



(11) **EP 2 853 346 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.04.2015 Patentblatt 2015/14

(51) Int Cl.:
B24B 33/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14178840.6**

(22) Anmeldetag: **28.07.2014**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **WFL Millturn Technologies GmbH &
Co. KG**
4030 Linz (AT)

(72) Erfinder: **Koll, Reinhard**
4040 Lichtenberg (AT)

(30) Priorität: **26.07.2013 AT 504752013**

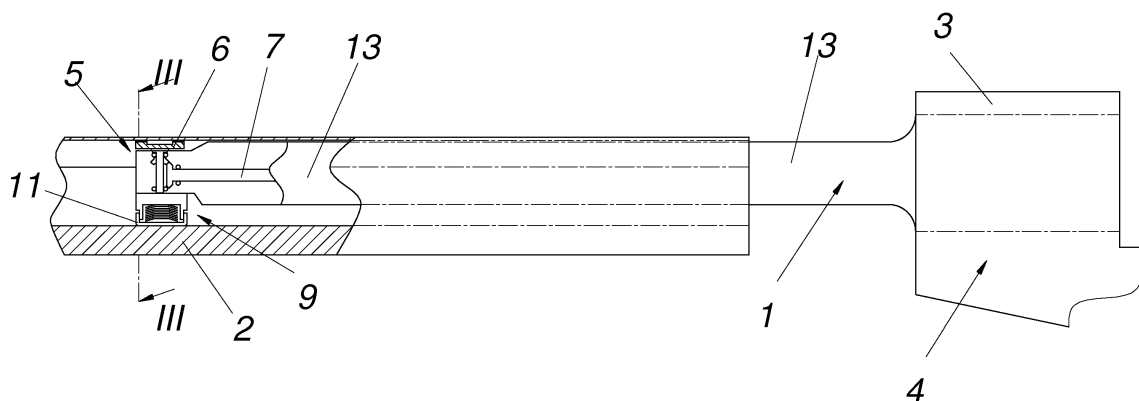
(74) Vertreter: **Jell, Friedrich**
Bismarckstrasse 9
4020 Linz (AT)

(54) **Werkzeughalter, Werkzeugmaschine und Verfahren zum Innenbearbeiten, insbesondere Innenhonen, eines Werkstücks**

(57) Es wird ein Werkzeughalter (1, 22, 24) zum Innenbearbeiten, insbesondere Innenhonen, eines Werkstücks (2) mit einem eine geometrisch unbestimmte Schneide aufweisenden Werkzeug (6), mit einer Spindel (7), mit einer mit der Spindel (7) antriebsverbundenen Werkzeugaufnahme (5) zum Bewegen des aufgenommenen Werkzeugs (6) und mit einer Einrichtung (9) zum Andrücken des Werkzeugs (6) in Zustellrichtung (10) an

das Werkstück (2). Um unter anderem auch unrunde Innenflächen feinbearbeiten zu können, wird vorgeschlagen, dass die Einrichtung (9) eine an die Innenseite (8) des Werkstücks (2) anstellbare Abstützung (11) aufweist, die am Werkzeughalter (1, 22, 24) in ihrem Abstand zum Werkzeug (6) einstellbar geführt ist, welches Werkzeug (6) über die Werkzeugaufnahme (5) am Werkzeughalter (1, 22, 24) drehbar gelagert ist.

FIG.1



EP 2 853 346 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Werkzeughalter, eine Werkzeugmaschine und ein Verfahren zum Innenbearbeiten, insbesondere Innenhonen, eines Werkstücks mit einem eine geometrisch unbestimmte Schneide aufweisenden Werkzeug, mit einer Spindel, mit einer mit der Spindel antriebsverbundenen Werkzeugaufnahme zum Bewegen des aufgenommenen Werkzeugs und mit einer Einrichtung zum Andrücken des Werkzeugs in Zustellrichtung an das Werkstück.

Stand der Technik

[0002] Zum Außenhonen von Werkstücken sind aus dem Stand der Technik Werkzeughalter bekannt (DE102012108594A1), die ein in einer Werkzeugaufnahme eingespanntes Werkzeug über eine Spindel oszillierend antreiben. Das Andrücken bzw. Nachstellen des Werkzeugs an das Werkstück übernimmt eine Einrichtung am Werkzeughalter, mit der die Werkzeugaufnahme gegenüber dem Schaft des Werkzeugs in ihrer Lage verstellbar ist. Ein derartiger Werkzeughalter ist zum Innenhonen von Werkstücken mit engen Abmessungen jedoch nicht geeignet. Zudem ist bei tief im Werkstück gelegenen Innenflächen mit einer verminderten Bearbeitungsgenauigkeit zu rechnen, was im Wesentlichen durch die begrenzte Steifigkeit des Schafts des Werkzeughalters bedingt ist.

