



(11)

EP 3 862 135 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.08.2021 Patentblatt 2021/32

(51) Int Cl.:
B24C 5/04 (2006.01) **B24C 1/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 20156341.8

(22) Anmeldetag: 10.02.2020

(84) Benannte Vertragsstaaten:	<ul style="list-style-type: none"> • AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB • GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO • PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:	<ul style="list-style-type: none"> • BA ME
Benannte Validierungsstaaten:	<ul style="list-style-type: none"> • KH MA MD TN
(71) Anmelder: Ceratizit Luxembourg Sàrl 8232 Mamer (LU)	
(72) Erfinder:	<ul style="list-style-type: none"> • Schellenberger, Mathieu 8232 Mamer (LU)

- Pozzetti, Gabriele
8232 Mamer (LU)
- Dröschel, Michael
8232 Mamer (LU)
- Magin, Michael
8232 Mamer (LU)
- Da Cunha Alves, Philippe
8232 Mamer (LU)

(74) Vertreter: Ciesla, Dirk
Plansee Group Service GmbH
IP Department
Metallwerk-Plansee-Strasse 71
6600 Reutte (AT)

(54) FOKUSSIERROHR UND VERWENDUNG DAVON

(57) Um ein Fokussierrohr (1, 1'), welches zum Fokussieren eines abrasiven Partikel enthaltenden und unter Hochdruck stehenden Flüssigkeitsstrahls ausgebildet ist, aufweisend einen Fokussierkanalabschnitt (9, 9'), eine Austrittsöffnung (8, 8') zum freien Austritt des Flüssigkeitsstrahls aus dem Fokussierkanalabschnitt (9, 9') und eine den Mittelpunkt (7, 8a') der Austrittsöffnung (8, 8') enthaltende Längsachse (6, 6') des Fokussierkanalabschnitts (9, 9'), wobei der Fokussierkanalabschnitt (9,

9') von einer flüssigkeitsundurchlässigen Kanalwandung (11, 11') begrenzt ist, sich von der Austrittsöffnung (8, 8') unter einem Fokussierverjüngungswinkel (2, 2') erstreckt und sich in Richtung der Austrittsöffnung (8, 8') verjüngt, bereitzustellen, bei dem in konstruktiv einfacher Weise eine Erhöhung der Standzeit erzielt wird, wird vorgeschlagen, dass der Fokussierverjüngungswinkel (2, 2') im Bereich von 0,05° bis 1° liegt.

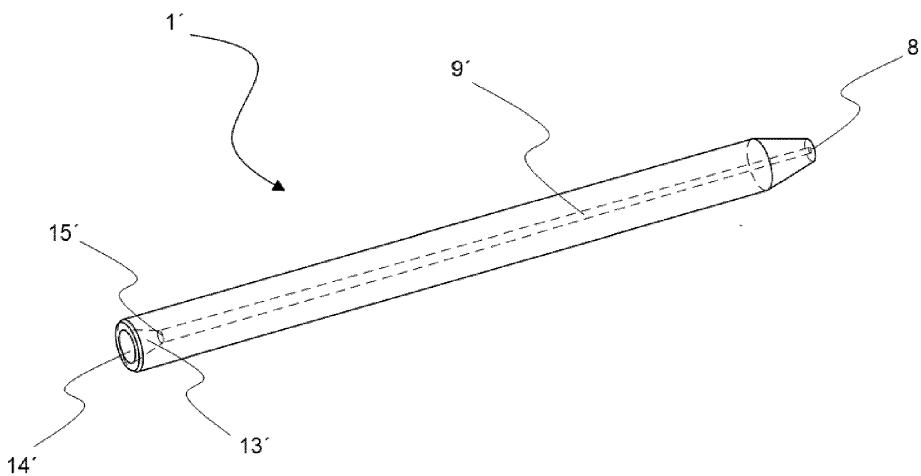


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fokussierrohr, welches zum Fokussieren eines abrasive Partikel enthaltenden und unter Hochdruck stehenden Flüssigkeitsstrahls ausgebildet ist, aufweisend einen Fokussierkanalabschnitt, eine Austrittsöffnung zum freien Austritt des Flüssigkeitsstrahls aus dem Fokussierkanalabschnitt und eine den Mittelpunkt der Austrittsöffnung enthaltende Längsachse des Fokussierkanalabschnitts, wobei der Fokussierkanalabschnitt von einer flüssigkeitsundurchlässigen Kanalwandung begrenzt ist und sich unter einem Fokussierverjüngungswinkel in Richtung der Austrittsöffnung verjüngt, wobei die Schenkel des Fokussierverjüngungswinkels zwei Tangenten sind, die in einer die Längsachse enthaltenden Längsschnittebene liegen und an zwei in der Längsschnittebene gegenüberliegenden Innenoberflächenpunkten von der Kanalwandung anliegen.

[0002] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Verwendung eines solchen Fokussierrohrs.

[0003] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet des Strahlschneidens, zum Beispiel Wasserstrahlschneidens, von Werkstücken. Der Schneidprozess erfolgt dabei mit dem unter Hochdruck stehenden Flüssigkeitsstrahl, indem dieser aus der Austrittsöffnung austritt und auf ein Werkstück auftrifft. Der Fokussierkanalabschnitt sorgt für die benötigte Beschleunigung des Flüssigkeitsstrahls und damit der abrasiven Partikel, weil er den unter Hochdruck stehenden Flüssigkeitsstrahl verengt. Üblicherweise wird der Flüssigkeitsstrahl auf mindestens 400 m/s beschleunigt. Der Flüssigkeitsstrahl hat beim Eintritt in den Fokussierkanalabschnitt üblicherweise einen Druck von mindestens etwa 1000 Bar. Die abrasiven Partikel, zum Beispiel Granat-Partikel, Korund-Partikel oder Quarzsand-Partikel, verstärken die Schneidleistung des Flüssigkeitsstrahls erheblich, so dass auch relativ harte Materialien wie Gesteine und Metalle geschnitten werden können.

[0004] Die abrasiven Partikel führen aber zu einem erhöhten Verschleiß des Fokussierrohrs im Bereich des Fokussierkanalabschnitts, weil sie bei den vorliegenden hohen Drücken energiereich auf die Kanalwandung auftreffen. Als Folge davon erweitert sich der Fokussierkanalabschnitt und verliert damit zunehmend seine Fokussierungswirkung. Die Standzeit des Fokussierrohrs nimmt folglich ab.

[0005] Um einen solchen Verschleiß zu reduzieren, wird in der WO 03/053634 A1 gelehrt, dass die Kanalwandung des Fokussierrohrs mit einem Schmierfilm zu versehen ist.

[0006] Eine solche Maßnahme zur Verschleißreduktion ist jedoch konstruktiv aufwendig, weil der Schmierfilm durch Infiltration der Kanalwandung von außen mit einem entsprechenden Schmiermittel gebildet wird. Dafür ist eine Druckkammer erforderlich, in der sich das Fokussierrohr befindet. Außerdem besteht die Gefahr, dass bei einem Ausfall der Druckkammer das Fokussierrohr

schnell verschlossen wird, weil seine für die Infiltration benötigte poröse Struktur nicht hinreichend stabil ist.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, ein Fokussierrohr der eingangs genannten Art sowie eine Verwendung davon bereitzustellen, die in konstruktiv einfacher Weise eine Erhöhung der Standzeit erzielen.

