so lang wie der Strahlrichter.

**[0005]** Aus der US-Patentschrift 3,486,700 ist eine Sprühdüse bekannt, die beispielsweise für die Tankreinigung eingesetzt werden kann. Die Sprühdüse weist einen sich verjüngenden Strömungskanal auf, in den Strömungsleitflächen vorragen. In einem, die Mittellängsachse des Zuführkanals unmittelbar umgebenden Bereich ist ein freier Strömungsquerschnitt vorgesehen, um den Zuführkanal gegenüber Verstopfung durch Fremdkörper weniger anfällig zu machen.

**[0006]** Aus der deutschen Patentschrift DE 1 185 566 B ist eine Tankreinigungsdüse bekannt, die ebenfalls stromaufwärts einer Austrittsöffnung einen Strahlrichter mit mehreren Strömungsleitflächen aufweist, wobei ein die Mittellängsachse des Zuführkanals unmittelbar umgebender Bereich einen freien Strömungsquerschnitt aufweist. Die Strömungsleitflächen sind dadurch gebildet, dass auf einem Kreis mehrere Bohrungen nebeneinander gesetzt wurden und eine weitere Bohrung mit größerem Durchmesser exakt entlang der Mittellängsachse ausgeführt wurde. Die Strömungsleitflächen haben dadurch zylinderwandförmige Außenflächen.

**[0007]** Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 102 11 590 A1 ist eine Zerstäuberdüse mit einem zentralen Strömungsführungselement bekannt, das Leitschaukeln aufweist und das mittels Metallpulverspritzguss hergestellt ist.

**[0008]** Die deutsche Offenlegungsschrift DE 103 61 769 A1 beschreibt einen Druckaufnehmer, dessen Aufnehmerkörper einstückig durch ein Metallpulverspritzgussverfahren mit anschließendem Sinterprozess gefertigt ist.

**[0009]** Mit der Erfindung soll eine verbesserte Hochdruckdüse zum Entzünden von Stahlerzeugnissen bereitgestellt werden.

**[0010]** Erfindungsgemäß ist hierzu eine Hochdruckdüse zum Entzünden von Stahlerzeugnissen mit einem Strahlrichter innerhalb eines Zuführkanals zu einer Austrittsöffnung vorgesehen, wobei stromabwärts des Strahlrichters eine Verjüngung des Zuführkanals vorgesehen ist, bei der der Strahlrichter in einem die Mittellängsachse des Zuführkanals unmittel-

bar umgebenden Bereich einen freien Strömungsquerschnitt aufweist, bei der sich an die Verjüngung stromabwärts des Strahlrichters ein Abschnitt mit konstantem Querschnitt anschließt, der in eine sich verjüngende Austrittskammer übergeht und bei der der Abschnitt mit konstantem Querschnitt mindestens doppelt so lang wie die Verjüngung stromabwärts des Strahlrichters ist.

**[0011]** Auf diese Weise ist ein sogenannter seelenloser Strahlrichter realisiert, der sich einerseits durch einen geringen Strömungswiderstand und andererseits durch eine sehr gute Ausrichtungswirkung auszeichnet. Der Strahlrichter weist also einen die Mittellängsachse unmittelbar umgebenden Strömungskanal ohne Einbauten auf. Gegenüber konventionellen Strahlrichtern, die ein mittiges zylindrisches Bauteil aufweisen, von dem aus Strömungsleitflächen radial ausgehen, weist der erfindungsgemäße Strahlrichter einen deutlich verringerten Strömungswiderstand auf, da der die Mittellängsachse des Zuführkanals unmittelbar umgebende Strömungskanal frei bleibt und für das ungehinderte Durchströmen genutzt werden kann. Da der für die Strömung zur Verfügung stehende freie Querschnitt erheblich größer ist, wird eine deutliche Verringerung des Strömungswiderstandes erzielt. Der freie Strömungsquerschnitt kann beispielsweise einen Radius aufweisen, der etwa 1/5 des Innenradius des Strahlrichters beträgt. Mittels einer Verjüngung stromabwärts des Strahlrichters kann die Strömung konzentriert werden und auf kurzem Weg kann der Strömungskanal auf den Querschnitt der Austrittskammer zusammengeführt werden. Erfindungsgemäß ist dabei eine kurze Verjüngung vorgesehen und der sich verjüngende Abschnitt des Zuführkanals weist nur etwa die Hälfte bis ein Drittel der Länge des Strahlrichters auf. Mittels eines sich an die Verjüngung stromabwärts des Strahlrichters anschließenden Abschnitts mit konstantem Querschnitt kann eine Strömungsberuhigung erzielt werden, die sich in einer sehr guten Strahlqualität bei geringem Strömungswiderstand auswirkt. Der Abschnitt mit konstantem Querschnitt ist vorteilhafterweise länger als die Verjüngung nach dem Strahlrichter. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den Abschnitt mit konstantem Querschnitt mindestens doppelt so lang wie die Verjüngung nach dem Strahlrichter und insbesondere sieben Mal so lang wie die Verjüngung auszubilden. Die Austrittskammer geht in die Austrittsöffnung über, aus der dann der Sprühstrahl austritt.

**[0012]** In Weiterbildung der Erfindung weist der Strahlrichter Strömungsleitflächen auf, die sich parallel zur Mittellängsachse des Zuführkanals und auf die Mittellängsachse zu erstrecken.

**[0013]** Mittels solcher parallel zur Mittellängsachse des Zuführkanals ausgerichteter Strömungsleitflächen lässt sich eine gute Richtwirkung des Strahlrichters erzielen und eine Strömung, die den Strahlrichter

passiert hat, ist stromabwärts des Strahlrichters im Wesentlichen vollständig parallel zur Mittellängsachse ausgerichtet.

**[0014]** In Weiterbildung der Erfindung erstrecken sich die Strömungsleitflächen radial in Richtung auf die Mittellängsachse zu.

**[0015]** Auf diese Weise können ebene Strömungsleitflächen realisiert werden, die eine sehr gute Ausrichtungswirkung bei geringem Strömungswiderstand aufweisen.

**[0016]** In Weiterbildung der Erfindung ist stromaufwärts des Strahlrichters ein Filter angeordnet, der radial zur Mittellängsachse ausgerichtete Eintrittsschlitze aufweist. Die Eintrittsschlitze erstrecken sich vorteilhafterweise parallel zur Mittellängsachse. Der Filter kann eine kugelabschnittsförmige Filterkappe aufweisen, die Eintrittsöffnungen aufweist, die sich parallel zur Mittellängsachse erstrecken.

**[0017]** Die Eintrittsöffnungen in der kugelabschnittsförmigen Filterkappe sind dabei getrennt von den Eintrittsschlitzen des Filters, so dass die kugelabschnittsförmige Filterkappe sehr stabil ausgeführt werden kann und insbesondere eventuell in den Zuführleitungen auftretenden Druckstößen standhalten kann. Beispielsweise weist die Filterkappe einen umlaufenden Bund auf, der für eine hohe mechanische Festigkeit sorgt. Die Eintrittsschlitze im Filter enden somit vor der kugelabschnittsförmigen Filterkappe.

**[0018]** In Weiterbildung der Erfindung sind Endbegrenzungsflächen der Eintrittsschlitze, die auf der Seite des Strahlrichters liegen, abgerundet oder schräg nach innen führend ausgebildet, wobei die abgerundeten Endbegrenzungsflächen in Richtung auf die Mittellängsachse zu konvex ausgebildet sind. Der jeweilige Schlitzgrund der Eintrittsschlitze, der in Strömungsrichtung gesehen auf der Seite des Strahlrichters liegt, ist somit in Richtung auf die Mittellängsachse zu nach außen gewölbt oder konvex ausgebildet. Alternativ ist der Schlitzgrund nach innen geneigt und insbesondere kegelmantelabschnittsförmig ausgebildet, wobei sich der Kegel dann in Strömungsrichtung verjüngt. Dadurch wird die Strömung durch die Eintrittsschlitze hindurch im Bereich des Schlitzgrundes allmählich in Richtung der Mittellängsachse umgelenkt. Dadurch wird eine Wirbelbildung im Bereich des Schlitzgrundes erheblich vermindert und es wird ein geringer Strömungswiderstand und eine im Wesentlichen parallel zur Mittellängsachse ausgerichtete Strömung stromabwärts des Strahlrichters erzielt.

**[0019]** In Weiterbildung der Erfindung ist der Filter mittels einer Filterkappe und eines Filterhauptteils gebildet, wobei die Filterkappe und das Filterhauptteil als Einzelteile hergestellt und dann unlösbar mitein-

ander verbunden sind.