[0003] Des Weiteren sind zylindrische Werkzeuge zum Innenhonen von Werkstücken bekannt (DE2903162C2), mit denen im Querschnitt runde Innenflächen zerspanend feinbearbeitet werden können.

Darstellung der Erfindung

[0004] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ausgehend vom eingangs geschilderten Stand der Technik einen Werkzeughalter zu schaffen, der nicht nur zum Feinbearbeiten von Innenquerschnitten geeignet ist, sondern auch vergleichsweise tiefe Innenflächen äußerst genau feinbearbeiten kann. Zudem soll der Werkzeughalter kostengünstig und universell verwendbar sein.

[0005] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass die Einrichtung eine an die Innenseite des Werkstücks anstellbare Abstützung aufweist, die am Werkzeughalter in ihrem Abstand zum Werkzeug einstellbar geführt ist, welches Werkzeug über die Werkzeugaufnahme am Werkzeughalter drehbar gelagert ist.

[0006] Weist die Einrichtung eine an die Innenseite des Werkstücks anstellbare Abstützung auf, die am Werkzeughalter in ihrem Abstand zum Werkzeug einstellbar geführt ist, kann selbst in vergleichsweise tiefegelegenen Innenflächen eines Werkstücks ein bearbeitungsgenaueres Innenbearbeiten ermöglicht werden, wenn das Werkzeug über die Werkzeugaufnahme am Werkzeughalter

drehbar gelagert ist. Über die anstellbare Abstützung kann sich nämlich der Werkzeughalter unabhängig von der Steifigkeit seines Schafts am Werkstück abstützen, wodurch das Werkzeug an die Innenfläche positionsgenau angestellt bzw. mit exakt definierter Kraft angedrückt werden kann. Selbst die bei der Führung des Werkzeughalters unvermeidlichen Achstoleranzen einer Werkzeugmaschine können durch die erfindungsgemäße Abstützung keinen negativen Einfluss auf die Qualität des Innenbearbeitens verursachen, was einer universellen Verwendbarkeit des erfindungsgemäßen Werkzeughalters zugutekommt. Insbesondere aber kann durch die erfindungsgemäße Konstruktion von der an das Werkstück anstellbare Abstützung und der beweglichen Werkzeugaufnahme auch jenes Innenbearbeiten von Werkstücken durchgeführt werden, in welchem eine andere als runde Querschnittskontur als Ergebnis der spanenden Feinbearbeitung gefordert wird. Das im Hohlraum des Werkstücks bewegte Werkzeug kann nämlich über die Abstützung der zu bearbeitenden Innenfläche zugestellt werden, wodurch - auf eine Drehbewegung des Werkzeughalters um seine Längsachse verzichtend - auch eine unrunde bzw. eckige Querschnittsform innenonbar wird. Da außerdem mithilfe der Abstützung der Schaft des Werkzeughalters mechanisch entlastet werden kann, kann sich die Möglichkeit eröffnen, einen Werkzeughalter konstruktiv einfach auszubilden und kostengünstig herzustellen, der ein genaues Innenbearbeiten, insbesondere Innenhonen, bzw. eine genaue Bearbeitung tief liegender Innenkonturen ermöglicht.

[0007] Im Allgemeinen wird erwähnt, dass der Werkzeughalter insbesondere Feinbearbeitungswerkzeuge aufweisen kann, beispielsweise Honwerkzeuge oder Schleifwerkzeuge.

[0008] Konstruktiv einfach ausgeführt kann die Abstützung über mindestens eine am Schaft des Werkzeughalters angreifende Führung im Abstand zum Werkzeug einstellbar geführt sein. Zudem können durch eine Abstützung des Schafts die Steifigkeit des Werkzeugs erhöht und damit die Bearbeitungsgenauigkeit verbessert werden. Damit kann unter anderem auch ein mechanisch standfester, länglicher Schaft ermöglicht werden.

[0009] Vereinfachte Konstruktionsbedingungen können sich ergeben, wenn die Führung als Linearführung ausgebildet ist.

