

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. Dezember 2016 (29.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2016/207218 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*B23B 31/06* (2006.01)    *B23B 31/30* (2006.01)  
*B23B 31/26* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/064419
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 22. Juni 2016 (22.06.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2015 109 983.7 22. Juni 2015 (22.06.2015) DE  
10 2015 121 559.4  
10. Dezember 2015 (10.12.2015) DE  
10 2016 108 169.8 3. Mai 2016 (03.05.2016) DE
- (71) **Anmelder:** MAUSER-WERKE OBERNDORF MASCHINENBAU GMBH [DE/DE]; Werkstr. 35, 78727 Oberndorf (DE).
- (72) **Erfinder:** HINTERMEIER, Christoph; Mittersteig 11/10, 1040 Wien (AT). REINAUER, Josef; Weidenweg 23, 72488 Sigmaringen (DE).
- (74) **Anwalt:** WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER RÖSS KAISER POLTE - PARTNERSCHAFT MBB; Alois-Steinecker-Str. 22, 85354 Freising (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**  
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)  
— mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1

(54) **Title:** TOOL SPINDLE COMPRISING A CLAMPING DEVICE FOR A TOOL, AND MACHINE TOOL

(54) **Bezeichnung :** WERKZEUGSPINDEL MIT SPANNVORRICHTUNG FÜR EIN WERKZEUG UND WERKZEUGMASCHINE

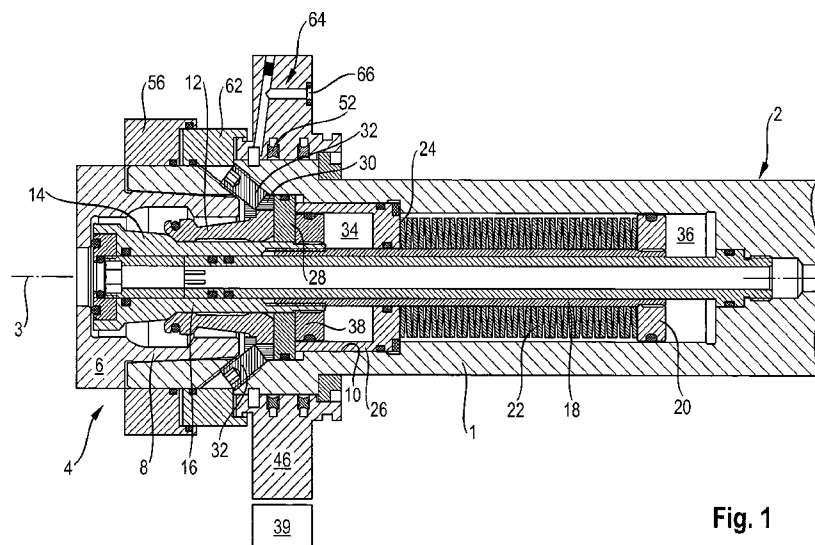


Fig. 1

(57) **Abstract:** Disclosed is a tool spindle (1, 101) comprising a clamping device that can be mounted and actuated from the front. Also disclosed is a machine tool comprising one or more tool spindles (1, 101) of said type.

(57) **Zusammenfassung:** Offenbart ist eine Werkzeugspindel (1, 101), die eine von der Vorderseite her montierbare und betätigbare Spannvorrichtung hat. Offenbart ist weiterhin eine Werkzeugmaschine mit einer oder mehreren derartigen Werkzeugspindeln (1, 101).



WO 2016/207218 A1

## **Werkzeugspindel mit Spannvorrichtung für ein Werkzeug und Werkzeugmaschine**

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Werkzeugspindel mit einer Spannvorrichtung für ein Werkzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Werkzeugmaschine mit derartigen Werkzeugspindeln.

An rotierend angetriebenen Werkzeugspindeln werden verschiedene Werkzeuge drehfest und positionsgenau befestigt, um mit der Werkzeugspindel und dem Werkzeug verschieden Werkstücke auf verschiedene Weisen bearbeiten zu können. So kann z.B. gebohrt, gefräst oder gedreht werden.

In der Druckschrift DE 10 2004 009 217 A1 ist eine Spannvorrichtung für eine Werkzeugspindel offenbart, die manuell betätigt wird. Nachteilig daran ist der hohe Zeitaufwand für das Wechseln der Werkzeuge.

Insbesondere wenn die Werkzeugspindel an einer kostenintensiven Werkzeugmaschine betrieben wird, und/oder wenn die Werkzeuge oft gewechselt werden müssen, werden verschiedene automatische Spannsysteme bzw. Spannvorrichtungen genutzt. So sind automatische Spannvorrichtungen bekannt, die am vom Werkzeug abgewandten hinteren Bereich der Spindel mechanisch, elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch Spann- und Lösekräfte auf eine Zugstange aufbringen.

Die Patentschrift DE 10 2009 021 407 B4 offenbart eine derartige Spannvorrichtung, wobei diese vormontiert und eingestellt wird, und dann ohne weitere Einstellungen direkt in einen Innenraum einer Werkzeugspindel eingesetzt wird. Dieses Einsetzen erfolgt nahezu nur von der Vorderseite der Werkzeugspindel. Über die Zugstange, die sich im Innern der Werkzeugspindel erstreckt, werden die Spann- und Lösekräfte für das Werkzeug vom hinteren Bereich zum vorderen Bereich der Spindel übertragen.

Nachteilig an derartigen Werkzeugspindeln ist, dass der Antrieb zum Spannen und Lösen der Spannvorrichtung im hinteren Bereich der Werkzeugspindel angeordnet werden muss, wodurch die Werkzeugspindel eine erhebliche Baulänge erreicht. Weiterhin ist der hinteren Bereich der Werkzeugspindel oft schwer zugänglich.

Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Werkzeugspindel mit automatischer Spannvorrichtung zu schaffen, wobei die Energiezuführung für die Betätigung der Spannvorrichtung eine verbesserte Zugänglichkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Werkzeugspindel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Werkzeugmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 16.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die beanspruchte rotierbare Werkzeugspindel hat eine automatische Spannvorrichtung für ein Werkzeug oder eine Werkzeugaufnahme, wobei die Spannvorrichtung hydraulisch oder pneumatisch betrieben wird. Dabei ist die Spannvorrichtung in einem Innenraum der Werkzeugspindel angeordnet. Die Spannvorrichtung kann von einer Vorderseite (Spindelnase) aus montiert werden. Erfindungsgemäß erfolgt eine Betätigung der Spannvorrichtung, also ein Spannen und/oder Lösen, über eine Druckmittelversorgung, die mit dem Innenraum verbindbar oder verbunden ist, und die an der vorderen werkzeugseitigen Hälfte oder dem vorderen werkzeugseitigen Endabschnitt oder der Vorderseite der Werkzeugspindel angeordnet ist. Damit entfällt der Antrieb für die Spannvorrichtung am hinteren Bereich der Werkzeugspindel, und der Bereich, in dem die Antriebsenergie für die Spannvorrichtung an die Werkzeugspindel übertragen wird, ist besser zugänglich.

Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel ist die Druckmittelversorgung am Außenumfang der Werkzeugspindel angeordnet, wodurch ihre Baulänge verkürzt ist.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist die Spannvorrichtung über zumindest einen Lösekolben lösbar, der zusammen mit zumindest einem entsprechenden Druckraum im Innenraum angeordnet ist. Der Druckraum wird von Lösekolben begrenzt.

Vorzugsweise ist die gesamte hydraulische bzw. pneumatische Aktorik, also alle Kolben und Druckräume, im Innenraum der Werkzeugspindel angeordnet.

Unter dem Begriff „Werkzeug“ ist im Folgenden auch (nur) eine Werkzeugaufnahme zu verstehen.

Die Druckmittelversorgung der Spannvorrichtung kann durch eine lösbare Verbindung erfolgen, wobei diese Verbindung ausschließlich zum Betätigen der Spannvorrichtung an der stehenden Werkzeugspindel angebracht wird. Eine weitere prinzipiell vergleichbare lösbare Verbindung kann zum Betätigen der Spannvorrichtung und / oder weiterer Funktionen dienen.

Am Außenumfang der Werkzeugspindel kann die ruhende Druckmittelversorgung angeordnet sein, deren Dichtungen an den Außenumfang insbesondere im Stillstand anlegbar und insbesondere bei Rotation von diesem abhebbar sind. Die Druckmittelversorgung kann in einem Spindelbock angeordnet sein. Des Weiteren kann die Druckmittelversorgung durch fest montierte Leitungen erfolgen.

Der Werkzeugwechsel kann durch Hilfseinrichtungen wie z.B. Roboter oder Pickup ohne manuelle Tätigkeiten eines Maschinenbedieners auch vollautomatisch erfolgen. Es wird nur der Befehl zur Lösung der Spannvorrichtung und zum Tausch der Werkzeuge über die Maschinensteuerung gegeben.

Der Werkzeugwechsel kann teilweise manuell erfolgen. Es wird zum Beispiel lediglich das Lösen der Spannvorrichtung durch einen Befehl der Maschinensteuerung ausgelöst. Alle anderen Tätigkeiten werden manuell verrichtet.

Der Werkzeugwechsel kann rein manuell erfolgen. Auch das Lösen der Spannvorrichtung durch das Aktivieren der Druckmittelversorgung kann durch die Betätigung eines einfachen Mechanismus wie z.B. einem Kugelhahn erfolgen.

Damit das Werkzeug nach dem Lösen der Spannvorrichtung nicht von der Werkzeugspindel abfällt, kann eine Werkzeugsicherung eingesetzt werden, die das Werkzeug nach dem Lösen hält. Diese kann einen Freigabetaster am Außenumfang der Werkzeugspindel aufweisen, bei dessen Betätigung das Werkzeug endgültig von der Werkzeugspindel gelöst wird. Diese Werkzeugsicherung kann das Werkzeug auch vor dem Spannen der Spannvorrichtung halten, so dass ein Bediener das Werkzeug lediglich über die Werkzeugsicherung vorpositionieren muss, und die Spannvorrichtung danach das Werkzeug ohne weiteres manuelles eingreifen spannen kann.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel mit halbautomatischem Werkzeugwechsel wird zum Werkzeugwechsel zunächst von der Maschinensteuerung ein Lösebefehl gegeben. Daraufhin löst die Spannvorrichtung das Werkzeug, so dass dieses von der Werkzeugsicherung am Herunterfallen gehindert wird. Dann betätigt der Bediener den Freigabetaster der Werkzeugsicherung und entnimmt das Werkzeug. Nach einer Reinigung des inneren Konus der Werkzeugspindel setzt der Bediener das nachfolgende Werkzeug in den Konus ein bis die Werkzeugsicherung einschnappt oder klickt. Dann kann der Spannbefehl von der Maschinensteuerung an die Spannvorrichtung gegeben werden.

Eine einfache Notfalldemontage der Spannvorrichtung nur im Bereich der werkzeugseitigen Bereichs oder Endabschnitts der Werkzeugspindel ist möglich, wenn die Werkzeugspindel einen ebenfalls rotierbaren Mitnehmerring aufweist, der am werkzeugseitigen Bereich oder Endabschnitt und vorzugsweise ebenfalls im Innenraum der Werkzeugspindel angeordnet ist. Der Mitnehmerring kann z.B. über zumindest eine zu einer Spindel-längsachse oder Drehachse angestellte Halteschraube gegen die Spannvorrichtung gespannt werden. Dabei ist der Innenraum der Werkzeugspindel vorzugsweise stufig oder konisch mit abnehmenden Durchmessern vom werkzeugseitigen Endabschnitt zu einem hinteren Endabschnitt gestaltet.

