

(19)



(11)

EP 2 859 996 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(51) Int Cl.:
B24C 1/04 (2006.01) F04B 27/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13187840.7**

(22) Anmeldetag: **09.10.2013**

(54) **Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken, insbesondere Schneiden**

Device for producing a liquid jet for machining workpieces, especially for cutting

Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usinage de pièces, notamment de découpes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.04.2015 Patentblatt 2015/16

(73) Patentinhaber: **Fernández, Tomás**
4553 Subigen (CH)

(72) Erfinder: **Fernández, Tomás**
4553 Subigen (CH)

(74) Vertreter: **BOVARD AG**
Patent- und Markenanwälte
Optingenstrasse 16
3013 Bern (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 383 556 DE-A1-102011 113 599
US-A- 4 776 769

EP 2 859 996 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken, insbesondere Schneiden, umfassend eine Hochdruckpumpe, Mittel zum Zuführen einer Flüssigkeit in die Hochdruckpumpe, eine Strahldüse und Mittel zum Zuführen der Flüssigkeit aus der Hochdruckpumpe in die Strahldüse (siehe z.B. US-A-4 776 769). Mit derartigen bekannten Einrichtungen wird insbesondere ein Wasserstrahl erzeugt, mit welchem verschiedenartigste Werkstücke bearbeitet und im Speziellen geschnitten werden können. Hierzu ist eine Hochdruckpumpe vorgesehen, mit welcher das Wasser auf einen Druck gebracht wird, der einige Tausend bar beträgt. Dieses Wasser wird über Hochdruckleitungen einer Strahldüse zugeführt, in welcher der Wasserschneidstrahl gebildet wird. Eine derartige Strahldüse kann auf einer Einrichtung angeordnet sein, mittels welcher die Strahldüse gesteuert und in der vorgegebenen Bahn das darunter angeordnete Werkstück schneiden kann.

[0002] Derartige Strahldüsen sind ebenfalls in vielfältiger Weise bekannt, beispielsweise sind im Dokument EP 0 383 556 A Ausführungsformen von derartigen Strahldüsen dargestellt, mittels welchen ein Schneidstrahl erzeugbar ist. Diesem Schneidstrahl können ebenfalls in bekannter Weise noch abrasive Stoffe zugeführt werden, um die Schneidwirkung des Schneidstrahls für die unterschiedlichsten Materialien optimieren zu können.

[0003] Derartige Einrichtungen zum Erzeugen von Flüssigkeitstrahlen zum Bearbeiten insbesondere Schneiden von Werkstücken sind sehr aufwändig aufgebaut. Wie bereits oben erwähnt wurde, ist eine Hochdruckpumpenanlage erforderlich, mittels welcher das Wasser auf den gewünschten Druck gebracht wird. Dieses unter Hochdruck stehende Wasser wird über Hochdruckleitungen, die eine grosse Länge aufweisen können, in die Bearbeitungsmaschine geleitet. In diesen eine grosse Länge aufweisenden Hochdruckleitungen erfolgt in bekannter Weise ein relativ grosser Druckabfall. Zudem müssen diese unter Hochdruck stehenden Leitungen, die einerseits an die Hochdruckpumpe und andererseits an die Bearbeitungsmaschine angeschlossen werden müssen, gut abgesichert sein, was deren Herstellung zusätzlich verteuert. Ein Bersten all dieser unter Hochdruck stehenden Elemente könnte gravierende Folgen haben und grösseren Schaden anrichten.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, eine Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten insbesondere Schneiden von Werkstücken zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile nicht aufweist, welche einfach und kostengünstig hergestellt werden kann und welche vielfältig und einfach einsetzbar ist.

[0005] Erfindungsgemäss erfolgt die Lösung dieser Aufgabe dadurch, dass die Einrichtung als Werkzeugkopf ausgebildet ist, welcher mit Kupplungsmitteln zum

Ankuppeln an eine Werkzeugmaschine ausgestattet ist, in welchen Werkzeugkopf eine antreibbare Hochdruckpumpe eingesetzt ist, mittels welcher die zugeführte Flüssigkeit in die im Werkzeugkopf angebrachte Strahldüse pumpbar ist und aus dieser als Bearbeitungsstrahl austritt.

[0006] Diese als Werkzeugkopf ausgebildete Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls mit integrierter Hochdruckpumpe kann sehr handlich ausgebildet sein. Über die am Werkzeugkopf angebrachten Kuppelungsmittel, die genormt sind, lässt er sich in einfacher Weise in eine Werkzeugmaschine einsetzen, die geringfügig modifiziert werden müsste. Derartige Werkzeugmaschinen können beispielsweise Fräsmaschinen sein, die eine Werkzeugspindel aufweisen, in welche der Werkzeugkopf eingespannt werden kann, selbstverständlich sind aber auch andere geeignete Werkzeugmaschinen denkbar.

[0007] Üblicherweise wird bei einer derartigen Fräsmaschine über das Zentrum der Spindel dem Werkzeugkopf Kühl- und Schmiermittel zugeführt, wozu in der Werkzeugmaschine eine Pumpe vorgesehen ist, die diese Flüssigkeit mit einem Druck von etwa 70 bis 150 bar in den Werkzeugkopf zuführt. Über diese Pumpe könnte dem erfindungsgemässen Werkzeugkopf das Wasser für den Bearbeitungsstrahl zugeführt werden. Selbstverständlich ist auch denkbar, dass die Flüssigkeitzuführung in den Werkzeugkopf über eine separate Leitung erfolgt.

[0008] In vorteilhafter Weise ist der Werkzeugkopf aus einem ersten Teil und einem zweiten Teil gebildet, welcher erste Teil im zweiten Teil um eine Drehachse drehbar angeordnet ist, und über das Drehen des ersten Teils bezüglich des zweiten Teils die Hochdruckpumpe antreibbar ist. Dadurch kann dieser Werkzeugkopf einfach aufgebaut werden, es ist kein zusätzlicher Antrieb für die Hochdruckpumpe erforderlich.

[0009] In vorteilhafter Weise ist der erste Teil mit ersten Kupplungsmitteln an einer um eine Spindelachse drehbaren Spindel der Werkzeugmaschine ankuppelbar und ist der zweite Teil mit zweiten Kupplungsmitteln an einem feststehenden Teil der Werkzeugmaschine ankuppelbar. Dadurch lässt sich die Hochdruckpumpe im Werkzeugkopf über die drehbare Spindel der Werkzeugmaschine antreiben, wodurch ein einfacher Aufbau des Werkzeugkopfs erreichbar ist.

[0010] In vorteilhafter Weise besteht der zweite Teil aus einem Tragteil, welcher um die Drehachse drehbar mit dem ersten Teil verbunden ist, und aus einem hülsenförmigen Teil, der in Drehachsenrichtung längsverschiebbar und drehfest mit dem Tragteil verbunden ist, wobei die zweiten Kupplungsmittel am hülsenförmigen Teil angebracht sind und dadurch in einfacher Weise an die Werkzeugmaschine ankuppelbar sind.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Hochdruckpumpe aus im ersten Teil angeordneten Zylindereinheiten gebildet ist, in welchen Kolben verschiebbar eingesetzt sind, deren

Hubachsen parallel zur Drehachse ausgerichtet sind und welche Zylindereinheiten konzentrisch und gleichmässig über den Umfang verteilt zur Drehachse angeordnet sind. Dadurch lässt sich die Hochdruckpumpe in optimaler Weise im Werkzeugkopf unterbringen.

[0012] In vorteilhafter Weise sind die aus den Zylindereinheiten vorstehenden Endbereiche der Kolben auf einer Platte abgestützt, die am Tragteil des zweiten Teils befestigt ist und deren gegen die Endbereiche der Kolben gerichtete ebene Oberfläche bezüglich der Drehachse geneigt ist, wodurch ein einfacher Antrieb der Kolben erreicht wird.

[0013] In vorteilhafter Weise sind zwischen den Endbereichen der Kolben und der Oberfläche der Platte Lagerelemente eingesetzt, wodurch die Reibung reduziert werden kann.

[0014] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Flüssigkeit über eine zentral im ersten Teil angebrachte Zuführleitung in den Werkzeugkopf gelangt und in die Hochdruckpumpe leitbar ist. Dies ergibt einen einfachen Aufbau der Zuführleitung und der Ankuppelung an die Zuführleitung aus der Werkzeugmaschine.

