



(10) **DE 10 2016 205 657 B4** 2021.06.10

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 205 657.3**
(22) Anmeldetag: **06.04.2016**
(43) Offenlegungstag: **12.10.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **10.06.2021**

(51) Int Cl.: **B23B 51/10** (2006.01)
B23B 51/06 (2006.01)
B23D 77/00 (2006.01)

Innerhalb von neun 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:
Gühring KG, 72458 Albstadt, DE

(74) Vertreter:
**Winter, Brandl - Partnerschaft mbB,
Patentanwälte, 85354 Freising, DE**

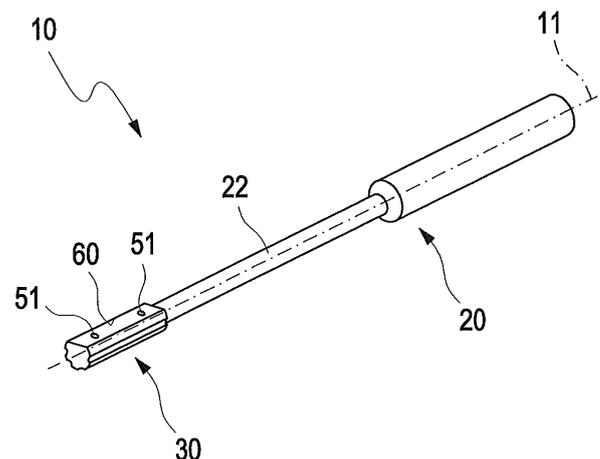
(72) Erfinder:
**Schanz, Gerhard, 72393 Burladingen, DE; Beck,
Manfred, 72488 Sigmaringen, DE; Kleiner, Gilbert,
72514 Inzigkofen, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	103 21 670	A1
DE	197 28 157	A1
DE	10 2008 056 782	A1
DE	11 67 302	B

(54) Bezeichnung: **SPANABHEBENDES WERKZEUG ZUM ENTGRATEN VON BOHRUNGEN**

(57) Hauptanspruch: Spanabhebendes Werkzeug (10) zum Entgraten von Bohrungen (1), die seitlich in eine Ausnehmung (2) münden, mit:
einem Schaft (20),
einem Schneidkopf (30) mit umfangsseitig zumindest einem Schneidkeil, dem eine Spannute zugeordnet ist und der eine Schneide (31) aufweist, die sich zumindest abschnittsweise in axialer Richtung erstreckt, aufgrund einer Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück eine Schneidbearbeitung vornimmt und auf einer virtuellen zylindrischen Rotationsfläche (40) liegt, deren Durchmesser dem Nenn Durchmesser des spanabhebenden Werkzeugs entspricht, und zumindest einem schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereich (32),
zumindest einem schneidkopfseitig geschlossenen Fluidkanal (21), der sich durch den Schaft (20) und bis in den Schneidkopf (30) hinein erstreckt, und
zumindest einem von dem Fluidkanal (21) ausgehenden Stichkanal (50) mit einer in dem schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereich (32) liegenden Mündungsöffnung (51) dadurch gekennzeichnet, dass
die in dem schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereich (32) liegende Mündungsöffnung (51) in einer gegenüber der virtuellen Rotationsfläche (40) des Schneidkopfs (30) radial zurückgesetzten Staudruckwirkfläche (60, 160, 260) liegt, die größer ist als eine Strömungsquerschnittsfläche des zumindest einen Stichkanals (50) an der Mündungsöffnung (51).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein spanabhebendes Werkzeug, insbesondere drehangetriebenes, spanabhebendes Werkzeug zum Entgraten von Bohrungen, die seitlich in eine beispielsweise zylindrische Ausnehmung münden.

[0002] Das Entgraten von Bohrungen, die seitlich in eine beispielsweise zylindrische Ausnehmung münden, stellt ein großes Problem dar. Derartige Bohrungen sind zum Beispiel auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugtechnik - bei Radialbohrungen, die in eine zentrale Axialbohrung der Nockenwelle oder der Kurbelwelle münden - und der Mobilhydraulik dann unumgänglich, wenn es beispielsweise darum geht, einen in einer zentralen Bohrung aufgenommenen Ventilkolben über Steueranschlüsse in Form von Radialkanälen anzusteuern. Da diese Radialkanäle in der Regel in einem Bohrbearbeitungsgang hergestellt werden müssen, kann selbst bei spezieller Gestaltung des Bohrwerkzeugs nicht zuverlässig ausgeschlossen werden, dass in einem Bereich, in dem der Radialkanal in die zentrale Bohrungsausnehmung mündet, ein Grat oder ein Restspan verbleibt.

[0003] Abgesehen davon, dass dieser Span die Strömungsverhältnisse beeinflusst und damit die Justierung und Funktion der entsprechenden hydraulischen Steuerung beeinträchtigt, besteht das besondere Problem, dass ein solcher Span, wenn er nicht vor Inbetriebnahme entfernt wird, nach gewisser Zeit abgerissen wird und im System folgenschwere Schäden verursacht.

[0004] Man hat daher seit jeher und im Zuge der immer empfindlicher werdenden Steuerungstechnik mit zunehmendem Aufwand versucht, diese Spanreste so vollständig wie möglich von der Radialkanalmündung zu entfernen. Dabei sind speziell gestaltete Werkzeuge zum Einsatz gelangt, mit denen der am Schaft sitzende Schneidkopf möglichst positionsgenau an den zu entfernenden Span herangeführt werden konnte. Die erforderliche große Präzision führt aber dazu, dass sich der Herstellungsprozess wesentlich verteuerte.

[0005] Ein spanabhebendes Werkzeug zum Entgraten derartiger Bohrungen, das diese Aufgabe mit relativ geringem Aufwand löst, ist beispielsweise aus der DE 103 21 670 A1 bekannt. Diese Druckschrift zeigt und beschreibt ein drehangetriebenes Werkzeug zum Entgraten von Durchbrüchen, z.B. Bohrungen. Das Werkzeug hat einen an einem Schaft sitzenden Schneidkopf mit zumindest einer Schneidkante, die sich zumindest abschnittsweise in axialer Richtung erstreckt. In das Werkzeug ist eine Radialkraft-Erzeugungseinrichtung integriert, mit der der Schneidkopf bei seiner Drehbewegung gesteuert radial auslenkbar ist. Die Radialkraft-Erzeugungsein-

richtung weist einen innenliegenden Strömungsmittelkanal aus, von zumindest ein Stichkanal ausgeht, der im Bereich des Schneidkopfs in eine äußere Umfangsfläche des Werkzeugs mündet. Das aus der Mündungsöffnung des zumindest einen Stichkanals austretende Strömungsmittel staut sich an der gegenüberliegenden Innenwandung der Ausnehmung, wodurch zwischen dem Werkzeug und der Innenwandung der Ausnehmung ein Staudruck gebildet wird, der den Schneidkopf radial elastisch auslenkt.