Zur gleichmäßigen Kraftbeaufschlagung und zur Vermeidung von Verkantungen sind vorzugsweise mehrere gleichmäßig am Umfang der Werkzeugspindel verteilte Halteschrauben vorgesehen. Vorzugsweise sind die Halteschrauben als Madenschrauben oder Gewindestifte ausgestaltet und vom Außenumfang der Werkzeugspindel zugänglich. Vorzugsweise ist die Spannvorrichtung als vormontierte Einheit in den Innenraum eingesetzt und daher durch Lösen der Halteschrauben wieder demontierbar und entnehmbar. Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist dies sogar bei gespanntem Werkzeug möglich.

Bei einer vorrichtungstechnisch und montage-technisch einfachen Weiterbildung hat die Spannvorrichtung einen ersten Druckraum, dessen Druckbeaufschlagung ein Lösen des Werkzeugs bewirkt, und der im Innenraum der Werkzeugspindel angeordnet ist.

Dann kann am Außenumfang der Werkzeugspindel eine ruhende Druckmittelversorgung angeordnet sein, deren Dichtungen an den Außenumfang - insbesondere im Stillstand - anlegbar und - insbesondere bei Rotation - von diesem abhebbar sind. Der erste Druckraum ist über zumindest einen in der Werkzeugspindel gebildeten Kanal mit dem Außenumfang verbindbar oder verbunden. Die Druckmittelversorgung kann in einem Spindelbock angeordnet sein.

Weiterhin kann am Außenumfang der Werkzeugspindel ein hydraulisch oder pneumatisch betätigter Ausstoßring angeordnet sein, der über einen Nebenkanal von der Druckmittelversorgung mit Druckmittel versorgbar ist, und somit in Richtung zum werkzeugseitigen Endabschnitt bewegbar ist. An dem Ausstoßring können radial nach innen gerichtete Ausstoßfinger befestigt sein, die in einen Freiraum unter bzw. hinter das Werkzeug greifen.

Um einen Anschlag für die Bewegung in Richtung zum werkzeugseitigen Endabschnitt zu bilden, kann am Außenumfang der Werkzeugspindel ein Schleuderring angeordnet sein, in den zumindest eine Anschlagsschraube für den Ausstoßring eingeschraubt ist. Zur gleichmäßigen Kraftbeaufschlagung und zur Vermeidung von Verkantungen sind vorzugsweise mehrere gleichmäßig am Umfang verteilte Anschlagsschrauben vorgesehen.

Wenn der Zustand der Spannvorrichtung über eine Auflagekontrollvorrichtung oder über einen berührungslosen Sensor (insbesondere über einen berührungslosen Endtaster mit rückgekoppeltem Oszillator) überwachbar ist, die bzw. der an die Maschinensteuerung angeschlossen ist, kann der zuvor beschriebene halbautomatische oder vollautomatische Werkzeugwechsel realisiert werden.

Die Auflagekontrollvorrichtung dient zur Überwachung der Plananlage des Werkzeugs an dem Konus der Werkzeugspindel. Diese Plananlage kann z.B. nicht korrekt sein, wenn Partikel zwischen dem Konus des Werkzeugs und dem Konus der Werkzeugspindel eingeklemmt sind.

Der berührungslose Sensor ist derart ausgestaltet und/oder angeordnet, dass er die beiden Zustände „Werkzeug in Spannvorrichtung eingespannt“ und „Werkzeug nicht in Spannvorrichtung eingespannt“ erkennt. Vorzugsweise ist der Sensor weiterhin derart ausgestaltet und/oder angeordnet, dass er auch den Zustand „Spannvorrichtung leer gespannt“ erkennt.

Der berührungslose Sensor überwacht dazu bevorzugt die axiale Position des Ausstoßrings. Dazu kann der Sensor am Außenumfang des Ausstoßrings positioniert werden (direkte Überwachung), oder die Position des Ausstoßrings wird über ein Abtastgestänge an einen anderen Bereich der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel übertragen und dort vom Sensor erfasst (indirekte Überwachung).

Insbesondere wenn der Sensor am Außenumfang des Ausstoßringes angeordnet ist, wird ein Schutz für den Sensor bevorzugt, dazu kann der Sensor z.B. vergossen sein.

Für einen vollautomatischen Werkzeugwechsel wird zusätzlich zum berührungslosen Sensor und zur Auflagekontrollvorrichtung eine automatische Reinigungsvorrichtung für den Konus bevorzugt.

Dabei wird es besonders bevorzugt, wenn die Anlagekontrollvorrichtung und die Reinigungsvorrichtung ebenfalls mit dem Druckmittel (z.B. Luft) betreibbar sind, das ebenfalls über die genannte Druckmittelversorgung zuführbar ist. Das Druckmittel kann über die

genannte oder über eine weitere lösbare Verbindung zugeführt werden. Zur Ausbildung der weiteren lösbaren Verbindung kann insbesondere eine weitere Dichtung vorgesehen sein, die axial benachbart zu einer der genannten Dichtungen angeordnet ist und mit dieser die weitere lösbare Verbindung bildet bzw. begrenzt.

Die Anlagekontrollvorrichtung kann über eine Abfrage eines Druckmittelstaus realisiert werden. Die Reinigungsvorrichtung kann über eine auf den Konus gerichtete Druckmittelspirale realisiert werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung hat die Werkzeugspindel einen konzentrischen Schieber, an dessen Außenumfang ein erster Lösekolben befestigt oder axial etwas beweglich aufgenommen ist, der den ersten Druckraum begrenzt. Auch der Schieber ist vorzugsweise im Wesentlichen im Innenraum der Werkzeugspindel angeordnet.

Für ein Werkzeug mit Hohlschaftkegel (HSK) ist an dem Schieber vorzugsweise ein Hubkonus gebildet oder befestigt, über den Segmente einer Spreizzange der Spannvorrichtung spreizbar sind. Damit können die Segmente den Hohlschaftkegel hintergreifen und so das Werkzeug an der Werkzeugspindel fixieren.

Der Schieber kann von einem Zugrohr gebildet sein, in dem ein Kanal für eine innere Kühl(schmier)mittelzuführung (IKZ) angeordnet ist.

Die Spannvorrichtung kann einen Zylinder aufweisen, der in den Innenraum der Werkzeugspindel konzentrisch eingesetzt ist. In dem Zylinder kann der erste Druckraum angeordnet und der erste Lösekolben geführt sein.

Fertigungstechnisch und montagetechnisch einfach ist es, wenn der Innenraum der Werkzeugspindel und die Komponenten der Spannvorrichtung einschließlich des Schiebers konzentrisch zueinander sind.

Bei einer ersten bevorzugten Variante der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel hat die Spannvorrichtung einen zweiten Druckraum, dessen Druckbeaufschlagung ein Lösen des Werkzeugs bewirkt, und der von einem zweiten Lösekolben begrenzt ist. Beide Löse-

kolben sind am Schieber gebildet oder befestigt. Der zweite Druckraum kann vorrichtungstechnisch einfach von einer Innenumfangswandung der Werkzeugspindel begrenzt sein.

Besonders bevorzugt wird es, wenn die Spannvorrichtung zumindest eine in Spannrichtung des Werkzeugs wirkende Druckfeder - insbesondere ein Tellerfederpaket - hat, über die die Spannkraft erzeugbar und dauerhaft auf den Schieber übertragbar ist. Die Druckfeder kann einerseits an einer vom zweiten Druckraum abgewandten Seite des zweiten Lösekolbens und andererseits an einem Zylinderboden des Zylinders anliegen.

Bei der Ausgestaltung mit den beiden in Löserichtung des Werkzeugs wirkenden Druckräumen und der Druckfeder wird diese vorzugsweise am Außenumfang eines Schieberabschnitts angeordnet, in dessen Innern eine Druckmittelverbindung oder ein Verbindungskanal zwischen den beiden in Löserichtung des Werkzeugs wirkenden Druckräumen gebildet ist.

Bei einer zweiten bevorzugten Variante der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel hat die Spannvorrichtung einen zweiten Druckraum, der in die Spannrichtung des Werkzeugs wirkt, und der im Innenraum der Werkzeugspindel angeordnet ist, und der vorzugsweise ebenfalls konzentrisch ist.

Der zweite Druckraum kann im Zylinder angeordnet sein und von einem Zylinderboden des Zylinders begrenzt sein.

Wenn der erste Lösekolben auf dem Schieber axial verschiebbar ist und einen Bund aufweist, der von zumindest einem vorzugsweise als Klemmstück ausgebildeten Verriegelungselement durchdrungen ist, kann der Schieber zusätzlich fixiert werden. Vorzugsweise sind mehrere Verriegelungselemente gleichmäßig am Umfang verteilt.

Dabei wird es besonders bevorzugt, wenn das Verriegelungselement in eine Ausnehmung mit schrägem Grund des Schiebers eingesetzt ist und gegen eine konische Innenwandung des Zylinders radial spannbar ist. Vorzugsweise ist dazu der schräge Grund steiler als die konische Innenwandung.

Die Spannvorrichtung kann einen Spannkolben aufweisen, der am Außenumfang des Schiebers befestigt ist, und der im Innenraum der Werkzeugspindel angeordnet ist. Der Spannkolben ist zwischen dem zweiten Druckraum und dem ersten Lösekolben angeordnet und begrenzt den zweiten Druckraum.

Vorzugsweise ist zwischen dem Spannkolben und dem ersten Lösekolben zumindest eine Druckfeder angeordnet. Zur gleichmäßigen Kraftbeaufschlagung und zur Vermeidung von Verkantungen sind vorzugsweise mehrere Druckfedern gleichmäßig am Umfang der beiden Kolben verteilt.

Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine weist eine oder mehrere vorbeschriebene Werkzeugspindeln auf, an deren Außenumfängen jeweils eine Druckmittelversorgung angeordnet ist. Die Druckmittelversorgungen sind mit einer zentralen Druckmittelquelle oder einer separaten Druckmittelquelle der Werkzeugmaschine verbindbar oder verbunden. Durch eine Kopplung der Druckmittelversorgungen der - vorzugsweise aller - Werkzeugspindeln der Werkzeugmaschine können diese gleichzeitig betätigt, also gespannt und gelöst, werden.

Auch verschieden große Werkzeugspindeln der Werkzeugmaschine können gekoppelt und mit der zentralen Druckmittelquelle versorgt werden. Der einheitliche Betriebsdruck ist vorzugsweise 24 bar. Damit ist der Aufwand gering und ein bedarf nur einer einfachen Steuerung.

Mehrere Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Werkzeugspindel sind in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Werkzeugspindel gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einem Längsschnitt,

Figur 2 in einem weiteren Längsschnitt die Werkzeugspindel aus Figur 1,

Figur 3 einen Ausschnitt eines weiteren Längsschnitts die Werkzeugspindel aus Figur 1,

Figur 4 in einer perspektivischen Ansicht die Werkzeugspindel aus Figur 1,

Figur 5 eine Rückansicht der Werkzeugspindel aus Figur 1,  
Figur 6 eine erfindungsgemäße Werkzeugspindel gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in einem Längsschnitt,  
Figur 7 in einem weiteren Längsschnitt die Werkzeugspindel aus Figur 6,  
Figur 8 in einem weiteren Längsschnitt die Werkzeugspindel aus Figur 6,  
Figur 9 eine Rückansicht der Werkzeugspindel aus Figur 6,  
Figur 10 eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine, und  
Figur 11 einen berührungslosen Sensor zur Überwachung der Spannvorrichtung.