[0008] Die Aufgabe wird durch ein Fokussierrohr nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen davon sind den von Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0009] Das Fokussierrohr, welches zum Fokussieren eines abrasive Partikel enthaltenden und unter Hochdruck stehenden Flüssigkeitsstrahls ausgebildet ist, weist einen Fokussierkanalabschnitt, eine Austrittsöffnung zum freien Austritt des Flüssigkeitsstrahls aus dem Fokussierkanalabschnitt und eine den Mittelpunkt der Austrittsöffnung enthaltende Längsachse des Fokussierkanalabschnitts auf, wobei der Fokussierkanalabschnitt von einer flüssigkeitsundurchlässigen Kanalwandung begrenzt ist und sich unter einem Fokussierverjüngungswinkel in Richtung der Austrittsöffnung verjüngt, wobei die Schenkel des Fokussierverjüngungswinkels zwei Tangenten sind, die in einer die Längsachse enthaltenden Längsschnittebene liegen und an zwei in der Längsschnittebene gegenüberliegenden Innenoberflächenpunkten von der Kanalwandung anliegen, wobei der Fokussierverjüngungswinkel im Bereich von 0,05° bis 1° liegt. Es hat sich gezeigt, dass durch den solchermaßen gewählten Fokussierverjüngungswinkel der Verschleiß überraschenderweise erheblich reduziert wird. Die Standzeit wird dementsprechend erhöht. Überraschender Weise wird zusätzlich die Geräuschemission beim Betrieb des Fokussierrohrs reduziert. Außerhalb des Bereichs von 0,05° bis 1° treten diese beiden positiven Effekte nicht mehr auf.

[0010] Mit Hochdruck ist im Sinne der vorliegenden Offenbarung ein Druck des Flüssigkeitsstrahls beim Eintritt in den Fokussierkanalabschnitt von mindestens etwa 1000 Bar bis zu etwa 6000 Bar oder mehr gemeint. Dementsprechend muss die Kanalwandung stabil ausgebildet sein, zum Beispiel indem die Kanalwandung hinreichend dick ist und aus einem Hartmetall (*cemented carbide*) oder Cermet gebildet ist.

[0011] Hartmetall (*cemented carbide*) und Cermet sind im Sinne der vorliegenden Offenbarung jeweils Verbundwerkstoffe, bei denen Hartstoffpartikel, die den überwiegenden Bestandteil des Verbundwerkstoffes ausmachen, eine Skelettstruktur bilden, deren Zwischenräume durch einen demgegenüber duktileren metallischen Binder gefüllt sind. Die Hartstoffpartikel können dabei insbesondere zumindest überwiegend durch Wolframkarbid, Titankarbid und/oder Titankarbonitrid gebildet sein, wobei in geringeren Mengen zusätzlich z. B. auch andere Hartstoffpartikel, insbesondere Karbide der Elemente der Gruppen IV bis VI des Periodensystems, vorhanden sein können. Der duktile metallische Binder besteht üblicherweise zumindest überwiegend aus Cobalt, Nickel, Eisen

oder einer Basislegierung von zumindest einem dieser Elemente. Es können allerdings in geringeren Mengen auch noch andere Elemente in dem metallischen Binder gelöst sein. Unter einer Basislegierung ist dabei zu verstehen, dass dieses Element den überwiegenden Bestandteil der Legierung bildet. Am häufigsten kommt Hartmetall (*cemented carbide*) zum Einsatz, bei dem die Hartstoffpartikel zumindest überwiegend durch Wolframkarbid gebildet sind und der metallische Binder eine Cobalt- oder Cobalt-Nickel-Basislegierung ist; der Gewichtsanteil der entsprechenden Wolframkarbid-Partikel ist dabei insbesondere mindestens 70 Gewichtsprozent, vorzugsweise mindestens 80 Gewichtsprozent, noch bevorzugter mindestens 90 Gewichtsprozent.

[0012] Mit dem freien Austritt ist im Sinne der vorliegenden Offenbarung gemeint, dass der Flüssigkeitsstrahl aus der Austrittsöffnung ungehindert austreten kann. Die Austrittsöffnung kann dabei eine äußere Austrittsöffnung des Fokussierrohrs sein oder eine innere Austrittsöffnung des Fokussierrohrs sein. Eine äußere Austrittsöffnung wird dadurch gebildet, dass die Kanalwandung in Strömungsrichtung des Flüssigkeitsstrahls betrachtet unmittelbar hinter der Austrittsöffnung endet. Die Austrittsöffnung liegt dann zum Beispiel in einer ebenen Stirnseitenfläche des Fokussierrohrs. Eine innere Austrittsöffnung wird dadurch gebildet, dass sich ein durch die Kanalwandung gebildeter Überhang in Strömungsrichtung des Flüssigkeitsstrahls betrachtet von der Austrittsöffnung aus erstreckt. Bei dem Überhang kann es sich zum Beispiel um eine Anfasung oder Rundung der Kanalwandung handeln. Die Anfasung kann zum Beispiel konisch ausgebildet sein.

[0013] Der Flüssigkeitsstrahl kann ein Wasserstrahl sein, denkbar und auch möglich sind aber auch andere Flüssigkeitsstrahlen, die zähflüssiger sind. Üblicherweise enthält der Wasserstrahl auch Luft, so dass eine Mischung aus Wasser, Luft und den abrasiven Partikeln gebildet wird.

[0014] Bei den abrasiven Partikel kann es sich zum Beispiel um Granat-Partikel, Korund-Partikel oder Quarzsand-Partikel handeln.

[0015] Der Mittelpunkt ist im Sinne der vorliegenden Offenbarung der Flächenschwerpunkt einer durch eine Randkurve der Austrittsöffnung definierten ebenen Fläche. Die Austrittsöffnung bzw. die Randkurve kann eine beliebige symmetrische oder unsymmetrische Form aufweisen. Bei einer Kreisform und einer im wesentlichen Kreisform der Austrittsöffnung ist der Mittelpunkt das Zentrum des entsprechenden Kreises, bei einer quadratischen, im Wesentlichen quadratischen, einer rechteckigen (nichtquadratischen) Form und einer im Wesentlichen rechteckigen (nichtquadratischen) Form der Schnittpunkt der Diagonalen des entsprechenden Quadrats bzw. Rechtecks und bei einer elliptischen oder im Wesentlichen elliptischen Form der Schnittpunkt der Hauptachse mit der Nebenachse der entsprechenden Ellipse. Im Wesentlichen quadratisch und rechteckig bedeutet zum Beispiel, dass eine oder mehrere Ecken ab-

gerundet sind. Die Austrittsöffnung kann aber auch eiförmig, nierenförmig, dreieckig oder im Wesentlichen dreieckig sein. Im Wesentlichen dreieckig bedeutet zum Beispiel, dass eine oder mehrere Ecken abgerundet sind.

[0016] Die Längsachse ist parallel zur Erstreckung des Fokussierkanalabschnitts angeordnet. Indem sie den Mittelpunkt der Austrittsöffnung enthält, durchstößt sie das Innere des Fokussierkanalabschnitts. Wenn der Fokussierkanalabschnitt bezüglich seiner Längsachse rotationssymmetrisch ausgebildet ist, kann die Längsachse auch als Mittelachse bezeichnet werden.

[0017] Der Fokussierkanalabschnitt kann sich insbesondere von der Austrittsöffnung aus unter dem Fokussierverjüngungswinkel erstrecken.

[0018] Mit der flüssigkeitsundurchlässigen Kanalwandung ist gemeint, dass die Kanalwandung gegenüber einem Flüssigkeitseintritt von außen durch die Kanalwandung und einem Flüssigkeitsaustritt von innen durch die Kanalwandung undurchlässig ist, zum Beispiel indem sie aus einem vollständig oder nahezu vollständig gesinterten Material besteht, zum Beispiel einem Hartmetall (*cemented carbide*) oder Cermet.

[0019] Indem sich der Fokussierkanalabschnitt in Richtung der Austrittsöffnung verjüngt, wird er und damit der Flüssigkeitsstrahl in diese Richtung enger.