[0015] In vorteilhafter Weise gelangt die Flüssigkeit von der Hochdruckpumpe in eine Umlenkdüse und von dort in die zentral angeordnete Strahldüse. Der Weg der auf Hochdruck gebrachten Flüssigkeit bis zur Umlenkdüse ist äusserst klein, es erfolgt praktisch kein Druckabfall, durch die Umlenkdüse wird eine optimale Einleitung der unter Hochdruck stehenden Flüssigkeit in die Strahldüse erreicht, was einen optimalen Flüssigkeitsstrahl ergibt.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass innerhalb der zentral angeordneten Zuführleitung eine Leitung zur Zuführung von abrasivem Material vorgesehen ist, die in die Umlenkdüse mündet und welches abrasive Material der Flüssigkeit beimischbar ist. Dadurch kann das abrasive Material in effizienter Weise der Flüssigkeit beigemischt werden, ohne den Strahl zu zerreißen bzw. zu beeinträchtigen.

[0017] In vorteilhafter Weise ist zwischen dem Tragteil und dem hülsenförmigen Teil ein Ringraum vorgesehen, in welchen die durch die Zuführleitung zugeleitete Flüssigkeit gelangt und der hülsenförmige Teil in eine obere, eingekuppelte Position gedrückt wird. Dadurch kann in einfacher Weise ein automatisches Ankuppeln des hülsenförmigen Teils an die Werkzeugmaschine erreicht werden, sobald die Flüssigkeit zugeführt wird.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Flüssigkeit aus dem Ringraum in die Hochdruckpumpe leitbar ist. Dadurch ist gewährleistet, dass die Flüssigkeit erst dann in die Hochdruckpumpe gelangt, wenn der hülsenförmige Teil in der eingekuppelten Position mit der Werkzeugmaschine ist, die Hochdruckpumpe beginnt dadurch erst dann zu arbeiten, wenn der Werkzeugkopf in der entsprechenden Position ist und die Flüssigkeit zugeführt wird.

[0019] In vorteilhafter Weise ist der hülsenförmige Teil von der oberen eingekuppelten Position über Federmittel in eine untere ausgekuppelte Position drückbar. Mit dieser Ausgestaltung wird bewirkt, dass bei Ausbleiben der Zuführung der Flüssigkeit in den Werkzeugkopf der hülsenförmige Teil sofort von der Werkzeugmaschine entkoppelt wird, die Hochdruckpumpe wird dadurch still gesetzt.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Strahldüse um deren Längsachse, die coaxial zur Drehachse angeordnet ist, im ersten Tragteil drehbar gelagert ist. Dadurch kann sich die Form des Strahls optimal einstellen, ein auftretender Verschleiss der Strahldüsenbohrung erfolgt gleichmässig.

[0021] Eine Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnung beispielhaft näher erläutert.

[0022] Es zeigt:

Figur 1: eine schematische Darstellung der Anordnung der Zylindereinheiten und der Leitungen für die Flüssigkeit in den unterschiedlichen Ebenen;

Figur 2: eine Längsschnittdarstellung der erfindungsgemässen Einrichtung entlang Linie II-II gemäss Figur 1 im an die Werkzeugmaschine angekuppelten Zustand;

Figur 3: eine Längsschnittdarstellung der erfindungsgemässen Einrichtung entlang Linie III-III gemäss Figur 1 im an die Werkzeugmaschine angekuppelten Zustand;

Figur 4: eine Längsschnittdarstellung der erfindungsgemässen Einrichtung entlang Linie IV-IV gemäss Figur 1 im an die Werkzeugmaschine angekuppelten Zustand;

Figur 5: eine Längsschnittdarstellung der erfindungsgemässen Einrichtung entlang Linie V-V gemäss Figur 1 im an die Werkzeugmaschine angekuppelten Zustand;

Figur 6: eine Längsschnittdarstellung der erfindungsgemässen Einrichtung entlang Linie IV-IV gemäss Figur 1, wobei der zweite Teil des Werkzeugkopfs nicht an die Werkzeugmaschine angekuppelt ist; und

Figur 7: eine Längsschnittdarstellung der erfindungsgemässen Einrichtung entlang Linie V-V gemäss Figur 1, wobei der zweite Teil des Werkzeugkopfs nicht an die Werkzeugmaschine angekuppelt ist.

[0023] Aus der schematischen Darstellung in Figur 1 ist der Werkzeugkopf 1 ersichtlich, der, wie später noch

im Detail beschrieben wird, aus einem ersten Teil 2 und einem zweiten Teil 3 gebildet ist. Wie ebenfalls später noch im Detail gesehen wird, ist der erste Teil 2 im zweiten Teil 3 um eine Drehachse 4 drehbar angeordnet, welche Drehachse in Figur 1 senkrecht zur Zeichenebene steht. Im ersten Teil 2 sind Zylindereinheiten 5 angeordnet, welche Teile der Hochdruckpumpe sind. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind sechs Zylindereinheiten 5 vorgesehen, die konzentrisch zur Drehachse 4 und gleichmässig über den Umfang verteilt angeordnet sind. Selbstverständlich wäre es denkbar, eine andere Anzahl von Zylindereinheiten 5 vorzusehen und entsprechend anzuordnen.

[0024] In Figur 1 sind auch die Mittel 6 zum Zuführen der Flüssigkeit sehr schematisch dargestellt, diese Mittel 6 zum Zuführen der Flüssigkeit sind im Werkzeugkopf 1 in unterschiedlichen Ebenen angeordnet und werden nachfolgend im Detail beschrieben.

[0025] Der Schnittdarstellung des Werkzeugkopfs 1 längs der Drehachse 4 gemäss Figur 2 ist der erste Teil 2 und der zweite Teil 3, die den Grundaufbau des Werkzeugkopfs 1 bilden, entnehmbar. Der erste Teil 2 des Werkzeugkopfs 1 ist mit ersten Kupplungsmitteln 7 ausgestattet, mit welchen er in bekannter Weise an entsprechende Kupplungsmittel 8 einer Spindel 9 einer nicht dargestellten Werkzeugmaschine ankuppelbar ist. Derartige Kupplungsmittel sind genormt und somit bekannt, sodass unterschiedliche Werkzeugköpfe an die entsprechende Spindel 9 einer Werkzeugmaschine ankuppelbar sind.

[0026] Der zweite Teil 3 des Werkzeugkopfs besteht einerseits aus einem Tragteil 10, welcher in bekannter, nicht dargestellter Weise um die Drehachse 4 drehbar auf den ersten Teil 2 des Werkzeugkopfs 1 aufgesetzt ist. In Richtung der Drehachse 4 längsverschiebbar ist auf dem Tragteil 10 ein hülsenförmiger Teil 11 aufgesetzt, der in bekannter, ebenfalls nicht dargestellter Weise drehfest mit dem Tragteil 10 verbunden ist. Dieser hülsenförmige Teil 11 ist mit zweiten Kupplungsmitteln 12 ausgestattet, mit welchen er an einen feststehenden Teil 13 der Werkzeugmaschine ankuppelbar ist. Diese zweiten Kupplungsmittel 12 können beispielsweise als Verzahnung 14 ausgebildet sein, welche Verzahnung 14 in eine entsprechende am feststehenden Teil 13 angebrachte Verzahnung eingreift.

[0027] Im in Figur 2 dargestellten Zustand ist der hülsenförmige Teil 11 an den feststehenden Teil 13 angekuppelt, befindet sich somit in einer oberen Position. Wenn die Spindel 9 der Werkzeugmaschine in Drehung versetzt wird, dreht sich der erste Teil 2 des Werkzeugkopfs mit dieser Spindel mit, der zweite Teil 3, bestehend aus Tragteil 10 und hülsenförmigen Teil 11 wird festgehalten und dreht sich somit nicht.

[0028] In den ersten Teil 2 des Werkzeugkopfs 1 sind die Zylindereinheiten 5 eingesetzt, entsprechend der Darstellung gemäss Figur 1. Hierzu sind im ersten Teil 2 zylinderförmige Ausnehmungen 15 angebracht, in welchen die Zylindereinheiten 5 eingesetzt und befestigt

sind. Die Zylindereinheiten 5 sind hierbei derart in die zylinderförmigen Ausnehmungen 15 eingesetzt, dass ein Hohlraum 16 bestehen bleibt.

[0029] Jede der Zylindereinheiten 5 ist mit einer zentralen Bohrung 17 ausgestattet, in welche ein Kolben 18 verschiebbar eingesetzt ist. Die Hubachse des jeweiligen Kolbens 18 ist parallel zur Drehachse 4 ausgerichtet. In die Bohrung 17 eingesetzt werden kann noch eine Hülse 19, in welcher der Kolben verschiebbar eingesetzt ist, Kolben 18 und Hülse 19 sind aus einem hochfesten Material gefertigt, beispielsweise auf Keramikbasis.