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel 1. Sie wird über einen in Figur 1 nicht gezeigten Antrieb, der mit einem hinteren Endabschnitt 2 der Werkzeugspindel gekoppelt ist, um eine Längsachse 3 drehend angetrieben.

Im Bereich eines vorderen Endabschnitts 4 der Werkzeugspindel 1 ist eine Spannvorrichtung zur Kopplung und Sicherung eines Werkzeugs 6 vorgesehen. Dabei hat das Werkzeug 6 einen Hohlschaftkegel 8, der in einen konzentrisch gestuften und zum werkzeugseitigen Endabschnitt 4 geöffneten Innenraum 10 der Werkzeugspindel 1 eingesetzt ist.

Mehrere am Umfang verteilte Segmente 12 einer Spannzange hintergreifen den Hohlschaftkegel 8. In Figur 1 ist der gelöste Zustand der Spannvorrichtung gezeigt, in dem zum Werkzeug 6 gerichteten Köpfe der Segmente 12 aus einer umlaufenden radialen Ausnehmung des Hohlschaftkegels 8 radial nach innen zurückgezogen sind.

Zur Betätigung der Spannvorrichtung wird ein Hubkonus 14, der einstückig an einem als Zugrohr ausgestalteten Schieber 16 ausgebildet ist, (in Figur 1 nach rechts) entlang der Längsachse 3 eingezogen. Dabei ist der Schieber 16 fest mit einem als Verlängerung dienenden Schieberabschnitt 18 verbunden. An einem vom Werkzeug 6 beabstandeten Endabschnitt des Schieberabschnitts 18 ist ein als zweiter Lösekolben 20 bezeichneter Kolben befestigt, der als Anlage für ein Tellerfederpaket 22 dient. Dieses ist konzentrisch am Außenumfang des Schieberabschnitts 18 angeordnet und stützt sich werkzeugseitig an einem Zylinderboden 24 eines Zylinders 26 ab, der über eine Trennscheibe 28 und

über einen Mitnehmerring 30 mittels Gewindestiften oder Halteschrauben 32 gegen einen Absatz des Innenraums 10 gespannt ist.

Wenn das Werkzeug 6 gespannt werden soll, bewegt das Tellerfederpaket 22 den zweiten Lösekolben 20 in Richtung zum hinteren Endabschnitt der Werkzeugspindel und zieht über den Schieberabschnitt 18 und über den Schieber 16 den Hubkonus 14 zwischen die Segmente 12 der Spreizzange, so dass das Werkzeug 6 eingespannt und gehalten wird.

Wenn das Werkzeug 6 gelöst werden soll, wird Druckluft in ersten Druckraum 34 und eine zweiten Druckraum 36 gefördert, die beide in Löserichtung des Werkzeugs 6 wirken. Der erste Druckraum 34 ist im Zylinder 26 angeordnet und von diesem begrenzt, während der zweite Druckraum 36 im Innenraum 10 angeordnet und von diesem begrenzt ist. Beide Druckräume 34, 36 haben werkzeugseitig einen Lösekolben 20, 38, wobei beide Lösekolben 20, 38 am Außenumfang des Schiebers 16 bzw. des Schieberabschnitts 18 befestigt sind. Bei Beaufschlagung der beiden Druckräume 34, 36 mit Druckluft bewegen sich die beiden Lösekolben 20, 38 in die in Figur 1 gezeigte gelöste Stellung der Spannvorrichtung und komprimieren dabei das Tellerfederpaket 22.

Mehrere der gezeigten Werkzeugspindeln 1 sind in einer Werkzeugmaschine gruppiert, die eine gemeinsame Maschinensteuerung 39 und eine gemeinsame Druckluftpumpe hat. Über die Maschinensteuerung 39 wird die Druckluftzufuhr der einzelnen Werkzeugspindeln 1 gesteuert.

Der Werkzeugwechsel kann durch einen Roboter ohne jegliche manuelle Tätigkeiten eines Maschinenbedieners vollautomatisch erfolgen. Es wird nur der Befehl zum Lösen der Spannvorrichtungen und zum Tausch der Werkzeuge 6 über die Maschinensteuerung 39 gegeben.

Der Werkzeugwechsel kann teilweise manuell erfolgen. Es wird zum Beispiel lediglich das Lösen der Spannvorrichtungen durch einen Befehl der Maschinensteuerung 39 ausgelöst. Alle anderen Tätigkeiten werden manuell verrichtet.

Der Werkzeugwechsel kann rein manuell erfolgen. Auch das Lösen der Spannvorrichtungen durch das Aktivieren der Druckluftzufuhr kann durch die Betätigung eines einfachen Mechanismus wie z.B. einem Kugelhahn erfolgen.

Figur 2 zeigt die Werkzeugspindel 1 aus Figur 1 in einem weiteren Längsschnitt. Dabei ist die Schnittebene derart gewählt, dass ein erster Kanal 40 für Druckluft zu erkennen ist, der einen (ersten) den Körper der Werkzeugspindel 1 durchdringenden Kanalabschnitt und einen (zweiten) zwischen dem Zylinder 26 und den Körper der Werkzeugspindel 1 angeordneten axialen Kanalabschnitt und mehrere (dritte) den Zylinder 26 durchdringende radiale Kanalabschnitte aufweist.

Weiterhin ist ein zweiter Kanal 42 dargestellt, über den der in Löserichtung des Werkzeugs 6 wirkende erste Druckraum 34 mit dem in Löserichtung des Werkzeugs 6 wirkenden zweiten Druckraum 36 verbunden ist. Der zweite Kanal 42 hat mehrere den Schieberabschnitt 18 durchdringende radiale Kanalabschnitte 42a und einen zweiten axialen Kanalabschnitt 42b, der zwischen dem Schieberabschnitt 18 und einem im Innern des Schieberabschnitts 18 aufgenommenen Kühlmittelrohr 44 für eine innere Kühlmittelzuführung angeordnet ist. Dabei erstreckt sich das Kühlmittelrohr 44 auch durch den Schieber 16 und den Hubkonus 14 und mündet an dem Werkzeug 6.

Bei Beaufschlagung der beiden Druckräume 34, 36 mit Druckluft wird der Schieber 16 gegen die Kraft des Tellerfederpakets 22 in Richtung zum Werkzeug 6 (in die in Figur 2 gezeigte Position) verschoben und die Spannvorrichtung gelöst. Zur Versorgung der Werkzeugspindel 1 mit Druckluft ist an ihrem Außenumfang ein ruhender Flansch 46 vorgesehen, an dem ein Anschluss 48 und in dem ein Kanal 50 ausgebildet sind, wobei eine spindelseitige Mündung des Kanals 50 minimal beabstandet zu einer flanschseitigen Mündung des ersten Kanals 40 der Werkzeugspindel 1 ist.

Im Betrieb der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel sind die Mündung des Kanals 50 und zwei dazu radial benachbarte selbstanlegende Dichtungen 52 etwas vom Außenumfang der Werkzeugspindel 1 beabstandet. Nach einem Anhalten der Werkzeugspindel 1 wird der Anschluss 48 mit Druckluft versorgt, wodurch zunächst die beiden selbstanlegenden Dichtungen 52 an den Außenumfang der Werkzeugspindel 1 angelegt werden,

und dann die Druckluftversorgung der beiden in Löserichtung des Werkzeugs 6 wirkenden Druckräume 34, 36 über die beiden Kanäle 40, 42 erfolgt.

Von dem Kanalabschnitt des ersten Kanals 40, der den Körper der Werkzeugspindel 1 durchdringt, zweigt ein Nebenkanal 54 ab, der sich durch den Körper der Werkzeugspindel 1 in Richtung zum Werkzeug 6 erstreckt. Der Nebenkanal 54 mündet im Bereich eines Ausstoßrings 56, der die Werkzeugspindel 1 an deren werkzeugseitigen Endabschnitt 4 umfasst. Werkzeugseitig am Ausstoßring 56 sind gleichmäßig am Umfang verteilte Ausstoßfinger 58 befestigt, die sich radial nach innen erstrecken und einen Bund des Hohlenschaftkegels 8 hintergreifen.

Bei einem Druck von etwa 24 bar in einer entsprechenden Anzahl von am Umfang verteilten Nebenkanälen 54 oder in Nebenkanälen 54 mit entsprechend großen Durchmessern erzeugt der Ausstoßring 56 eine ausreichend große Ausstoßkraft, um das Werkzeug 6 abzulösen.

Das Tellerfederpaket 22, die beiden Lösekolben 30, 38, der als Zugrohr ausgebildete Schieber 16 mit dem Hubkonus 14 und mit dem Schieberabschnitt 18, das Kühlmittelrohr 44, die Trennscheibe 28, der Mitnehmerring 30, die beide in Löserichtung wirkenden Druckräume 34, 36 und der Körper der Werkzeugspindel 1 sind rotationssymmetrisch zur Längsachse 3.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel 1 gemäß den Figuren 1 und 2 in einem weiteren Längsschnitt. In diesem Längsschnitt ist zu erkennen, dass ein Verschiebeweg des Ausstoßrings 56 in Richtung zum Werkzeug 6 durch gleichmäßig am Umfang verteilte Anschlagsschrauben 60 begrenzt ist. Die Anschlagsschrauben 60 sind in einen Schleuderring 62 in axialer Richtung eingeschraubt, der am Außenumfang des Körpers der Werkzeugspindel 1 befestigt ist.

Wenn die gesamte Spannvorrichtung, falls nötig auch mit eingespanntem Werkzeug 6, nach vorne aus der Werkzeugspindel 1 herausgezogen werden soll, muss der Schleuderring 62 in Richtung nach vorne geschoben werden, so dass die Halteschrauben 32 gelöst werden können.

Nach Erreichen des in den Figuren 1 und 2 gezeigten gelösten Zustandes der Spannvorrichtung wird über die Druckluft des Nebenkanals 54 der Ausstoßring 56 mit den Ausstoßfingern 58 zum Werkzeug 6 bewegt und dieses von der Spannvorrichtung getrennt. Dazu genügt eine Beaufschlagung nur des Anschlusses 48 mit Druckluft, wodurch zunächst die beiden selbstanlegenden Dichtungen 52 an den Außenumfang der Werkzeugspindel 1 angelegt werden, und dann über die beiden Kanäle 40, 42 die beiden in Löserichtung des Werkzeugs 6 wirkenden Druckräume 34, 36 mit Druckluft beaufschlagt werden, wodurch die Spannvorrichtung gelöst wird und schließlich der Ausstoßring 56 zum Werkzeug 6 hin bewegt wird, und das Werkzeug 6 ausgestoßen wird.

Vor einer erneuten Inbetriebnahme der Werkzeugspindel 1 wird die Druckluft am Anschluss 48 abgeschaltet, wodurch die beiden selbstanlegenden Dichtungen 52 vom Außenumfang der Werkzeugspindel 1 abgehoben werden, und das Tellerfederpaket 22 den Hubkonus 14 einziehen kann, und die Segmente 14 der Spreizzange das Werkzeug 6 klemmen können.