**[0020]** Auf diese Weise wird die Herstellung auch geometrisch komplizierter Formen im Bereich von Filterkappe und Filterhauptteil erleichtert. Nach dem unlöslichen Verbinden von Filterkappe und Filterhauptteil steht eine stabile und strömungsgünstige Filtereinheit zur Verfügung.

**[0021]** In Weiterbildung der Erfindung sind die Filterkappe und das Filterhauptteil durch Metallpulverspritzguss hergestellt und dann zusammengesintert.

**[0022]** Durch Metallpulverspritzguss lassen sich auch geometrisch komplizierte Formen realisieren, die durch eine mechanische Bearbeitung nicht oder nur mit erheblichem Aufwand realisiert werden könnten. Hierzu zählt beispielsweise die zur Mittellängsachse ausgerichtete, konvexe Ausbildung der Stirnflächen der Eintrittsschlitz des Filters. Üblicherweise werden solche Eintrittsschlitz durch Eintauchen eines Fräasers oder eines Sägeblatts in ein rohrförmiges Bauteil ausgebildet. Dabei ergibt sich dann in der Regel eine nach außen gerichtete, konkave Ausbildung der Stirnflächen, die strömungstechnisch ungünstig ist.

**[0023]** In Weiterbildung der Erfindung weist das Filterhauptteil den Strahlrichter auf.

**[0024]** Auf diese Weise lässt sich ein strömungsgünstiges kombiniertes Strahlrichter- und Filterbauteil realisieren. Bei Herstellung dieses kombinierten Strahlrichter- und Filterbauteils mittels Metallpulverspritzgießen lassen sich der erfindungsgemäße seelenlose Strahlrichter und eine strömungsgünstige Ausbildung der Eintrittsschlitz am Filter realisieren und im Rahmen einer Serienproduktion herstellen. Alternativ kann der Strahlrichter auch als separates Strömungskanalbauteil ausgebildet sein oder in ein anderes Bauteil der Düse als den Filter integriert sein.

**[0025]** In Weiterbildung der Erfindung weist die Filterkappe einen umlaufenden Bund mit sich radial nach innen erstreckenden Vorsprüngen auf, wobei die Vorsprünge in passende Ausnehmungen des Filterhauptteils eingreifen.

**[0026]** Auf diese Weise lässt sich eine sehr stabile Anbindung der Filterkappe an das Filterhauptteil realisieren, die darüber hinaus eine sehr strömungsgünstige Ausbildung erlaubt. Alternativ kann das Filterhauptteil mit einem umlaufenden Bund mit sich radial nach innen oder außen erstreckenden Vorsprüngen versehen sein, wobei die Vorsprünge dann in passende Ausnehmungen der Filterkappe eingreifen. Unabhängig davon, ob der umlaufende Bund mit sich radial erstreckenden Vorsprüngen an der Filterkappe oder dem Filterhauptteil vorgesehen ist, lassen sich

die erfindungsgemäßen Vorteile einer sehr stabilen und dabei strömungsgünstigen Ausbildung der Verbindung zwischen Filterkappe und Filterhauptteil realisieren.

**[0027]** In Weiterbildung der Erfindung weist das Filterhauptteil an seinem, der Filterkappe benachbarten Ende sich parallel zur Mittellängsachse erstreckende Stege auf, zwischen denen die Ausnehmungen gebildet sind. Vorteilhafterweise sind zwischen den Stegen des Filterhauptteils die Eintrittsschlitz gebildet.

**[0028]** Das Filterhauptteil weist demgemäß über seinen Umfang verteilt mehrere, sich in Stromaufwärtsrichtung erstreckende Finger oder Stege auf, zwischen denen die Eintrittsschlitz gebildet sind. Die Enden dieser Stege werden durch die Filterkappe aufgenommen und fixiert. Nach dem unlöslichen Verbinden von Filterhauptteil und Filterkappe entsteht dadurch ein stabiles Bauteil. Besonders vorteilhaft können Filterkappe und Filterhauptteil mittels Metallpulverspritzguss hergestellt und dann zusammengesintert werden.

**[0029]** Das der Erfindung zugrundeliegende Problem wird auch durch ein Verfahren zum Herstellen einer Sprühdüse, insbesondere einer Hochdruckdüse zum Entzundern von Stahlerzeugnissen, gelöst, bei dem folgende Schritte vorgesehen sind:  
Mischen von Metallpulver,  
Spritzgießen der erhaltenen Mischung in eine Form,  
Entfernen des Binders durch chemische und/oder thermische Prozesse und  
Sintern des nach dem Entfernen des Binders erhaltenen Vorprodukts.

**[0030]** Mittels eines solchen Metallpulverspritzgießverfahrens lassen sich auch sehr komplizierte geometrische Formen realisieren, die mittels einer konventionellen mechanischen Bearbeitung nicht oder nur mit erheblichem Aufwand hergestellt werden könnten. Das Verwenden von Spritzgussmaschinen erlaubt dabei die vergleichsweise kostengünstige Herstellung in Serienstückzahlen, kostengünstig beispielsweise im Vergleich zu Feinguss. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass die durch Metallpulverspritzgießen erhaltene Bauteile stabil genug sind, um den erheblichen Betriebsdrücken von mehreren 100 bar bei Hochdruckdüsen zum Entzundern von Stahlerzeugnissen standzuhalten. Über die ohnehin hohen Betriebsdrücke hinaus können in Rohrleitungen zur Versorgung von Entzunderungsdüsen Druckstöße auftreten, die ein Vielfaches der Betriebsdrücke betragen. Durch das Metallpulverspritzgießen werden Sinterbauteile realisiert und es ist zunächst zu erwarten, dass Sinterbauteile eher spröden Charakter aufweisen und daher für Belastungen mit extremen Druckspitzen, wie sie beim Betrieb von Entzunderungsdüsen auftreten, nicht geeignet sind. Versuche habe aber überraschenderweise gezeigt, dass

mittels Metallpulverspritzgießen erhaltene Sinterteile bei entsprechender Auslegung diesen Belastungen standhalten können und darüber hinaus neue Möglichkeiten zur Strömungsoptimierung von Hochdruckdüsen bieten.

**[0031]** In Weiterbildung der Erfindung werden als Vorprodukte vorliegende Einzelteile nach dem Entfernen des Binders zusammengebaut und dann werden die zusammengebauten Vorprodukte gesintert.

**[0032]** Auf diese Weise können Bauteile einstückig hergestellt werden, beispielsweise ein kombiniertes Strahlrichter- und Filterbauteil einschließlich Filterkappe, da nach dem Sintern die zusammengebauten Vorprodukte unlösbar miteinander verbunden sind. Dadurch ergeben sich noch weitere Möglichkeiten zur gleichzeitig stabilen und strömungsgünstigen Gestaltung von Hochdruckdüsen. Nach dem Entfernen des Binders liegt ein Vorprodukt mit einer vergleichsweise fragilen Struktur vor, da das Metallpulver nach Entfernen des Binders eine poröse Struktur ausbildet. Erst während des Sinterns wird das Vorprodukt verdichtet und ist danach mechanisch hoch belastbar.

**[0033]** In Weiterbildung der Erfindung enthält das Metallpulver wenigstens teilweise Hartmetallpulver.

**[0034]** Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass sogar Hartmetallteile mittels Metallpulverspritzguss hergestellt werden können. Dies ist speziell für die Herstellung von Mundstücken von Hochdruckentzündungsdüsen von Vorteil. Auch im Mundstückbereich und speziell im Bereich der Austrittskammer und Austrittsöffnung lassen sich dadurch auch komplizierte geometrische Formen realisieren, die durch mechanische Bearbeitung nicht oder nicht mit vertretbarem Aufwand realisiert werden können. Nach dem Sintern des Vorprodukts aus Hartmetallpulver erhält man ein Hartmetallbauteil, das sich hervorragend für den Einsatz als Mundstück einer Hochdruckentzündungsdüse eignet und insbesondere eine hohe Standzeit aufweist.

**[0035]** In Weiterbildung der Erfindung weist die Hochdruckdüse wenigstens einen Filter und einen Strahlrichter in einem kombinierten Filter- und Strahlrichterbauteil auf, das aus wenigstens zwei Einzelteilen zusammengesetzt ist, wobei die Einzelteile mittels Zusammensintern unlösbar miteinander verbunden werden.