[0006] Das in der vorgenannten Druckschrift angegebene Werkzeug kann den Entgratvorgang bei Bohrungen, die seitlich in eine beispielsweise zylindrische Ausnehmung münden, zuverlässig und fehlerfrei durchführen. Die Ausbildung des zumindest einen Stichkanals im Bereich des Schneidkopfs erfordert allerdings eine präzise und damit relativ aufwändige Bearbeitung, um die Schneidkanten des Schneidkopfs nicht zu beschädigen. Zudem ist bei diesem Werkzeug ein relativ hoher Zufuhrdruck des Strömungsmittels notwendig, um einen genügend großen Staudruck und damit eine genügend hohe Radialkraft zu erzeugen, die eine radiale Auslenkung des Schneidkopfs bewirkt.

[0007] Ein weiteres spanabhebendes Werkzeug zum Entgraten der oben beschriebenen Bohrungen ist aus der DE 10 2008 056 782 A1 bekannt. Im Unterschied zur DE 103 21 670 A1 besteht der Schneidkopf des Werkzeugs aus der DE 10 2008 056 782 A1 aus einem Schneidteilbereich und einem schneidlosen, im Querschnitt kreissegmentförmigen Teilbereich, an dessen äußerer Umfangsfläche mindestens zwei von einem zentralen Strömungsmittelkanal radial ausgehende Stichkanäle münden. Wie bei dem Werkzeug aus der DE 103 21 670 A1 ist auch bei dem Werkzeug der DE 10 2008 056 782 A1 ein relativ hoher Zufuhrdruck des Strömungsmittels notwendig, um einen genügend großen Staudruck und damit eine genügend große Radialkraft zu erzeugen, die eine radiale Auslenkung des Schneidkopfs bewirkt.

[0008] Ein weiteres Werkzeug zum Entfernen eines Innengrates an Rohren ist in der DE 1 167 302 B gezeigt. Ein in ein längsnahtgeschweißtes Rohr eingeführter Stahlhalter weist an seiner einem Schneidstahl gegenüberliegenden Seite mehrere auf die Rohrrinnenwand gerichtete düsenartige Bohrungen auf. Aus den Bohrungen strömt ein Druckmittel in Form von Flüssigkeit oder Luft aus, so dass in einem Spalt zwischen dem Stahlhalter und der Rohrrinnenwand ein Flüssigkeits- oder Luftpolster hohen Druckes entsteht und aufrecht erhalten wird, das den Schneidstahl gegen den Schweißgrat presst.

[0009] In der DE 197 28 157 A1 ist ein rotierendes Schaftwerkzeug mit einem Schneidkopf und zwei Führungsleisten gezeigt, das in der Mantelfläche des Schneidkopfes eine Vertiefung aufweist, in die

ein von einem Hauptkanal abführender Zweigkanal zur Kühl-/Schmierstoffzuführung mündet. Die Ausbildung der Vertiefung soll eine gleichmäßige Verteilung des Kühl-/Schmierstoffes und eine Benetzung der Führungsleisten ermöglichen.

[0010] Ausgehend von dem aus der DE 10 2008 056 782 A1 bekannten Werkzeug liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein Werkzeug bereitzustellen, mit dem es gelingt, ohne großen Aufwand eine höhere Radialkraft am Schneidkopf zu erzeugen und dadurch den Entgratungsvorgang sehr wirkungsvoll, aber weiterhin präzise, wirtschaftlich, zuverlässig und fehlerfrei durchführen zu können.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein spanabhebendes Werkzeug mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand abhängiger Ansprüche.

[0012] Ein erfindungsgemäßes, spanabhebendes Werkzeug, insbesondere ein drehangetriebenes, spanabhebendes Werkzeug, z.B. eine Reibahle, zum Entgraten von Bohrungen, die seitlich in eine beispielsweise zylindrische Ausnehmung münden, hat einen Schaft; einen Schneidkopf mit umfangsseitig zumindest einem Schneidkeil, dem eine Spannut zugeordnet ist und der eine Schneide aufweist, die sich zumindest abschnittsweise in axialer Richtung erstreckt, aufgrund einer Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück eine Schneidbearbeitung vornimmt und auf einer virtuellen zylindrischen Rotationsfläche liegt, deren Durchmesser dem Nenndurchmesser des spanabhebenden Werkzeugs entspricht, und zumindest einen rotationsflächenseitigen schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich; zumindest einen schneidkopfseitig geschlossenen Fluidkanal; und zumindest einen von dem Fluidkanal ausgehenden Stichkanal mit einer in dem schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich liegenden Mündungsöffnung. Im Unterschied zu dem eingangs diskutierten Stand der Technik liegt bei dem erfindungsgemäßen, spanabhebenden Werkzeug die in dem schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich liegende Mündungsöffnung in einer gegenüber der virtuellen zylindrischen Rotationsfläche des Schneidkopfs radial zurückgesetzten Staudruckwirkfläche, die größer ist als eine Strömungsquerschnittsfläche des zumindest einen Stichkanals an der Mündungsöffnung.

[0013] Der Schneidkopf kann in Umfangsrichtung demnach in einen Schneidkeilteilbereich und einen schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich geteilt sein. Der Schneidkeilteilbereich weist den zumindest einen Schneidkeil auf, der eine Schneide und in der üblichen Weise eine Span- und Freifläche definiert, und dem eine Spannut zugeordnet ist. Der

schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich hat dagegen weder einen Schneidkeil noch eine Spannut.

[0014] Der schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich, der die Staudruckwirkfläche enthält, ermöglicht eine Verteilung des an der Mündungsöffnung des zumindest einen Stichkanals austretenden Fluids in dem Bereich oder Volumen zwischen dem Werkzeug und der zu bearbeitenden Innenwandung der Ausnehmung. Der sich in diesem Bereich oder Volumen durch das die Mündungsöffnung des zumindest einen Stichkanals verlassenden Fluids aufbauende Staudruck wirkt auf die Staudruckwirkfläche, wodurch eine Radialkraft erzeugt wird, die eine Auslenkung des Schneidkopfs in Richtung des zumindest einen Schneidkeils bewirkt.

