



12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 01719/96

22 Anmeldungsdatum: 09.07.1996

30 Priorität: 23.11.1995 DE 195 43 612.1

24 Patent erteilt: 31.07.2001

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.07.2001

73 Inhaber:
GAT Gesellschaft für Antriebstechnik mbH,
Saarbrücker Allee 5a, D-65201 Wiesbaden (DE)

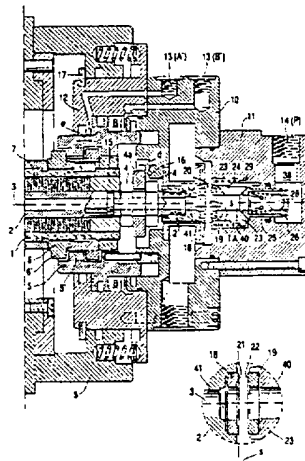
72 Erfinder:
Jürgen Gobell, Frankfurter Strasse 76,
65611 Brechen (DE)
Stephan Ott, Luxemburgstrasse 5,
65185 Wiesbaden (DE)

74 Vertreter:
Novator AG, Zwängiweg 7,
8038 Zürich (CH)

54 Spannvorrichtung mit integrierter Fluid-Drehdurchführung.

57 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Spannvorrichtung mit Fluid-Drehdurchführung für mit hohen Drehzahlen rotierende Maschinen, insbesondere Werkzeugmaschinen, mit einer für hohe Drehzahlen ausgelegten und um eine zentrale Achse (3) drehbaren, hohlen Spindel (1), einem an oder in der Spindel (1) vorgesehenen und mit dieser drehbaren Spannelement, welches zum Spannen bzw. Lösen von Gegenständen an der Spindel (1) axial bewegbar ist. Um eine Spannvorrichtung mit Drehdurchführung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche für hohe Drehzahlen geeignet ist und gleichzeitig der Möglichkeit unterschiedlicher axialer Positionen eines Spannelementes Rechnung trägt, ohne dass Dichtflächen oder Lager der rotierenden Spindel übermässigen Beanspruchungen ausgesetzt sind, die zu hohem Verschleiss führen würden, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass die Drehdurchführung in die Spannvorrichtung integriert ist, indem sie eine erste Gleitdichtfläche (21) an dem Spannelement oder einem mit diesem fest verbundenen Teil aufweist, dass eine zweite Gleitdichtfläche (22), welche der ersten Gleitdichtfläche (21) zugewandt ist, an einem von der ersten Gleitdichtfläche (21) unabhängig axial bewegbaren und nicht drehbaren Dichtungsteil (23) der Drehdurchführung (20) vorgesehen ist, welches weg von dem Dichtungskontakt mit der ersten Gleitdichtfläche (21)

vorgespannt ist, wobei Einrichtungen vorgesehen sind, welche im Falle einer Druckbeaufschlagung der Drehdurchführung (20) das axial bewegbare Dichtungsteil (23) entgegen seiner Vorspannung in Dichtungskontakt mit der ersten Gleitdichtfläche (21) des Spannelementes bringen.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Spannvorrichtung mit Fluid-Drehdurchführung für mit hoher Drehzahl rotierende Maschinen, insbesondere für Werkzeugmaschinen, mit einer für hohe Drehzahlen ausgelegten, um eine zentrale Achse drehbaren, hohlen Spindel und einem an oder in der Spindel vorgesehenen und mit dieser drehbaren Spannelement, welches zum Spannen bzw. Lösen axial bewegbar ist.