[0010] Weist die Führung mindestens ein hydraulisch oder mechanisch betätigbares Stellelement auf, können damit die an einer Werkzeugmaschine vorhandenen aktiven Betätigungseinrichtungen verwendet werden, über den Schaft des Werkzeughalters die Abstützung zu betätigen. Der Werkzeughalter kann dadurch weiter konstruktiv vereinfacht werden.

[0011] Eine Entlastung des Werkzeughalters hinsichtlich Biegung kann ermöglicht werden, wenn die Abstützung und die Werkzeugaufnahme an gegenüberliegenden Schaftseiten vorgesehen sind.

[0012] Weist der Werkzeughalter ein Winkelgetriebe auf und ist die Spindel über das Winkelgetriebe mit der

Werkzeugaufnahme antriebsverbundenen, kann ein vergleichsweise schlanker Werkzeughalter geschaffen werden, mit dem selbst enge Innenquerschnitte eines Werkstücks mit rotierenden Werkzeugen innengehont werden können.

[0013] Wirkt die Abstützung parallel zur Abtriebswelle des Winkelgetriebes krafterzeugend, kann die Lagerung der Werkzeugaufnahme bzw. damit die bewegliche Führung des Werkzeugs erheblich verbessert werden. Die Bearbeitungsgenauigkeit des Werkzeughalters kann so erhöht werden.

[0014] Beschädigungen an der Innenfläche des innen zu bearbeitenden Werkstücks sind vermeidbar, wenn die Abstützung an ihrer Anstellfläche eine geringe Härte als das Werkstück aufweist.

[0015] Diese Beschädigungsgefahr kann weiter vermindert werden, wenn eine drehbar gelagerte Rolle die Anstellfläche der Abstützung ausbildet.

[0016] Eine sich im Hohlraum des Werkstücks spreizende Abstützung kann geschaffen werden, wenn die Abstützung mehrere parallel wirkende Abstützelemente mit getrennten Anstellflächen aufweist. Zudem kann dadurch die Führung des Werkzeugs verbessert werden, was die Innenbearbeitung hinsichtlich ihrer Genauigkeit erhöhen kann.

[0017] Ist jedem Abstützelement je eine Führung zugeordnet, kann die Genauigkeit durch erhöhte Einstellmöglichkeiten verbessert werden. Damit kann nämlich eine Feinverstellung der Neigung des Werkzeugs zum Werkstück ermöglicht werden, insbesondere wenn beide Abstützelemente unabhängig voneinander in ihrem Abstand zum Werkzeug einstellbar sind.

[0018] Vorteilhafte Verhältnisse zum Innenbearbeiten von Werkstücken können sich ergeben, wenn der Werkzeughalter bei einer mehrachsrig bewegbaren Aufnahme einer Werkzeugmaschine eingesetzt ist.

[0019] Die Erfindung hat sich außerdem die Aufgabe gestellt, ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren zum Feinbearbeiten, insbesondere Innenhonen, eines Werkstücks mit einem Werkzeughalter derart zu verbessern, dass damit unrunde oder eckige Innenquerschnitte auch in vergleichsweise tiefe Lagen genau feinbearbeitet werden können.

[0020] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe, indem der Werkzeughalter wenigstens teilweise in das Werkstück eingebracht, die Abstützung und das Werkzeug des Werkzeughalters an eine Innenfläche des Werkstücks angestellt und das Werkstück über das am Werkzeughalter befestigte Werkzeug, das eine geometrisch unbestimmte Schneide aufweist, spanend innenbearbeitet wird, wobei beim Innenbearbeiten die Abstützung wenigstens einen Teil der Andrückkraft des rotierenden Werkzeugs an das Werkstück erzeugt.

[0021] Dadurch, dass der Werkzeughalter wenigstens teilweise in das Werkstück eingebracht und die Abstützung und das Werkzeug des Werkzeughalters an eine Innenfläche des Werkstücks angestellt wird, können sich vorteilhafte Führungsverhältnisse am Werkzeug erge-

ben, die zu einem verbesserten spanenden Innenbearbeiten des Werkstücks führen können, wenn beim Innenbearbeiten die Abstützung wenigstens einen Teil der Andrückkraft des rotierenden Werkzeugs an das Werkstück erzeugt. Gegenüber dem Stand der Technik kann damit das erfindungsgemäße Verfahren unrunde oder eckige Innenquerschnitte auch in vergleichsweise tiefen Innenlagen am Werkstück genau fein bearbeitet.