**[0036]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. In den Zeichnungen zeigen:

**[0037]** [Fig. 1](#) eine perspektivische, aufgeschnittene

Ansicht einer erfindungsgemäßen Hochdruckdüse,

**[0038]** [Fig. 2](#) eine Schnittansicht der Hochdruckdüse der [Fig. 1](#),

**[0039]** [Fig. 3](#) eine Schnittansicht eines kombinierten Strahlrichter- und Filterbauteils der Hochdruckdüse der [Fig. 1](#),

**[0040]** [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht eines Filterhauptteils mit integriertem Strahlrichter des Bauteils der [Fig. 3](#),

**[0041]** [Fig. 5](#) eine Seitenansicht des Filterhauptteils der [Fig. 4](#),

**[0042]** [Fig. 6](#) eine Ansicht des Filterhauptteils der [Fig. 5](#) in Richtung des Pfeiles VI,

**[0043]** [Fig. 7](#) eine Ansicht des Filterhauptteils der [Fig. 5](#) entlang dem Pfeil VII,

**[0044]** [Fig. 8](#) eine Ansicht des Filterhauptteils der [Fig. 5](#) auf die Schnittebene VIII-VIII,

**[0045]** [Fig. 9](#) eine vergrößerte Darstellung einer Einzelheit des Filterhauptteils der [Fig. 8](#),

**[0046]** [Fig. 10](#) eine weitere Seitenansicht des Filterhauptteils der [Fig. 4](#),

**[0047]** [Fig. 11](#) eine Schnittansicht des Filterhauptteils der [Fig. 10](#) auf die Schnittebene XI-XI,

**[0048]** [Fig. 12](#) eine Seitenansicht einer Filterkappe des Bauteils der [Fig. 3](#),

**[0049]** [Fig. 13](#) eine Ansicht der Filterkappe der [Fig. 12](#) in Richtung des Pfeiles XIII,

**[0050]** [Fig. 14](#) eine Schnittansicht auf die Schnittebene XIV-XIV der [Fig. 13](#),

**[0051]** [Fig. 15](#) eine Schnittansicht auf die Schnittebene XV-XV der [Fig. 13](#) und

**[0052]** [Fig. 16](#) eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0053]** Die perspektivische, geschnittene Ansicht der [Fig. 1](#) zeigt eine erfindungsgemäße Hochdruckdüse **10** zum Entzünden von Stahlerzeugnissen. Die Hochdruckdüse **10** ist in einen rohrförmigen Anschlussnippel **12** eingebaut und in diesem rohrförmigen Anschlussnippel **12** mittels einer Überwurfmutter **14** gesichert. Die Hochdruckdüse **10** selbst weist ein kombiniertes Filter- und Strahlrichterbauteil **16** auf, das in ein Düsengehäuse **18** eingeschraubt ist. In das Düsengehäuse **18** ist wiederum ein Mundstück **20** eingeschoben, das an seinem stromabwärts gele-

nen Ende eine Austrittsöffnung **22** definiert. Der rohrförmige Anschlussnippel **12** ist mit einem nicht dargestellten Düsenbalken verbunden, in die ein Filter **24** der Hochdruckdüse **10** vorragt. Durch den Filter **24** in die Hochdruckdüse **10** eintretende Flüssigkeit strömt über einen Strahlrichter **26** und gelangt letztendlich zum Mundstück **20** und tritt aus der Austrittsöffnung **22** in Form eines Flachstrahls aus. Das Mundstück **20** ist gegen das Düsengehäuse **18** mittels einer umlaufenden Metalllotnaht **28** abgedichtet.

**[0054]** Anhand der [Fig. 1](#) ist gut zu erkennen, dass der Strahlrichter **26** einen, eine Mittellängsachse **30** der Hochdruckdüse **10** unmittelbar umgebenden Strömungskanal freilässt. Im Bereich des Strahlrichters **26** ist somit ein die Mittellängsachse **30** unmittelbar umgebender Strömungskanal ohne jegliche Einbauten vorhanden. Der Strahlrichter **26** weist mehrere, sich radial in Richtung auf die Mittellängsachse **30** zu erstreckende Strömungsleitflächen auf, die eben ausgebildet und parallel zur Mittellängsachse **30** ausgerichtet sind. Mittels des Strahlrichters **26** lässt sich die in den Filter **24** eintretende Flüssigkeit parallel zur Mittellängsachse **30** ausrichten. Wie noch erläutert werden wird und wie auch in [Fig. 1](#) zu erkennen ist, sind die mehreren Strömungsleitflächen des Strahlrichters **26** lediglich am Außenumfang des Strahlrichters befestigt und ragen frei in Richtung auf den die Mittellängsachse **30** umgebenden Strömungskanal vor.

**[0055]** In der Schnittansicht der [Fig. 2](#) sind zwei einander gegenüberliegende Strömungsleitflächen des Strahlrichters **26** zu erkennen, durch die die Schnittbene gelegt ist. Stromaufwärts des Strahlrichters **26** ist der Filter **24** angeordnet, der aus einem kreiszylindrischen Rohrabschnitt mit sich radial zur Mittellängsachse **30** erstreckenden Eintrittsschlitzen gebildet ist und der mit einer kugelabschnittsförmigen Filterkappe versehen ist.

**[0056]** Stromabwärts des Strahlrichters **26** schließt sich ein kegelförmig verjüngender Abschnitt **32** an, der in einen kreiszylindrischen Abschnitt **34** mit konstantem Durchmesser übergeht. Der sich verjüngende Abschnitt **32** ist dabei kürzer als der Strahlrichter **26** ausgebildet und weist etwa  $1/3$  bis  $1/2$  der Länge des Strahlrichters **26** auf. Der Abschnitt **34** mit konstantem Querschnitt stromabwärts des sich verjüngenden Abschnitts **32** ist dahingegen sowohl deutlich länger als der Strahlrichter **26** als auch deutlich länger als der sich verjüngende Abschnitt **32**. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der Abschnitt **34** mit konstantem Querschnitt etwas dreimal so lang wie der Strahlrichter **26** und hat etwa die siebenfache Länge des sich verjüngenden Abschnitts **32**. Es hat sich herausgestellt, dass sich durch eine solche Bemessung der Längen von Strahlrichter **26**, der Verjüngung **32** und des Abschnitts **34** mit konstantem Querschnitt Strömungsverhältnisse einstellen las-

sen, die eine exakte Ausformung eines austretenden Flachstrahls **36** begünstigen. Stromabwärts des Abschnitts **34** mit konstantem Durchmesser schließt sich eine Austrittskammer **38** im Mundstück **20** an. Die Austrittskammer **38** verjüngt sich kegelförmig und endet an der Austrittsöffnung. Die Länge der Austrittskammer **38** ist etwa halb so groß wie die Länge des Strahlrichters **26** und deutlich geringer als die Länge des Abschnitts **34** mit konstantem Querschnitt. Die Länge der Austrittskammer **38** liegt etwa in der Größenordnung der Verjüngung **32** unmittelbar stromabwärts des Strahlrichters **26**.

**[0057]** Bei der erfindungsgemäßen Hochdruckdüse wird ein freier, der Strömung zur Verfügung stehender Strömungskanal somit zweistufig auf relativ kurzem Weg verjüngt, nämlich einmal durch den sich verjüngenden Abschnitt **32** unmittelbar stromabwärts des Strahlrichters **26** und dann, ebenfalls auf vergleichsweise kurzem Weg mittels der sich verjüngenden Austrittskammer **38**. Es hat sich herausgestellt, dass eine solche zweistufige, jeweils relativ starke Einschnürung des Strömungskanals auf kurzem Weg strömungstechnisch günstiger ist als eine sehr allmähliche Verjüngung über einen großen Weg. Speziell wird der zur Verfügung stehende freie Querschnitt mittels des Abschnitts **32** auf kurzem Weg relativ stark eingeschnürt, im Verlauf des langen Abschnitts **34** mit konstantem Querschnitt kann sich die Strömung aber wieder beruhigen, um dann sehr gleichmäßig in die Austrittskammer **38** einzutreten.

**[0058]** Der größte freie Strömungsquerschnitt liegt im Bereich des Filters **24** vor und wird durch die Summe der freien Querschnitte der länglichen Filterschlitze sowie der weiteren Filterschlitze in der Filterkappe bestimmt. Ein bereits deutlich verringerter Strömungsquerschnitt liegt im Bereich des Strahlrichters **26** vor, wobei sich der freie Strömungsquerschnitt dort aus dem Querschnitt des Gesamtkanals abzüglich der Stirnflächen der sternförmig angeordneten Strömungsleitflächen ergibt. Ein Verhältnis der freien Strömungsquerschnittsfläche am Strahlrichter **26** zu der freien Strömungsquerschnittsfläche des Filters **24** liegt vorteilhafterweise bei  $1:6$  oder größer.