Derartige Spannvorrichtungen sind ihrer Struktur nach an sich bekannt und unterscheiden sich insofern nicht von Spannvorrichtungen mit Drehdurchführungen für niedrige Drehzahlen. Derartige Spannvorrichtungen werden üblicherweise verwendet an Werkzeugmaschinen, die eine drehbare Spindel haben, an deren freiem Ende mithilfe eines speziellen Spannmechanismus, der nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, ein Werkzeug (gegebenenfalls auch ein Werkstück) eingespannt und mit hohen Drehzahlen rotieren. Durch den Eingriff des Werkzeuges an einem Werkstück entstehen nicht nur Späne, sondern auch eine erhebliche Wärmeenergie auf Grund von Reibung. Sowohl die entstehende Reibungswärme als auch die entstehenden Werkstückspäne müssen schnellstmöglich aus dem Arbeitsbereich des Werkzeuges entfernt werden, damit dieses nicht zerstört wird. Dabei ist die Spanabfuhr z.B. beim Fräsen im Allgemeinen kein Problem, wohl aber beim Bohren. Üblicherweise verwendet man entweder Druckluft oder eine Wasser-Öl-Emulsion, die unmittelbar in den Arbeitsbereich des Werkzeuges hineingespritzt wird und dabei sowohl die Späne als auch gleichzeitig Wärmeenergie abführt. Während es bei manchen Bearbeitungsvorgängen, insbesondere beim Fräsen, möglich ist, die Zufuhr von Druckluft oder eines flüssigen Kühl- und Spülmittels von aussen vorzusehen, gibt es andere Bearbeitungsvorgänge, z.B. das Bohren, bei welchem die Kühl- und Spülmittelzufuhr von aussen nicht ausreicht, um entstehende Späne und Wärmeenergie wegzutransportieren. Für solche Anwendungsbereiche sind Werkzeuge mit innerer Kühlmittelzufuhr vorgesehen. Derartige Werkzeuge weisen z.B. eine zentrale, axiale Längsbohrung auf, die irgendwo in der Nähe des Arbeitsbereiches des Werkzeuges in einer oder mehreren Austrittsöffnungen mündet. Dementsprechend müssen auch der Spannmechanismus und die Spindel für die interne Kühlmittelzufuhr ausgelegt sein, d.h. der Spannmechanismus ebenso wie die Spindel sind hohl und ermöglichen so die Zufuhr von Kühlmittel entlang der zentralen Achse, wobei dieses Kühl- und Spülmittel dann in das hintere Ende des Werkzeuges ein- und aus den vorderen Öffnungen austreten kann. Es versteht sich, dass derartige Werkzeugmaschinen nicht nur auf Anwendungen in schwer zugänglichen Arbeitsbereichen beschränkt sind, sondern auch im Falle ansonsten leicht zugänglicher Arbeitsbereiche angewendet werden können, weil sich auf diese Weise die erforderliche Menge an Kühl- und Spülmittel oftmals erheblich reduzieren lässt.

Solche Werkzeugmaschinen müssen eine geeig-

nete Drehdurchführung aufweisen, da das Kühl- und Spülmittel in einem selbstverständlich nicht mit der Spindel rotierenden Tank aufbewahrt und von dort in die rotierende Spindel zugeführt werden muss. Hierfür werden im Allgemeinen Drehdurchführungen mit aufeinander gleitenden und sich im Wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse erstreckenden Dichtflächen verwendet.

Um einen schnellen, automatischen Werkzeugwechsel ermöglichen zu können, weisen ausserdem viele derartige Werkzeugmaschinen Spannvorrichtungen auf, bei denen vom Spannmechanismus ein speziell angepasster Werkzeugschaft erfasst und festgespannt werden muss, wobei die erforderliche Spannkraft in vielen Fällen durch eine so genannte Zugstange bereitgestellt wird, die sich entlang der Rotationsachse im Inneren der Spindel erstreckt und welche mit dem Spannmechanismus am freien Ende der Spindel derart verbunden ist, dass der Spann- und Lösevorgang allein durch eine entsprechende axiale Bewegung der Zugstange ausgeführt wird. Unabhängig von der speziellen Ausgestaltung als Zugstange bezieht sich jedoch die vorliegende Erfindung auf alle Spannvorrichtungen mit Drehdurchführungen, bei welchen ein Spannelement zum Spannen oder Lösen des betreffenden Mechanismus eine axiale Bewegung ausführt.

Auf Grund von Herstellungstoleranzen und auch wegen des unvermeidlichen Verschleisses sowohl an Werkzeugen bzw. Werkzeugschäften als auch an Teilen des Spannmechanismus und der Spannvorrichtung selbst ist es dabei unvermeidlich, dass die axiale Position des Spannelementes bei verschiedenen eingespannten Werkzeugen variiert oder sich einfach im Laufe des Gebrauches der Vorrichtung allmählich ändert. Für die Drehdurchführung bedeutet dies, dass sie trotz unterschiedlicher axialer Lage des Spannelementes, welches an oder in der Spindel angeordnet ist, immer eine fluidichte Anlage der Gleitdichtflächen der Drehdurchführung gewährleistet.