[0015] Die Staudruckwirkfläche ist eine beliebige ebene oder unebene, z.B. konvexe oder konkave, Fläche, die in dem schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich des Schneidkopfs liegt und gegenüber der virtuellen Rotationsfläche des Schneidkopfs radial zurückgesetzt ist, d.h. radial innerhalb der virtuellen Rotationsfläche liegt, die den Nenndurchmesser des Werkzeugs definiert. Die Staudruckwirkfläche ist daher eine Fläche, auf die bei einer Entgratbearbeitung einer Bohrung und einer Fluidversorgung des Werkzeugs der sich zwischen dem Schneidkopf und der gegenüberliegenden Innenwandung der Ausnehmung bildende Staudruck wirkt. Die Staudruckwirkfläche liegt gegenüber, vorteilhaft zumindest im Wesentlichen diametral gegenüber, des zumindest einen Schneidkeils. Bei mehreren Schneidkeilen liegt die Staudruckwirkfläche gegenüber, vorteilhaft zumindest im Wesentlichen diametral gegenüber, der Mitte des im Querschnitt segmentförmigen Schneidkeilteilbereichs, in dem die mehreren Schneidkeile liegen.

[0016] Weil die Staudruckwirkfläche gegenüber der virtuellen Rotationsfläche des Schneidkopfs radial zurückgesetzt ist, ist der für die Erzeugung einer Radialkraft auf das Werkzeug verantwortliche Flächeninhalt der Staudruckwirkfläche größer als die Strömungsquerschnittsfläche an der Mündungsöffnung des zumindest einen Stichkanals. Unter der Voraussetzung einer genügend großen Fluidzufuhr in das Werkzeug, was sich werkzeugmaschinentechnisch ohne weiteres realisieren lässt, erzeugt der sich zwischen dem Schneidkopf des Werkzeugs und der gegenüberliegenden Innenwandung der Ausnehmung bildende Fluidstaudruck abhängig von der Größe der Staudruckwirkfläche eine Radialkraft, die den Schneidkopf radial in Richtung des zumindest einen Schneidkeils auslenkt.

[0017] Infolge der radialen Auslenkung bewegt sich die zumindest eine Schneide des Schneidkeils des Werkzeugs, das eine Taumelbewegung ausführt, im Wesentlichen auf einer Kreisbahn um die Längsmit-

tel- oder Drehachse des Werkzeugs. Es hat sich gezeigt, dass es auf diese Weise gelingt, den Grat bzw. die ggfs. vorhandenen Spanreste schonend und dennoch reproduzierbar und zuverlässig abzutragen, ohne Gefahr zu laufen, dass an anderer Stelle weitere Restspanbildung auftritt. Selbstverständlich können am Schneidkopf mehrere Schneidkeile angebracht sein, so dass die erforderliche Bearbeitungszeit des Werkstücks herabgesetzt werden kann.

[0018] Das erfindungsgemäße spanabhebende Werkzeug zeichnet sich also dadurch aus, dass die Staudruckwirkfläche so vorgesehen ist, dass die Summe der im Bereich der Staudruckwirkfläche zwischen dem Schneidkopf und der Innenwandung der Ausnehmung erzeugten Staudruckkräfte den Schaft radial in Richtung des zumindest einen Schneidkeils auslenken kann. Wie bereits erwähnt, ist dafür Voraussetzung, dass die Menge an zugeführtem Fluid ausreichend groß ist und sich ein stationärer Strömungszustand in dem Bereich oder Volumen zwischen dem Schneidkopf, im Besonderen der Staudruckwirkfläche des schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereichs, und der gegenüberliegenden Innenwandung der Ausnehmung einstellen kann. Diese Voraussetzung lässt sich durch eine entsprechende Ansteuerung einer werkzeugmaschinenseitig vorgesehenen Fluidzufuhreinrichtung ohne weiteres erfüllen.

[0019] Durch die Ausgestaltung des spanabhebenden Werkzeugs mit einer Staudruckwirkfläche wird im Vergleich zum Stand der Technik bei gleichem Fluiddruck eine größere Radialkraft erzeugt und der Entgratungsvorgang kann sehr wirkungsvoll und effizient durchgeführt werden. Ein weiterer Vorteil wird mit dem erfindungsgemäßen spanabhebenden Werkzeug dadurch erhalten, dass mit geringem Aufwand eine große Radialkraft erzeugt werden kann und sich deshalb das ein und dasselbe spanabhebende Werkzeug zum Entgraten unterschiedlich großer Bohrungsdurchmesser verwenden lässt.

[0020] Dabei spielt keine Rolle, auf welche Weise die Staudruckwirkfläche am Schneidkopf erzeugt wurde. Beispielsweise kann bei dem in der DE 103 21 670 A1 angegebenen Werkzeug ein schneidkeil- und spanntutfreier Flächenbereich bzw. eine Staudruckwirkfläche einfach dadurch erzeugt werden, dass am Schneidkopf in einem Bereich, in dem eine Mündungsöffnung zumindest eines Stichkanals liegt, durch beispielsweise ein zumindest teilweises Abschleifen oder dergleichen eines oder mehrerer Schneidkeile ein Flächenbereich geschaffen wird, in dem ein in axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung begrenzter Teil einer oder mehrerer Schneidkeile entfernt sind. Der so erhaltene schneidkeil- und spanntutfreie Flächenbereich weist dann eine Staudruckwirkfläche auf, in der die Mündungsöffnung des zumindest einen Stichkanals liegt und die

im Flächeninhalt größer ist als die Strömungsquerschnittsfläche des zumindest einen Stichkanals.

[0021] Ebenso kann bei dem in der DE 10 2008 056 782 A1 angegebenen Werkzeug ein schneidkeil- und spanntutfreier Flächenbereich bzw. eine Staudruckwirkfläche einfach dadurch erzeugt werden, dass in dem schneidenlosen Teilbereich des Schneidkopfs durch ein Abschleifen oder dergleichen ein (schneidkeil- und spanntutfreier) Flächenbereich geschaffen wird, der gegenüber der virtuellen Rotationsfläche des Schneidkopfs, in der die Schneidkanten des Schneidkopfs liegen, radial zurückgesetzt ist und in dem die Mündungsöffnung wenigstens eines Stichkanals liegt. Der so erhaltene (schneidkeil- und spanntutfreie) Flächenbereich bildet dann eine erfindungsgemäße Staudruckwirkfläche.