**[0059]** Eine weitere Einengung des Strömungsquerschnitts erfolgt nach dem Strahlrichter **26** auf den Querschnitt des Kanals **27**, der mit konstantem Querschnitt bis vor das Mundstück **12** geführt ist. Ein Verhältnis der freien Strömungsquerschnittsfläche im Kanal **37** zur freien Strömungsquerschnittsfläche am Strahlrichter **26** liegt vorteilhafterweise bei  $1:1,23$  oder größer.

**[0060]** Ein Verhältnis der freien Strömungsquerschnittsfläche im Kanal **37** zur freien Strömungsquerschnittsfläche des Filters **24** liegt vorteilhafterweise bei  $1:7,44$  oder größer.



**[0061]** Die freie Strömungsquerschnittsfläche im Kanal **37** beträgt beispielsweise  $95 \text{ mm}^2$ , die freie Strömungsquerschnittsfläche im Strahlrichter **26** betrifft beispielsweise  $117 \text{ mm}^2$  und die freie Strömungsquerschnittsfläche am Filter **24** beträgt beispielsweise  $707 \text{ mm}^2$ .

**[0062]** Am stromaufwärtsgelegenen Ende des Mundstücks **12** ist zwischen einer Innenwand des Düsengehäuses **14** und einer ringförmigen Stirnfläche des Mundstücks **12** eine Metalllotnaht **28** vorgesehen, die das Mundstück **12** gegen das Düsengehäuse **14** abdichtet.

**[0063]** Die Schnittansicht der [Fig. 3](#) zeigt das kombinierte Strahlrichter- und Filterbauteil **16** der Hochdruckdüse **10** der [Fig. 1](#). Das Bauteil **16** besteht aus insgesamt drei Einzelteilen, die unlösbar miteinander verbunden sind, nämlich aus einer Filterkappe **40**, einem Filterhauptteil **42**, das auch den Strahlrichter **26** aufweist, und einem Leitungsteil **44**, das den sich verjüngenden Abschnitt **32** stromabwärts des Strahlrichters **26** und den Abschnitt **34** mit konstantem Querschnitt **34** aufweist. An seinem stromabwärts gelegenen Ende ist das Leitungsteil **44** mit einem Außengewinde **46** versehen, mit dem das Leitungsteil **44** in das Düsengehäuse **18** eingeschraubt wird.

**[0064]** Die Filterkappe **40** ist kugelabschnittsförmig ausgebildet und weist sich parallel zur Mittellängsachse **30** erstreckende Eintrittsöffnungen **48** auf. Die Eintrittsöffnungen **48** sind sternförmig auf der Filterkappe **40** angeordnet. Das Filterhauptteil **42** weist mehrere, sich parallel zur Mittellängsachse **30** erstreckende Stege **50** auf, die gleichmäßig voneinander beabstandet um seinen Umfang herum angeordnet sind. Zwischen den Stegen **50** verbleiben Eintrittsschlitze, durch die Flüssigkeit in den Filter **24** eintreten kann.

**[0065]** Anhand der [Fig. 3](#) ist gut zu erkennen, dass stromabwärts gelegene Stirnflächen **52** der Eintrittsschlitze abgerundet ausgebildet und in Richtung auf die Mittellängsachse **30** zu gesehen konvex gekrümmt sind. Durch die Eintrittsschlitze eintretende Flüssigkeit wird dadurch im Bereich der stromabwärts gelegenen Stirnflächen der Eintrittsschlitze allmählich in Richtung der Mittellängsachse **30** umgelenkt. Dadurch wird eine Wirbelbildung im Bereich der Stirnflächen **52** gering gehalten und ein geringer Strömungswiderstand bei gleichförmiger Strömung kann erzielt werden.

**[0066]** Gut zu erkennen ist in [Fig. 3](#) weiterhin, dass die sich radial in Richtung auf die Mittellängsachse **30** zu erstreckenden, ebenen Strömungsleitflächen **54** des Strahlrichters **26** einen die Mittellängsachse unmittelbar umgebenden Strömungskanal **56** ohne Einbauten freilassen.

**[0067]** Die Filterkappe **40**, das Filterhauptteil **42** mit dem Strahlrichter **26** und das Leitungsteil **44** werden als Einzelteile mittels Metallpulverspritzguss hergestellt und dann nach dem Entfernen eines thermoplastischen Binders, als einzelne Vorprodukte zusammengesteckt und dann gesintert. Nach dem Sintern sind die Filterkappe **40**, das Filterhauptteil **42** und das Leitungsteil **44** unlösbar miteinander verbunden und bilden das hochbelastbare kombinierte Strahlrichter- und Filterbauteil **16**. Die Herstellung mittels Metallpulverspritzgießen wird nachfolgend noch eingehend erläutert.

**[0068]** Die Darstellung der [Fig. 4](#) zeigt in perspektivischer Ansicht das Filterhauptteil **42** der [Fig. 3](#). Gestrichelt angedeutet sind an und für sich nicht erkennbare Einzelheiten, so die radial ausgerichteten Strömungsleitflächen **54** und an und für sich verdeckte Eintrittsschlitze zwischen den Stegen **50**. Die Stege **50** sind an ihrem stromaufwärts gelegenen Ende mit verringerter Dicke ausgebildet, so dass jeder Steg **50** einen Absatz **58** aufweist, der als Anschlag beim Aufschieben der Filterkappe **40** dient, wie auch in der Seitenansicht der [Fig. 5](#) zu erkennen ist.

**[0069]** Die Ansicht der [Fig. 6](#) in Richtung des Pfeiles VI der [Fig. 5](#) zeigt die sich radial in Richtung auf die Mittellängsachse erstreckenden Strömungsleitflächen **54** des Strahlrichters, die um die Mittellängsachse **30** herum den Strömungskanal **56** freilassen. Wie bereits erläutert wurde, sind die Strömungsleitflächen **54** lediglich an ihrem radial außenliegenden Ende mit der Innenwand des Filterhauptteils **42** verbunden und ragen frei in Richtung auf die Mittellängsachse vor. Anhand der Ansicht der [Fig. 6](#) ist gut zu erkennen, dass die Strömungsleitflächen **54** einen vergleichsweise gleich großen Querschnitt freilassen und trotz sehr guter Ausrichtungswirkung nur einen geringen Strömungswiderstand verursachen. Sämtliche, in die Strömung ragenden Kanten der Strömungsleitflächen **54** sind abgerundet ausgebildet.

**[0070]** Die Darstellung der [Fig. 7](#) zeigt eine Ansicht des Filterhauptteils **42** in Richtung des Pfeiles VII der [Fig. 5](#). Gut zu erkennen sind die freien Enden der Stege **50** mit jeweils einem Absatz **58**. Die Stege **50** lassen zwischen sich Eintrittsschlitze frei, die sich radial in Richtung auf die Mittellängsachse zu erstrecken und durch die Flüssigkeit in das Innere des Filterhauptteils **42** eintreten kann. Die Anzahl der Schlitze zwischen den Stegen **50** ist größer als die Anzahl der Strömungsleitflächen. Insgesamt sind bei der gezeigten Ausführungsform acht Strömungsleitflächen **54** und vierzehn Eintrittsschlitze vorhanden, die jeweils gleichmäßig über den Umfang des Filterhauptteils **42** verteilt sind.

**[0071]** Die Schnittansicht des Filterhauptteils **42** in [Fig. 8](#) auf die Schnittebene VIII-VIII der [Fig. 5](#) lässt

die abgerundete Ausbildung der Stirnflächen **52** der Eintrittsschlitze zwischen den Stegen **50** des Filters **24** erkennen.

**[0072]** Die Stirnflächen **52** der Eintrittsschlitze sind gekrümmt ausgebildet und, wie vor allem der Schnittansicht der [Fig. 11](#) auf die Schnittebene XI-XI der [Fig. 10](#) zu entnehmen ist, in Richtung auf die Mittellängsachse **30** gesehen konvex ausgebildet. Darüber hinaus sind die Übergänge zwischen den Stirnflächen **52** und den seitlichen Begrenzungen der Stege **50**, die die Eintrittsschlitze definieren, abgerundet ausgebildet, wie dies vor allem gut in der vergrößerten Einzelheitdarstellung der [Fig. 9](#) zu erkennen ist. Die durch die Eintrittsschlitze eintretende Flüssigkeit wird dadurch unter geringer Wirbelbildung und dadurch geringen Strömungsverlusten in Richtung der Mittellängsachse **30** umgelenkt. Ebenfalls abgerundet sind die freien Kanten der Strömungsleitflächen **54** des Strahlrichters **26**, wie [Fig. 11](#) und auch [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zu entnehmen ist.