10 Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0022] In den Figuren ist beispielsweise der Erfindungsgegenstand anhand mehrerer Ausführungsvarianten näher dargestellt. Es zeigen

15

Fig. 1 eine Seitenansicht auf einen in ein Werkstück zum Innenhonen eingeführten Werkzeughalter nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

20

Fig. 2 eine vergrößerte, abgerissene Ansicht der Fig. 1,

25

Fig. 3 eine Schnittansicht nach III-III der Fig. 1,

30

Fig. 4 eine abgerissene Seitenansicht auf einen anderen Werkzeughalter nach einem zweiten Ausführungsbeispiel und

35

Fig. 5 eine Schnittansicht durch einen weiteren Werkzeughalter mit einer zweigeteilten Abstützung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

30

[0023] Der nach Fig. 1 beispielsweise dargestellte Werkzeughalter 1 zum Innenbearbeiten eines metallischen Werkstücks 2 ist an einer mehrachsrig bewegbaren Aufnahme 3 einer Werkzeugmaschine 4 befestigt. Der Werkzeughalter 1 weist eine an diesem drehbar gelagerte Werkzeugaufnahme 5 auf, an der ein Werkzeug 6 befestigt ist. Das Werkzeug 6 weist eine geometrisch unbestimmte Schneide auf und ist vorzugsweise als Honwerkzeug ausgebildet. Damit können Werkstücke innen geschliffen und/oder innengehont werden. Die Drehbewegung der Werkzeugaufnahme 5 wird durch den Antriebsverbund mit der Spindel 7 des Werkzeughalters 1 erzeugt. Die Spindel 7 ist über angedeutete Spindellager im oder im Allgemeinen am Werkzeughalter 1 gelagert. Die Spindel 7 wird von der Werkzeugmaschine 4 angetrieben, und zwar von einer nicht näher dargestellten Werkzeugspindel der Werkzeugmaschine 4. Vorstellbar ist auch, dass der Werkzeughalter 1 hierzu selbst einen Antrieb aufweist. Mithilfe der mehrachsrig bewegbaren Aufnahme 3 bzw. Werkzeugaufnahme der Werkzeugmaschine 4 kann der Werkzeughalter 1 bzw. sein Werkzeug 6 an die zu bearbeitende Innenfläche 8 des Werkstücks 2 in Zustellrichtung angedrückt werden.

40

[0024] Um eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit sicherzustellen, wird das Werkzeug 6 jedoch über eine am Werkzeughalter 1 vorgesehene Einrichtung 9 an das Werkstück 2 in Zustellrichtung 10 angedrückt, wie dies insbesondere nach Fig. 2 erkannt werden kann. Zu diesem Zweck ist dieser Einrichtung 9 eine Abstützung 11

45

50

zugeordnet, die an die Innenseite 8 des Werkstücks 2 anstellbar ausgebildet ist. Zudem ist die Abstützung 11 am Werkzeughalter 1 in ihrem Abstand zum Werkzeug 6 einstellbar geführt, was ein positionsgenaueres bzw. kraftgesteuertes Andrücken des Werkzeugs 6 an das Werkstück 2 sicherstellt. Aufgrund dieser erfindungsgemäßen Abstützung 11, die eine Lagerung des Werkzeughalters 1 am Werkstück 2 schafft - im Zusammenspiel mit der von der Honbewegung des Werkzeugs 6 entkoppelten Bewegung des Werkzeughalters 1 - ist es zusätzlich möglich, neben einem Innenbearbeiten von kreisrunden Innenflächen 8 auch Innenflächen mit einer eckigen oder unrunder Querschnittskontur feinzubearbeiten. Solche eine Querschnittskontur ist beispielsweise der Fig. 3 zu entnehmen. Das Werkzeug 6 bearbeitete einen Teil der Innenfläche 8 fein, wobei die Abstützung 11 die Zustellung des Werkzeugs 6 im Wesentlichen übernimmt. Die Aufnahme 3 der Werkzeugmaschine 4 kann diesbezüglich nachgestellt werden, um für einen gleichbleibenden Schnittwinkel zwischen Werkzeug 6 und Werkstück 2 zu sorgen. Nachdem dieser Teilbereich feine bearbeitete worden ist, sind weitere Werkstückbereiche zum Innenbearbeiten denkbar, was jedoch nicht näher dargestellt ist.