[0020] Die Längsschnittebene enthält die Längsachse und schneidet eine Innenoberfläche der Kanalwandung, so dass die Längsschnittebene zwei Schnittlinien enthält, die der Innenoberfläche und damit dem Verlauf des Fokussierkanalabschnitts in der Längsschnittebene zuzuordnen sind. Die in der Längsschnittebene gegenüberliegenden Punkte sind folglich in den Schnittlinien enthalten. Eine oder beide der Schnittlinien können gerade oder gekrümmmt, zum Beispiel als Abschnitte einer Hyperbel oder Parabel, sein. Die Tangenten schließen den Fokussierverjüngungswinkel als einen innenliegenden Winkel ein. An der Austrittsöffnung oder an einer Eintrittsöffnung zum Eintritt des Schneidflüssigkeitsstrahls in den Fokussierkanalabschnitt kann die Kanalwandung eine Unstetigkeit aufweisen, zum Beispiel in Form einer Kante. In einem solchen Fall sind die Punkte, an denen die Tangenten angelegt werden können, nur solche, die der Austrittsöffnung und der Eintrittsöffnung axial beabstandet sind.

[0021] Indem die Punkte in der Längsschnittebene gegenüberliegen, sind sie in einer geraden Linie enthalten, die senkrecht zu der Längsachse des Fokussierkanalabschnitts steht und in der Längsschnittebene liegt.

[0022] Der Fokussierverjüngungswinkel kann konstant sein. Dies ist vorteilhaft, weil ein solcher Winkel zum Beispiel durch ein funkenerosives Verfahren, wie zum Beispiel Drahterosion, besonders einfach hergestellt werden kann. Denkbar und auch möglich ist es aber auch, dass der Fokussierverjüngungswinkel variiert.

[0023] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs liegt der Fokussierverjüngungswinkel im Bereich von $0,1^\circ$ bis $0,8^\circ$. Indem der Fokussierverjüngungswinkel in diesem Bereich liegt, wird eine noch bessere Ver-

schleißreduktion sowie Reduktion der Geräuschemission erzielt.

[0024] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs hat der Fokussierkanalabschnitt an jeder axialen Position bezüglich seiner Längsachse in einem Querschnitt zu dieser Längsachse einen maximalen Durchmesser von 0,5 mm bis 5 mm. Wenn der maximale Durchmesser in diesem Bereich liegt, wird überraschenderweise eine noch weitere Reduktion des Verschleißes und der Geräuschemission erreicht. Wenn der maximale Durchmesser im Bereich von 0,65 mm bis 3,5 mm liegt, werden der Verschleiß und die Geräuschemission darüber hinaus noch weiter reduziert. Bei dem maximalen Durchmesser handelt es sich um den Innendurchmesser des Fokussierkanalabschnitts, wenn dieser im Querschnitt kreisförmig ist. Im Falle anderer Querschnittsformen des Fokussierkanalabschnitts wird der maximale Durchmesser durch die längste Sehne bestimmt, die zwischen zwei gegenüberliegenden Innenoberflächenpunkten der Kanalwandung aufgespannt werden kann. Die Punkte sind dabei in einer geraden Linie enthalten, die senkrecht zu der Längsachse des Fokussierkanalabschnitts steht. Im Falle einer Ellipsenform des Fokussierkanalabschnitts im Querschnitt entspricht die längste Sehne also der Hauptachse der Ellipse. Der Fokussierkanalabschnitt kann in dem Querschnitt zu seiner Längsachse die für die Austrittsöffnung beschriebenen Formen aufweisen, insbesondere setzt sich die Form der Austrittsöffnung in dem Fokussierkanalabschnitt im Querschnitt fort. Somit ist im Falle einer kreisförmigen Austrittsöffnung der Fokussierkanalabschnitt im Querschnitt ebenfalls kreisförmig, im Falle einer elliptischen Austrittsöffnung elliptisch usw.

[0025] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs ist der Fokussierkanalabschnitt rotationssymmetrisch um seine Längsachse ausgebildet. Dies ist vorteilhaft, weil eine solche Form des Fokussierkanalabschnitts zum Beispiel durch ein funkenerosives Verfahren, wie zum Beispiel Drahterosion oder Senkerosion, besonders einfach hergestellt werden kann.

[0026] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs ist der Fokussierkanalabschnitt kegelstumpfförmig ausgebildet. Dies ist vorteilhaft, weil eine solche Form des Fokussierkanalabschnitts zum Beispiel durch ein funkenerosives Verfahren, wie zum Beispiel Drahterosion, besonders einfach hergestellt werden kann. Eine solche Herstellung wird noch einfacher, wenn der solchermaßen ausgebildete Fokussierkanalabschnitt kreiskegelstumpfförmig ist und eine dadurch definierte Kreiskegelachse mit der Längsachse des Fokussierkanalabschnitts fluchtet.

[0027] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs erstreckt sich der Fokussierkanalabschnitt über mindestens 50 % einer parallel zu seiner Längsachse bemessenen Länge des Fokussierrohrs. Der Fokussierkanalabschnitt macht danach das Fokussierrohr in dessen axialer Richtung im Wesentlichen aus, was für die verschleißreduzierte Fokussierung des Flüssigkeits-

strahls von Vorteil ist.

[0028] Die verschleißreduzierte Fokussierung wird noch weiter verbessert, wenn sich der Fokussierkanalabschnitt über mindestens 70 %, noch mehr bevorzugt über mindestens 90 % der Länge des Fokussierrohrs erstreckt.

[0029] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs weist es einen Einlasskanalabschnitt auf, wobei sich der Einlasskanalabschnitt von einer Eintrittsöffnung 10 zum Eintritt des Flüssigkeitsstrahls in das Fokussierrohr hin zu einer mit dem Fokussierkanalabschnitt gemeinsam gebildeten Übergabeöffnung erstreckt, eine den Mittelpunkt der Eintrittsöffnung enthaltende Längsachse hat und außerhalb von der Übergabeöffnung an jeder axialen 15 Position bezüglich seiner Längsachse in einem Querschnitt zu dieser Längsachse einen maximalen Durchmesser hat, der größer ist als der maximale Durchmesser des Fokussierkanalabschnitts. Dies ist vorteilhaft, weil der Einlasskanalabschnitt aufgrund des größeren maximalen Durchmessers dafür sorgt, dass der Flüssigkeitsstrahl in den Fokussierkanalabschnitt strömungsberuhigter eintreten kann. Die Längsachse des Einlasskanalabschnitts erstreckt sich analog zu der Längsachse des Fokussierkanalabschnitts. Die Eintrittsöffnung kann eine 20 der für die Austrittsöffnung beschriebenen Formen aufweisen, insbesondere also kreisförmig sein. Der maximale Durchmesser des Einlasskanalabschnitts ist analog zu dem Durchmesser des Fokussierkanalabschnitts ein Innendurchmesser bzw. als längste Sehne zwischen 25 zwei gegenüberliegenden Punkten einer Innenoberfläche der Kanalwandung definiert. Die Übergabeöffnung ist eine Austrittsöffnung des Einlasskanalabschnitts und zugleich eine Eintrittsöffnung des Fokussierkanalabschnitts. Die Übergabeöffnung ist also dem Fokussierkanalabschnitt und zugleich dem Einlasskanalabschnitt zugeordnet. An der Übergabeöffnung und der Eintrittsöffnung kann eine Unstetigkeit der Kanalwandung ausgebildet sein, zum Beispiel in Form einer Kante. In einem solchen Fall sind die Punkte, an denen die Tangenten 30 angelegt werden können, nur solche, die der Übergabe und der Eintrittsöffnung axial beabstandet sind. Der Einlasskanalabschnitt kann dem Fokussierkanalabschnitt analog kegelstumpfförmig, insbesondere kreiskegelstumpfförmig, ausgebildet sein. Denkbar und auch möglich ist aber auch, dass der Einlasskanalabschnitt zylindrisch, insbesondere kreiszylindrische, ausgebildet ist. 35 **[0030]** Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs sind die Längsachse des Fokussierkanalabschnitts und die Längsachse des Einlasskanalabschnitts koaxial zueinander angeordnet. Der Flüssigkeitsstrahl kann aufgrund dieser koaxialen Anordnung umlenkungsfrei in den Fokussierkanalabschnitt über die Übergabeöffnung eintreten. Der mit einer Umlenkung ansonsten verbundene Verschleiß wird daher vermieden. 40 **[0031]** Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs ist der Einlasskanalabschnitt von der flüssigkeitsundurchlässigen Kanalwandung begrenzt, verjüngt sich in Richtung der Übergabeöffnung und erstreckt sich 45 **[0032]** Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs ist der Einlasskanalabschnitt so geformt, dass die Längsachse des Einlasskanalabschnitts nicht parallel zur Längsachse des Fokussierkanalabschnitts ist. 50 **[0033]** Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs ist der Einlasskanalabschnitt so geformt, dass die Längsachse des Einlasskanalabschnitts nicht senkrecht zur Längsachse des Fokussierkanalabschnitts ist. 55 **[0034]** Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs ist der Einlasskanalabschnitt so geformt, dass die Längsachse des Einlasskanalabschnitts nicht horizontal zur Längsachse des Fokussierkanalabschnitts ist.