[0030] Am unteren Endbereich des Tragteils 10 ist eine Platte 20 befestigt. Die gegen die aus den Zylindereinheiten 5 vorstehenden Endbereiche 21 der Kolben 18 gerichtete ebene Oberfläche 22 dieser Platte 20 ist bezüglich der Drehachse 4 geneigt ausgebildet. Auf diese Oberfläche 22 der Platte 20 aufgesetzt ist eine so genannte Taumelplatte 23, die in bekannter Weise über Lagermittel 24 auf der Oberfläche 22 der Platte 20 drehbar abgestützt und radial gehalten ist. Auf die Taumelplatte 23 aufgesetzt sind Lagerelemente 25, auf welchen sich die mit Abstützelementen 26 versehenen Endbereiche 21 der Kolben 18 abstützen. Beim Verdrehen des ersten Teils 2 mit den darin eingesetzten Zylindereinheiten 5 um die Drehachse 4 innerhalb des feststehenden zweiten Teils 3 mit der feststehenden Platte 20 führen die Kolben 18 entsprechende Hubbewegungen aus.

[0031] In den oberen Bereich der Zylindereinheiten 5 sind Ventileinheiten 27 eingesetzt. Beim Absenken der Kolben 18 wird die Flüssigkeit, die in den Hohlraum 16 eingeleitet wird, was später noch im Detail beschrieben wird, über die ersten Ventile 28 angesaugt und gelangt in den Zylinderraum 43. Das zweite Ventil 29 ist bei diesem Vorgang im verschlossenen Zustand. Beim Hochfahren des Kolbens 18 schliessen sich die ersten Ventile 28, die auf Hochdruck gebrachte Flüssigkeit gelangt durch das zweite Ventil 29 in die Verbindungsleitung 30.

[0032] Die Verbindungsleitungen 30 aus allen Zylindereinheiten 5 münden in eine Umlenkdüse 31. In dieser Umlenkdüse 31 wird die so geführte Flüssigkeit umgelenkt und gelangt in eine zentrale Bohrung 32 einer Strahldüse 33. In dieser Strahldüse 33 wird der Flüssigkeitstrahl 34 erzeugt, der aus der Öffnung 35 der Strahldüse 33 austritt.

[0033] Die Strahldüse 33 kann im ersten Teil 2 des Werkzeugkopfs 1 um Lagerelemente 44 drehbar gelagert sein. Dadurch kann sie mit einer geringeren Drehzahl drehen, als der erste Teil 2 des Werkzeugkopfs 1 und sich an die Drehung des Flüssigkeitstrahles anpassen. Die Drehung der Strahldüse 33 könnte auch gezielt beeinflusst werden, z.B. durch einen integrierten Antrieb, insbesondere Zahnradgetriebe, um eine optimale Strahlform zu erhalten.

[0034] Figur 3 zeigt den Werkzeugkopf gemäss Figur 2, wobei nur die eine Hälfte im Schnitt dargestellt ist. Die andere Hälfte zeigt den hülsenförmigen Teil 11 mit den zweiten Kupplungsmitteln 12 sowie den Tragteil 10 mit dem Endbereich der Strahldüse 33, die über den Werk-

zeugkopf 1 vorstehend ist und aus dem der Flüssigkeitstrahl 34 austritt.

[0035] Die Schnittdarstellung gemäss Figur 4 durch den Werkzeugkopf 1 zeigt in schematischer Darstellung die Zuführleitung 36, die zentral in der Spindel 9 der nicht dargestellten Werkzeugmaschine angeordnet ist. Aus dieser Zuführleitung 36 gelangt die Flüssigkeit in einen zentralen Leitungsteil 37 des Werkzeugkopfs 1, aus welchem die Flüssigkeit über weitere Zuführleitungen 38 in einen Ringraum 39 gelangt, der durch den hülsenförmigen Teil 11, den Tragteil 10 und den ersten Teil 2 des Werkzeugkopfs 1 gebildet wird. Die Flüssigkeit wird in bekannter Weise über eine nicht dargestellte Pumpe die in der Werkzeugmaschine oder ausserhalb davon angeordnet sein kann, mit einem bestimmten Druck von beispielsweise 70 bis 150 bar in den Ringraum 39 gefördert.

[0036] Dadurch wird bewirkt, dass der hülsenförmige Teil 11 in die obere Position gedrückt wird, in welcher sich der hülsenförmige Teil 11 mit dem feststehenden Teil 13 der Werkzeugmaschine 1 im eingekuppelten Zustand befindet. Es ist denkbar, dass als Pumpe zum Zuführen der Flüssigkeit in den Werkzeugkopf 1 die in den Werkzeugmaschinen vorhandenen Kühlschmiermittelpumpen verwendet wird. Es ist denkbar, dass die Flüssigkeit aus reinem Wasser besteht, es ist aber auch denkbar, dass diese Flüssigkeit das Kühlschmiermittel ist, das in Werkzeugmaschinen zum Kühlen und Schmieren der zu bearbeitenden Werkstücke verwendet wird.

[0037] Eingesetzt in die Zuführleitung 36 und in den zentralen Leitungsteil 37 ist ein Zuführrohr 40, über welches in bekannter Weise abrasives Material zentral in die Umlenkdüse 31 eingeleitet werden kann. In dieser Umlenkdüse 31 wird das abrasive Material mit dem in dieser Umlenkdüse 31 gebildeten Flüssigkeitstrahl mitgerissen, in der Strahldüse 33 erfolgt dann die Vermischung dieses abrasiven Materials mit der Flüssigkeit, dadurch wird die Wirkung des Flüssigkeitsstrahls, beispielsweise die Schneidleistung, erhöht.

[0038] Aus der Schnittdarstellung gemäss Figur 5 ist ersichtlich, wie die Flüssigkeit aus dem Ringraum 39 über eine weitere Leitung 41 in den Hohlraum 16 geleitet wird, aus welchem die Flüssigkeit, wie bereits beschrieben worden ist, in die Zylindereinheit 5 zur Erzeugung des Hochdrucks gelangt.

[0039] Aus Figur 6 ist der Werkzeugkopf 1 ersichtlich, wobei der hülsenförmige Teil 11 in seiner unteren Position dargestellt ist, das heisst der hülsenförmige Teil 11 befindet sich im entkuppelten Zustand vom feststehenden Teil 13 der Werkzeugmaschine. Diese entkuppelte Position des hülsenförmigen Teils 11 wird dann eingenommen, wenn die Zufuhr von Flüssigkeit über die weiteren Zuführleitungen 38 gestoppt wird, was dadurch erreicht werden kann, wenn die Pumpe, die die Flüssigkeit liefert, ausgeschaltet wird. Der Druck im Ringraum 39 fällt dann zusammen, über Federmittel 42, die in bekannter Weise zwischen dem hülsenförmigen Teil 11 und dem Tragteil 10 angeordnet sind, wird der hülsenförmige Teil 11 in die hier dargestellte untere Position gedrückt.

[0040] Diese Federmittel 42 können in bekannter Weise aus einer Spiralfeder gebildet sein, denkbar wäre es auch, ringförmige Magnete vorzusehen, über deren magnetische Kräfte in bekannter Weise die gewünschte Federwirkung erreicht werden kann. Durch das Entkuppeln des hülsenförmigen Teils 11 vom feststehenden Teil 13 wird erreicht, dass der hülsenförmige Teil 11 und der Tragteil 10 mit dem mit der Spindel 9 der Werkzeugmaschine mitdrehenden ersten Teil 2 ebenfalls mitdreht, die Pumpwirkung der Kolben 18 wird dann sofort eingestellt.

[0041] Wie aus Figur 7 ersichtlich ist, wird im entkuppelten Zustand des hülsenförmigen Teils 11 vom feststehenden Teil 13 der Werkzeugmaschine die Verbindung zwischen Ringraum 39 und Hohlraum 16 verschlossen.

[0042] Im Normalfall wird zum Beenden eines Bearbeitungsvorgangs zuerst die Zuführung der Flüssigkeit unterbunden und danach die Spindel angehalten. Danach kann der Werkzeugkopf aus der Spindel 9 entnommen werden. Das vorgängig beschriebene Entkuppeln des hülsenförmigen Teils 11 vom feststehenden Teil 13 der Werkzeugmaschine erfolgt bei Unterbindung der Flüssigkeitszufuhr in den Ringraum 39. Wenn diese Flüssigkeitszufuhr während eines Bearbeitungsvorgangs gestört ist, erfolgt das sofortige Stillsetzen der Pumpwirkung, was sich positiv auf die Sicherheit dieses Werkzeugkopfes auswirkt und ein Auftreten von Schäden durch Trockenlauf verhindert.