[0025] Die Lageverstellung der Abstützung 11 wird konstruktiv durch eine Führung 12 gelöst, die am Schaft 13 des Werkzeughalters 1 angreift bzw. mit diesem fest verbunden ist. Die als Linearführung ausgebildete Führung 12 weist hierzu ein Führungselement 14 auf, auf dem die schuhförmig ausgebildete Abstützung 11 linear verschiebbar gelagert ist.

[0026] Je nach Führungslage der Abstützung 11 an der Führung 12 ist damit der Abstand zum Werkzeug 6 einstellbar, welche Führungslage durch ein der Führung 12 zugeordnetes Stellelement 15 eingestellt wird. Dieses Stellelement 15 ist hydraulisch betätigbar, indem seine Membran 16 entsprechend der Menge an zu- bzw. abgeführte Hydraulikflüssigkeit die Abstützung 11 am Führungselement 14 verlagert, wie dies nach Fig. 2 erkannt werden kann. Diese Hydraulikflüssigkeit kann dem Stellelement 15 beispielsweise über den Schaft 13 des Werkzeughalters 1 zugeführt werden. Als Stellelement 15 ist jedoch auch ein Hydraulikzylinder vorstellbar - zudem sind auch elektrisch betätigbare Stellelemente oder dergleichen denkbar, was nicht näher dargestellt worden ist.

[0027] Wie nach Fig. 2 weiter zu entnehmen, sind die Abstützung 11 und die Werkzeugaufnahme 5 an gegenüberliegenden Schaftseiten 17, 18 vorgesehen, was beim Innenbearbeiten den Schaft 13 hinsichtlich Biegung entlastet.

[0028] Im Werkzeughalter 1, insbesondere in seinem Schaft 13, ist zudem ein Winkelgetriebe 19 vorgesehen. Die Werkzeugaufnahme 5 ist über dieses Winkelgetriebe 19 mit der Spindel 7 antriebsverbunden. Durch diese antriebsseitige Maßnahme ergibt sich ein schlanker Schaft 13 am Werkzeughalter 1. Selbst tief gelegene Innenflächen 8 sind damit vom Werkzeughalter 1 erreichbar.

[0029] Da die Abstützung 11 konzentrisch zur Ab-

triebswelle 20 des Winkelgetriebes 19 krafterzeugend wirkt, ist die Anstellung des Werkzeugs 6 äußerst exakt, was zu besonders guten Bearbeitungsergebnissen führt.

[0030] Zudem weist die Abstützung 11 an ihrer Anstellfläche 21 eine geringere Härte als das Werkstück 2 auf, beispielsweise in Form einer Kunststoffbeschichtung. Dadurch sind Beschädigungen der Innenflächen vermeidbar.

[0031] Der nach Fig. 4 beispielsweise dargestellte Werkzeughalter 22 unterscheidet sich zum nach Fig. 1 dargestellten Werkzeughalter 1 durch seine Anstellfläche 21 der Abstützung 11. Diese Anstellfläche 21 ist auf einer drehbar gelagerten Rolle 23 vorgesehen, um damit die Gefahr einer Oberflächenbeschädigung weiter zu reduzieren.

[0032] Beim nach Fig. 5 lediglich in einer Schnittansicht dargestellten Werkzeughalter 24 ist eine zweiteilige Abstützung 11 zu erkennen, die über zwei Abstützelemente 25 und 26 am Werkstück 2 angestellt ist. Die Abstützelemente 25 und 26 mit ihren getrennten Anstellflächen 27, 28 wirken parallel und Kraft erzeugend in Richtung der Antriebswelle 20. Eine positionsgenaue Führung des Werkzeugs 6 ist damit geschaffen. Den Abstützelementen 25 und 26 ist je eine Führung 12 zugeordnet, um eine Feinverstellung der Neigung des Werkzeugs 6 zum Werkstück 2 zu ermöglichen. Beide Abstützelemente 25 und 26 sind über die Führung 12 unabhängig voneinander einstellbar, was nicht näher dargestellt worden ist.