**[0073]** Die Darstellung der [Fig. 12](#) zeigt die Filterkappe **40** in einer Seitenansicht. Die Filterkappe **40** ist im Wesentlichen kugelabschnittsförmig ausgebildet und weist sternförmig um die Mittellängsachse **30** angeordneten Eintrittsöffnungen **48** auf, die sich parallel zur Mittellängsachse **30** erstrecken. Durch die Eintrittsöffnungen **48** kann Flüssigkeit in das Innere des Filters eintreten und wird mit dem Eintritt bereits etwa parallel zur Mittellängsachse **30** ausgerichtet. Die Filterkappe **40** weist einen Indexschlitz **60** auf, der das winkelrichtige Aufsetzen der Filterkappe **40** auf das Filterhauptteil **42** erleichtert.

**[0074]** Die Darstellung der [Fig. 13](#) zeigt eine Ansicht der Filterkappe **40** entlang dem Pfeil XIII der [Fig. 12](#). Wie zu erkennen ist, weist die Filterkappe **40** einen umlaufenden Bund **62** mit mehreren, sich radial in Richtung auf die Mittellängsachse **30** zu erstreckenden Vorsprüngen **64** auf. Zwischen den Vorsprüngen **64** sind jeweils Ausnehmungen **66** gebildet, die zum Aufnehmen der freien Enden der Stege **50** des Filterhauptteils **42** vorgesehen sind. Die Dicke der Stege **50** entspricht der Wanddicke der Filterkappe **40** und somit der radialen Abmessung der Vorsprünge **64** zuzüglich der Dicke des Bunds **62**, also der Länge von der Außenwandung der Filterkappe **40** bis zu deren Innenwandung im Bereich eines Vorsprungs **64**. Wie bereits anhand der [Fig. 5](#) erläutert wurde, sind die freien Enden der Stege **50** in ihrer Dicke reduziert. Beim Aufsetzen der Filterkappe **40** greifen daher die freien Enden **59** in die Ausnehmungen **66** ein und die freien Enden **59** sind so auf die Abmessungen der Ausnehmungen **66** abgestimmt, dass eine Innenwand der Stege **50** im aufgeschobenen Zustand der Kappe **40** fluchtend mit der Innenwand der Filterkappe **40** verläuft. Die Filterkappe **40** wird so weit aufgeschoben, bis der umlaufende Bund **62** mit seiner Unterkante an der Schulter **58** des Fil-

terhauptteils **42** anliegt. Da die Materialstärke der Stege **50** der Wandungsdicke der Filterkappe **40** entspricht, sind nach dem Aufsetzen der Filterkappe **40** auf das Filterhauptteil **42** sowohl die Außenwand der Stege **50** und die Außenwand der Filterkappe **40** als auch die Innenwand der Stege **50** und die Innenwand der Filterkappe **40** fluchtend zueinander ausgerichtet. Dies ist auch der Schnittansicht der [Fig. 3](#) des zusammengebauten kombinierten Strahlrichter- und Filterbauteils **16** zu entnehmen. Bereits im lediglich zusammengesteckten Zustand der Filterkappe **40** und des Filterhauptteils **42** sind dadurch lediglich sehr schmale Fugen zwischen der Filterkappe **40** und dem Filterhauptteil **42** vorhanden.

**[0075]** Vorteilhafterweise werden sowohl die Filterkappe **40** als auch das Filterhauptteil **42** durch Metallspritzguss hergestellt und nach dem Entbindern in zusammengesteckten Zustand gesintert. Durch das Sintern verbinden sich die Filterkappe **40** und das Filterhauptteil **42** unlösbar und auch die nach dem Zusammenstecken noch vorhandenen schmalen Fugen werden aufgefüllt, so dass nach dem Sintern ein einstückiges und im Wesentlichen fugenloses Bauteil erhalten wird.

**[0076]** [Fig. 14](#) stellt eine Schnittansicht auf die Schnittebene XIV-XIV der [Fig. 13](#) dar und [Fig. 15](#) stellt eine Schnittansicht auf die Schnittebene XV-XV der [Fig. 13](#) dar. [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) ist zu entnehmen, dass die Wandstärke der Filterkappe **40** vom Bund **62** aus in Richtung auf ihren Scheitelpunkt, also den Schnittpunkt der Mittellängsachse **30** mit der Wandung der Filterkappe **40** allmählich abnimmt. Durch eine solche Ausbildung kann die Länge der Eintrittsschlitze **48** parallel zur Mittellängsachse **30** möglichst kurz gehalten werden, was einem geringen Strömungswiderstand zugute kommt, und gleichzeitig kann die Filterkappe **40** äußerst stabil ausgebildet werden, so dass sie auch starken Druckstößen im Betrieb der erfindungsgemäßen Hochdruckdüse standhält.

**[0077]** Anhand der schematischen Darstellung der [Fig. 16](#) soll das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen einer Hochdruckdüse mittels Metallspritzgießen erläutert werden.

**[0078]** In einem ersten Verfahrensschritt **70** wird Metallspritzpulver mit einem thermoplastischen Kunststoffbinder vermischt. Als Metallspritzpulver kann beispielsweise auch Hartmetallspritzpulver verwendet werden. Die so erhaltene Mischung wird auch als Feedstock bezeichnet.

**[0079]** In einem zweiten Schritt **72** wird die so erhaltene Mischung dann mittels Spritzgießen in Form gebracht. Verwendet werden können im Wesentlichen herkömmliche Spritzgießmaschinen, da die Mischung ja aufgrund des thermoplastischen Kunst-



stoffbinders kunststoffähnliche Eigenschaften aufweist und für das Spritzgießen geeignet ist. Das nach dem Spritzgießen erhaltene Vorprodukt wird als Grünling oder green component bezeichnet.

**[0080]** Ein darauffolgender Schritt **74** wird als Entbindern bezeichnet und im Verlauf dieses Schritts **74** wird der thermoplastische Kunststoffbinder durch geeignete Prozesse aus dem Vorprodukt entfernt. Dies können beispielsweise thermische oder chemische Prozesse sein. Nach dem Entbindern liegt ein Vorprodukt mit einer vergleichsweise porösen Struktur vor, in dem zwischen den einzelnen Metallpulverteilchen Zwischenräume vorhanden sind, die ursprünglich durch den thermoplastischen Kunststoffbinder ausgefüllt waren. Das nach dem Entbindern erhaltene Vorprodukt wird auch als Bräunling oder brown component bezeichnet.

**[0081]** Nach dem Entbindern können Einzelteile in einem Schritt **76** zusammengebaut werden. Wie beschrieben wurde, werden die Filterkappe **40**, das Filterhauptteil **42** mit dem Strahlrichter **26** und das Leitungsteil **44** getrennt mittels Metallpulverspritzgießen hergestellt und nach dem Entbindern zusammengesetzt. Das Leitungsteil **44** kann auch als konventionelles Drehteil hergestellt werden und dann mit den entbinderten Vorprodukten, nämlich der Filterkappe **40** und dem Filterhauptteil **42** zusammengesetzt werden.

**[0082]** Im zusammengebauten Zustand der Vorprodukte werden diese in einem Schritt **78** gesintert. Das Sintern erfolgt durch einen Wärmebehandlungsprozess. Nach dem Sintern sind die Materialeigenschaften des entstandenen Endproduktes vergleichbar mit denen massiver Materialien. Die zusammengebauten Einzelteile, speziell die Filterkappe **40**, das Filterhauptteil **42** und das Zuleitungsteil **44**, werden durch den Schritt **78** des Sinterns unlösbar miteinander verbunden und eventuell vorhandene Trennfugen zwischen diesen Einzelteilen verschwinden. Außenwandung und Innenwandung des kombinierten Strahlrichter- und Filterbauteils **16** verlaufen dadurch glattflächig und ohne spürbare Trennfugen. Dies kommt einem geringen Strömungswiderstand zugute.

**[0083]** In einem abschließenden Schritt **80** können die zusammengesinterten Bauteile, also das kombinierte Strahlrichter- und Filterbauteil **16** noch nachbearbeitet oder oberflächenbehandelt werden. Beispielsweise können die zugänglichen Oberflächen strichpoliert werden, um den Strömungswiderstand noch weiter herabzusetzen.

**[0084]** Das mittels Metallpulverspritzgießen hergestellte kombinierte Strahlrichter- und Filterbauteil **16** kann strömungsgünstig und gleichzeitig hochfest gestaltet werden. Der Einsatz des Metallpulverspritzgießens ermöglicht dadurch überraschende Verbesserungen an konventionellen Hochdruckdüsen.

rungen an konventionellen Hochdruckdüsen.