Figur 1 zeigt ebenfalls den Schleuderring 62 und des Ausstoßring 56, wobei die Anschlagschrauben und die Ausstoßfinger in dieser Schnittebene nicht zu erkennen sind. Im ruhenden Flansch 46 ist ein Sperrluftkanal 64 gezeigt, der in einen Bereich zwischen dem Schleuderring 62 und einer der beiden selbstanlegenden Dichtungen 52 mündet. Ein Sperrluftanschluss 66 des Sperrluftkanals 64 wird auch bei Rotation der Werkzeugspindel 1 mit Druckluft versorgt, so dass stets Druckluft zwischen dem Schleuderring 62 und dem ruhenden Flansch 46 nach außen dringt und eine Verschmutzung verhindert wird.

Figur 4 zeigt eine perspektivische durchscheinende Darstellung der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel 1 gemäß den vorhergehenden Figuren. Dabei ist insbesondere zu erkennen, dass am Ausstoßring 56 zwei einander gegenüberliegende Ausstoßfinger 58 und zwei einander gegenüberliegende Anschlagschrauben 60 vorgesehen sind. Weiterhin ist in Figur 4 eine Werkzeugsicherung 68 zu erkennen, die ein Heraus- und Herabfallen des Werkzeugs 6 von der Werkzeugspindel 1 nach deren durch den Ausstoßring 56 erzeugten Trennung verhindert. Die Werkzeugsicherung 68 wird mit Bezug zum zweiten Ausführungsbeispiel in den Figuren 6 und 7 genauer erläutert.

Figur 5 zeigt in einer Rückansicht die Werkzeugspindel 1 mit einer durchscheinenden Ansicht des Flansches 46 bei einer Blickrichtung von hinten zum werkzeugseitigen Endabschnitt. An der dem hinteren Endabschnitt zugewandten Seite des Flansches 46 sind der Anschluss 48 und der Sperrluftanschluss 66 vorgesehen, die in Umfangsrichtung zueinander beabstandet und auf gleichem Radius angeordnet sind. Der Anschluss 48 dient zum Anlegen der Dichtungen 52, zum Lösen der Spannvorrichtung und zum Auswerfen des Werkzeugs 6 und wird nur bei Stillstand der Werkzeugspindel 1 versorgt. Der Sperrluftanschluss 66 dient zur dauerhaften Beaufschlagung mit Sperrluft.

Figur 6 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel 101 in einem Längsschnitt. Der wesentliche Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 bis 5 ist darin zu sehen, dass die Spannkraft, die zum Einziehen des Hubkonus 114 zwischen die Segmente 12 der Spannzange führt, über Druckluft erzeugt wird. Dazu wird über den Anschluss 148b, der beim zweiten Ausführungsbeispiel lediglich zum Spannen der Spannvorrichtung bzw. zum Spannen des Werkzeugs 6 dient, über den in den Flansch 146 gebildeten Kanal 150b und über den in der Werkzeugspindel 101 gebildeten ersten Kanal 140b in einen in Spannrichtung wirkenden zweiten Druckraum 136 Druckmittel geführt. Der zweite Druckraum 136 ist im Zylinder 126 angeordnet, dessen Zylinderboden 124 werkzeugseitig angeordnet ist und dort über den Mitnehmerring 130 festgelegt ist. Ein Spannkolben 170 ist im Zylinder 126 geführt und begrenzt den zweiten Druckraum 136. Da der Spannkolben 170 am Außenumfang des Schiebers 116 befestigt ist, wird damit die (in Figur 6 nach rechts gerichtete) Spannbewegung des Hubkonus 114 erzeugt. Figur 6 zeigt den eingezogenen Hubkonus 114 und damit die gespannte Stellung der Spannvorrichtung.

Beim Spannen der Spannvorrichtung über die Bewegung des Spannkolbens 170 gemäß den Pfeilen (in Figur 6 nach rechts) schiebt der Spannkolben 170 über gleichmäßig am Umfang verteilte Druckfedern 172 des Lösekolbens 138 in die gleiche Richtung zum hinteren Endabschnitt 2 der Werkzeugspindel 101. Dabei wird ein Bund 174 des Lösekolbens 138 in eine konischen Abschnitt 176 des Zylinders 126 eingeschoben. Der konische Abschnitt 176 ist an einem zylindrischen Bauteil des Zylinders 126 ausgebildet, das in den Hauptabschnitt des Zylinders 126 eingeschraubt ist.

Figur 7 zeigt einen weiteren Längsschnitt durch das zweite Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6. Dabei ist die Schnittebene derart gewählt, dass zwei von vier Verriegelungselementen 178 zu erkennen sind, die den Bund 174 des Lösekolbens 138 durchdringen. Die vier Verriegelungselemente 178 dienen als zusätzliche Fixierung des Schiebers 116 in der in Figur 6 gezeigten gespannten Position. Die Verriegelungselemente 178 dienen als Klemmstücke, die sich zwischen der konischen Innenwandung 176 und einer jeweiligen Ausnehmung 179 des Schiebers 116 verklemmen. Dazu haben die Ausnehmungen 179, in die die Verriegelungselemente 178 eingesetzt sind, jeweils einen abgeschrägten Grund. Um die Klemmung zu aktivieren wird am Ende der Verschiebung des Schiebers 116 mittels Druckluft noch ein Druckluftimpuls (von z.B. 24 bar) gegeben, um die Verriegelungselemente 178 über den Lösekolben 138 und über eine mechanischen Impuls in Richtung zum hinteren Endabschnitt 2 zu bewegen und damit fest zu klemmen.

Figur 7 zeigt zwei der vier Verriegelungselemente 178, die stets in die entsprechenden Ausnehmung 179 eingesetzt sind, und die im Zustand gemäß Figur 7 nicht gegen die konische Innenwandung 176 gespannt sind. Dazu wurden zuvor die selbstanlegenden Dichtungen 152 über den Anschluss 148a und den Kanal 150a des Flansches 146 in Anlage gebracht und der zweigeteilte Druckraum 134 mit Druckluft versorgt. Dadurch wurde der Lösekolben 138 nach links bewegt und dabei die Verriegelungselemente 178 gelöst. Weiterhin ist der Lösekolben 138 auf den Spannkolben 170 aufgelaufen und hat diesen zusammen mit dem daran befestigten Schieber 116 in die in Figur 7 gezeigte Lösestellung geschoben.

Der in Löserichtung wirkende erste Druckraum 134 ist beim zweiten Ausführungsbeispiel in zwei zueinander beabstandete Teilräume unterteilt, die drucktechnisch stets miteinander verbunden sind.

Nach dem Lösen der Spannvorrichtung wird das Werkzeug 6 über eine Werkzeugsicherung 68 an einem Herabfallen gehindert. Die Werkzeugsicherung 68 hat einen Zapfen 69, der radial in eine entsprechende Durchgangsausnehmung des Hohlenschaftkegels 8 des Werkzeugs 6 eindringt. Wenn ein Freigabetaster 180 der Werkzeugsicherung 68 gedrückt wird, wird über einen Kipphebel der Zapfen 69 aus der Durchgangsaus-

nehmung herausgezogen und somit das Werkzeug 6 endgültig freigegeben. Diese Werkzeugsicherung 68 ist insbesondere wichtig, wenn mehrere erfindungsgemäße Werkzeugspindeln zu einer Werkzeugmaschine kombiniert werden, die über eine zentrale Druckluftversorgung die Werkzeuge 6 aller Werkzeugspindeln 1; 101 gleichzeitig löst.

Figur 8 zeigt einen weiteren Längsschnitt durch das zweite Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel 101, mit gelöster Stellung der Spannvorrichtung. In der gewählten Schnittebene ist der gesamte Strömungspfad der Druckluft in der Lösefunktion gezeigt. Ausgehend von dem Anschluss 148c über einen radialen Kanal 150c des Flansches 146 über einen ersten Kanal 140c der Werkzeugspindel 101 strömt die Druckluft in den am Außenumfang des Bundes 174 des Lösekolbens 138 angeordneten Teil des ersten Druckraums 134 und von dort zwischen dem Bund 174 und einem hinteren Teil des Zylinders 126 hindurch in den zweiten Teil des ersten Druckraums 134. Der Kanal 140c ist im Wesentlichen in drei Abschnitte untergliedert: Ein erster Abschnitt erstreckt sich vom Außenumfang der Werkzeugspindel 101 durch ihren Körper zum Außenumfang des Zylinders 126. Ein zweiter Abschnitt erstreckt sich entlang der Außenseite des Zylinders 126. Ein dritter Abschnitt besteht aus mehreren radialen Bohrungen durch den Zylinder 126, die benachbart zum hinteren Teil des Zylinders 126 angeordnet sind.

Figur 9 zeigt in einer Rückansicht das zweite Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel 101 und dabei insbesondere eine durchscheinende Ansicht des Flansches 146. An der dem hinteren Endabschnitt der Werkzeugspindel 101 zugewandten Seite des Flansches 146 sind in Umfangsrichtung zueinander beabstandet und auf gleichem Radius der Anschluss 148a für die Funktion „Dichtungen anlegen“, der Anschluss 148b für die Funktion „Werkzeug spannen“, der Anschluss 148c für die Funktion „Werkzeug lösen und ausstoßen“ und der Sperrluftanschluss 66 angeordnet. Durchscheinend sind die zugeordneten Kanäle 150a, 150b, 150c und der Sperrluftkanal 64 dargestellt.

Abweichend von der Darstellung in Figur 9 können der Anschluss 148a für die Funktion „Dichtungen anlegen“, der Anschluss 148b für die Funktion „Werkzeug spannen“, der Anschluss 148c für die Funktion „Werkzeug lösen und ausstoßen“ und der Sperrluftanschluss 66 auch auf verschiedenen Radien angeordnet sein.

Figur 10 zeigt eine erfindungsgemäße mehrspindelige Werkzeugmaschine in einer geschnitten perspektivischen Ansicht. Weiterhin ist ein Roboter dargestellt, der den Werkzeugwechsel durchführt, also einerseits die Werkzeuge 1 von den Werkzeugspindeln 6 abnimmt und sie wegbewegt, und andererseits die Werkzeuge 1 zu den Werkzeugspindeln 6 hinbewegt und sie ansetzt.

Die Werkzeugmaschine ist eine Inversmaschine mit ruhenden Werkzeugspindeln 1, zu denen (nicht gezeigte) Werkstücke hinbewegt werden. Durch die Rahmenbauweise der Werkzeugmaschine ergeben sich insbesondere ein oberes Fach 182 und ein stirnseitige Fach 182, wobei in diesen beiden Fächern 182 jeweils mehrere Reihen von Werkzeugspindeln 1 vorgesehen sind, in denen jeweils gleiche Werkzeuge 6 angesetzt und gespannt werden. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel sind sechs Werkzeugspindeln 1 pro Reihe vorgesehen, so dass sechs Werkstücke gleichzeitig bearbeitet werden.

Wenn an den Werkstücken um 90 Grad versetzt Löcher oder Ausnehmungen gefertigt oder bearbeitet werden sollen, kann ein Verschwenken der Werkstücke um 90 Grad bei der gezeigten Werkzeugmaschine entfallen, da die beiden Fächer 182 mit den Spindelreihen um 90 Grad zueinander angestellt sind.

Figur 11 zeigt einen Ausschnitt des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Werkzeugspindel 1 gemäß den Figuren 1 bis 5 mit einem berührungslosen Sensor 71 zur Überwachung der Spannvorrichtung in einer perspektivischen Ansicht.