unter einem Einlassverjüngungswinkel, wobei die Schenkel des Einlassverjüngungswinkels zwei Tangenten sind, die in einer die Längsachse des Einlasskanalabschnitts enthaltenden Längsschnittebene liegen und an zwei in dieser Längsschnittebene gegenüberliegenden Innenoberflächenpunkten der Kanalwandung anliegen, wobei der Einlassverjüngungswinkel außerhalb der Übergabeöffnung größer ist als der Fokussierverjüngungswinkel. Dies ist vorteilhaft, weil der Einlasskanalabschnitt aufgrund einer solchermaßen gebildeten Verjüngung den Flüssigkeitsstrahls vorfokussiert, was zu einer noch besseren Strömungsberuhigung führt. Der Einlassverjüngungswinkel ist analog zum Fokussierverjüngungswinkel definiert.

[0032] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs liegt der Einlassverjüngungswinkel im Bereich von 10° und bis 90° . Dies führt zu einer noch besseren Strömungsberuhigung des Flüssigkeitsstrahls.

[0033] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs liegt der Einlassverjüngungswinkel im Bereich von 27° bis 37° , was die Strömungsberuhigung noch weiter verbessert.

[0034] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs geht der Einlasskanalabschnitt in die Übergabeöffnung stufenfrei über. Dies reduziert den Verschließ im Bereich der Übergabeöffnung, weil die Aufprallenergie der abrasiven Partikel gegenüber einem stufenförmigen Übergang von dem Einlasskanalabschnitt auf den Fokussierkanalabschnitt reduziert wird.

[0035] Gemäß einer Weiterbildung des Fokussierrohrs ist eine parallel zur Längsachse des Fokussierkanalabschnitts bemessene Länge des Fokussierkanalabschnitts mindestens um einen Faktor fünf, vorzugsweise mindestens einen Faktor zehn, noch mehr bevorzugt mindestens einen Faktor zwanzig, größer ist als eine parallel zur Längsachse des Einlasskanalabschnitts bemessene Länge des Einlasskanalabschnitts. Dadurch wird ein für die Strömungsberuhigung sowie Fokussierung des Schneidstrahls besonders gut geeignetes Längenverhältnis bereitgestellt.

[0036] Die Aufgabe wird auch durch die Verwendung nach Anspruch 15 gelöst.

[0037] Das Fokussierrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 14 wird zum Schneiden eines Werkstücks verwendet, indem der Fokussierkanalabschnitt mit dem abrasiven Partikel enthaltenden Flüssigkeitsstrahl durchströmt wird. Dies ist vorteilhaft, weil die für das Schneiden benötigte Schneidleistung des Flüssigkeitsstrahls aufgrund des reduzierten Verschleißes im Bereich des Fokussierkanalabschnitts über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten werden kann. Der Flüssigkeitsstrahl kann ein Wasserstrahl sein. Die abrasiven Partikel können zum Beispiel Granat-Partikel, Korund-Partikel oder Quarzsand-Partikel sein. Der Druck des Flüssigkeitsstrahls kann beim Eintritt in den Fokussierkanalabschnitt im Bereich von 1000 Bar bis 6000 Bar oder mehr liegen. Der Flüssigkeitsstrahl kann ein Wasserstrahl sein. Üblicherweise enthält der Wasserstrahl auch Luft, so dass eine

Mischung aus Wasser, Luft und den abrasiven Partikeln gebildet wird. Das Fokussierrohr kann aus einem Hartmetall (*cemented carbide*) oder Cermet gebildet sein. Das Werkstück kann aus einem Metall gebildet sein.

5 **[0038]** Weitere Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren.

[0039] Von den Figuren zeigen:

- 10** Fig. 1: eine schematische Längsschnittdarstellung eines Fokussierrohrs nach einer ersten Ausführungsform;
- 15** Fig. 2: eine Stirnseitenansicht des Fokussierrohrs aus Fig. 1;
- 20** Fig. 3: eine perspektivische schematische Darstellung eines Fokussierrohrs nach einer zweiten Ausführungsform;
- 25** Fig. 4: eine schematische unterbrochene Längsschnittdarstellung des Fokussierrohrs aus Fig. 3;
- 30** Fig. 5: eine Detailvergrößerung der Längsschnittdarstellung aus Fig. 4;
- 35** Fig. 6: ein Diagramm, in welchem der Verschleiß von einem Fokussierrohr im Sinne der vorliegenden Offenbarung und der Verschleiß von einem als Referenz verwendeten Fokussierrohr jeweils als Funktion der Betriebsdauer aufgetragen sind.

[0040] Fig. 1 und Fig. 2 zeigen in schematischer Weise ein Fokussierrohr 1 nach einer ersten Ausführungsform. Anhand der Längsschnittdarstellung aus Fig. 1 wird deutlich, wie der Fokussierverjüngungswinkel im Sinne der vorliegenden Offenbarung zu bestimmen ist.

[0041] Der Fokussierverjüngungswinkel 2 hat zwei Schenkel, die in Fig. 1 mit den Bezugszeichen 3 und 4 versehen sind. Der Fokussierverjüngungswinkel 2 liegt im Bereich von $0,05^\circ$ bis 1° und wurde lediglich aus Gründen der Übersichtlichkeit in Fig. 1 größer eingezeichnet. Die Schenkel 3 und 4 liegen in einer Längsschnittebene 5, die mit der Zeichnungsebene von Fig. 1 zusammenfällt. Die Längsschnittebene 5 enthält eine Längsachse 6. Die Längsachse 6 enthält einen Mittelpunkt 7 einer Austrittsöffnung 8, wie die aus einer Zusammenschau von Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich ist. Da die Austrittsöffnung 8 kreisförmig ist, ist der Mittelpunkt 7 das Zentrum eines entsprechenden Kreises. Die Längsachse 6 erstreckt sich in Richtung eines Fokussierkanalabschnitts 9, der von einer Kanalwandung 11 begrenzt ist und sich von der Austrittsöffnung 8 ins Innere des Fokussierrohrs 1 erstreckt, wie dies Fig. 1 zeigt. Der Fokussierkanalabschnitt 9 verjüngt sich Richtung der Austrittsöffnung 8,

so dass ein Wasserstrahl, der abrasive Partikel enthält und unter Hochdruck von mindestens 1000 Bar steht, bei einer Durchströmung des Fokussierkanalabschnitts 9 in Richtung der Austrittsöffnung 8 auf den Durchmesser der Austrittsöffnung 8 fokussiert wird und solchermaßen fokussiert aus der Austrittsöffnung 8 frei austritt.

[0042] Die Längsschnittebene 5 enthält außerdem zwei Punkte 3a und 4a, die einer Innenoberfläche 10 der Kanalwandung 11 zuzuordnen sind und in der Längsschnittebene 5 durch eine gerade Linie 12 verbunden sind, die senkrecht zur Längsachse 6 steht. Die Schenkel 3 und 4 sind Tangenten, die an den Punkten 3a und 4a anliegen.