## Patentansprüche

1. Hochdruckdüse zum Entzünden von Stahlerzeugnissen, mit einem Strahlrichter (**26**) innerhalb eines Zuführkanals zu einer Austrittsöffnung (**22**), wobei stromabwärts des Strahlrichters (**26**) eine Verjüngung (**32**) des Zuführkanals vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Strahlrichter (**26**) in einem die Mittellängsachse (**30**) des Zuführkanals unmittelbar umgebenden Bereich einen freien Strömungsquerschnitt aufweist, dass sich an die Verjüngung (**32**) stromabwärts des Strahlrichters (**26**) ein Abschnitt (**34**) mit konstantem Querschnitt anschließt, der in eine sich verjüngende Austrittskammer (**38**) übergeht, und dass der Abschnitt (**34**) mit konstantem Querschnitt mindestens doppelt so lang wie die Verjüngung (**32**) stromabwärts des Strahlrichters (**26**) ist.

2. Hochdruckdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlrichter (**26**) Strömungsleitflächen (**54**) aufweist, die sich parallel zur Mittellängsachse (**30**) des Zuführkanals und auf die Mittellängsachse (**30**) zu erstrecken.

3. Hochdruckdüse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsleitflächen (**54**) sich radial in Richtung auf die Mittellängsachse (**30**) zu erstrecken.

4. Hochdruckdüse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlrichter (**26**) einstückig mit einem Strömungskanalbauteil der Hochdruckdüse ausgebildet ist.

5. Hochdruckdüse nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts des Strahlrichters (**26**) ein Filter (**24**) angeordnet ist, der radial zur Mittellängsachse (**30**) ausgerichtete Eintrittsschlitze aufweist.

6. Hochdruckdüse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsschlitze sich parallel zur Mittellängsachse (**30**) erstrecken.

7. Hochdruckdüse nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Filter (**24**) eine kugelabschnittsförmige Filterkappe (**40**) aufweist, die Eintrittsöffnungen (**48**) hat, die sich parallel zur Mittellängsachse (**30**) erstrecken.

8. Hochdruckdüse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass Stirnflächen (**52**) der Eintrittsschlitze, die auf der Seite des Strahlrichters (**26**) liegen, abgerundet oder schräg nach innen führend ausgebildet sind, wobei die abgerundeten Stirnflächen (**52**) in Richtung auf die Mittellängsachse (**30**)

zu gesehen konvex ausgebildet sind.

9. Hochdruckdüse nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Filter (24) mittels einer Filterkappe (40) und eines Filterhauptteils (42) gebildet ist, wobei Filterkappe (40) und Filterhauptteil (42) als Einzelteile hergestellt und dann unlösbar miteinander verbunden sind.

10. Hochdruckdüse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterkappe (40) und das Filterhauptteil (42) durch Metallpulverspritzguss hergestellt und dann zusammengesintert sind.

11. Hochdruckdüse nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterhauptteil (42) den Strahlrichter (26) aufweist.

12. Hochdruckdüse nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterkappe (40) oder das Filterhauptteil (42) einen umlaufenden Bund (62) mit sich radial erstreckenden Vorsprüngen (64) aufweist, wobei die Vorsprünge in passende Ausnehmungen des Filterhauptteils (42) oder der Filterkappe (40) eingreifen.

13. Hochdruckdüse nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterkappe (40) einen umlaufenden Bund (62) mit sich radial nach innen erstreckenden Vorsprüngen (64) aufweist, wobei die Vorsprünge (64) in passende Ausnehmungen des Filterhauptteils (42) eingreifen.

14. Hochdruckdüse nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterhauptteil (42) an seinem, der Filterkappe (40) benachbarten Ende sich parallel zur Mittellängsachse (30) erstreckende Stege (50) aufweist, zwischen denen die Ausnehmungen gebildet sind.

15. Hochdruckdüse nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Stegen (50) des Filterhauptteils (42) die Eintrittsschlitze gebildet sind.

16. Verfahren zum Herstellen einer Hochdruckdüse zum Entzundern von Stahlerzeugnissen nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Mischen von Metallpulver mit Kunststoffbinder,
- Spritzgießen der erhaltenen Mischung in eine Form,
- Entfernen des Binders durch chemische und/oder thermische Prozesse und
- Sintern des nach dem Entfernen des Binders erhaltenen Vorprodukts.

17. Verfahren nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch Zusammenbauen von als Vorprodukten

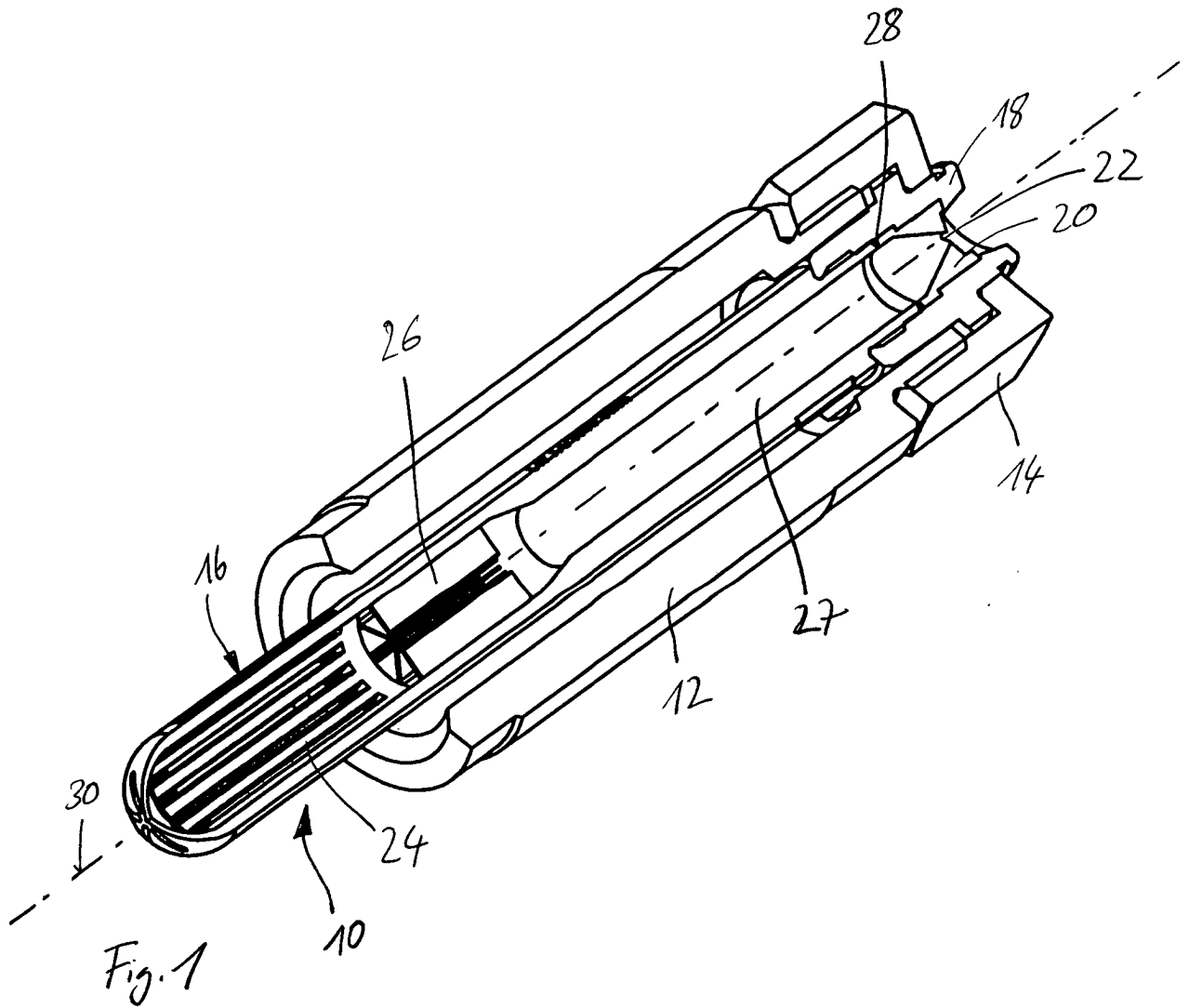
vorliegenden Einzelteilen nach dem Entfernen des Binders und Sintern der zusammengebauten Vorprodukte.