[0022] Der zumindest eine Fluidkanal verläuft vorzugsweise entlang der Längsmittel- oder Drehachse des spanabhebenden Werkzeugs und erstreckt sich dabei von einem Einspannabschnitt des Schafts bis in den Schneidkopf. In diesem Fall lässt sich der Fluidkanal besonders einfach als eine zentrische Bohrung, z.B. Sacklochbohrung, in das Werkzeug ausbilden. Der Schneidkopf ist an seinem in Werkzeugvorschubrichtung gelegenen Ende verschlossen, so dass dort kein Fluid aus dem Fluidkanal austreten kann. Stattdessen tritt das Fluid über den zumindest einen Stichkanal, dessen Mündungsöffnung im schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich liegt, aus dem spanabhebenden Werkzeug aus. Das erfindungsgemäße, spanabhebende Werkzeug kann aber auch mehrere, im Schaft, z.B. parallel verlaufende, Fluidkanäle haben.

[0023] Der zumindest eine Stichkanal verläuft im Wesentlichen in radialer Richtung, vorzugsweise rechtwinklig zum Fluidkanal. In diesem Fall lässt sich der zumindest eine Stichkanal besonders einfach als eine radiale Bohrung ausbilden. Das spanabhebende Werkzeug kann im schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich aber auch mehrere Stichkanäle haben, deren Mündungsöffnungen in dem schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich liegen. Durch mehrere Stichkanäle lässt sich das in das Werkzeug zugeführte Fluid rascher über die Staudruckwirkfläche verteilen, wodurch eine wirkungsvollere und schnellere Bearbeitung möglich ist. Der Verlauf der Stichkanäle vom Fluidkanal bis zu den im schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich liegenden Mündungsöffnungen kann grundsätzlich beliebig gestaltet sein.

[0024] Es hat sich gezeigt, dass das Fluid selbst ein gasförmiges Medium, z.B. Luft oder ein Aerosol, sein kann, vorzugsweise kommt aber ein zur spanenden Bearbeitung gängiges flüssiges Kühlschmiermittel zum Einsatz.

[0025] Versuche haben gezeigt, dass die durch den Staudruck erzeugte Radialkraft umso größer ist, je größer die Staudruckwirkfläche im Vergleich zur Strömungsquerschnittsfläche des zumindest einen Stichkanals an der Mündungsöffnung ist. Die Staudruckwirkfläche kann dabei achsparallel oder in einem Winkel zur Längsmittelachse des spanabhebenden Werkzeugs angeordnet sein. Die Staudruckwirkfläche kann dabei die Form einer konkaven, konvexen oder ebenen Fläche, aber auch die Form einer muldenartigen Vertiefung, z.B. einer Axialnut, haben. Die ebene Fläche kann plangeschliffen oder plangefräst gebildet sein. Es ist auch möglich, dass innerhalb des schneidkeil- und spanntuttfreien Flächenbereichs mehrere unterschiedlich ausgerichtete Staudruckwirkflächen angeordnet sind.

[0026] Die Staudruckwirkfläche kann die gleiche axiale Länge haben wie der Schneidkopf, also in axialer Richtung sich über die gesamte Länge des Schneidkopfs erstrecken. Die Staudruckwirkfläche des spanabhebenden Werkzeugs kann aber auch eine kleinere axiale Länge als der Schneidkopf haben. In diesem Fall kann die Staudruckwirkfläche in einem axialen Abstand vor dem stirn- und/oder schaftseitigen Ende des Schneidkopfs enden. Im Besonderen kann die Staudruckwirkfläche in einem definierten Abstand vor dem vorderen und hinteren Ende des Schneidkopfs enden. Dadurch ergibt sich eine Art taschenartiger Raum zwischen dem Schneidkopf und der zu bearbeitenden Innenwandung der Ausnehmung. Der axiale Abfluss des Fluids entlang des schneidkeil- und spanntuttfreien Flächenbereichs bzw. der Staudruckwirkfläche des spanabhebenden Werkzeugs wird dadurch behindert und der Staudruck erhöht.

[0027] Der Teil des Schafts des spanabhebenden Werkzeugs, der nicht dem Einspannen des Werkzeugs dient, kann gegenüber dem Schneidkopf im Durchmesser verjüngt sein. Dies sorgt für eine höhere Elastizität des spanabhebenden Werkzeugs und erleichtert die radiale Auslenkung des Schneidkopfs.

[0028] Der Schneidkopf des spanabhebenden Werkzeugs kann zumindest auf seiner dem Schaft abgewandten Seite einen an sich bekannten Anschnitt haben. Dadurch wird das Einführen des spanabhebenden Werkzeugs weiter vereinfacht. Wenn ein Anschnitt auf beiden Seiten des Schneidkopfs ausgebildet ist, kann das spanabhebende Werkzeug auch zum Entgraten des innenliegenden Austritts einer Bohrung genutzt werden, in die das spanabhebende Werkzeug eingeführt wird.

[0029] Der Schneidkopf kann wie in der DE 10 2008 056 782 A1 in Umfangsrichtung in einen schneidkeilteilbereich und einen schneidkeil- und spanntuttfreien Flächenteilbereich geteilt sein, der den schneidkeil- und spanntuttfreien Flächenbereich

bildet. In diesem Fall kann der erfindungsgemäße schneidkeil- und spanntuttfreie Flächenbereich innerhalb des schneidkeil- und spanntuttfreien Flächenteilbereichs liegen.

[0030] Das spanabhebende Werkzeug kann als ein stehendes Schneidwerkzeug, z.B. als Drehmeißel, oder als ein um eine Längsmittelachse als Drehachse rundlaufendes Zerspannungswerkzeug, z.B. als ein Fräs-, Bohr-, insbesondere Tieflochbohr-, geradegenutetes Bohr- oder Spiralbohrwerkzeug, oder als Reibahle ausgeführt sein.

[0031] Für die Materialwahl des spanabhebenden Werkzeugs gibt es praktisch keine Einschränkungen. Das spanabhebende Werkzeug kann entweder insgesamt oder aber zumindest im Bereich des Schneidkopfs aus einem hochfesten Werkstoff, wie z.B. verschleißfesten Stahl, Schnellstahl (HSS, HSSE, HSSEBM), Hartmetall, Keramik oder Cermet hergestellt sein, wobei auch geeignete Beschichtungen Anwendung finden können.

[0032] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das spanabhebende Werkzeug eine Reibahle und hat die Staudruckwirkfläche die Form einer ebenen Fläche. Weiter hat das Werkzeug einen entlang der Längsmittelachse des spanabhebenden Werkzeugs verlaufenden Fluidkanal, einen Schneidkopf, dessen Durchmesser größer als der Durchmesser des Schafts ist sowie einen nach dem Vorbild der DE 10 2008 056 782 A1 einen schneidkeilteilbereich mit drei schneidkeilen mit geraden Nuten. Hinsichtlich des fertigungstechnischen Aufwands und der möglichen erzeugbaren Radialkraft erweist sich diese Ausführungsform als sehr vorteilhaft.