Der Sensor 71 ist als berührungsloser Endtaster mit rückgekoppeltem Oszillator ausgestaltet. Er ist am Außenumfang des Ausstoßringes 56 angeordnet und am Außenumfang des Flansches 46 befestigt.

Der berührungslose Sensor ist derart ausgestaltet und/oder angeordnet, dass er die drei Zustände „Werkzeug in Spannvorrichtung eingespannt“ und „Werkzeug nicht in Spannvorrichtung eingespannt“ und „Spannvorrichtung leer gespannt“ erkennt.

Die erfindungsgemäße Werkzeugspindel 1; 101 ermöglicht einen halbautomatischen Werkzeugwechsel mit folgendem Verfahren für einen Bediener, wobei drei Platzkörbchen mit einem neuen Werkzeug und mit einem manuellen Konusreiniger neben einer Tür einer Einhausung bereit stehen:

1. Drücken einer Taste „Werkzeug-Wechsel“, womit die Spannvorrichtung über die Maschinensteuerung 39 (vgl. Figur 1) gelöst wird;
2. Öffnen der Tür,
3. Drücken des Freigabetasters 180 (vgl. Figur 7 des zweiten Ausführungsbeispiels),
4. Entfernen des „alten“ Werkzeugs 6 und Ablegen in einem Platzkörbchen,
5. Reinigen des inneren Konus der Werkzeugspindel 1,
6. Entnahme des „neuen“ Werkzeugs 6,
7. Einsetzen des „neuen“ Werkzeugs 6 in den inneren Konus der Werkzeugspindel 1; 101, bis die Werkzeugsicherung 68 (vgl. Figur 4 der Figur 7 des zweiten Ausführungsbeispiels) klickt bzw. einschnappt,
8. Schließen der Tür, womit frühestens automatisch das „neue“ Werkzeug 6 gespannt wird,
9. Starten des Programms, womit spätestens automatisch das „neue“ Werkzeug 6 gespannt wird, und womit die Bearbeitung beginnt.

Bei einem Einsatz mehrerer derartiger Werkzeugspindeln 1; 101 in einer Werkzeugmaschine (Mehrspindler) werden die mittleren Schritte 4 bis 7 des Verfahrens entsprechend mehrfach durchgeführt.

Das genannte Verfahren mit einer Werkzeugspindel 1; 101 benötigt etwa 20 Sekunden. Bei einer Werkzeugmaschine mit vier derartigen Werkzeugspindeln 1; 101 ergibt sich ein Zeitbedarf von etwa 60 Sekunden. Dies ist deutlich schneller, als das Verfahren gemäß dem Stand der Technik, bei dem der Bediener die Spannvorrichtung mit einem Drehsechskantschlüssel löst und mit einem Drehmomentschlüssel spannt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei noch zuverlässiger, da der Einfluss von menschlichen Fehlern z.B. beim Spannen mit dem Drehmomentschlüssel eliminiert ist.

Offenbart ist eine Werkzeugspindel, die eine von der Vorderseite her montierbare und betätigbare Spannvorrichtung hat. Offenbart ist weiterhin eine Werkzeugmaschine mit einer oder mehreren derartigen Werkzeugspindeln.

## Bezugszeichenliste

1; 101	Werkzeugspindel
2	hinterer Endabschnitt
3	Längsachse
4	vorderer werkzeugseitiger Endabschnitt
6	Werkzeug
8	Hohlschaftkegel
10; 110	Innenraum
12	Segment
14; 114	Hubkonus
16; 116	Schieber
18	Schieberabschnitt
20	zweiter Lösekolben
22	Tellerfederpaket
24; 124	Zylinderboden
26; 126	Zylinder
28	Trennscheibe
30; 130	Mitnehmerring
32	Halteschraube
34; 134	erster Druckraum
36; 136	zweiter Druckraum
38; 138	erster Lösekolben
39	Maschinensteuerung
40; 140b, 140c	erster Kanal
42	zweiter Kanal
42a	radialer Kanalabschnitt
42b	axialer Kanalabschnitt
44; 144	Kühlmittelrohr
46; 146	Flansch
48; 148a, 148b, 148c	Anschluss
50; 150a, 150b, 150c	Kanal
52	selbstanlegende Dichtung

54	Nebenkanal
56	Ausstoßring
58	Ausstoßfinger
60	Anschlagschraube
62	Schleuderring
64	Sperrluftkanal
66	Sperrluftanschluss
68	Werkzeugsicherung
69	Zapfen
71	Sensor
170	Spannkolben
172	Druckfeder
174	Bund
176	konische Innenwandung
178	Verriegelungselement
179	Ausnehmung
180	Freigabetaster
182	Fach

### Patentansprüche

1. Rotierbare Werkzeugspindel (1; 101) mit einer automatischen Spannvorrichtung für ein Werkzeug (6), wobei die Spannvorrichtung in einem Innenraum (10; 110) der Werkzeugspindel (1; 101) angeordnet und von einer Vorderseite der Werkzeugspindel (1; 101) montierbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannvorrichtung über eine Druckmittelversorgung betätigbar ist, die an der vorderen werkzeugseitigen Hälfte oder an dem vorderen werkzeugseitigen Endabschnitt (4) oder an der Vorderseite der Werkzeugspindel (1; 101) angeordnet ist.
2. Werkzeugspindel nach Anspruch 1, wobei die Druckmittelversorgung eine oder mehrere lösbare Verbindungen aufweist, die ausschließlich an der stehenden Werkzeugspindel (1; 101) anbringbar ist oder sind.
3. Werkzeugspindel nach Anspruch 1 oder 2, wobei an einem Außenumfang der Werkzeugspindel (1; 101) die ruhende Druckmittelversorgung angeordnet ist, deren Dichtungen (52) an den Außenumfang im Stillstand anlegbar und bei Rotation von diesem abhebbar sind.
4. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Maschinensteuerung (39), über die ein vollautomatischer Werkzeugwechsel steuerbar ist.
5. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Maschinensteuerung (39), über die die Spannvorrichtung lösbar ist.
6. Werkzeugspindel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Aktivieren der Druckmittelversorgung zum Betätigen der Spannvorrichtung und/oder ein Werkzeugwechsel rein manuell durchführbar sind.
7. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Werkzeugsicherung (68), über die das Werkzeug (6) nach dem Lösen und/oder vor dem Spannen der Spannvorrichtung haltbar ist.

8. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Mitnehmerring (30; 130), der gegen die Spannvorrichtung spannbar oder gespannt ist.
9. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spannvorrichtung einen in Löserichtung des Werkzeugs (6) wirkenden ersten Druckraum (34; 134) hat, der im Innenraum (10; 110) der Werkzeugspindel (1; 101) angeordnet ist.
10. Werkzeugspindel nach den Ansprüchen 3 und 9, wobei der erste Druckraum (34; 134) über zumindest einen in der Werkzeugspindel (1; 101) gebildeten Kanal (40; 140c) mit dem Außenumfang verbunden ist.
11. Werkzeugspindel nach Anspruch 10, wobei am Außenumfang der Werkzeugspindel (1) ein hydraulisch oder pneumatisch betätigter Ausstoßring (56) angeordnet ist, der über einen Nebenkanal (54) mit der Druckmittelversorgung verbindbar oder verbunden ist.
12. Werkzeugspindel nach Anspruch 11, wobei am Außenumfang der Werkzeugspindel (1) ein Schleuderring (62) angeordnet ist, in den zumindest ein Anschlagelement (60) für den Ausstoßring (56) eingeschraubt ist.
13. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Anlagekontrollvorrichtung, über die eine Anlage des Werkzeugs (6) an einem Konus der Werkzeugspindel (1; 101) prüfbar ist, und mit einer Reinigungsvorrichtung für den Konus, wobei die Anlagekontrollvorrichtung und die Reinigungsvorrichtung mittels Druckmittel betreibbar sind, das über die Druckmittelversorgung zuführbar ist.
14. Werkzeugspindel nach einem der Ansprüche 9 bis 13, mit einem Schieber (16, 18; 116), an dem ein erster Lösekolben (38; 138) angeordnet ist, der den ersten Druckraum (34; 134) begrenzt.
15. Werkzeugspindel nach Anspruch 14, wobei die Spannvorrichtung einen in den Innenraum (10; 110) eingesetzten Zylinder (26; 126) hat, in dem der erste Druck-

raum (34; 134) angeordnet ist, und in dem der erste Lösekolben (38; 138) geführt ist.

16. Werkzeugmaschine mit einer oder mehreren Werkzeugspindeln (1; 101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

17. Werkzeugmaschine nach Anspruch 16, wobei an einem Außenumfang der Werkzeugspindel (1; 101) oder an Außenumfängen der Werkzeugspindeln (1; 101) jeweils eine Druckmittelversorgung angeordnet ist, die mit einer Druckmittelquelle der Werkzeugmaschine oder einer separaten Druckmittelquelle verbindbar oder verbunden ist.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

beim Internationalen Büro eingegangen am 7. November 2016 (07.11.2016)

1. Rotierbare Werkzeugspindel (1; 101) mit einer automatischen Spannvorrichtung für ein Werkzeug (6), wobei die Spannvorrichtung in einem Innenraum (10; 110) der Werkzeugspindel (1; 101) angeordnet und von einer Vorderseite der Werkzeugspindel (1; 101) montierbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannvorrichtung über eine ruhende Druckmittelversorgung betätigbar ist, die an der vorderen werkzeugseitigen Hälfte oder an dem vorderen werkzeugseitigen Endabschnitt (4) oder an der Vorderseite der Werkzeugspindel (1; 101) angeordnet ist, und deren Dichtungen (52) an einen Außenumfang anlegbar und von diesem abhebbar sind.
2. Werkzeugspindel nach Anspruch 1, wobei die Druckmittelversorgung eine oder mehrere lösbare Verbindungen aufweist, die ausschließlich an der stehenden Werkzeugspindel (1; 101) anbringbar ist oder sind.
3. Werkzeugspindel nach Anspruch 1 oder 2, wobei an einem Außenumfang der Werkzeugspindel (1; 101) die Druckmittelversorgung angeordnet ist, deren Dichtungen (52) an den Außenumfang im Stillstand anlegbar und bei Rotation von diesem abhebbar sind.
4. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Maschinensteuerung (39), über die ein vollautomatischer Werkzeugwechsel steuerbar ist.
5. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Maschinensteuerung (39), über die die Spannvorrichtung lösbar ist.
6. Werkzeugspindel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Aktivieren der Druckmittelversorgung zum Betätigen der Spannvorrichtung und/oder ein Werkzeugwechsel rein manuell durchführbar sind.
7. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Werkzeugsicherung (68), über die das Werkzeug (6) nach dem Lösen und/oder vor dem Spannen der Spannvorrichtung haltbar ist.

8. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Mitnehmerring (30; 130), der gegen die Spannvorrichtung spannbear oder gespannt ist.
9. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spannvorrichtung einen in Löserichtung des Werkzeugs (6) wirkenden ersten Druckraum (34; 134) hat, der im Innenraum (10; 110) der Werkzeugspindel (1; 101) angeordnet ist.
10. Werkzeugspindel nach den Ansprüchen 3 und 9, wobei der erste Druckraum (34; 134) über zumindest einen in der Werkzeugspindel (1; 101) gebildeten Kanal (40; 140c) mit dem Außenumfang verbunden ist.
11. Werkzeugspindel nach Anspruch 10, wobei am Außenumfang der Werkzeugspindel (1) ein hydraulisch oder pneumatisch betätigter Ausstoßring (56) angeordnet ist, der über einen Nebekanal (54) mit der Druckmittelversorgung verbindbar oder verbunden ist.
12. Werkzeugspindel nach Anspruch 11, wobei am Außenumfang der Werkzeugspindel (1) ein Schleuderring (62) angeordnet ist, in den zumindest ein Anschlagement (60) für den Ausstoßring (56) eingeschraubt ist.
13. Werkzeugspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Anlagekontrollvorrichtung, über die eine Anlage des Werkzeugs (6) an einem Konus der Werkzeugspindel (1; 101) prüfbar ist, und mit einer Reinigungsvorrichtung für den Konus, wobei die Anlagekontrollvorrichtung und die Reinigungsvorrichtung mittels Druckmittel betreibbar sind, das über die Druckmittelversorgung zuführbar ist.
14. Werkzeugspindel nach einem der Ansprüche 9 bis 13, mit einem Schieber (16, 18; 116), an dem ein erster Lösekolben (38; 138) angeordnet ist, der den ersten Druckraum (34; 134) begrenzt.
15. Werkzeugspindel nach Anspruch 14, wobei die Spannvorrichtung einen in den Innenraum (10; 110) eingesetzten Zylinder (26; 126) hat, in dem der erste Druck-

raum (34; 134) angeordnet ist, und in dem der erste Lösekolben (38; 138) geführt ist.

16. Werkzeugmaschine mit einer oder mehreren Werkzeugspindeln (1; 101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.
17. Werkzeugmaschine nach Anspruch 16, wobei an einem Außenumfang der Werkzeugspindel (1; 101) oder an Außenumfängen der Werkzeugspindeln (1; 101) jeweils eine Druckmittelversorgung angeordnet ist, die mit einer Druckmittelquelle der Werkzeugmaschine oder einer separaten Druckmittelquelle verbindbar oder verbunden ist.



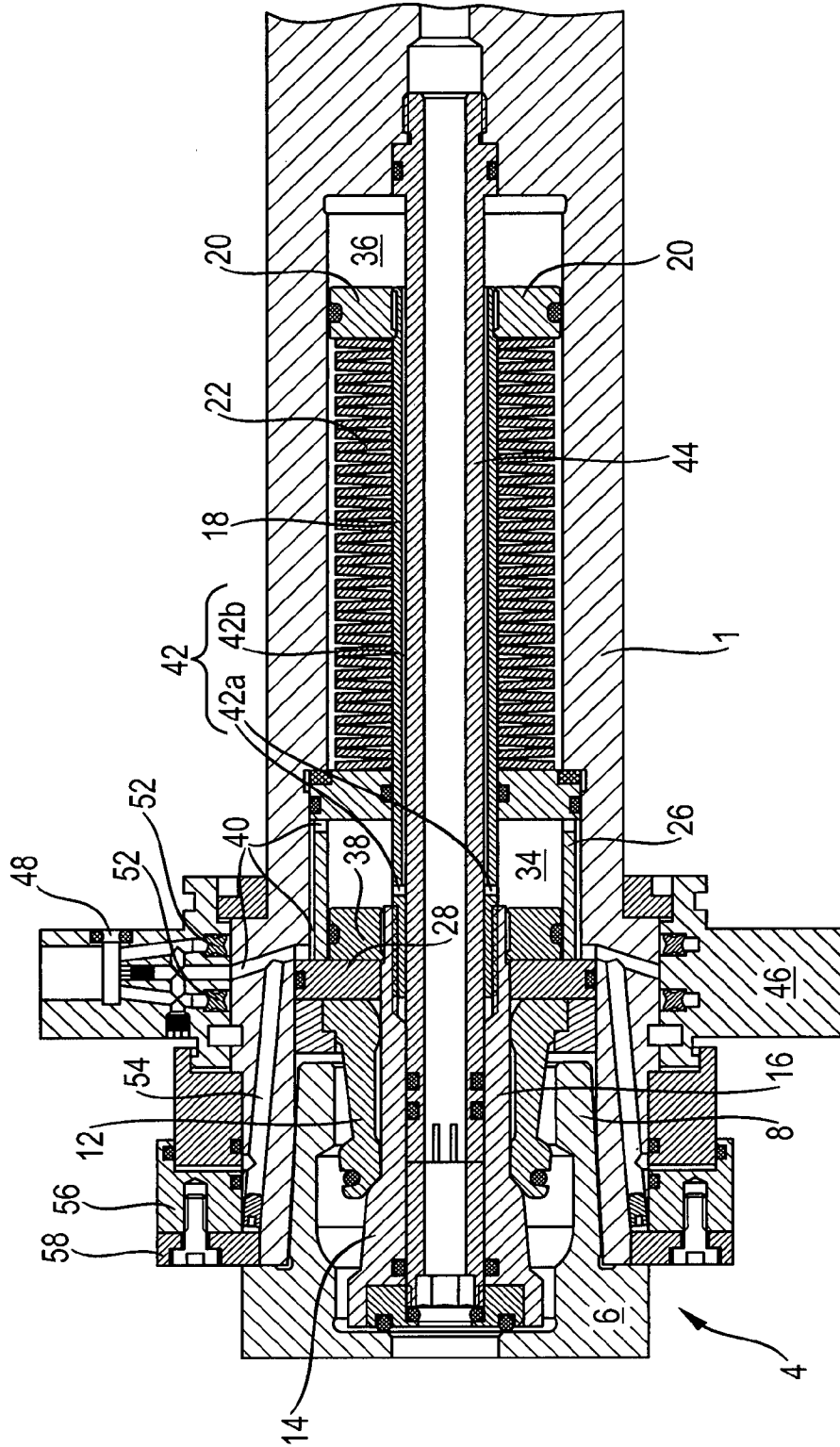


Fig. 2

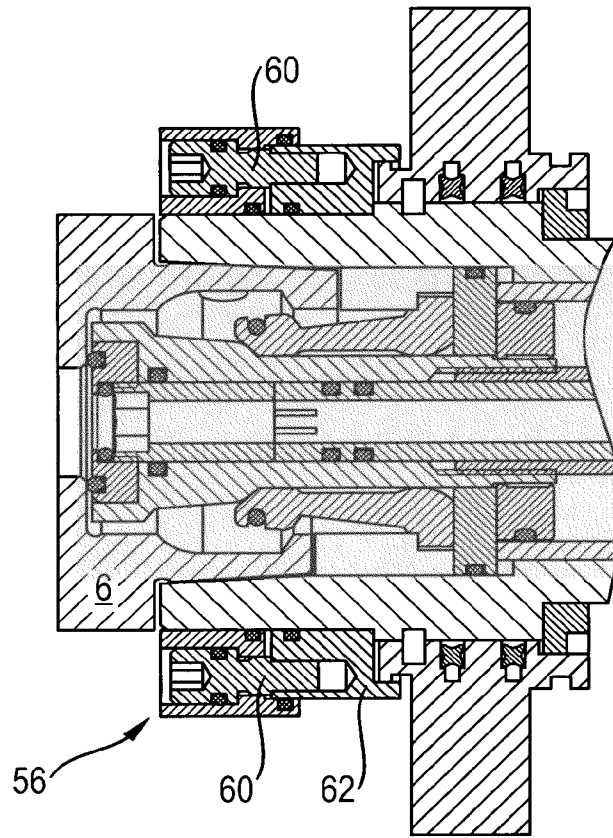


Fig. 3

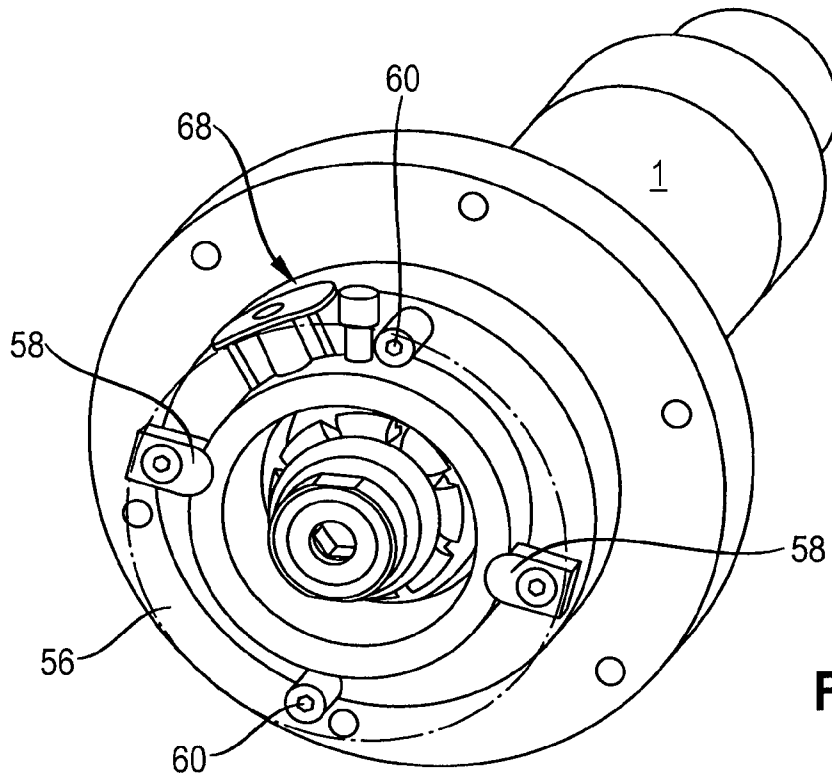
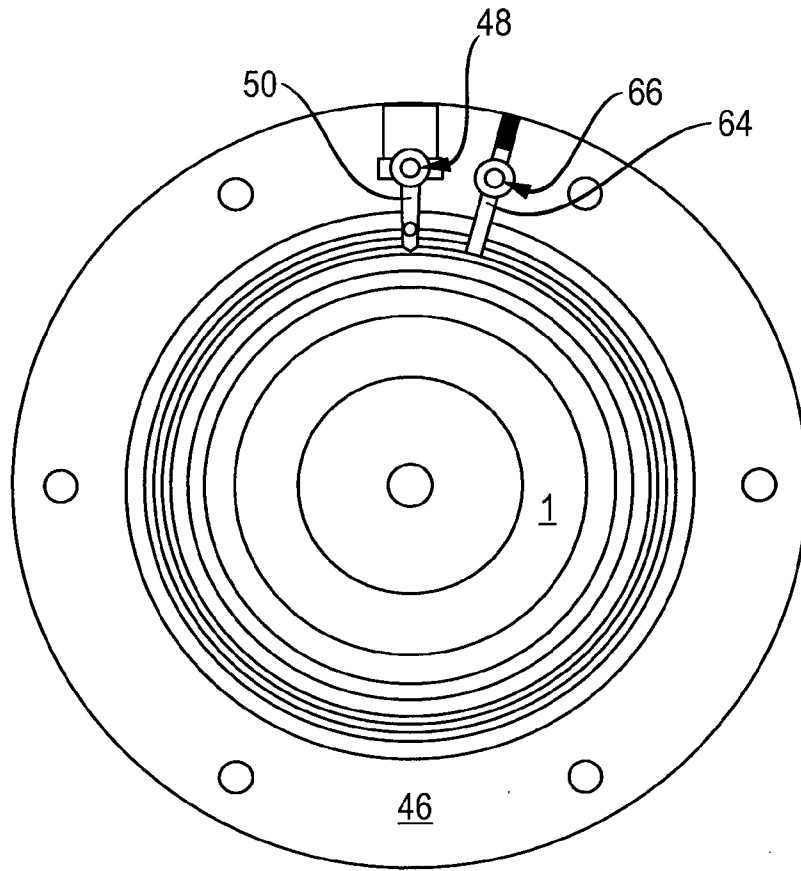