[0043] Ein derartiger Werkzeugkopf 1 lässt sich, wie vorgängig beschrieben worden ist, in praktisch jede mit einer Spindel 9 ausgerüsteten Werkzeugmaschine einsetzen, es sind lediglich geringfügige Modifikationen erforderlich. Somit können beispielsweise in einer entsprechend ausgerüsteten Werkzeugmaschine, insbesondere Fräsmaschine, unterschiedliche Werkzeugköpfe zur Bearbeitung eines Werkstückes eingesetzt werden, wobei unterschiedlichste Fräsvorgänge und Bohrvorgänge ausgeführt werden können. Zusätzlich steht mit der vorliegenden Erfindung ein Werkzeugkopf zur Verfügung, mit welchem ein Flüssigkeitstrahl erzeugt werden kann, welcher das Flüssigkeitstrahlschneiden der entsprechenden Werkstücke ermöglicht. Derartige Werkzeugmaschinen sind in bekannter Weise mit exakten Bewegungsachsen ausgestattet, wodurch ein exaktes Schneiden mit einem derartigen Flüssigkeitstrahl ermöglicht wird. Selbstverständlich müssen in einer derartigen Werkzeugmaschine Vorkehrungen getroffen werden, um den Flüssigkeitstrahl unterhalb des Bearbeitungsvorgangs aufzufangen und die Restenergie des Strahles in Wärme umzuwandeln, wozu bekannte Einrichtungen eingesetzt werden können.

[0044] Im Kolbenbereich eines derartigen Werkzeugkopfs können Drücke von 4'000 bar und mehr erreicht werden. Der Düsenlochdurchmesser beträgt üblicherweise etwa 0,2 bis 1 Millimeter. Das Zufördern der Wassermenge beträgt etwa 2,5 Liter pro Minute. Die Neigung der Oberfläche der Platte liegt im Bereich von 4 Grad bis 12 Grad. Die Drehzahl der Spindel beträgt etwa 3'000

bis 6'000 Umdrehungen pro Minute, was jede handelsübliche Werkzeugmaschine anbieten kann. Auch das Drehmoment der Spindel, das bei etwa 40 bis 90 Newtonmeter liegt, kann durch handelsübliche Werkzeugmaschinen erbracht werden.

[0045] Durch diese erfindungsgemässe Ausgestaltung eines Werkzeugkopfs zum Einsetzen in einer Werkzeugmaschine wird in einfacher Weise ermöglicht, auch ein Flüssigkeitstrahlschneiden durch eine Werkzeugmaschine ausführen zu lassen, ohne dass komplexe und kostenaufwändige Hochdruckerzeugungsanlagen vorgesehen werden müssen. Mit derartigen Werkzeugköpfen können Werkzeugmaschinen und Roboteranlagen in vielfältiger Art und sehr flexibel für viele Arten von Bearbeitungsvorgängen von Werkstücken ausgestattet werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls (34) zum Bearbeiten von Werkstücken, insbesondere Schneiden, umfassend eine Hochdruckpumpe, Mittel zum Zuführen einer Flüssigkeit in die Hochdruckpumpe, eine Strahldüse (33) und Mittel zum Zuführen der Flüssigkeit aus der Hochdruckpumpe in die Strahldüse, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung als Werkzeugkopf (1) ausgebildet ist, welcher mit Kupplungsmitteln (7, 12) zum Ankuppeln an eine Werkzeugmaschine ausgestattet ist, in welchen Werkzeugkopf (1) eine antreibbare Hochdruckpumpe eingesetzt ist, mittels welcher die zugeführte Flüssigkeit in die im Werkzeugkopf (1) angebrachte Strahldüse (33) pumpbar ist und aus dieser als Bearbeitungsstrahl (34) austritt.
2. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugkopf (1) aus einem ersten Teil (2) und einem zweiten Teil (3) gebildet ist, welcher erste Teil (2) im zweiten Teil (3) um eine Drehachse (4) drehbar angeordnet ist, und über das Drehen des ersten Teils (2) bezüglich des zweiten Teils (3) die Hochdruckpumpe antreibbar ist.
3. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teil (2) mit ersten Kupplungsmitteln (7) an einer um eine Spindelachse drehbaren Spindel (9) der Werkzeugmaschine ankuppelbar ist und dass der zweite Teil (3) mit zweiten Kupplungsmitteln (12) an einem feststehenden Teil (13) der Werkzeugmaschine ankuppelbar ist.
4. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 2

oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Teil (3) aus einem Tragteil (10), welcher um die Drehachse (4) drehbar mit dem ersten Teil (2) verbunden ist, und aus einem hülsenförmigen Teil (11) besteht, der in Drehachsenrichtung längsverschiebbar und drehfest mit dem Tragteil (10) verbunden ist.

5. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Kupplungsmittel (12) am hülsenförmigen Teil (11) angebracht sind.
6. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckpumpe aus im ersten Teil (2) angeordneten Zylindereinheiten (5) gebildet ist, in welchen Kolben (18) verschiebbar eingesetzt sind, deren Hubachsen parallel zur Drehachse (4) ausgerichtet sind und die konzentrisch und gleichmässig über den Umfang verteilt zur Drehachse (4) angeordnet sind.
7. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus den Zylindereinheiten (5) vorstehenden Endbereiche (21) der Kolben (18) auf einer Platte (20) abgestützt sind, die am Tragteil (10) befestigt ist und deren gegen die Endbereiche (21) der Kolben (18) gerichtete Ebene (22) bezüglich der Drehachse (4) geneigt ist.
8. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Endbereichen (21) der Kolben (18) und der Oberfläche (22) der Platte (20) Lagerelemente (25) eingesetzt sind.
9. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssigkeit über eine zentral im ersten Teil (2) angebrachte Zuführleitung (36) in den Werkzeugkopf (1) gelangt und in die Hochdruckpumpe leitbar ist.
10. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssigkeit von der Hochdruckpumpe in eine Umlenkdüse (31) und von dort in die zentral angeordnete Strahldüse (33) gelangt.
11. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 9

oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der zentral angeordneten Zuführleitung (36) eine Leitung (40) zur Zuführung von abrasivem Material vorgesehen ist, die in die Umlenkdüse (31) mündet und welches abrasive Material der Flüssigkeit beimischbar ist.

12. Einrichtung zum Erzeugen eines Fluidstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Tragteil (2) und dem hülsenförmigen Teil (11) ein Ringraum (39) vorgesehen ist, in welchen die durch die Zuführleitung (38) zugeleitete Flüssigkeit gelangt und der hülsenförmige Teil (11) in eine obere, eingekuppelte Position gedrückt wird.
13. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssigkeit aus dem Ringraum (39) in die Hochdruckpumpe leitbar ist.
14. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hülsenförmige Teil (11) von der oberen eingekuppelten Position über Federmittel (42) in eine untere ausgekuppelte Position drückbar ist.
15. Einrichtung zum Erzeugen eines Flüssigkeitstrahls zum Bearbeiten von Werkstücken nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahldüse (33) um deren Längsachse, die koaxial zur Drehachse (4) angeordnet ist, im Tragteil (10) drehbar gelagert ist.

Claims

1. Device for producing a liquid jet (34) for machining workpieces, especially for cutting, comprising a high-pressure pump, means for supplying a liquid into the high-pressure pump, a jet nozzle (33) and means for supplying the liquid from the high-pressure pump to the jet nozzle, **characterized in that** the device is designed as a tool head (1), which is equipped with coupling means (7, 12) for coupling to a machine tool, in which tool head (1) a drivable high-pressure pump is inserted, by means of which the supplied liquid is pumpable into jet nozzle (33) installed in the tool head (1) and emerges from this as a machining jet (34).
2. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 1, **characterized in that** the tool head (1) is made up of a first part (2) and a second part (3), which first part (2) is disposed in the

second part (3) in a way rotatable about a rotational axis (4), and the high-pressure pump is drivable via the rotation of the first part (2) with respect to the second part (3).

3. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 2, **characterized in that** the first part (2) is able to be coupled by means of first coupling means (7) to a spindle (9), of the machine tool, which spindle is rotatable about a spindle axis, and **in that** the second part (3) is able to be coupled by means of second coupling means (12) to a fixed part (13) of the machine tool.
4. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 2 or 3, **characterized in that** the second part (3) consists of a load-carrying portion (10), which is connected to the first part (2) in a way rotatable about the rotational axis (4), and a sleeve-shaped part (11), which is longitudinally displaceable in rotational axis direction and is connected to the load-carrying portion (10) in a torque-proof way.
5. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 4, **characterized in that** the second coupling means (12) is installed on the sleeve-shaped part (11).
6. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to one of the claims 2 to 5, **characterized in that** the high-pressure pump is composed of cylinder units (5), disposed in the first part (2), in which cylinder units pistons (18) are displaceably inserted, whose stroke axes are aligned parallel to the rotational axis (4), and which cylinder units, with respect to the rotational axis (4), are disposed concentrically and in a way evenly distributed over the circumference.
7. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 6, **characterized in that** the end regions (21) of the pistons (18) protruding out of the cylinder units (5) are supported on a plate (20), which is fixed on the load-carrying portion (10) and whose flat surface (22) turned toward the end regions (21) of the pistons (18) is inclined with respect to the rotational axis (4).
8. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 7, **characterized in that** inserted between the end regions (21) of the pistons (18) and the surface (22) of the plate (20) are bearing elements (25).
9. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to one of the claims 2 to 8, **characterized in that** the liquid reaches the tool head (1)

via a supply line (36) installed centrally in the first part (2) and is able to be conducted into the high-pressure pump.

10. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to one of the claims 1 to 9, **characterized in that** the liquid arrives from the high-pressure pump into a deflection nozzle (31) and from there arrives in the centrally disposed jet nozzle (33). 5
11. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 9 or 10, **characterized in that** provided inside the centrally disposed supply line (36) is a line (40) for supply of abrasive material, which line comes out into the deflection nozzle (31) and which abrasive material is able to be mixed with the liquid. 10
12. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to one of the claims 9 to 11, **characterized in that** provided between the first load-carrying portion (2) and the sleeve-shaped part (11) is an annular space (39), in which the liquid fed through the supply line (38) arrives and the sleeve-shaped part (11) is pushed into an upper, engaged position. 15
13. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 12, **characterized in that** the liquid is able to be conducted out of the annular space (39) into the high-pressure pump. 20
14. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to claim 12 or 13, **characterized in that** the sleeve-shaped part (11) is able to be pushed from the upper engaged position via spring means (42) into a lower disengaged position. 25
15. Device for producing a liquid jet for machining workpieces according to one of the claims 10 to 14, **characterized in that** the jet nozzle (33) is borne in the load-carrying portion (10) in a way rotatable about its longitudinal axis, which is coaxially disposed with respect to the rotational axis (4). 30

Revendications

1. Dispositif de génération d'un jet de liquide (34) pour l'usinage de pièces, notamment par découpage, comprenant une pompe à haute pression, un moyen d'approvisionnement de liquide dans la pompe à haute pression, une buse d'éjection (33), et un moyen d'acheminement du liquide depuis la pompe à haute pression vers la buse d'éjection, **caractérisé en ce que** le dispositif est conçu comme une tête d'outil (1), équipée de moyens de couplage (7, 12) pour un accouplement avec une machine-outil, dans 50

laquelle tête d'outil (1) est insérée une pompe à haute pression actionnable, et au moyen de laquelle le liquide approvisionné peut être pompé dans la buse d'éjection (33) installée dans la tête d'outil (1), et en émerge comme un jet d'usinage (34).

2. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usinage de pièces selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tête d'outil (1) est constituée d'une première partie (2) et d'une deuxième partie (3), laquelle première partie (2) est montée rotative dans la deuxième partie (3) autour d'un axe de rotation (4), et la pompe à haute pression est entraînée par la rotation de la première partie (2) par rapport à la deuxième partie (3). 10
3. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usinage de pièces selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la première partie (2) peut être couplée, au moyen de premiers moyens de couplage (7), à une broche (9) de la machine-outil, laquelle broche est montée rotative autour d'un axe de broche, et **en ce que** la deuxième partie (3) peut être couplée, au moyen de deuxièmes moyens de couplage (12), à une partie fixe (13) de la machine-outil. 15
4. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usinage de pièces selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la deuxième partie (3) consiste en une partie de charge (10), qui est reliée à la première partie (2) de manière mobile en rotation autour de l'axe de rotation (4), et en une partie en forme de manchon (11), qui est déplaçable longitudinalement dans la direction de l'axe de rotation et est reliée à la partie de charge (10) sans degré de liberté mutuel en rotation par rapport à cette dernière. 20
5. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usinage de pièces selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les deuxièmes moyens de couplage (12) sont installés sur la partie en forme de manchon (11). 25
6. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usinage de pièces selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** la pompe à haute pression est composée d'unités de cylindre (5), disposées dans la première partie (2), dans lesquelles sont insérés des cylindres (18) mobiles en translation, dont les axes de course sont alignés parallèlement à l'axe de rotation (4), et lesquelles unités de cylindre (5), sont disposées de manière concentrique et réparties uniformément sur la circonférence par rapport à l'axe de rotation (4). 30
7. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usinage de pièces selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les extrémités (21) des pistons (18) faisant saillie hors des unités de cylindre (5) reposent sur 35

une plaque (20), qui est fixée sur la partie de charge (10), et dont la surface plane (22) dirigée en direction des extrémités (21) des pistons (18) est inclinée par rapport à l'axe de rotation (4).

8. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** des éléments de logement (25) sont insérés entre les extrémités (21) des pistons (18) et la surface (22) de la plaque (20). 5 10
9. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon l'une des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce que** le liquide atteint la tête d'outil (1) par une conduite d'alimentation (36) disposée de manière centrale dans la première partie (2) et peut être acheminé dans la pompe à haute pression. 15
10. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le liquide arrive depuis la pompe à haute pression dans une buse de renvoi (31) et arrive depuis là-bas dans la buse d'éjection (33) disposée de manière centrale. 20 25
11. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'une** conduite (40) d'alimentation en matériau abrasif est prévue à l'intérieur de la conduite d'alimentation disposée de manière centrale (36), qui débouche dans la buse de renvoi (31), et lequel matériau abrasif pouvant être mélangé avec le liquide. 30 35
12. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce qu'un** espace annulaire (39) est prévu entre la première partie de charge (2) et la partie en forme de manchon (11), dans laquelle le liquide acheminé par la conduite d'alimentation (38) passe et la partie en forme de manchon (11) est poussée dans une position supérieure couplée. 40
13. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le liquide peut être acheminé hors de l'espace annulaire (39) dans la pompe à haute pression. 45 50
14. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce que** la partie en forme de manchon (11) peut être poussée de la position supérieure couplée à une position inférieure découplée par l'intermédiaire de moyens de compression élastiques (42). 55

15. Dispositif de génération d'un jet de liquide pour l'usage de pièces selon l'une des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce que** la buse d'éjection (33) est montée rotative dans la partie de charge (10) autour de son axe longitudinal, qui est disposé de manière coaxiale par rapport à l'axe de rotation (4).