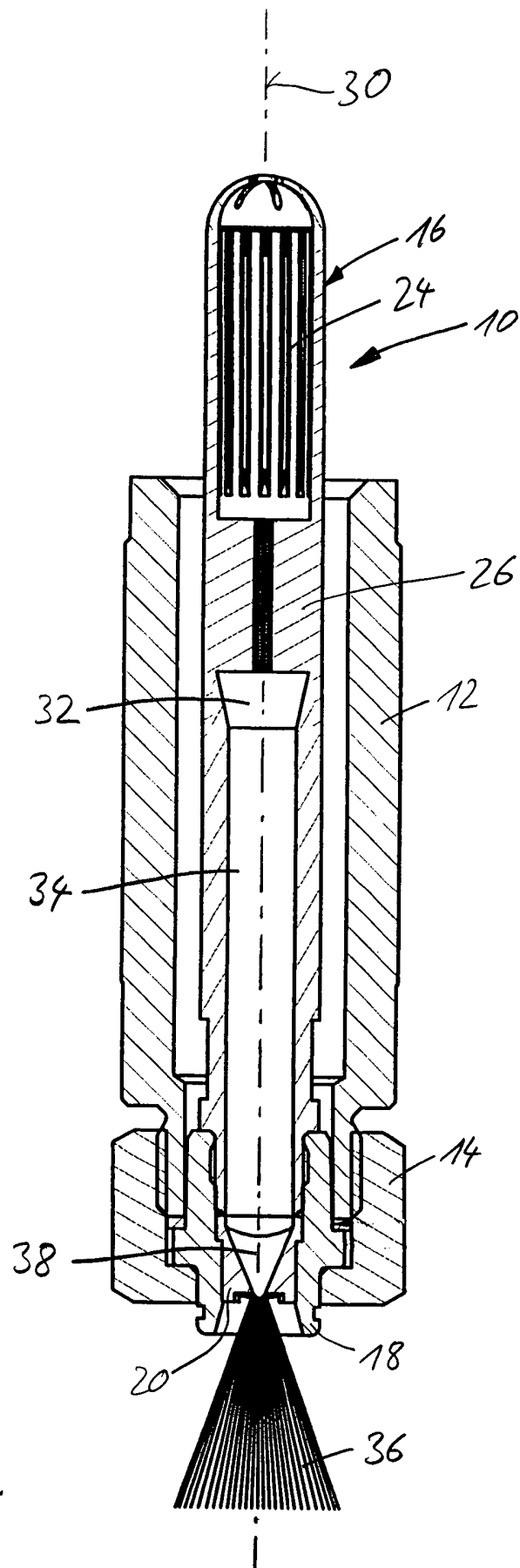
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallpulver wenigstens teilweise Hartmetallpulver enthält.

19. Verfahren nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckdüse wenigstens einen Filter (24) und einen Strahlrichter (26) aufweist, die ein Filter- und Strahlrichterbauteil (16) bilden, das aus wenigstens zwei Einzelteilen zusammengesetzt ist, die mittels Zusammensintern unlösbar miteinander verbunden werden.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





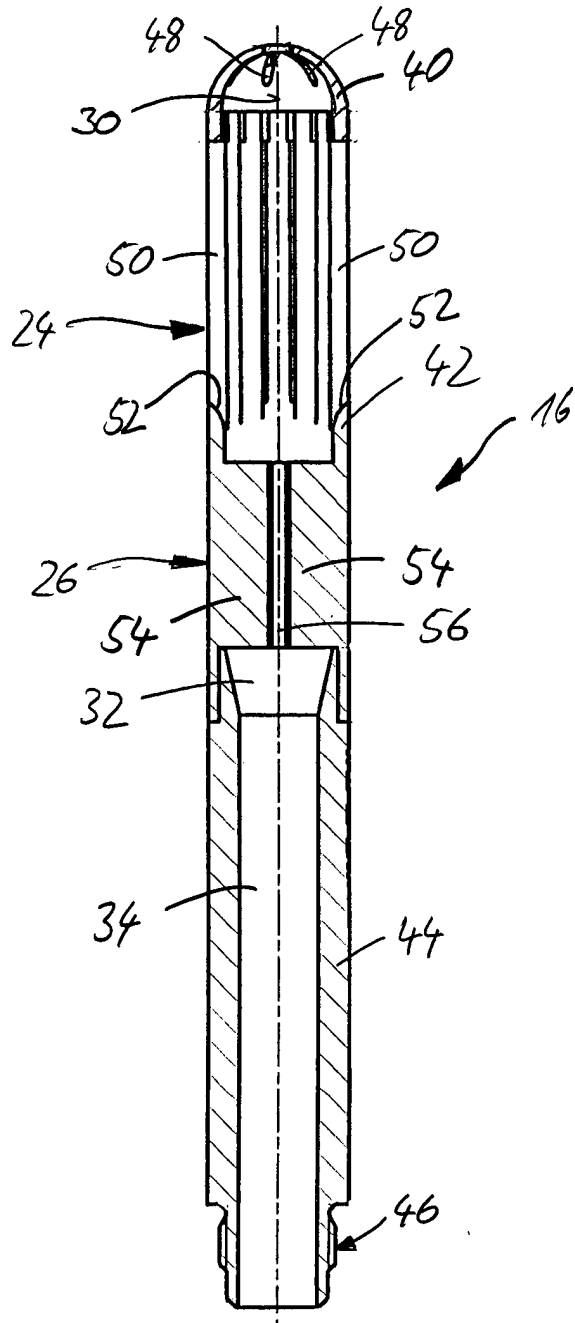
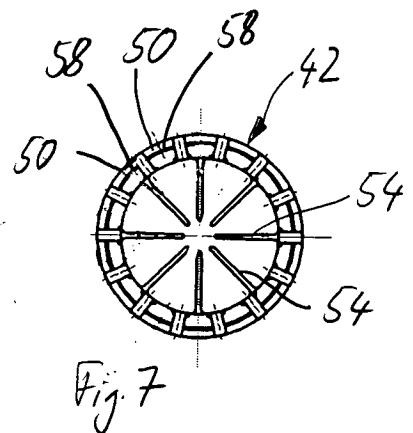
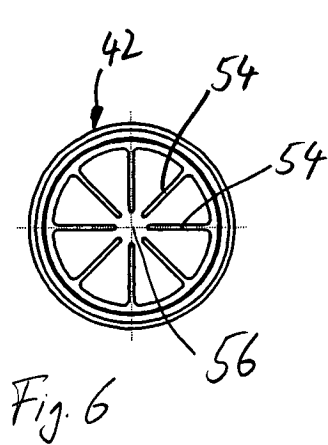
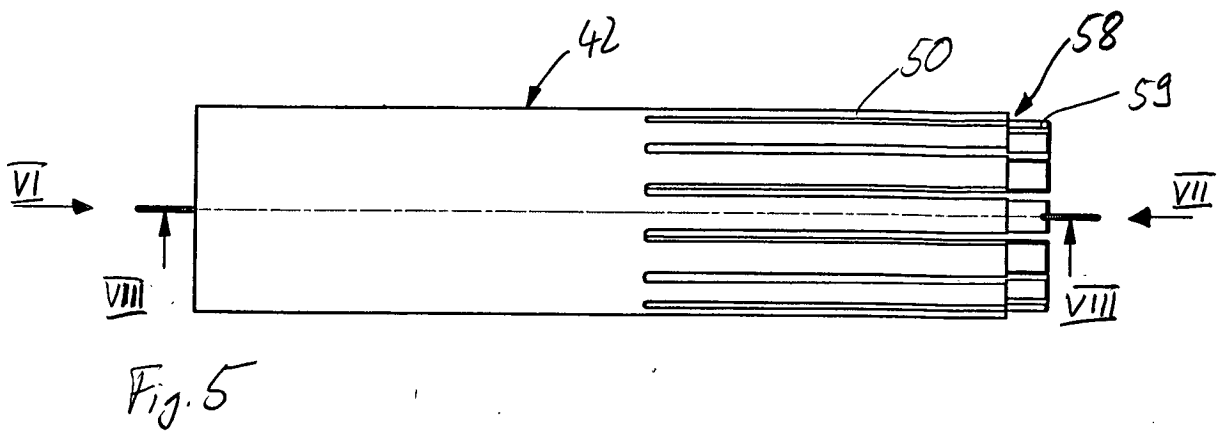
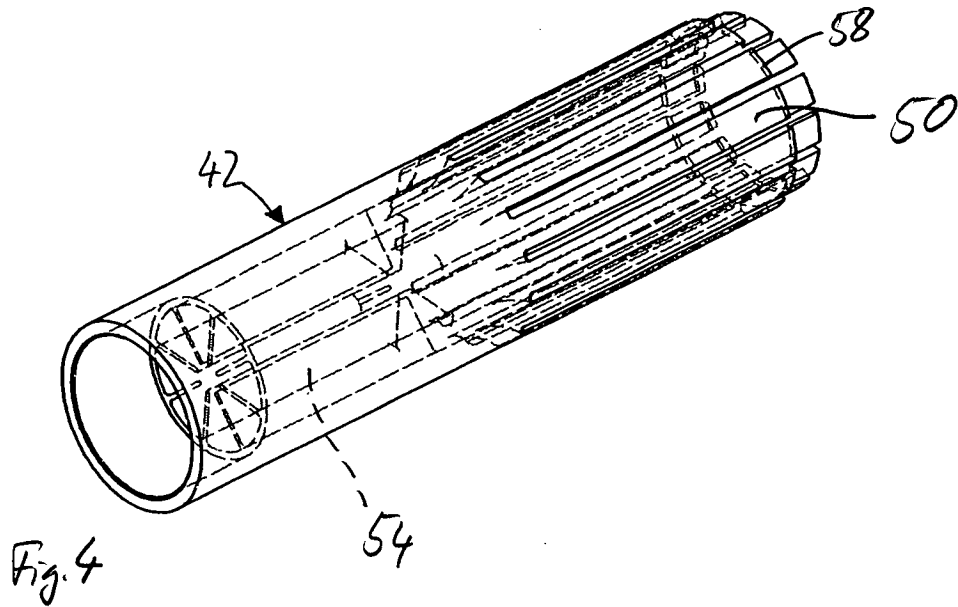
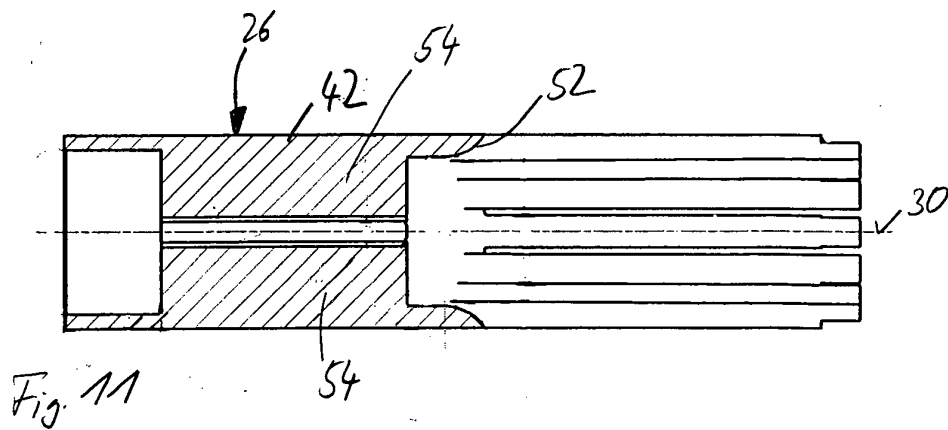
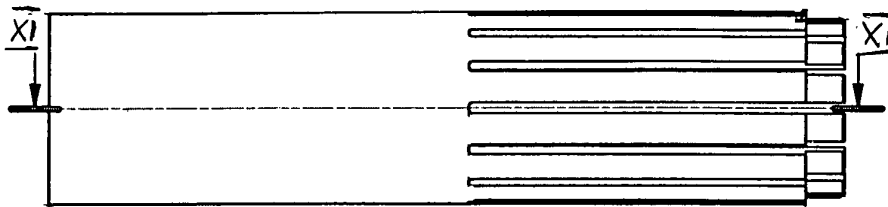
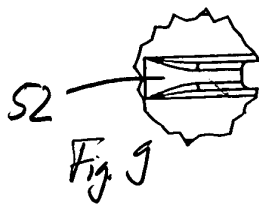
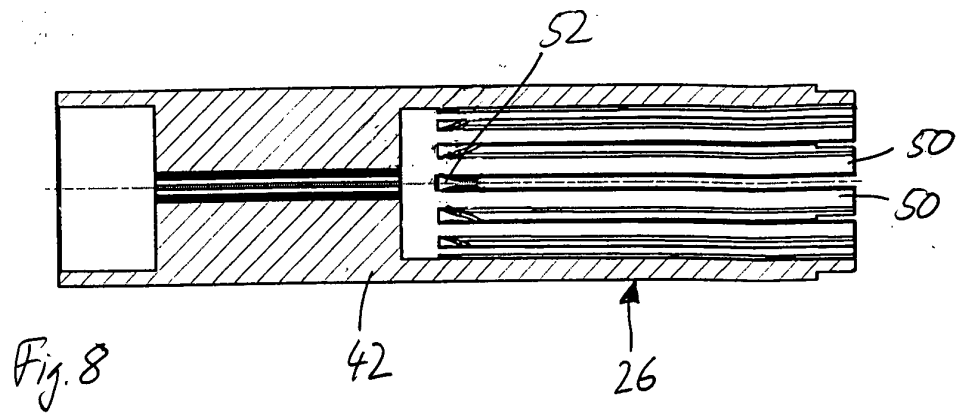