Fig. 4



**Fig. 5**

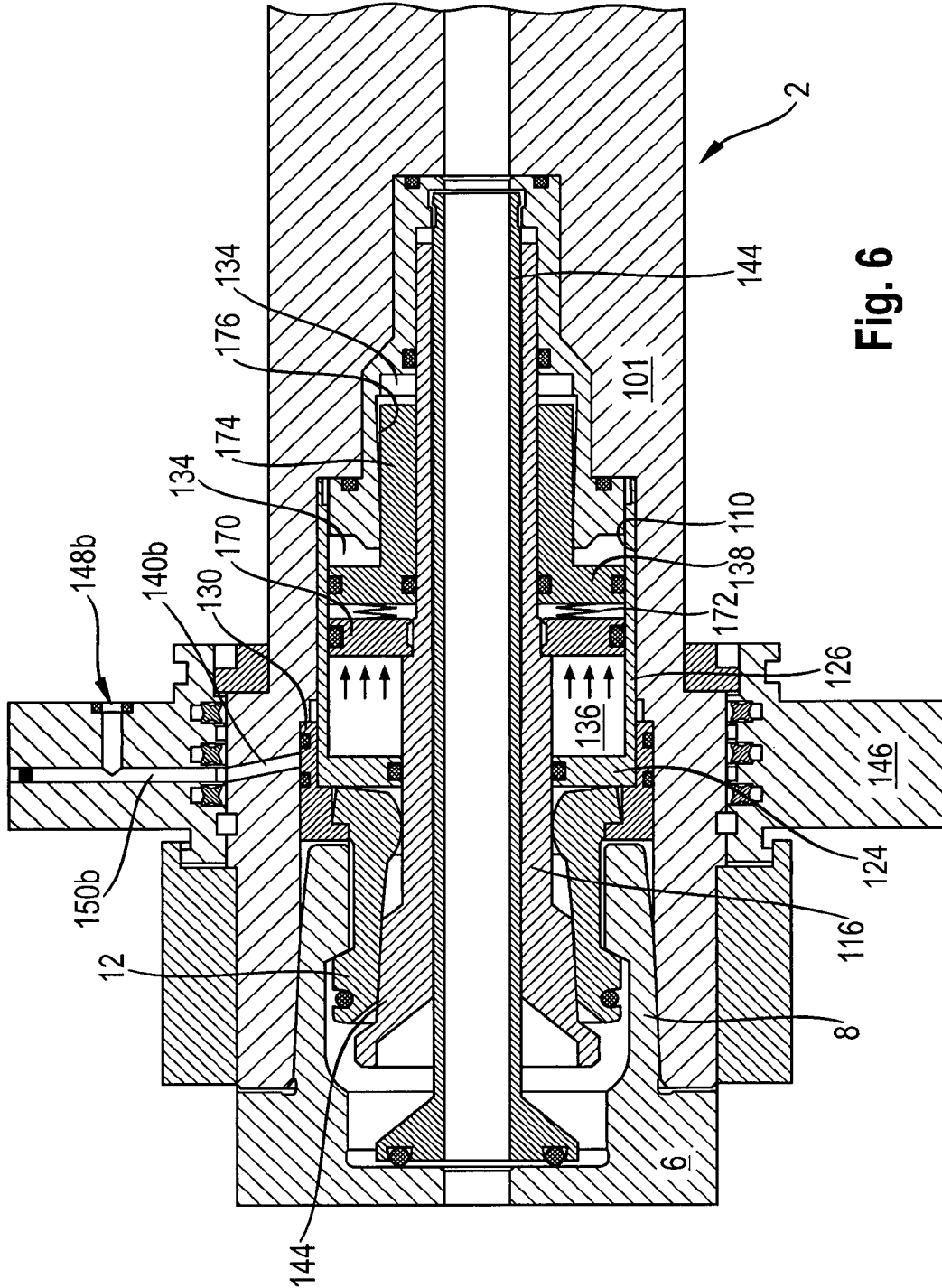


Fig. 6

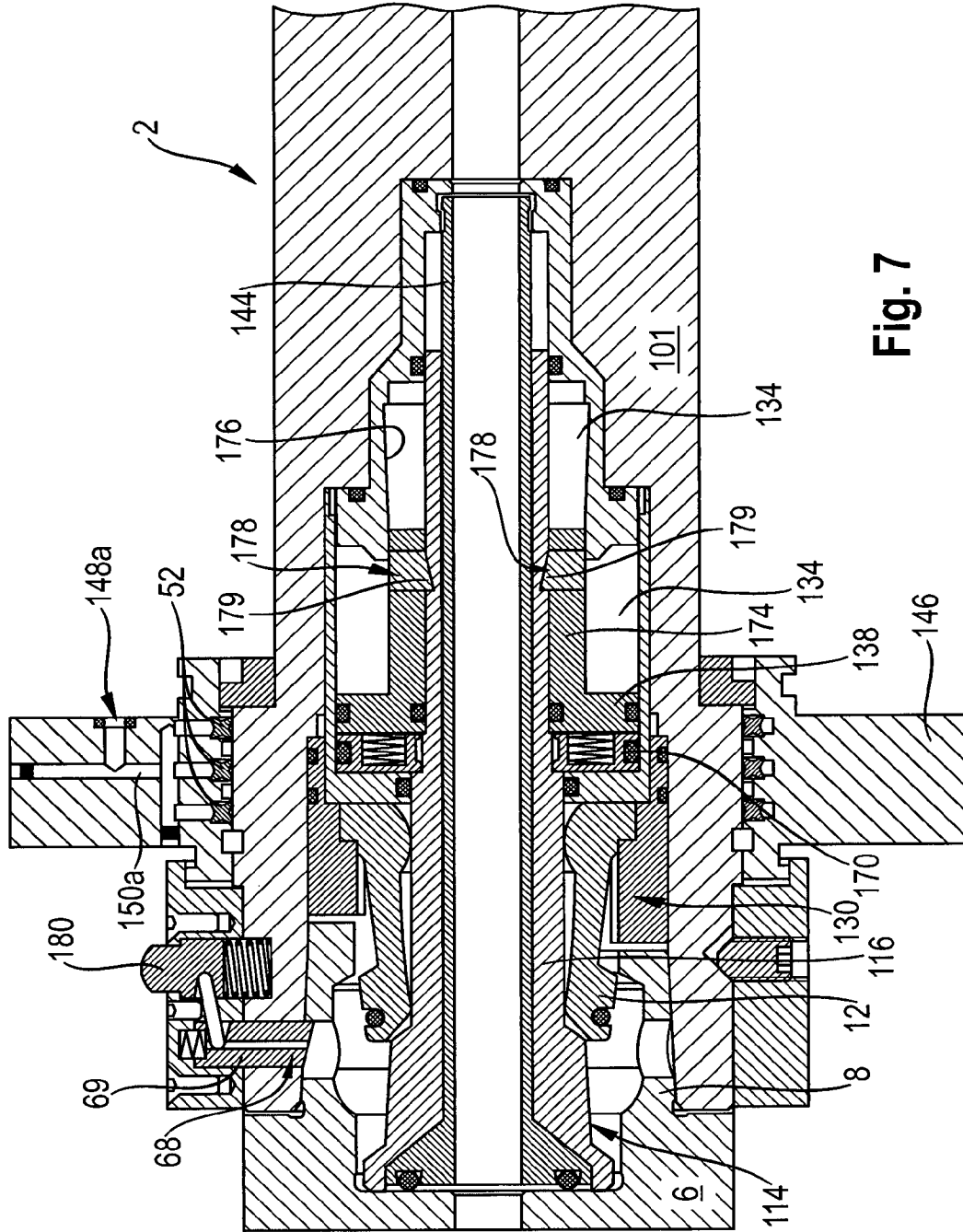


Fig. 7

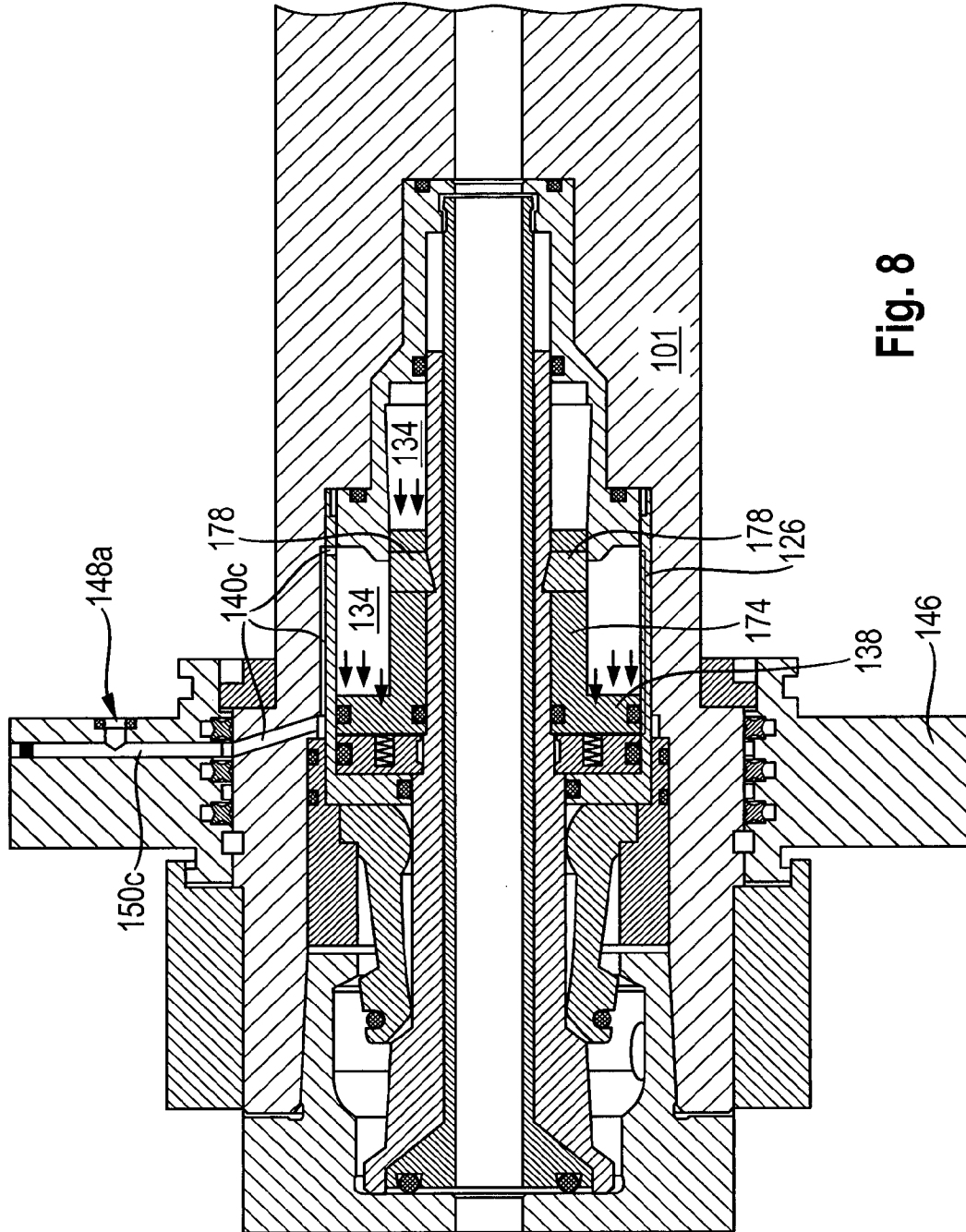
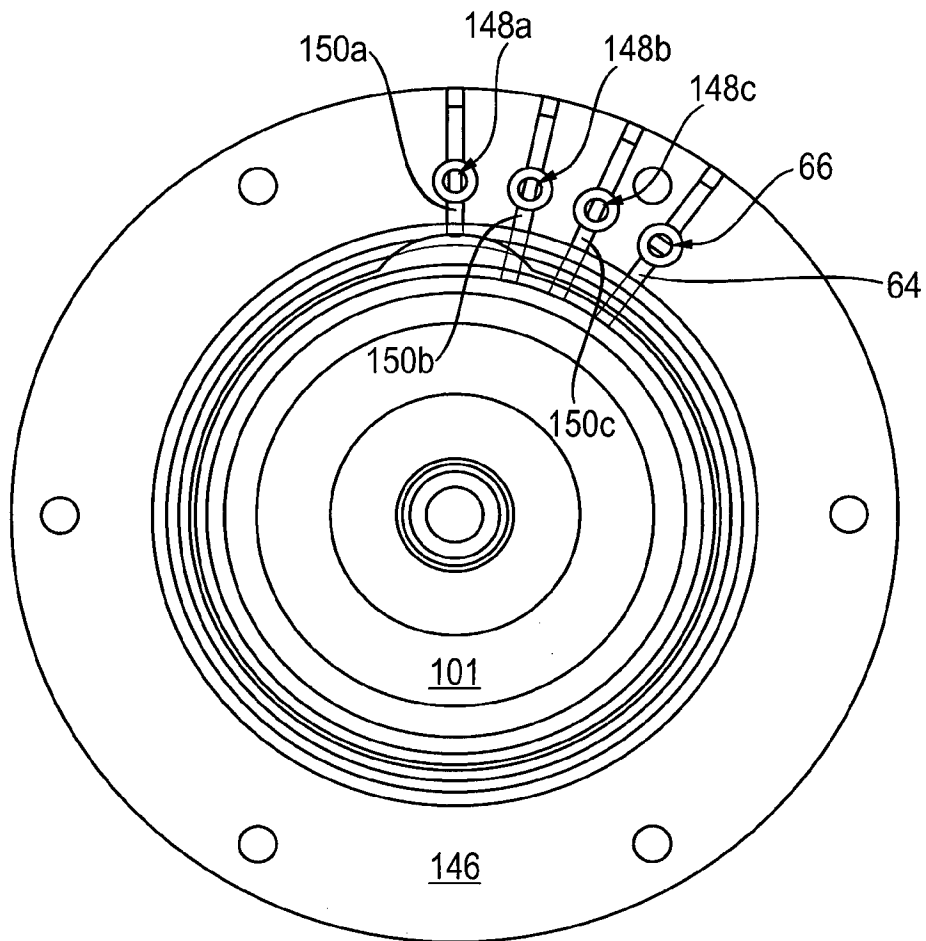