[0033] Nachfolgend werden anhand der beiliegenden Zeichnungen verschiedene Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen spanabhebenden Werkzeugs erläutert.

[0034] In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines spanabhebenden Werkzeugs einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 eine erste schematische Seitenansicht des spanabhebenden Werkzeugs aus **Fig. 1**;

Fig. 3 eine zweite schematische Seitenansicht des spanabhebenden Werkzeugs aus **Fig. 1**;

Fig. 4 eine Querschnittsansicht des Schneidkopfs des spanabhebenden Werkzeugs aus **Fig. 1**;

Fig. 5 eine vergrößert dargestellte Einzelheit A aus **Fig. 2**;

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht eines Schneidkopfs der ersten Ausführungsform eines spanabhebenden Werkzeugs;

Fig. 7 eine Querschnittsansicht des Schneidkopfs aus **Fig. 6**;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Schneidkopfs einer zweiten Ausführungsform eines spanabhebenden Werkzeugs;

Fig. 9 eine Querschnittsansicht des Schneidkopfs aus **Fig. 8**;

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht eines Schneidkopfs einer dritten Ausführungsform eines spanabhebenden Werkzeugs; und

Fig. 11 eine Querschnittsansicht einer in eine zylindrische Ausnehmung mündenden Bohrung.

[0035] Die **Fig. 1** bis **Fig. 7** zeigen eine bevorzugte erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen drehangetriebenen, spanabhebenden Werkzeugs **10**, das beispielsweise in Form einer Reibahle ausgebildet ist.

[0036] Das Werkzeug **10** hat einen Schaft **20**, einen Schneidkopf **30**, einen Fluidkanal **21** und zwei Stichkanäle **50**.

[0037] Der Schaft **20** dient dazu, das Werkzeug in einem Spannfutter oder dergleichen einzuspannen. Die **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen, dass sich der Schaft **20** in Richtung Schneidkopf **30** im Durchmesser verjüngt. Der verjüngte Längenabschnitt **22** des Schafts **20** ist im Durchmesser kleiner als der Nenndurchmesser des Schneidkopfs **30**. Der im Durchmesser verjüngte Längenabschnitt **22** des Schafts **20** sorgt für eine Elastizität des Werkzeugs **10**, die eine radiale Auslenkung des Schneidkopfs **30** erleichtert.

[0038] Der Schneidkopf **30** sitzt axial an dem verjüngten Längenabschnitt **22** des Schafts **20**. Der in der gezeigten Ausführungsform geradegenutete Schneidkopf **30** weist drei Schneidkeile mit drei Schneiden **31** auf, die sich geradlinig in axialer Richtung erstrecken und aufgrund einer Relativbewegung zwischen dem Werkzeug **10** und einem zu bearbeitenden Werkstück eine Schneidbearbeitung vornehmen und die auf einer virtuellen zylindrischen Rotationsfläche **40** liegen (siehe **Fig. 4**). Der Durchmesser der virtuellen zylindrischen Rotationsfläche **40** entspricht dem Nenndurchmesser des Schneidkopfs **30** des Werkzeugs **10**. Der Schneidkopf **30** weist des Weiteren einen schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereich **32** auf, in dem sich kein Schneidkeil und keine Spanntut befinden und der daher keine Schneidbearbeitung vornimmt.

[0039] Das Werkzeug **10** hat des Weiteren einen innenliegenden, schneidkopfseitig geschlossenen Fluidkanal **21**, der sich entlang der Längsmittel-

achse **11** durch den Schaft **20** bis in den Schneidkopf **30** hinein erstreckt und von dem im Bereich des Schneidkopfs **30** zwei radiale Stichkanäle **50** ausgehen. Die Stichkanäle **50** sind so angeordnet, dass sie mit einer Mündungsöffnung **51** in einer Staudruckwirkfläche **60** münden, die innerhalb des schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereichs **32** liegt, wie es in **Fig. 4** gezeigt ist.

[0040] Die Staudruckwirkfläche **60** ist in der gezeigten Ausführungsform gemäß den **Fig. 1**, **Fig. 3**, **Fig. 4**, **Fig. 6** und **Fig. 7** eine ebene rechteckige Fläche, die parallel zur Längsmittelachse **11** verläuft und gegenüber der Rotationsfläche **40** des Schneidkopfs **30** radial zurückgesetzt ist. Die Staudruckwirkfläche **60** liegt daher radial innerhalb der virtuellen Rotationsfläche **40**. Der radiale Abstand r der Staudruckwirkfläche **60** von der Längsmittelachse **11** ist kleiner als der Radius R der virtuellen zylindrischen Rotationsfläche **40**, deren Durchmesser dem Nenndurchmesser des Werkzeugs **10** entspricht. Die **Fig. 1** und **Fig. 3** zeigen, dass sich die Staudruckwirkfläche **60** in axialer Richtung über die gesamte Länge des Schneidkopfs **30** erstreckt, also die gleiche axiale Länge hat wie der Schneidkopf **30**. Die **Fig. 1** und **Fig. 3** zeigen weiter, dass diese Staudruckwirkfläche **60** größer ist als die Summe der Strömungsquerschnittsflächen der Stichkanäle **50** an den Mündungsöffnungen **51**.

[0041] Die **Fig. 4** zeigt, dass die Staudruckwirkfläche **60** zumindest im Wesentlichen gegenüber der Mitte des im Querschnitt segmentförmigen Schneidkeilteilbereichs **33** liegt, in dem die Schneidkeile mit Schneiden **31** angeordnet sind. Die Staudruckwirkfläche **60** ist vorteilhaft im Wesentlichen senkrecht zur Winkelhalbierenden des im Querschnitt segmentförmigen Schneidkeilteilbereichs **33** bzw. des Segments des schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereichs **32** angeordnet.

[0042] Die **Fig. 4** zeigt darüber hinaus, dass die Mantelfläche des schneidkeil- und spanntutfreien Flächenbereichs **32** in der gezeigten Ausführungsform zwei zylindrische Rotationsflächenabschnitte **32a**, **32b** und die Staudruckwirkfläche **60** aufweist.

[0043] Der schneidkeil- und spanntutfreie Flächenbereich **32** ermöglicht über die Staudruckwirkfläche **60** eine Verteilung des an den Mündungsöffnungen der Stichkanäle **50** austretenden Fluids in dem Bereich oder Volumen zwischen dem Werkzeugs **10** und der gegenüberliegenden Innenwandung der Ausnehmung **2** eines zu bearbeitenden Werkstücks. In der Annahme einer ausreichenden Fluidzufuhr in den Fluidkanal **21** wirkt der sich in diesem Bereich oder Volumen aufbauende Staudruck des die Mündungsöffnungen **51** der Stichkanäle **50** verlassenden Fluids auf die Staudruckwirkfläche **60**, wodurch eine Radialkraft erzeugt wird, die eine Auslenkung des

Schneidkopfs **30** in Richtung der Schneidkeile mit Schneiden **31** bewirkt.