Patentansprüche

1. Werkzeughalter zum Innenbearbeiten, insbesondere Innenhonen, eines Werkstücks (2) mit einem eine geometrisch unbestimmte Schneide aufweisenden Werkzeug (6), mit einer Spindel (7), mit einer mit der Spindel (7) antriebsverbundenen Werkzeugaufnahme (5) zum Bewegen des aufgenommenen Werkzeugs (6) und mit einer Einrichtung (9) zum Andrücken des Werkzeugs (6) in Zustellrichtung (10) an das Werkstück (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (9) eine an die Innenseite (8) des Werkstücks (2) anstellbare Abstützung (11) aufweist, die am Werkzeughalter (1, 22, 24) in ihrem Abstand zum Werkzeug (6) einstellbar geführt ist, welches Werkzeug (6) über die Werkzeugaufnahme (5) am Werkzeughalter (1, 22, 24) drehbar gelagert ist.
2. Werkzeughalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützung (11) über mindestens eine am Schaft (13) des Werkzeughalters (1, 22, 24) angreifende Führung (12) im Abstand zum Werkzeug (6) einstellbar geführt ist.
3. Werkzeughalter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führung (12) als Linearfüh-

rung ausgebildet ist.

4. Werkzeughalter nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führung (12) mindestens ein hydraulisch oder mechanisch betätigbares Stellelement (15) aufweist. 5
5. Werkzeughalter nach Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützung (11) und die Werkzeugaufnahme (5) an gegenüberliegenden Schaftseiten (17, 18) vorgesehen sind. 10
6. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeughalter (1, 22, 24) ein Winkelgetriebe (19) aufweist und dass die Spindel (7) über das Winkelgetriebe (19) mit der Werkzeugaufnahme (5) antriebsverbunden ist. 15
7. Werkzeughalter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützung (11) parallel zur Abtriebswelle (20) des Winkelgetriebes (19) kraftzeugend wirkt. 20
8. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützung (11) an ihrer Anstellfläche (21) eine geringere Härte als das Werkstück (2) aufweist. 25
9. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine drehbar gelagerte Rolle (23) die Anstellfläche (21) der Abstützung (11) ausbildet. 30
10. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützung (11) mehrere parallel wirkende Abstützelemente (25, 26) mit getrennten Anstellflächen (27, 28) aufweist. 35
40
11. Werkzeughalter nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Abstützelement (25, 26) je eine Führung (12) zugeordnet ist.
12. Werkzeugmaschine mit einer mehrachsiger bewegbarer Aufnahme (3) für Werkzeuge und mit einem in die Aufnahme (3) eingesetzten Werkzeughalter (1, 22, 24) nach einem der Ansprüche 1 bis 11. 45
13. Verfahren zum Innenbearbeiten, insbesondere Innenhonen, eines Werkstücks (2) mit einem Werkzeughalter (1, 22, 24) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem der Werkzeughalter (1, 22, 24) wenigstens teilweise in das Werkstück (2) eingebracht, die Abstützung (11) und das Werkzeug (6) des Werkzeughalters (1, 22, 24) an eine Innenfläche (8) des Werkstücks (2) angestellt und das Werkstück (2) über das am Werkzeughalter (1, 22, 24) befestigte 50
55

Werkzeug (6), das eine geometrisch unbestimmte Schneide aufweist, spanend innenbearbeitet wird, wobei beim Innenbearbeiten die Abstützung (11) wenigstens einen Teil der Andrückkraft des rotierenden Werkzeugs (6) an das Werkstück (2) erzeugt.