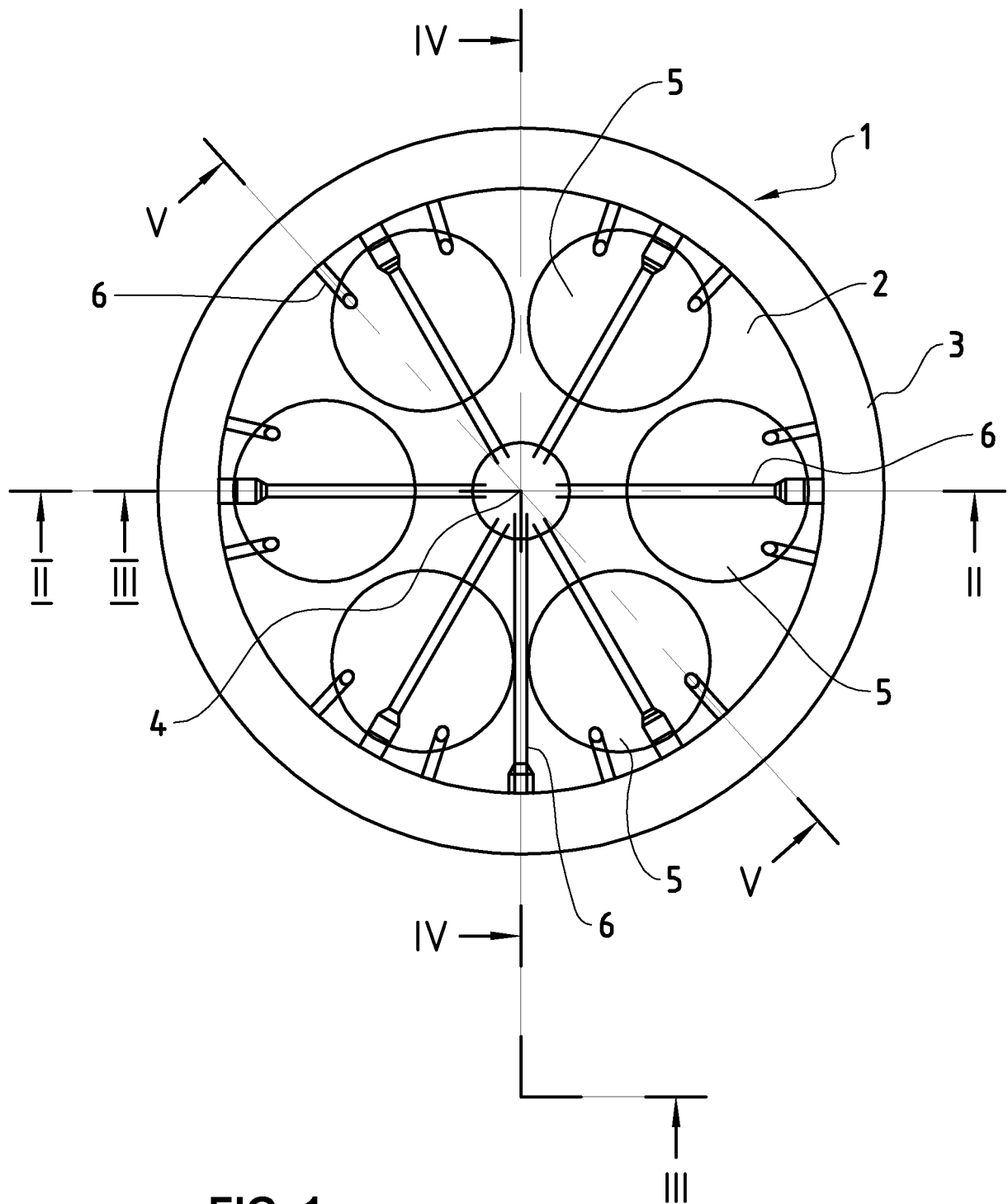
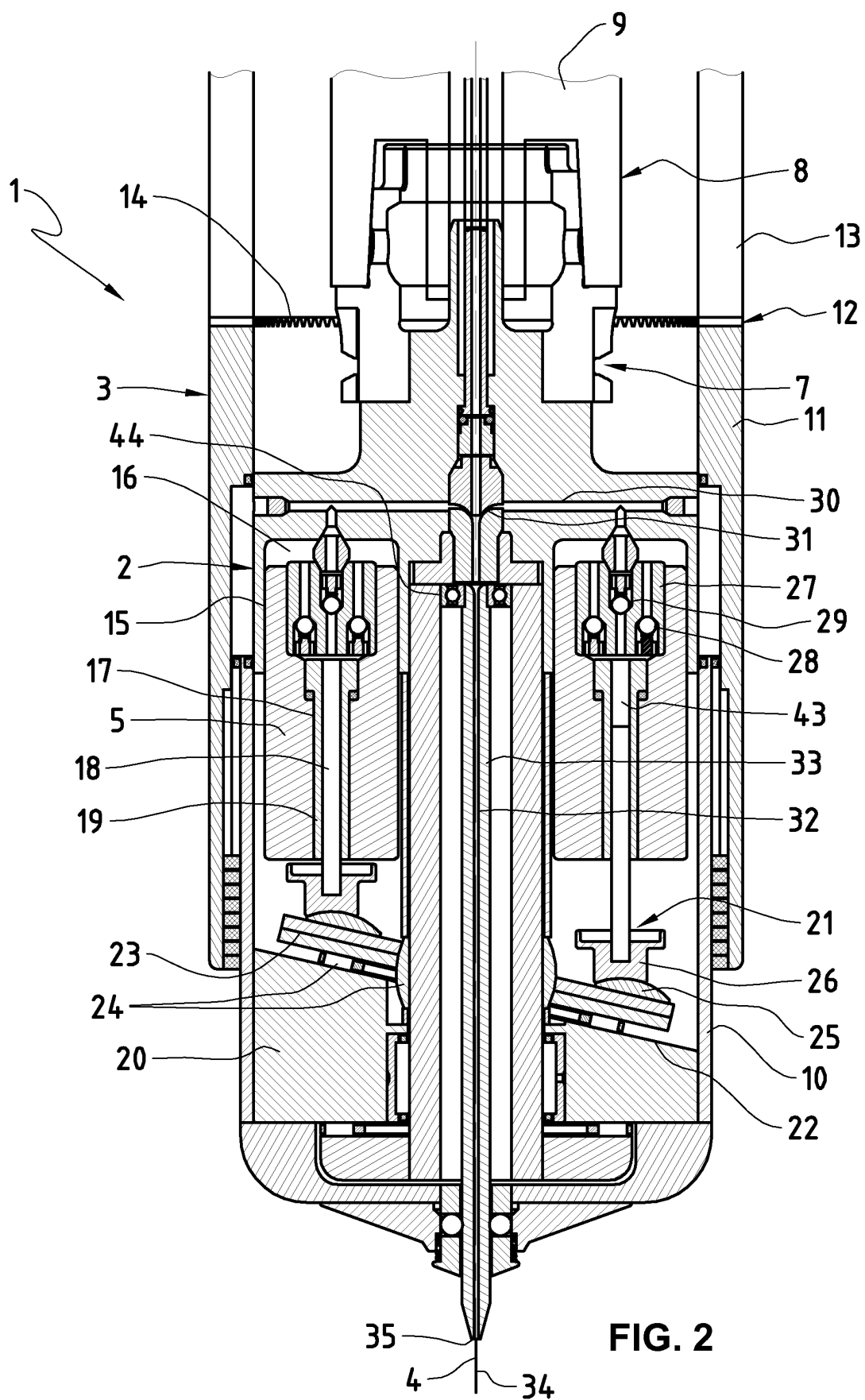