[0044] Infolge der radialen Auslenkung bewegen sich die Schneiden **31** der Schneidkeile im Wesentlichen auf einer Kreisbahn um die Längsmittelachse **11**. Es hat sich gezeigt, dass es auf diese Weise gelingt, einen Grat bzw. ggfs. vorhandenen Spanreste in einer Bohrung **1**, die seitlich in eine beispielsweise zylindrische Ausnehmung **2** mündet, schonend und dennoch reproduzierbar und zuverlässig abzutragen, ohne Gefahr zu laufen, dass an anderer Stelle weitere Restspanbildung auftritt.

[0045] Der Schneidkopf **30** des Werkzeugs **10** hat des Weiteren auf seiner dem Schaft **20** abgewandten Seite einen an sich bekannten Anschnitt **34**.

[0046] Das erfindungsgemäße, spanabhebende Werkzeug **10** zeichnet sich also dadurch aus, dass die Staudruckwirkfläche **60** so vorgesehen ist, dass die Summe der im Bereich der Staudruckwirkfläche **60** zwischen dem Schneidkopf **30** und der Innenwandung der Ausnehmung **2** erzeugten Staudruckkräfte den Schaft **20** radial in Richtung der Schneidkeile mit Schneiden **31** auslenken kann. Wie bereits erwähnt, ist dafür Voraussetzung, dass die Menge an in den Fluidkanal **21** zugeführtem Fluid ausreichend groß ist, damit sich ein stationärer Strömungszustand in dem Bereich oder Volumen zwischen dem Schneidkopf **30**, im Besonderen der Staudruckwirkfläche **60** des schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereichs **32**, und der gegenüberliegenden Innenwandung der Ausnehmung **2** einstellen kann. Eine ausreichend große Fluidzufuhr lässt sich werkzeugmaschinentechnisch ohne weiteres realisieren.

[0047] Die **Fig. 8** und **Fig. 9** zeigen eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen, spanabhebenden Werkzeugs. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform nur durch die Form der Staudruckwirkfläche **160**. Die Staudruckwirkfläche **160** ist in der zweiten Ausführungsform als eine im Querschnitt, in Richtung des Stichkanals, konvexe Axialnut geformt.

[0048] Die **Fig. 10** zeigt eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen, spanabhebenden Werkzeugs. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform durch die Länge der Staudruckwirkfläche **260**. Die Staudruckwirkfläche **260** hat zwar wie bei der ersten Ausführungsform die Form einer ebenen Fläche, aber die axiale Länge der Staudruckwirkfläche **260** ist in der dritten Ausführungsform kleiner als die axiale Länge des Schneidkopfs **30**. Die Staudruckwirkfläche **260** endet in einem axialen Abstand vor dem stirn- und schaftseitigen Ende des Schneidkopfs **30**. Dadurch ergibt sich eine Art taschenartiger Raum zwischen dem Schneidkopf **30** und der zu bearbeitenden Innenwandung der Aus-

nehmung **2**. Der axiale Abfluss des Fluids entlang des schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereichs bzw. der Staudruckwirkfläche **260** des spanabhebenden Werkzeugs wird dadurch behindert und der Staudruck erhöht.

[0049] In den in den **Fig. 1** bis **Fig. 10** gezeigten Ausführungsformen ist die Staudruckwirkfläche **60** achsparallel zur Längsmittelachse **11** des spanabhebenden Werkzeugs **10** angeordnet. Diese kann aber auch in einem Winkel zur Längsmittelachse des spanabhebenden Werkzeugs angeordnet sein.

[0050] Des Weiteren kann die Staudruckwirkfläche im Unterschied zu den gezeigten Ausführungsformen die Form einer konkaven oder konvexen Fläche haben.

[0051] Es ist auch möglich, dass innerhalb des schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereichs mehrere unterschiedlich ausgerichtete Staudruckwirkflächen angeordnet sind.

[0052] Im Unterschied zu der in **Fig. 4** gezeigten Gestaltung des schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereichs, kann die Staudruckwirkfläche radial weiter zurückgesetzt sein, wodurch sich die beiden zylindrischen Rotationsflächenabschnitte verkleinern und die Staudruckwirkfläche vergrößert. Die Staudruckwirkfläche kann soweit zurückgesetzt sein, dass die Mantelfläche des schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereichs im Wesentlichen nur noch aus Staudruckwirkfläche besteht.

[0053] Des Weiteren können im Schneidkeilteilbereich mehr oder weniger als drei Schneidkeile angeordnet sein.

[0054] Ebenso kann das spanabhebende Werkzeug mehr oder weniger als zwei Stichkanäle haben. Der Verlauf der Stichkanäle von dem zentralen Fluidkanal bis zu den im schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereich liegenden Mündungsöffnungen kann grundsätzlich beliebig gestaltet sein.

[0055] Des Weiteren kann das spanabhebende Werkzeug auch mehrere im Schaft, z.B. parallel, verlaufende Fluidkanäle haben, die jeweils zu einem zugeordneten Stichkanal führen.

[0056] Das spanabhebende Werkzeug kann zusätzlich zur auf seiner dem Schaft abgewandten Seite auch auf seiner dem Schaft zugewandten Seite des Schneidkopfs einen Anschnitt haben, so dass das spanabhebende Werkzeug auch zum Entgraten des inneninliegenden Austritts einer Ausnehmung genutzt werden, in die das spanabhebende Werkzeug eingeführt wird.

[0057] Zudem spielt es keine Rolle, auf welche Weise die Staudruckwirkfläche am Schneidkopf erzeugt wurde. Beispielsweise kann bei dem in der DE 103 21 670 A1 angegebenen Werkzeug ein schneidkeil- und spanntfreier Flächenbereich bzw. eine Staudruckwirkfläche einfach dadurch erzeugt werden, dass am Schneidkopf in einem Bereich, in dem eine Mündungsöffnung zumindest eines Stichkanals liegt, durch ein Abschleifen oder eine andere abtragende Bearbeitung ein Flächenbereich, in dem ein axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung begrenzter Teil einer oder mehrerer Schneidkeile entfernt sind, geschaffen wird. Der so erhaltene schneidkeil- und spanntfreie Flächenbereich weist dann eine Staudruckwirkfläche auf, in der die Mündungsöffnung des zumindest einen Stichkanals liegt und die im Flächeninhalt größer ist als die Strömungsquerschnittsfläche des zumindest einen Stichkanals. In diesem Fall kann die Mantelfläche des schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereichs im Unterschied zu der in **Fig. 4** gezeigten Gestaltung nur aus Staudruckwirkfläche bestehen.