[0043] Aus der Zusammenschau von Fig. 1 und 2 wird deutlich, dass der Fokussierkanalabschnitt 9 kreiskegelstumpfförmig ausgebildet ist. Die zur Innenoberfläche 10 gehörenden Schnittlinien sind daher gerade und fallen mit den Schenkeln bzw. Tangenten 3 und 4 zusammen. Denkbar und auch möglich ist es aber auch, dass der Fokussierkanalabschnitt 9 eine andere Form hat, so dass die Schnittlinien zum Beispiel konvex nach innen gekrümmmt wären.

[0044] Fig. 3 bis 5 zeigen ein Fokussierrohr 1' nach einer zweiten Ausführungsform. Das Fokussierrohr 1' ist dem Fokussierrohr 1 analog aufgebaut. So hat das Fokussierrohr 1' einen Fokussierkanalabschnitt 9', der sich von einer Austrittsöffnung 8' aus ins Innere des Fokussierrohrs 1' parallel zu einer Längsachse 6' erstreckt, sich in Richtung der Austrittsöffnung 8' verjüngt und von einer Kanalwandung 11' begrenzt ist. Die Kanalwandung 11' besteht aus einem gesinterten Hartmetall (*cemented carbide*). Die Kanalwandung 11' ist daher flüssigkeitsundurchlässig.

[0045] Die Längsachse 6' enthält den Mittelpunkt 8a' der Austrittsöffnung 8'. Die Längsachse 6' und damit der Mittelpunkt 8' sind in einer Längsschnittebene 5' enthalten, die bezüglich der Fig. 1 und 2 beschriebenen Längsschnittebene 5 analog positioniert ist.

[0046] Gegenüber dem Fokussierrohr 1 weist das Fokussierrohr 1' zusätzlich einen Einlasskanalabschnitt 13' auf, der sich von einer Eintrittsöffnung 14' aus ins Innere des Fokussierrohrs 1' erstreckt und sich in Richtung einer Übergabeöffnung 15' verjüngt. Die Übergabeöffnung 15' ist eine mit dem Fokussierkanalabschnitt 9' gemeinsam gebildete innere Öffnung des Fokussierrohrs 1'. Die Übergabeöffnung 15' kann als eine Austrittsöffnung 15' des Eintrittskanalabschnitts 13' und zugleich als Eintrittsöffnung 15' des Fokussierkanalabschnitts 9' bezeichnet werden. Wenn ein Wasserstrahl, der abrasive Partikel enthält und unter Hochdruck von mindestens 1000 Bar steht, aus einer Mischkammer, in welcher die abrasiven Partikel mit dem Wasserstrahl gemischt wurden, in die Eintrittsöffnung 14' eintritt, durchströmt der Wasserstrahl den Eintrittskanalabschnitt 13'. Weil sich der Eintrittskanalabschnitt 13' in Richtung der Übergabeöffnung 15' verjüngt und der Eintrittskanalabschnitt 13' außerhalb der Übergabeöffnung 15' einen größeren Innendurchmesser hat als der Fokussierkanalabschnitt 9', wird die

Strömung des Wasserstrahls beruhigt und der Wasserstrahl vortokussiert. Nachdem der Wasserstrahl in den Fokussierkanalabschnitt 9' durch die Übergabeöffnung 15' eingetreten ist, wird der Wasserstrahl in dem Fokussierkanalabschnitt 9' auf den Durchmesser der Austrittsöffnung 8' fokussiert. Diese Fokussierung bewirkt, dass der Wasserstrahl und damit die abrasiven Partikel auf eine Austrittsgeschwindigkeit bezüglich eines Austritts aus der Austrittsöffnung 8' von mindestens 400 m/s beschleunigt werden.

[0047] Aus Fig. 4 ist besonders gut ersichtlich, dass der Fokussierkanalabschnitt 9' einen Fokussierverjüngungswinkel 2' hat. Der Fokussierverjüngungswinkel 2' beträgt exemplarisch 0,18°. Denkbar und auch möglich sind aber auch andere Fokussierverjüngungswinkel 2' aus dem Bereich von 0,05° bis 1°. Der Fokussierverjüngungswinkel 2' hat zwei Schenkel 3' und 4'. Die Schenkel 3' und 4' sind Tangenten, die in der Längsschnittebene 5' liegen. Die zwei Schenkel 3' und 4' bzw. die Tangenten 3' und 4' liegen an zwei in der Längsschnittebene 5' gegenüberliegenden Punkten 3a' und 4a' einer Innenoberfläche 10' der Kanalwandung 11' an. Der Fokussierverjüngungswinkel 2' ist konstant, weil der Fokussierkanalabschnitt 9' kreiskegelstumpfförmig und rotationssymmetrisch um die Längsachse 6' ausgebildet ist.

[0048] Der Einlasskanalabschnitt 13' hat einen den Fokussierverjüngungswinkeln 2 und 2' analog definierten Einlassverjüngungswinkel 16'. So hat der Einlassverjüngungswinkel 16' zwei Schenkel 17' und 18', die in der Längsschnittebene 5' liegen, weil der Fokussierkanalabschnitt 9' und der Einlasskanalabschnitt 13' koaxial zueinander angeordnet sind. Die Schenkel 17' und 18' bzw. die Tangenten 17' und 18' liegen in zwei in der Längsschnittebene 5' gegenüberliegenden Punkten 17a' und 18a' einer Innenoberfläche 19' der Kanalwandung 11' an. Der Einlasskanalabschnitt 13' hat eine Längsachse 6', die mit der Längsachse 6' des Fokussierkanalabschnitts 9' zusammenfällt. Die Längsachse 6' des Einlasskanalabschnitts 13' bzw. des Fokussierkanalabschnitts 9' enthält den Mittelpunkt 20' der kreisförmigen Eintrittsöffnung 14'. Der Einlassverjüngungswinkel beträgt 35°. Denkbar und auch möglich sind aber auch andere Einlassverjüngungswinkel aus dem Bereich von 10° bis 90°.

[0049] Das Diagramm aus Fig. 6 zeigt die darin als r bezeichnete prozentuale Durchmesservergrößerung einer Austrittsöffnung von einem Fokussierrohr Exp. und einem als Referenz verwendeten Fokussierrohr Ref. jeweils als Funktion der Betriebsstunden h. Das Fokussierrohr Exp. und das Fokussierrohr Ref. wurden beide im Bereich ihres Fokussierkanalabschnitts mit einem abrasiven Partikel enthaltenden Wasserstrahl bei 6000 Bar bei konstanten Strahlparametern durchströmt. Bei dem Fokussierrohr Exp. war der Fokussierkanalabschnitt dem Fokussierkanalabschnitt 9' analog unter einem Fokussierverjüngungswinkel von 0,18° in Richtung der Austrittsöffnung verjüngt ausgebildet. Bei dem Fokussierrohr

hatte der Fokussierkanalabschnitt hingegen einen konstanten Innendurchmesser, also keine Verjüngung in Richtung der Austrittsöffnung. Abgesehen davon unterschieden sich die Fokussierrohre Exp. und Ref. nicht voneinander. Aus Fig. 6 ist ersichtlich, dass der für den Bereich von $0,05^\circ$ bis 1° exemplarisch gewählte Fokussierverjüngungswinkel von $0,18^\circ$ dafür sorgt, dass der Verschleiß des Fokussierrohrs Exp. bereits ab einer Betriebsdauer von 40 h deutlicher kleiner ist als der Verschleiß des Fokussierrohrs Ref. So hat der Durchmesser der Austrittsöffnung des Fokussierrohrs Exp. nach 100 Betriebsstunden um etwa 16 % zugenommen, wohingegen der Durchmesser der Austrittsöffnung des Fokussierrohrs Ref. nach 100 Betriebsstunden um etwa 26 % zugenommen hat.