Die bisher bekannten Spannvorrichtungen mit Drehdurchführungen weisen allesamt erhebliche Nachteile auf. Entweder sind derartige Vorrichtungen ausserordentlich verschleissanfällig, d.h. die Gleitdichtungen werden bei hohen Drehzahlen schon nach kurzer Zeit unbrauchbar und müssen ersetzt werden, oder aber sie sind von vorneherein nicht für hohe Drehzahlen vorgesehen. Dies gilt insbesondere für solche Drehdurchführungen, bei welchen die Gleitdichtflächen an axial unbeweglichen Teilen vorgesehen sind, was regelmässig mit einer Vergrösserung der rotierenden Massen und/oder deren Abstand zu Lagern verknüpft ist und die insofern für hohe Drehzahlen ungeeignet sind. Dabei wird im Sinne der vorliegenden Anmeldung der Drehzahlbereich zwischen 15 000 und 30 000 Umdrehungen/Minute, insbesondere zwischen 20 000 und 30 000 Umdrehungen/Minute, als Bereich hoher Drehzahlen angesehen. Dies schliesst selbstverständlich nicht aus, dass die vorliegende Erfindung auch auf rotierende Maschinen mit niedrigeren Drehzahlen oder auch auf solchen mit höheren Drehzahlen angewendet werden kann. Generell lässt sich sagen, dass Spannvorrichtungen mit

Drehdurchführungen der vorstehend beschriebenen Art, die für Drehzahlen um 20 000 Umdrehungen/Minute geeignet wären, ohne einen übermässigen Verschleiss an Gleitdichtungen oder Lagern mit sich zu bringen, nicht bekannt sind.

Gegenüber diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Spannvorrichtung mit Drehdurchführung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche für hohe Drehzahlen geeignet ist und gleichzeitig der Möglichkeit unterschiedlicher axialer Positionen eines Spannelementes Rechnung trägt, ohne dass Dichtflächen oder Lager der rotierenden Spindel übermässigen Beanspruchungen ausgesetzt sind, die zu hohem Verschleiss führen würden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Drehdurchführung in die Spannvorrichtung integriert ist, indem sie eine Gleitdichtfläche an dem Spannelement oder einem mit diesem drehbaren und fest verbundenen Teil aufweist, dass eine zweite Gleitdichtfläche, welche der ersten Gleitdichtfläche zugewandt ist, an einem axial bewegbaren, nicht drehbaren Dichtungsteil vorgesehen ist, welches weg von dem Dichtungskontakt mit der ersten Gleitdichtfläche vorgespannt ist, wobei Einrichtungen vorgesehen sind, welche im Falle einer Druckbeaufschlagung der Drehdurchführung mit dem zuzuführenden Fluid das axial bewegbare Dichtungsteil entgegen seiner Vorspannung in Dichtungskontakt mit der ersten Gleitdichtfläche des Spannelementes bringbar ist.

Die axiale Bewegbarkeit des die zweite Gleitdichtfläche aufweisenden Dichtungsteiles und seine Vorspannung weg von dem Dichtungskontakt führt also dazu, dass im Allgemeinen die Gleitdichtflächen einen axialen Abstand voneinander haben und nicht miteinander in Berührung stehen. Hierdurch werden insbesondere hohe Reibungskräfte vermieden, die ansonsten auftreten könnten, wenn die Position der zweiten Gleitdichtfläche axial festgelegt ist, während die erste Gleitdichtfläche auf Grund von Herstellungs- und Verschleiss toleranzen unterschiedliche axiale Positionen annimmt. Wenn der Spannmeechanismus verschlissen ist oder auf Grund normaler Herstellungstoleranzen unterschiedliche Positionen annimmt, so vergrössert oder verkleinert sich dadurch lediglich der zwischen den beiden Gleitdichtflächen ohnehin vorhandene Abstand, solange die Gleitdichtung nicht von dem zuzuführenden Medium mit Druck beaufschlagt wird. Erst wenn die Gleitdichtung mit Druck beaufschlagt wird, bewegt sich die zweite Gleitdichtfläche in Richtung auf die erste Gleitdichtfläche, bis beide in Kontakt sind, und bei weiterer Erhöhung des Druckes sorgen entsprechende Einrichtungen, wie z.B. ein vorgespanntes Rückschlagventil, dafür, dass das zuzuführende Medium anschliessend von dem Eingang der Gleitdichtung und in die Spindel bzw. Zugstange hineingeleitet wird, wobei die erwähnten Dichtflächen in diesem Zustand bereits dichtend aneinander anliegen. Gleichzeitig kann dabei ein Spindellager in relativ kurzem axialen Abstand von den Gleitdichtflächen und damit näher am Übergang von rotierenden zu stehenden Maschinenteilen angeordnet sein, als dies bei einer Anordnung der Dichtflä-