[0058] Das spanabhebende Werkzeug ist in den gezeigten Ausführungsformen beispielsweise als eine Reibahle ausgeführt. Es kann aber auch als ein stehendes Schneidwerkzeug, z.B. als Drehmeißel, oder als ein um eine Längsmittelachse als Drehachse rundlaufendes Zerspannungswerkzeug, z.B. als ein Fräs-, Bohr-, insbesondere Tieflochbohr-, geradegenutetes Bohr- oder Spiralbohrwerkzeug, ausgeführt sein.

Patentansprüche

1. Spanabhebendes Werkzeug (10) zum Entgraten von Bohrungen (1), die seitlich in eine Ausnehmung (2) münden, mit:
einem Schaft (20),
einem Schneidkopf (30) mit umfangsseitig zumindest einem Schneidkeil, dem eine Spannute zugeordnet ist und der eine Schneide (31) aufweist, die sich zumindest abschnittsweise in axialer Richtung erstreckt, aufgrund einer Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück eine Schneidbearbeitung vornimmt und auf einer virtuellen zylindrischen Rotationsfläche (40) liegt, deren Durchmesser dem Nenndurchmesser des spanabhebenden Werkzeugs entspricht, und zumindest einem schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereich (32),
zumindest einem schneidkopfseitig geschlossenen Fluidkanal (21), der sich durch den Schaft (20) und bis in den Schneidkopf (30) hinein erstreckt, und
zumindest einem von dem Fluidkanal (21) ausgehenden Stichkanal (50) mit einer in dem schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereich (32) liegenden Mündungsöffnung (51) **dadurch gekennzeichnet**, dass
die in dem schneidkeil- und spanntfreien Flächenbereich (32) liegende Mündungsöffnung (51) in ei-

ner gegenüber der virtuellen Rotationsfläche (40) des Schneidkopfs (30) radial zurückgesetzten Staudruckwirkfläche (60, 160, 260) liegt, die größer ist als eine Strömungsquerschnittsfläche des zumindest einen Stichkanals (50) an der Mündungsöffnung (51).

2. Spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Staudruckwirkfläche (60, 160, 260) so vorgesehen ist, dass die Summe der im Bereich der Staudruckwirkfläche (60, 160, 260) zwischen dem spanabhebenden Werkzeug bzw. dem Schneidkopf (30) und der Innenwandung der Ausnehmung (2) erzeugten Staudruckkräfte den Schaft (20) in radialer Richtung auslenken kann.

3. Spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Staudruckwirkfläche (60) die Form einer ebenen Fläche hat.

4. Spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Staudruckwirkfläche (160) die Form einer muldenartigen Vertiefung hat.

5. Spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Staudruckwirkfläche (160) in Richtung des zumindest einen Stichkanals (50) konkav oder konvex geformt ist.

6. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Staudruckwirkfläche (60, 160, 260) achsparallel zur Längsmittelachse (11) des Werkzeugs verläuft.

7. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Staudruckwirkfläche (260) eine kleinere axiale Länge als der Schneidkopf (30) hat.

8. Spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Staudruckwirkfläche (260) in Werkzeugvorschubrichtung gesehen in einem definierten Abstand zum vorderen und hinteren Ende des Schneidkopfs (30) endet.

9. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das spanabhebende Werkzeug zwei geradlinige Stichkanäle (50) hat, die von dem zumindest einen Fluidkanal (21) ausgeht.

10. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Fluidkanal (21) entlang der Längsmittelachse (11) des spanabhebenden Werkzeugs verläuft.

11. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Durchmesser des Schneidkopfs (30) größer als der Durchmesser des Schafts (20) ist.

12. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidkopf (30) eine Vielzahl von Schneidkeilen mit geraden Nuten hat.

13. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidkopf (30) drei Schneidkeile mit geraden Nuten hat.

14. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere innenliegende Fluidkanäle (21) vorgesehen sind.

15. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidkopf (30) zumindest auf seiner vom Schaft (20) abgewandten Seite einen Anschnitt (34) hat.

16. Spanabhebendes Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **gekennzeichnet durch** die Ausbildung als Fräs-, oder Bohrwerkzeug oder als Reibahle.

17. Spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidkopf (30) in Umfangsrichtung in einen Schneidkeilteilbereich (33) und einen schneidkeil- und spanntfreien Teilbereich geteilt ist, der den schneidkeil- und spanntfreienfreien Flächenbereich (32) bildet.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