Patentansprüche

1. Fokussierrohr (1, 1'), welches zum Fokussieren eines abrasive Partikel enthaltenden und unter Hochdruck stehenden Flüssigkeitsstrahls ausgebildet ist, aufweisend einen Fokussierkanalabschnitt (9, 9'), eine Austrittsöffnung (8, 8') zum freien Austritt des Flüssigkeitsstrahls aus dem Fokussierkanalabschnitt (9, 9') und eine den Mittelpunkt (7, 8a') der Austrittsöffnung (8, 8') enthaltende Längsachse (6, 6') des Fokussierkanalabschnitts (9, 9'), wobei der Fokussierkanalabschnitt (9, 9') von einer flüssigkeitsundurchlässigen Kanalwandung (11, 11') begrenzt ist und sich unter einem Fokussierverjüngungswinkel (2, 2') in Richtung der Austrittsöffnung (8, 8') verjüngt, wobei die Schenkel (3, 4) des Fokussierverjüngungswinkels (2, 2') zwei Tangenten (3, 4) sind, die in einer die Längsachse ((6, 6') enthaltenden Längsschnittebene (5, 5') liegen und an zwei in der Längsschnittebene (5, 5') gegenüberliegenden Innenoberflächenpunkten (3a, 4a, 3a', 4a') der Kanalwandung (11, 11') anliegen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fokussierverjüngungswinkel (2, 2') im Bereich von $0,05^\circ$ bis 1° liegt.
2. Fokussierrohr (1, 1') nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Fokussierverjüngungswinkel (2, 2') im Bereich von $0,1^\circ$ bis $0,8^\circ$ liegt.
3. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Fokussierkanalabschnitt (9, 9') an jeder axialen Position bezüglich seiner Längsachse (6, 6') in einem Querschnitt zu dieser Längsachse (6, 6') einen maximalen Durchmesser von 0,5 mm bis 5 mm hat.
4. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der
5. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Fokussierkanalabschnitt (9, 9') rotationssymmetrisch um seine Längsachse (6, 6') ausgebildet ist.
6. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der Fokussierkanalabschnitt (9, 9') über mindestens 50 % einer parallel zu seiner Längsachse (6, 6') bemessenen Länge des Fokussierrohrs erstreckt.
7. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der Fokussierkanalabschnitt (9, 9') über mindestens 70 % der Länge des Fokussierrohrs erstreckt.
8. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass es einen Einlasskanalabschnitt (13') aufweist, wobei sich der Einlasskanalabschnitt (13') von einer Eintrittsöffnung (14') zum Eintritt des Flüssigkeitsstrahls in das Fokussierrohr (1, 1') hin zu einer mit dem Fokussierkanalabschnitt (9, 9') gemeinsam gebildeten Übergabeöffnung (15') erstreckt, eine den Mittelpunkt (20) der Eintrittsöffnung (14') enthaltende Längsachse (6') hat und außerhalb von der Übergabeöffnung (15') an jeder axialen Position bezüglich seiner Längsachse (6') in einem Querschnitt zu dieser Längsachse (6') einen maximalen Durchmesser hat, der größer ist als der maximale Durchmesser des Fokussierkanalabschnitts (9, 9').
9. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse (6, 6') des Fokussierkanalabschnitts (9, 9') und die Längsachse (6') des Einlasskanalabschnitts (13') koaxial zueinander angeordnet sind.
10. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Einlasskanalabschnitt (13') von der flüssigkeitsundurchlässigen Kanalwandung (11') begrenzt ist, sich in Richtung der Übergabeöffnung (15') verjüngt und unter einem Einlassverjüngungswinkel (16') erstreckt, wobei die Schenkel (17', 18') des Einlassverjüngungswinkels (16') zwei Tangenten (17', 18') sind, die in einer die Längsachse (6') des Einlasskanalabschnitts (15') enthaltenden Längsschnittebene (5') liegen und an

zwei in dieser Längsschnittebene (5') gegenüberliegenden Innenoberflächenpunkten (17a', 18a') der Kanalwandung (11') anliegen, wobei der Einlassverjüngungswinkel (16') außerhalb der Übergabeöffnung (15) größer ist als der Fokussierverjüngungswinkel (2, 2').

11. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Einlassverjüngungswinkel (16') im Bereich von 10° und bis 90° liegt.
12. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Einlassverjüngungswinkel (16') im Bereich von 27° und bis 37° liegt.
13. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Einlasskanalabschnitt (13) in die Übergabeöffnung (15) stufenfrei übergeht.
14. Fokussierrohr (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine parallel zur Längsachse (6, 6') des Fokussierkanalabschnitts (9, 9') bemessene Länge des Fokussierkanalabschnitts (9, 9') mindestens um einen Faktor fünf größer ist als eine parallel zur Längsachse (6') des Einlasskanalabschnitts (13') bemessene Länge des Einlasskanalabschnitts (13').
15. Verwendung eines Fokussierrohrs (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Schneiden eines Werkstücks, indem der Fokussierkanalabschnitt (9, 9') mit dem abrasive Partikel enthaltenden Flüssigkeitsstrahl durchströmt wird.