FIG.1

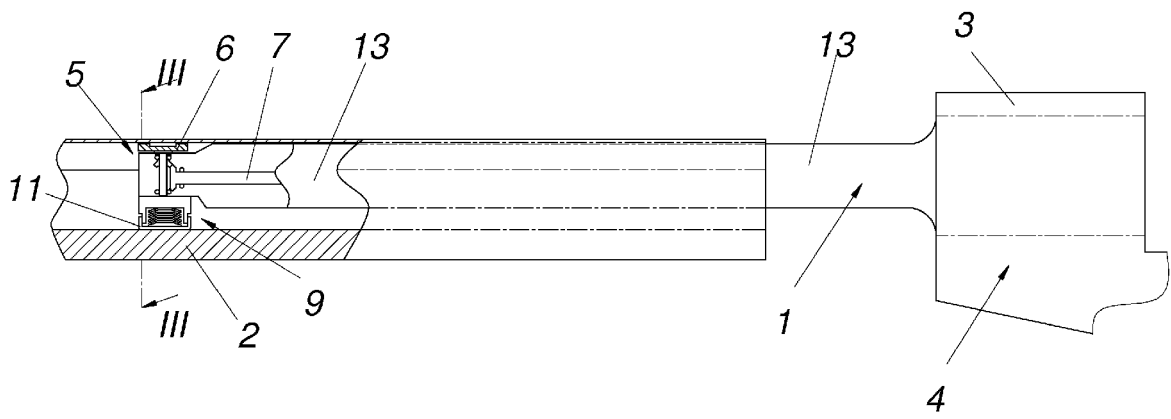


FIG.2

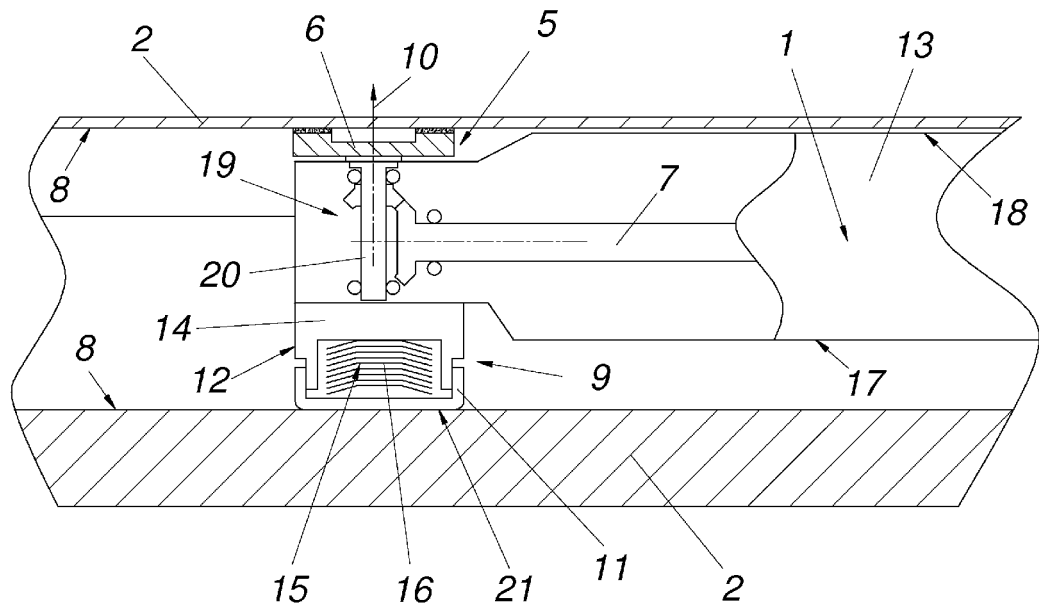


FIG.3

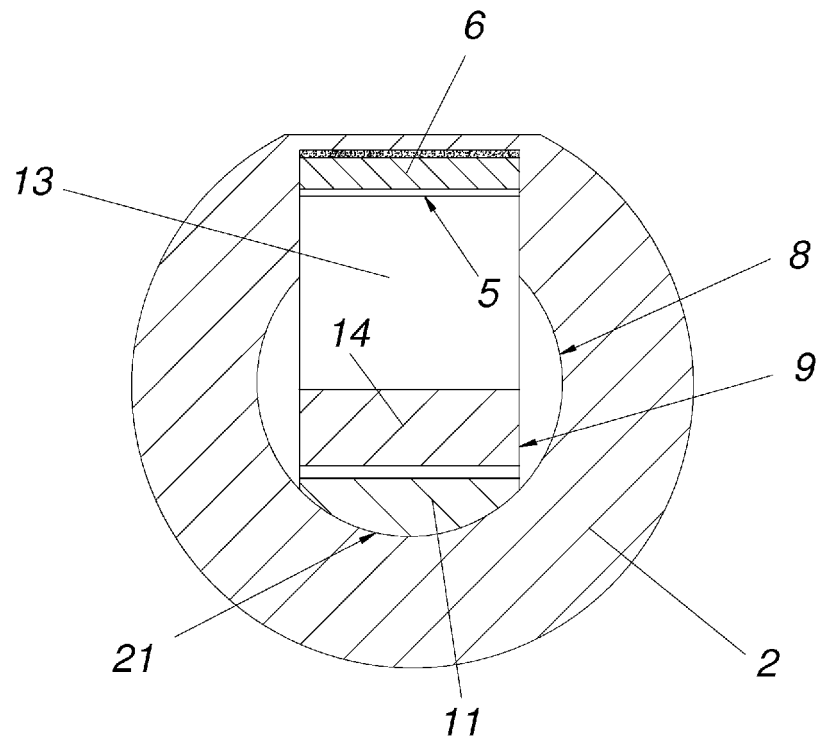


FIG.4