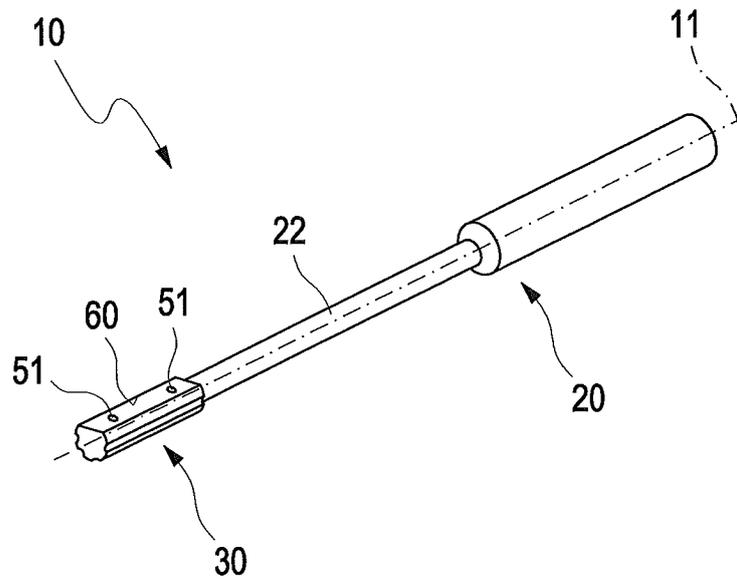


Fig. 1

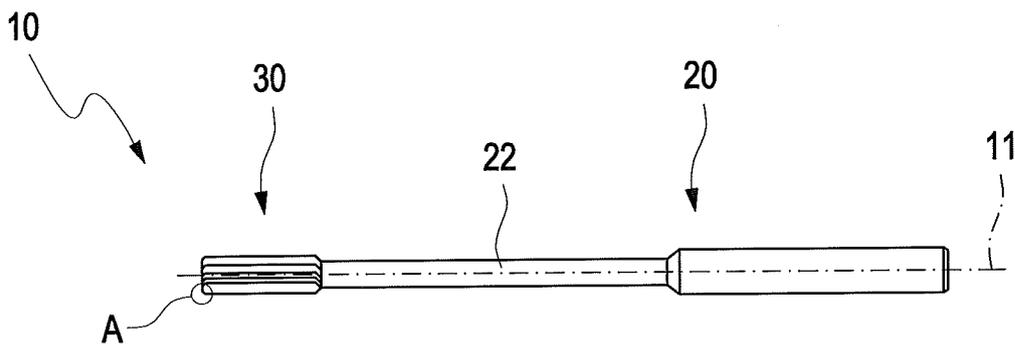


Fig. 2

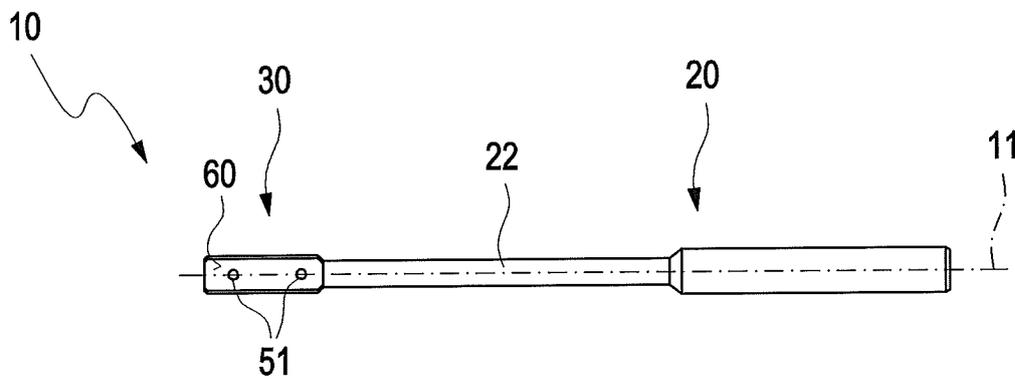


Fig. 3

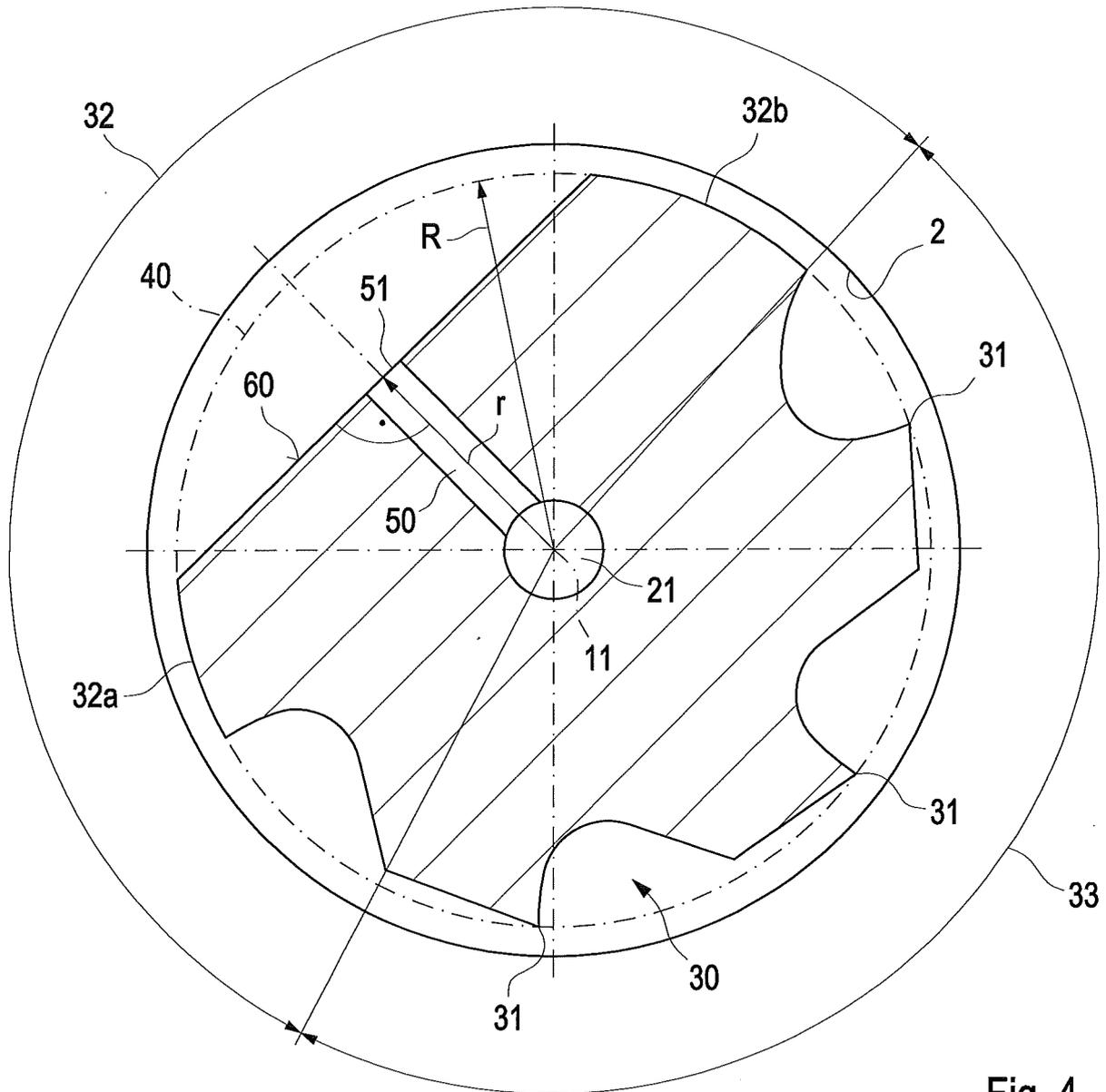


Fig. 4

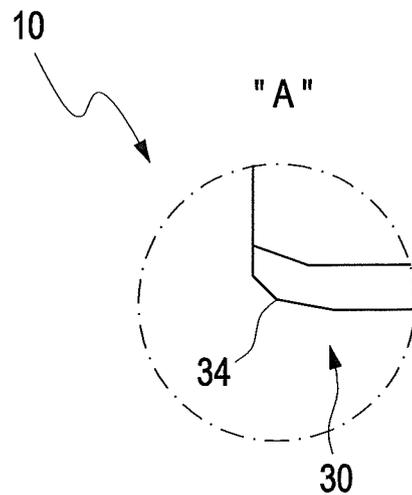


Fig. 5