FIG. 1



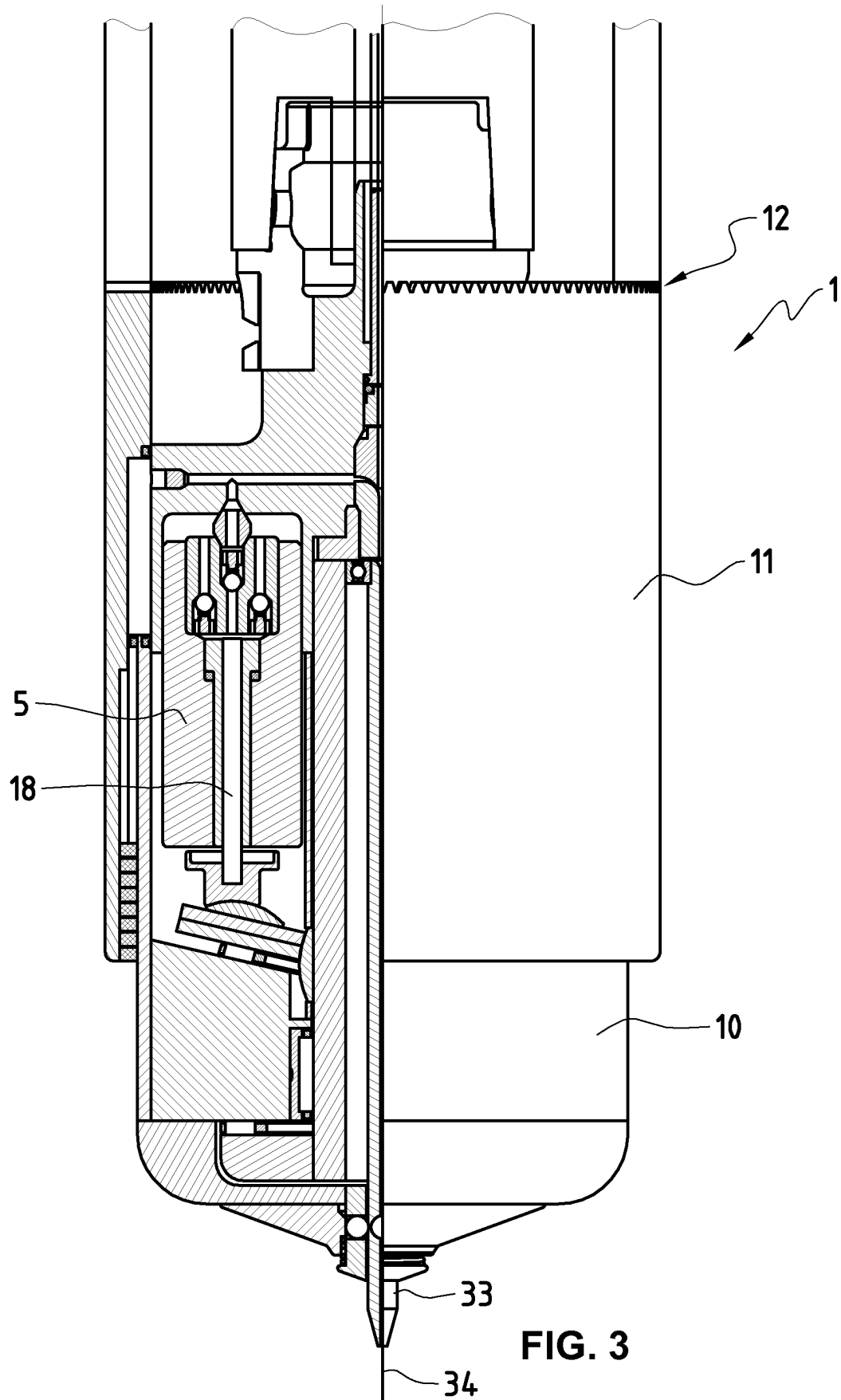


FIG. 3

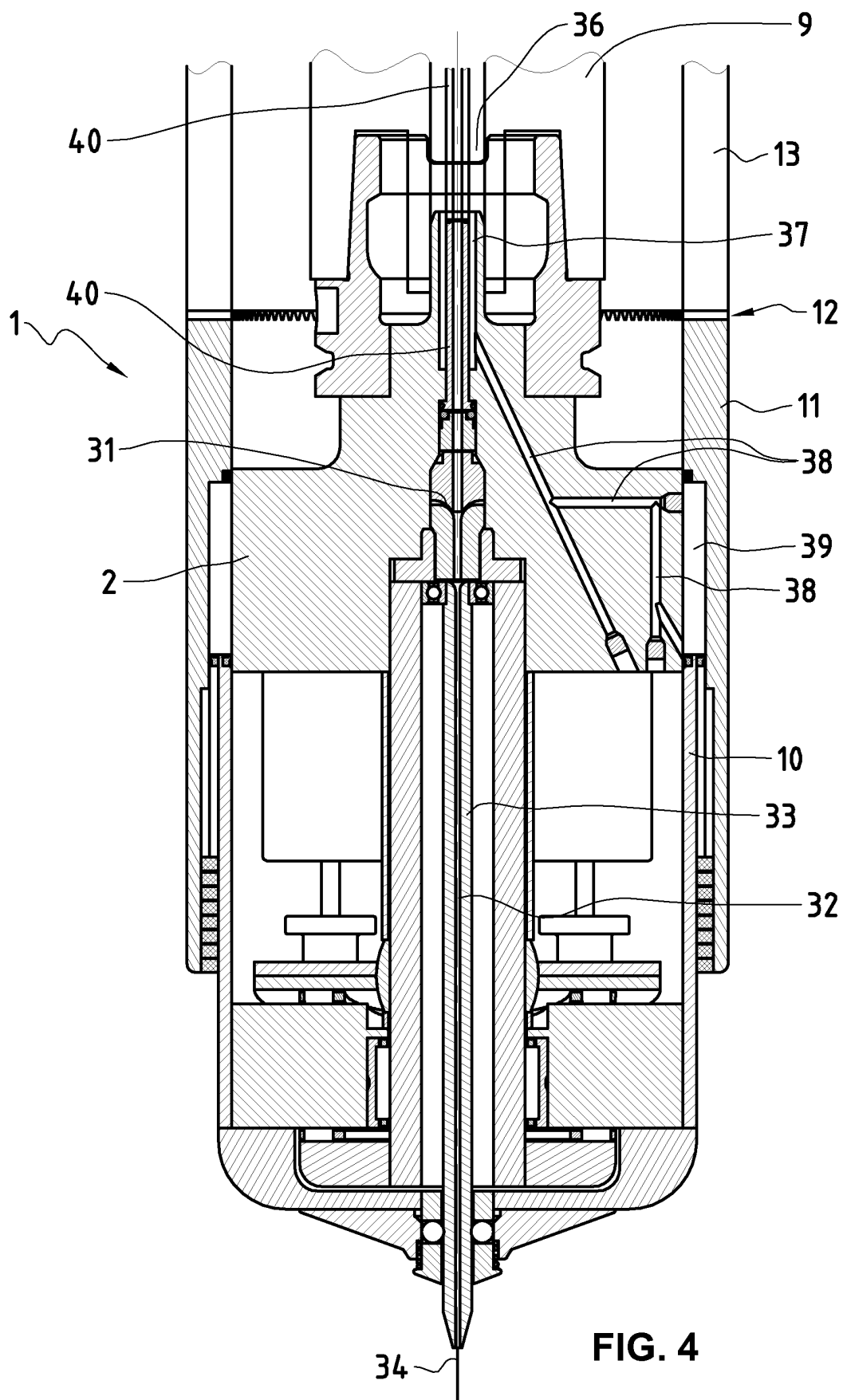


FIG. 4

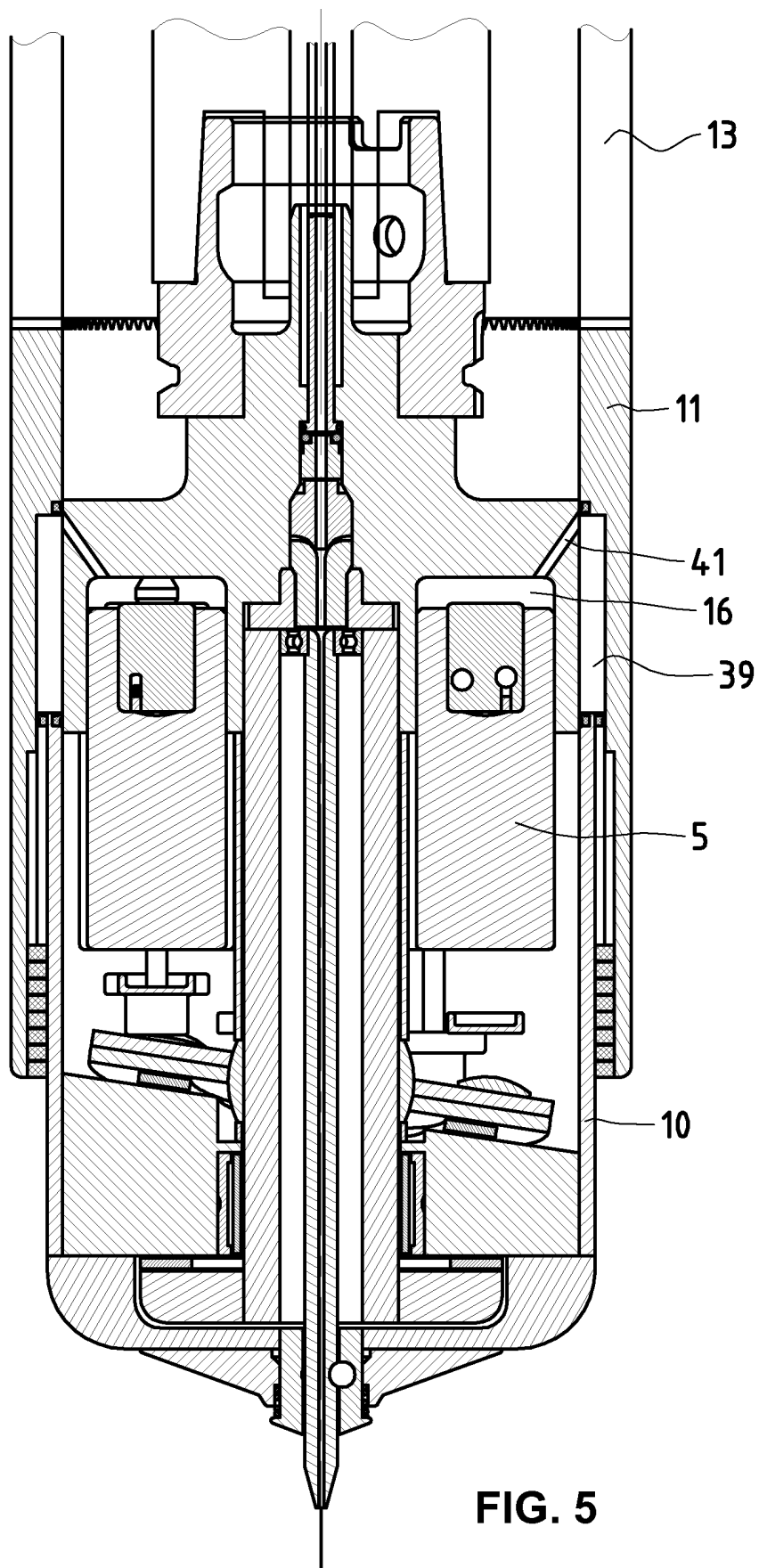