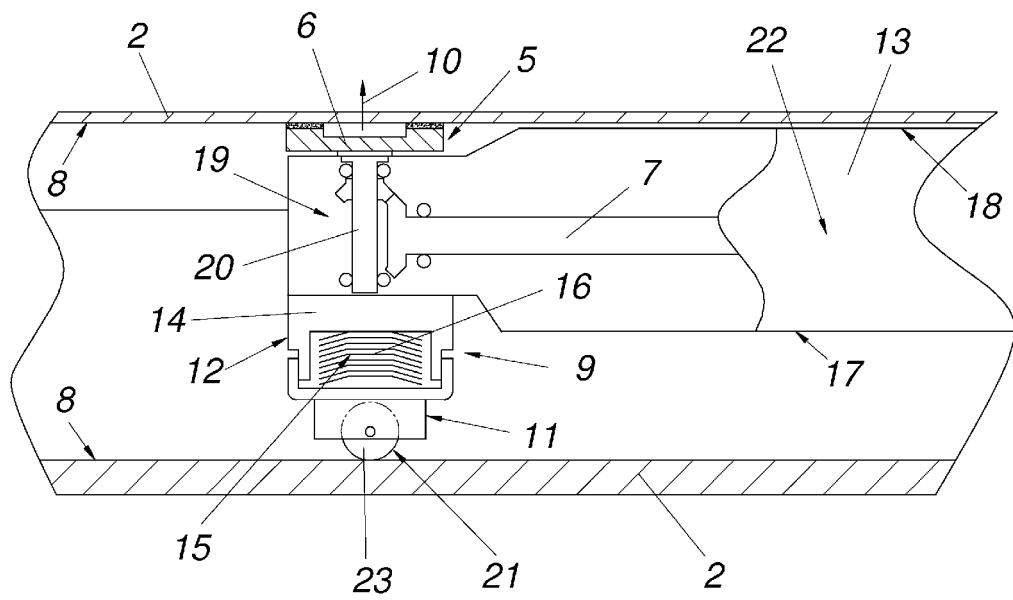
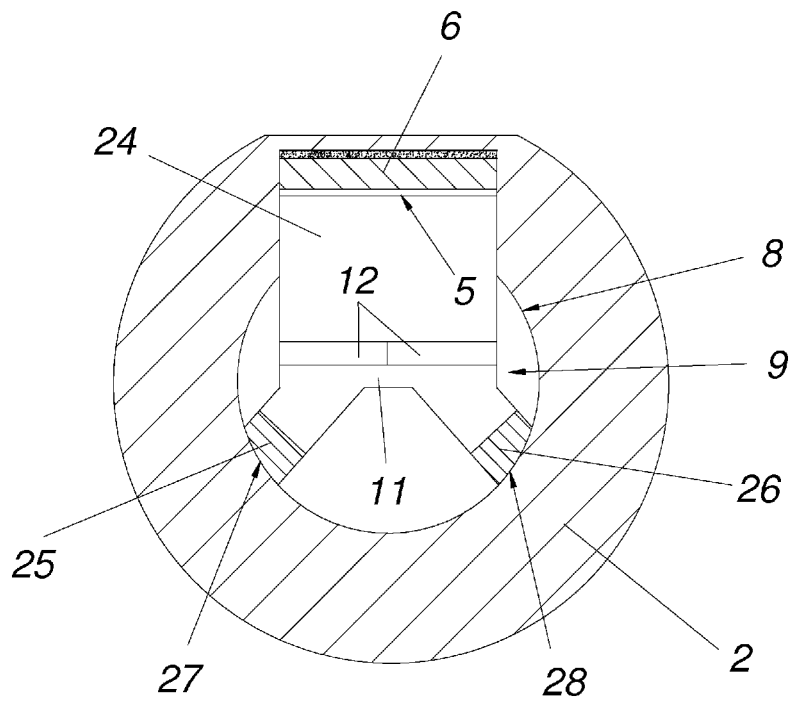


FIG.5



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

- DE 102012108594 A1 [0002]
- DE 2903162 C2 [0003]