Fig. 3







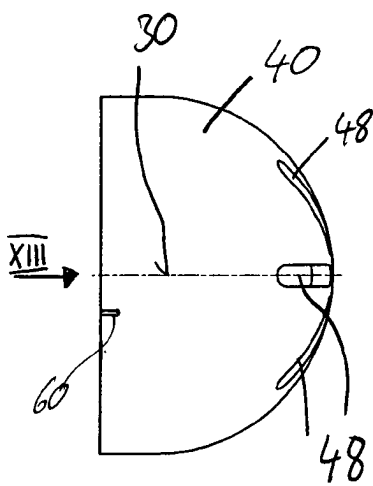


Fig. 12

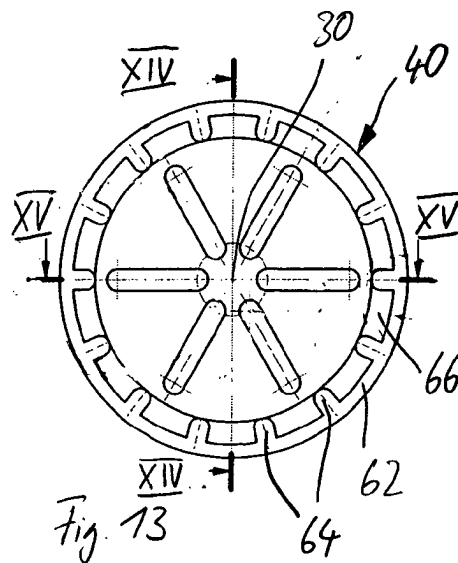


Fig. 13

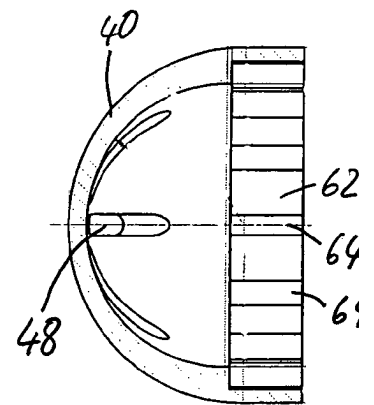


Fig. 14

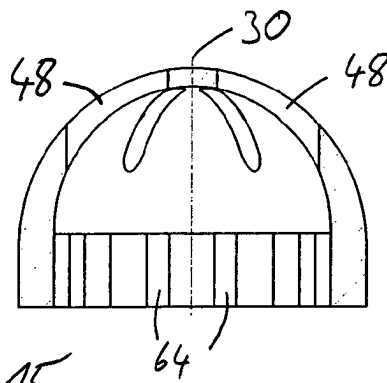


Fig. 15

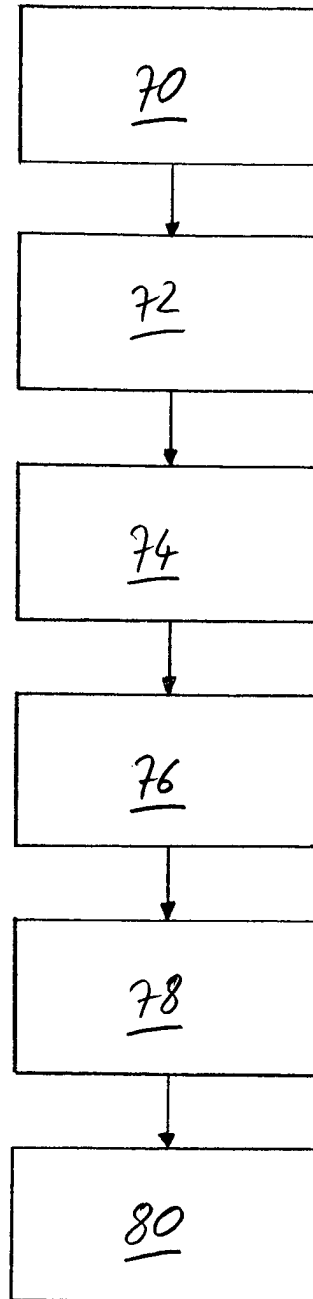


Fig. 16