25

35

40

45

50

55

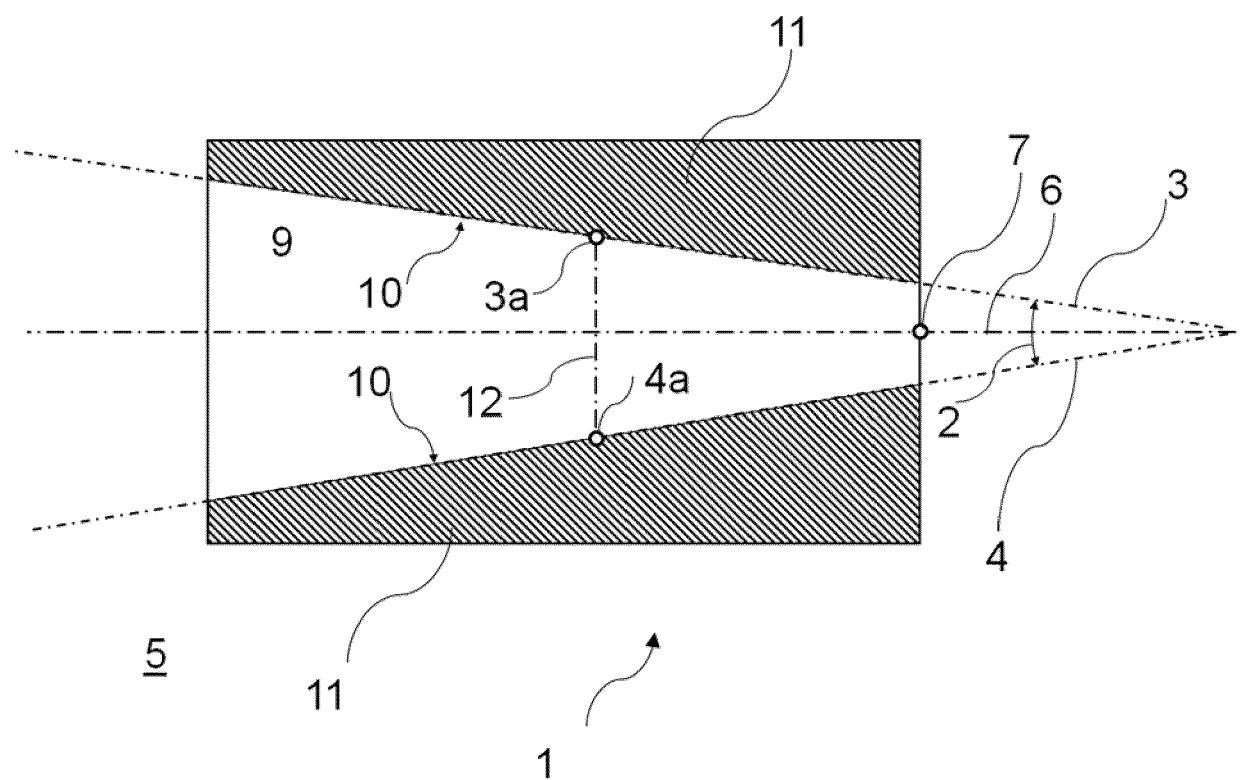


Fig. 1

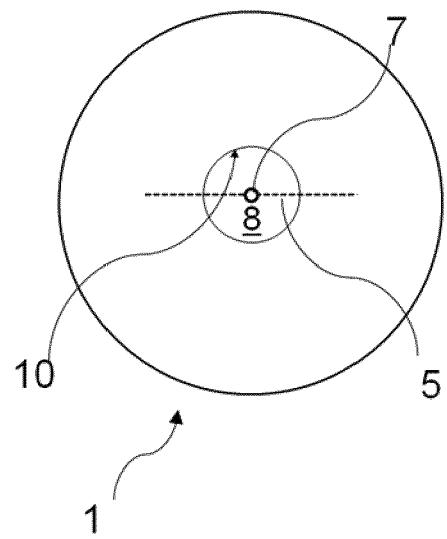


Fig. 2

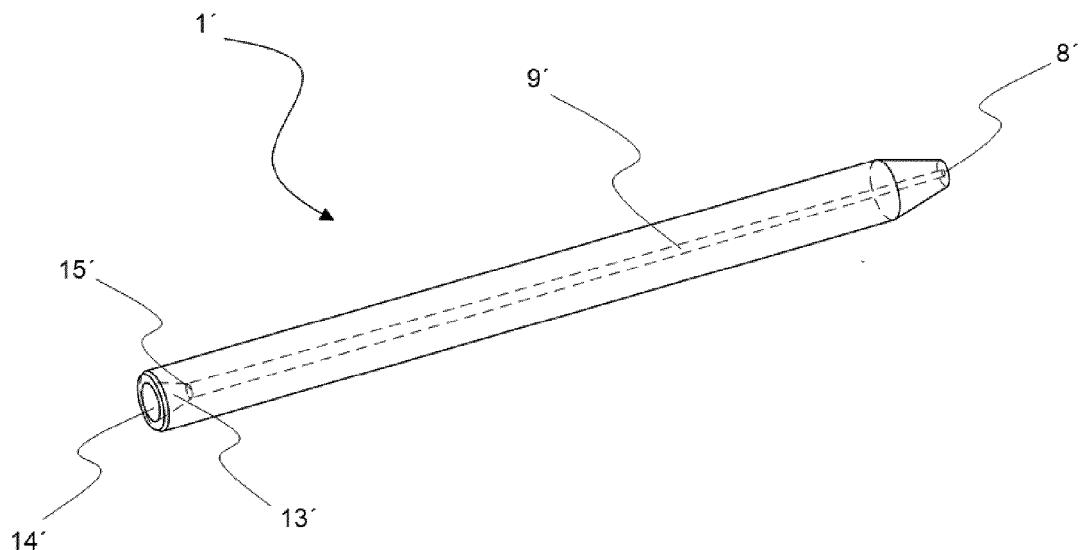


Fig. 3

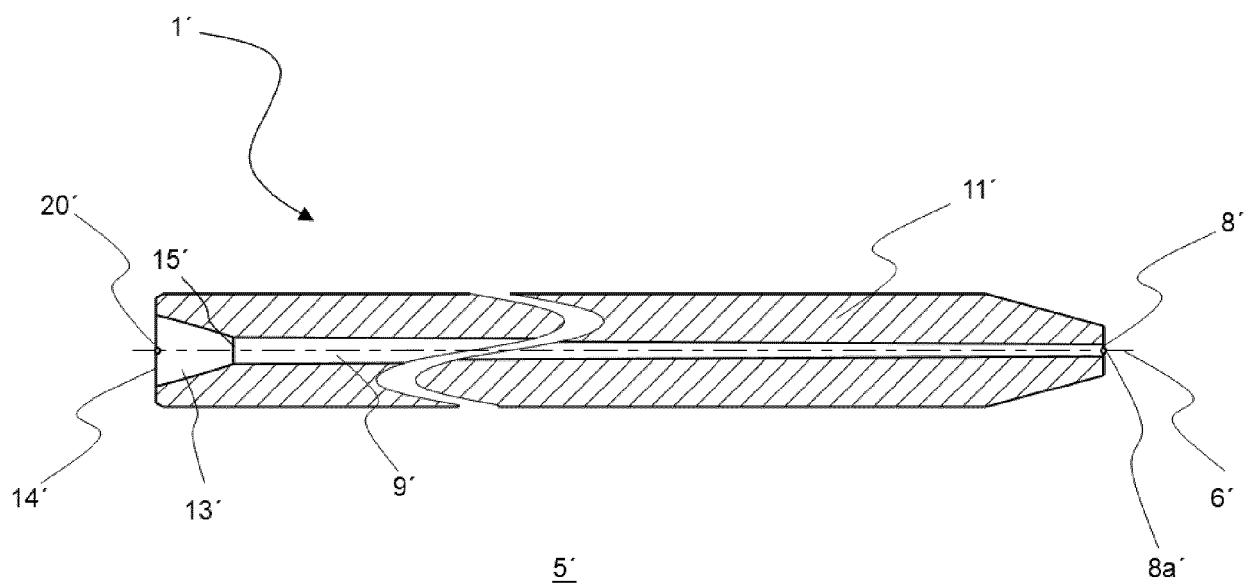


Fig. 4

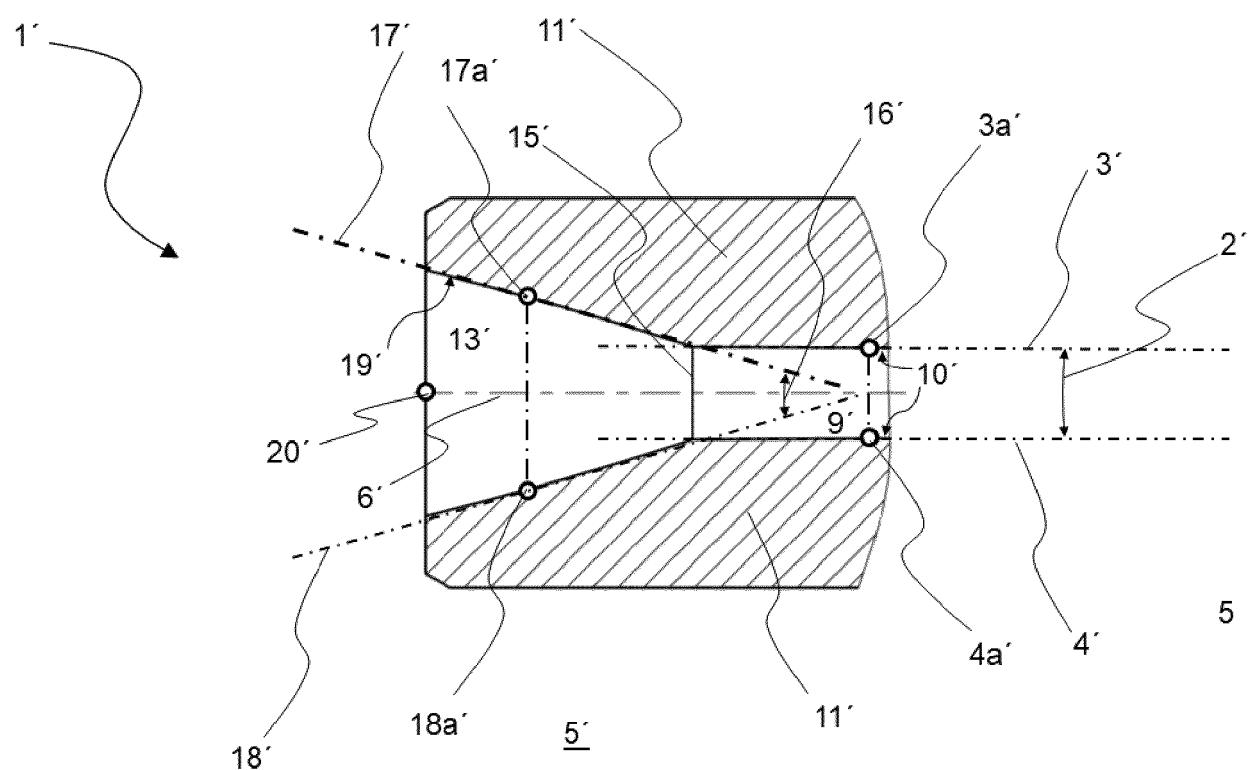


Fig. 5

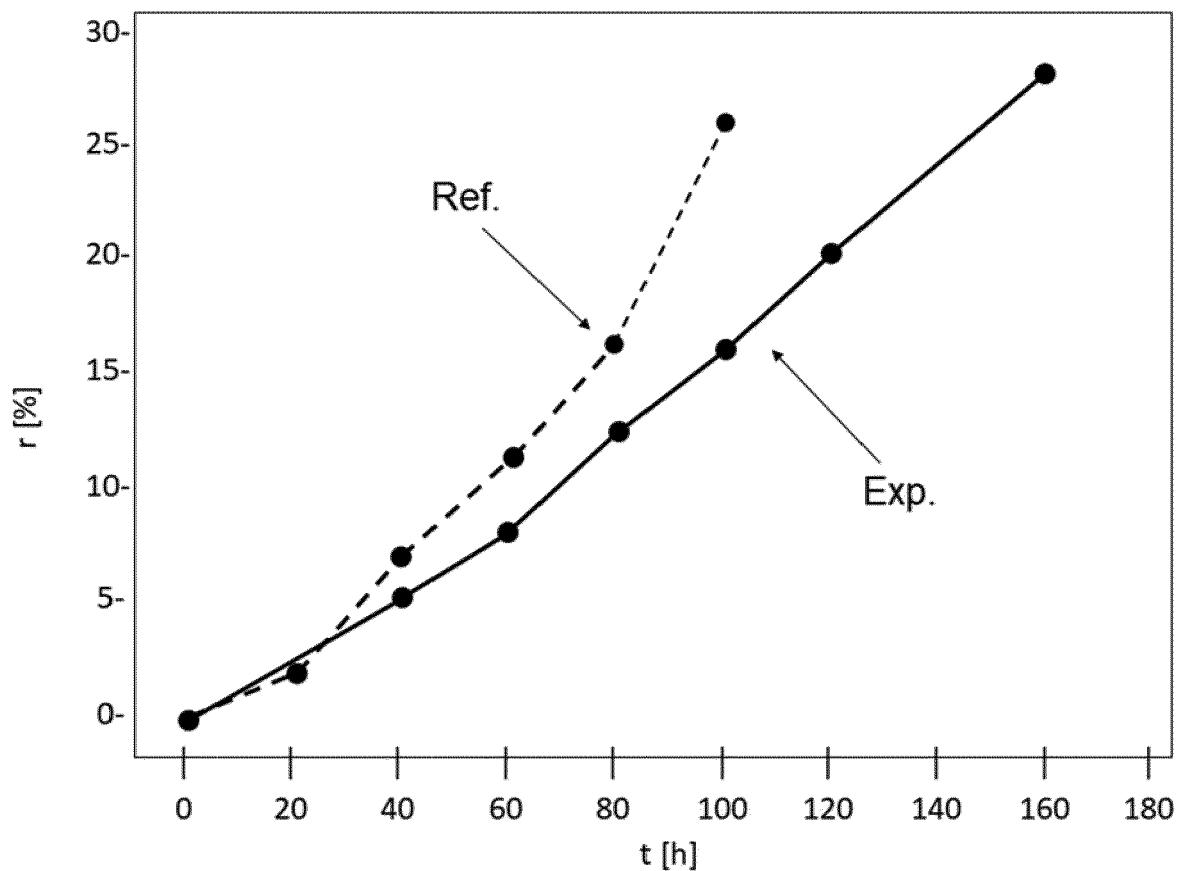


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 15 6341

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	US 5 018 317 A (KIYOSHIGE MASANORI [JP] ET AL) 28. Mai 1991 (1991-05-28) * Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 14 * * Spalte 6, Zeile 10 - Zeile 35 * * Spalte 10, Zeile 3 - Zeile 15 * * Abbildungen 6,8 *	1-7,14, 15 8-13	INV. B24C5/04 B24C1/04
15 Y	----- US 8 491 355 B2 (LIWSZYC DANEK [AU]; LIWSZYC ADAM [AU] ET AL.) 23. Juli 2013 (2013-07-23) * Spalte 4, Zeile 59 - Zeile 65 * * Spalte 5, Zeile 8 - Zeile 10 * * Abbildungen 7,8 *	8-13	
20 Y	----- US 2008/032610 A1 (CHACKO SHAJAN V [US] ET AL) 7. Februar 2008 (2008-02-07) * Absatz [0043]; Abbildung 9 *	8-10,13	
25 A	----- US 2005/156064 A1 (TANIGAKI AKIHIKO [JP] ET AL) 21. Juli 2005 (2005-07-21) * Absätze [0022], [0023], [0059]; Abbildung 2 *	1-5,8-14	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30 A	----- US 2015/321316 A1 (JANITSCHEK PAULUS ANTONIUS JACOBUS [DE]) 12. November 2015 (2015-11-12) * Absatz [0030] *	7	B24C B05B B26F B08B
35	-----		
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 21. Juli 2020	Prüfer Beltzung, J
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 15 6341

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-07-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 5018317 A 28-05-1991	CN KR US US	87100891 A 87000758 A 4872293 A 5018317 A	30-09-1987 21-09-1987 10-10-1989 28-05-1991	