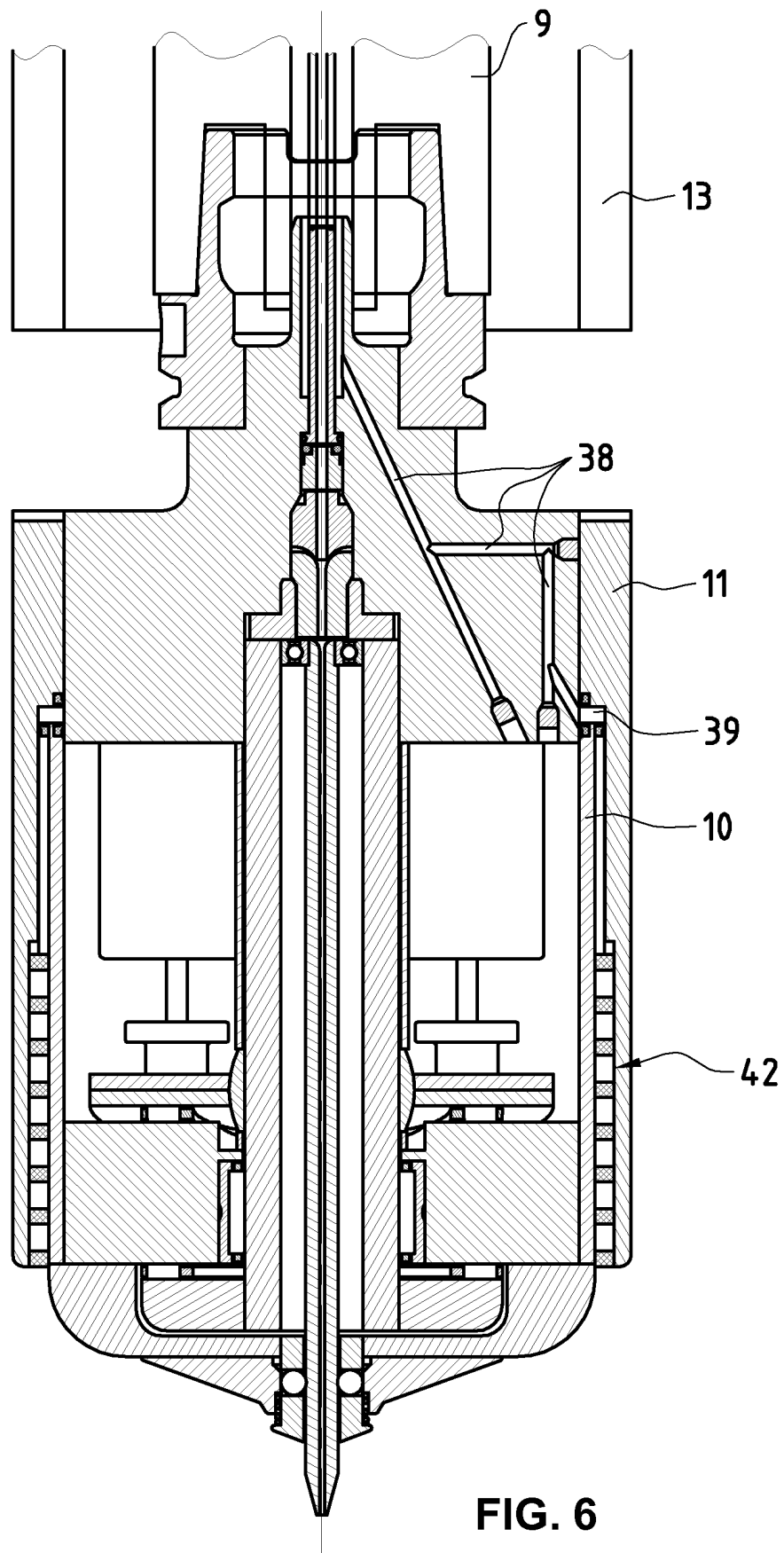
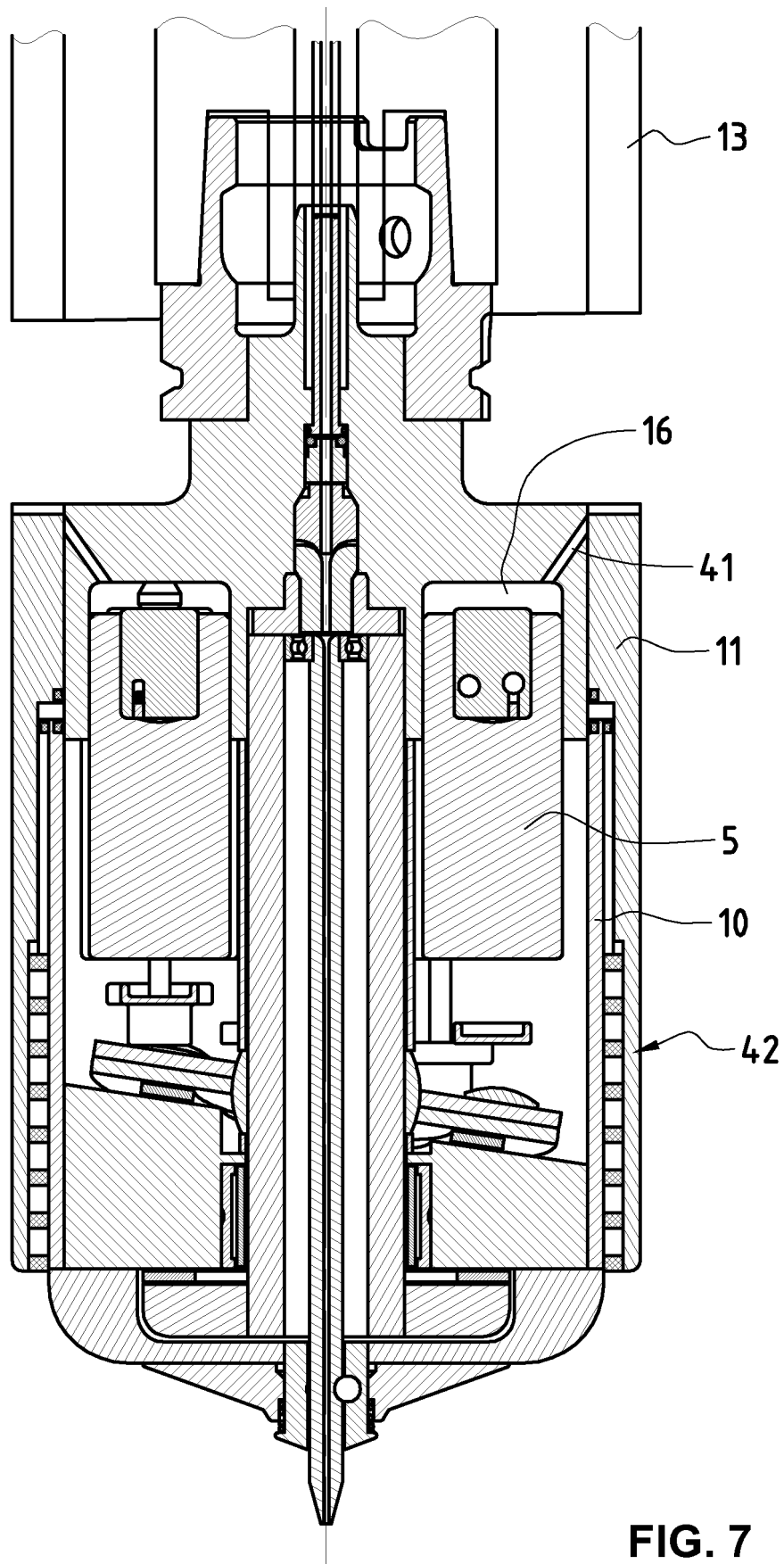


FIG. 5





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

- US 4776769 A [0001]
- EP 0383556 A [0002]