Fig. 8



**Fig. 9**



Fig. 10

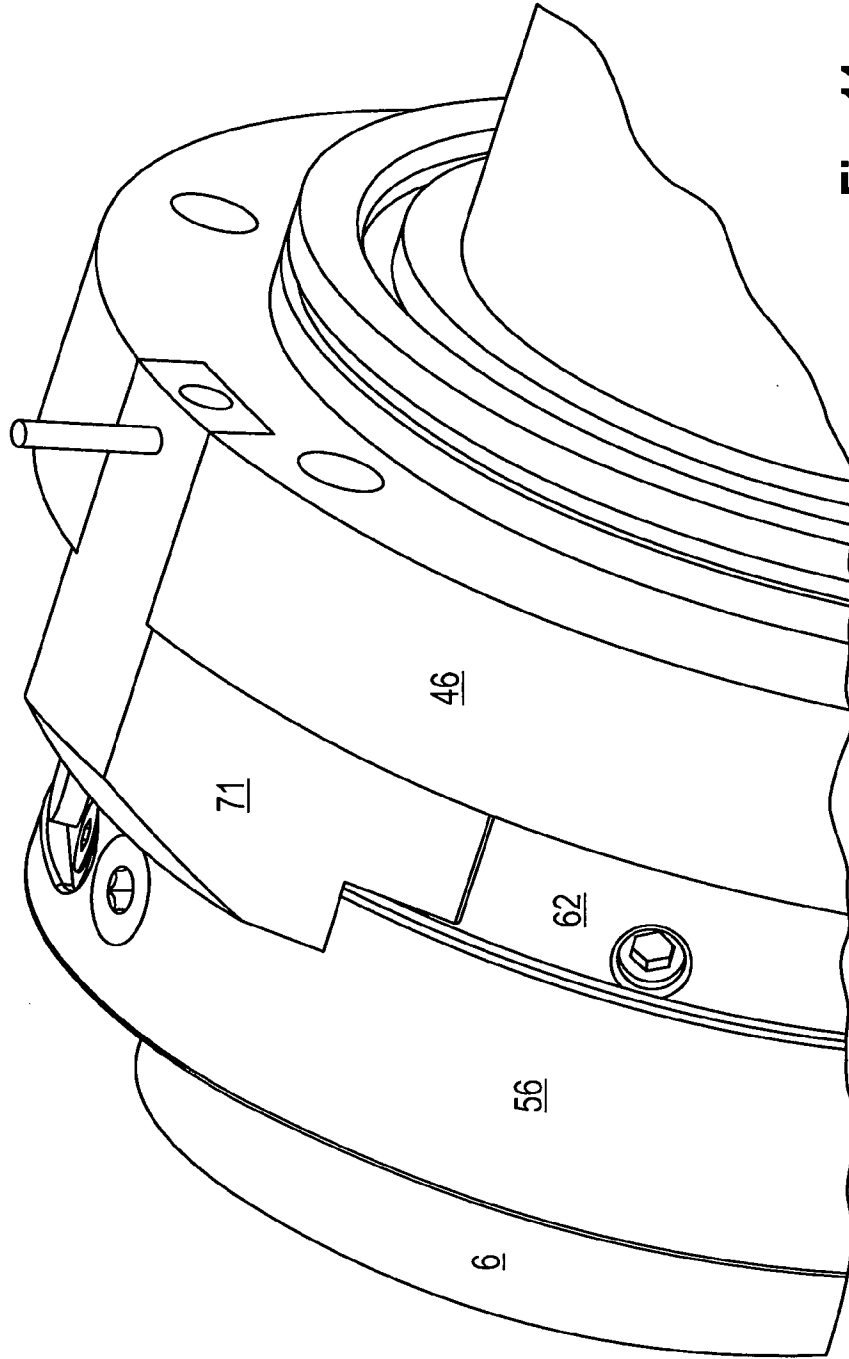


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/064419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B23B31/06 B23B31/26 B23B31/30  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B23B  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	DE 103 19 796 A1 (SIGMA GMBH [DE]) 18 November 2004 (2004-11-18) paragraphs [0002], [0015], [0016], [0051], [0120], [0122] figures 1, 3, 4-7	1-3,9, 10,16,17 4,5 6-8, 11-15
X	----- EP 0 128 275 A1 (TIEFBOHRTECHNIK GMBH TBT [DE]) 19 December 1984 (1984-12-19) figure 1	1
X	----- US 2 515 183 A (BENJAMIN MILTON L ET AL) 18 July 1950 (1950-07-18) figure 1	1
X A	----- US 3 030 119 A (MYERS RICHARD L) 17 April 1962 (1962-04-17) column 1, lines 7-13 figures 1-5	1 6
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  24 August 2016	Date of mailing of the international search report  06/09/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Schäfer, Lisa

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/064419

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 32 35 319 A1 (MAUSER WERKE OBERNDORF [DE]) 12 April 1984 (1984-04-12) page 6, lines 9-24 -----	4,5
A	DE 20 2009 004585 U1 (ORTLIEB PRAEZ S SPANNZEUGE GMB [DE]) 18 June 2009 (2009-06-18) paragraphs [0025], [0026] -----	13
A	US 4 614 470 A (MITSU HARU SATO [JP] ET AL) 30 September 1986 (1986-09-30) column 2, line 64 - column 3, line 8 -----	13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/064419
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10319796	A1	18-11-2004	NONE
-----			
EP 0128275	A1	19-12-1984	DE 3320612 A1 13-12-1984
			EP 0128275 A1 19-12-1984
			US 4566705 A 28-01-1986
-----			
US 2515183	A	18-07-1950	NONE
-----			
US 3030119	A	17-04-1962	NONE
-----			
DE 3235319	A1	12-04-1984	DE 3235319 A1 12-04-1984
			FR 2537031 A1 08-06-1984
			GB 2127723 A 18-04-1984
-----			
DE 202009004585	U1	18-06-2009	NONE
-----			
US 4614470	A	30-09-1986	JP H0144463 B2 27-09-1989
			JP S6133832 A 17-02-1986
			US 4614470 A 30-09-1986
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23B31/06 B23B31/26 B23B31/30 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	DE 103 19 796 A1 (SIGMA GMBH [DE]) 18. November 2004 (2004-11-18) Absätze [0002], [0015], [0016], [0051], [0120], [0122] Abbildungen 1, 3, 4-7 -----	1-3,9, 10,16,17 4,5 6-8, 11-15
X	EP 0 128 275 A1 (TIEFBOHRTECHNIK GMBH TBT [DE]) 19. Dezember 1984 (1984-12-19) Abbildung 1 -----	1
X	US 2 515 183 A (BENJAMIN MILTON L ET AL) 18. Juli 1950 (1950-07-18) Abbildung 1 -----	1
X A	US 3 030 119 A (MYERS RICHARD L) 17. April 1962 (1962-04-17) Spalte 1, Zeilen 7-13 Abbildungen 1-5 -----	1 6
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
24. August 2016		06/09/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Schäfer, Lisa

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 32 35 319 A1 (MAUSER WERKE OBERNDORF [DE]) 12. April 1984 (1984-04-12) Seite 6, Zeilen 9-24 -----	4,5
A	DE 20 2009 004585 U1 (ORTLIEB PRAEZ S SPANNZEUGE GMB [DE]) 18. Juni 2009 (2009-06-18) Absätze [0025], [0026] -----	13
A	US 4 614 470 A (MITSU HARU SATO [JP] ET AL) 30. September 1986 (1986-09-30) Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 8 -----	13

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064419

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10319796	A1	18-11-2004	KEINE
EP 0128275	A1	19-12-1984	DE 3320612 A1 13-12-1984 EP 0128275 A1 19-12-1984 US 4566705 A 28-01-1986
US 2515183	A	18-07-1950	KEINE
US 3030119	A	17-04-1962	KEINE
DE 3235319	A1	12-04-1984	DE 3235319 A1 12-04-1984 FR 2537031 A1 08-06-1984 GB 2127723 A 18-04-1984
DE 202009004585	U1	18-06-2009	KEINE
US 4614470	A	30-09-1986	JP H0144463 B2 27-09-1989 JP S6133832 A 17-02-1986 US 4614470 A 30-09-1986