20	US 8491355 B2 23-07-2013	AU AU AU CA CA CA CN CN CN EP EP EP JP JP JP JP JP JP JP KR KR KR KR KR KR US US US WO WO WO	2008288701 A1 2008288702 A1 2008288703 A1 2696935 A1 2696976 A1 2696980 A1 101835561 A 101835562 A 101835563 A 2197629 A1 2197630 A1 2197631 A1 5636583 B2 5678380 B2 2010536585 A 2010536586 A 2010536587 A 20100072205 A 20100074153 A 20100074154 A 2011124270 A1 2011183578 A1 2011195641 A1 2009023927 A1 2009023928 A1 2009023929 A1	26-02-2009 26-02-2009 26-02-2009 26-02-2009 26-02-2009 26-02-2009 15-09-2010 15-09-2010 15-09-2010 23-06-2010 23-06-2010 23-06-2010 10-12-2014 04-03-2015 02-12-2010 02-12-2010 02-12-2010 30-06-2010 01-07-2010 01-07-2010 26-05-2011 28-07-2011 11-08-2011 26-02-2009 26-02-2009 26-02-2009	
25	US 2008032610 A1 07-02-2008	KEINE			
30	US 2005156064 A1 21-07-2005	AU BR BR CA CN DE EP KR TW US WO	2003288752 A1 0309038 A PI0309038 B1 2485118 A1 1691992 A 60319273 T2 1575719 A1 20040098003 A I252140 B 2005156064 A1 2004058427 A1	22-07-2004 01-02-2005 15-05-2018 15-07-2004 02-11-2005 05-03-2009 21-09-2005 18-11-2004 01-04-2006 21-07-2005 15-07-2004	
35					
40					
45					
50					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

55

Seite 1 von 2

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 15 6341

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-07-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2015321316 A1	12-11-2015	CN 104903054 A EP 2906391 A1 US 2015321316 A1 WO 2014062057 A1	09-09-2015 19-08-2015 12-11-2015 24-04-2014
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55	EPO FORM P0461			

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 03053634 A1 [0005]