chen an jenseits des axial beweglichen Spannelementes möglich wäre.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Einrichtung, durch welche die zweite Gleitdichtfläche im Falle einer Druckbeaufschlagung mit der ersten Gleitdichtfläche in Kontakt gebracht wird, durch ein Rückschlagventil gebildet, welches vorgespannt ist, wobei die Vorspannkraft des Rückschlagventils grösser ist als die Vorspannkraft, welche die zweite Gleitdichtfläche von der ersten Gleitdichtfläche wegdrückt. Dies stellt sicher, dass im Falle einer Druckbeaufschlagung zuerst der Kontakt der Dichtflächen hergestellt wird und dann das Rückschlagventil öffnet. Die Dichtflächen werden dann lediglich mit der Differenz der erwähnten Vorspannkraften beaufschlagt.

Ausserdem ist eine Ausgestaltung der Erfindung bevorzugt, bei welcher das die zweite Dichtfläche aufweisende Dichtungsteil ein gewisses Spiel bezüglich einer Verkipfung relativ zur Drehachse hat. Auch diese ermöglicht das Ausgleichen von Herstellungstoleranzen und stellt sicher, dass die beiden Gleitdichtflächen unabhängig von derartigen Toleranzen oder von Ausrichtungs- bzw. Fluchtungsfehlern dennoch grossflächig und bündig aneinander anliegen. Weiterhin ist in diesem Zusammenhang auch eine Ausführungsform der Erfindung bevorzugt, bei welcher das die Gleitdichtfläche aufweisende Dichtungsteil an seinem der Gleitdichtfläche abgewandten Ende eine weitere Dichtfläche bzw. einen Dichtungsübergang zwischen einer konischen Fläche und einer (teilweise) kugelförmigen Fläche hat. Derartige Übergänge zwischen Kugelfläche und Konus erzeugen einen linienförmigen Dichtungskontakt, wobei das Teil, welches die Kugelfläche aufweist, relativ zu dem die konische Fläche aufweisenden Teil um grössere Winkelbereiche verkippt werden kann und umgekehrt, ohne dass der linienförmige Dichtungskontakt verloren geht. Bei in der Praxis unvermeidbaren, kleinen Fluchtungsfehlern erreicht man durch diese Ausgestaltung, dass das Dichtungsteil um eine zu seiner Symmetrieachse bzw. zur Symmetrieachse der gesamten Drehdurchführung parallel versetzte Rotationsachse der Spindel rotieren kann, ohne dass der Kontakt irgendwelcher Dichtungsflächen der Drehdurchführung hierdurch negativ beeinflusst werden könnte.

Bei dieser Ausführungsform ist das erwähnte Rückschlagventil vorzugsweise in dem weiteren Dichtungsteil aufgenommen, welches, in Strömungsrichtung gesehen, noch vor dem Kugelkalotten/Konus-Übergang liegt.

Die Vorteile der vorliegenden Erfindung liegen vor allem darin, dass relativ hohe Drehzahlen der Maschinenspindel möglich sind, ohne dass ein übermässiger Verschleiss an den Gleitdichtflächen festzustellen ist und ohne dass grössere Leckagen auftreten. Eine mit einer derartigen Gleitdichtung ausgestattete Spannvorrichtung ist deshalb besonders für den Bereich hoher Drehzahlen zwischen 15 000 und 30 000 Umdrehungen, insbesondere für Drehzahlen oberhalb von 20 000 Umdrehungen/Minute, geeignet.

In Verbindung damit ist es besonders vorteilhaft, wenn die Drehdurchführung in Bauteile integriert ist,

die einen internen Kraftschluss zwischen Spindel und Zugstange der Spannvorrichtung aufweisen. Die Zugstange stützt sich vorzugsweise durch ein Federpaket oder dergleichen in Spannrichtung an der Spindel ab. Die Spannrichtung ist üblicherweise die Richtung axial einwärts auf die Drehdurchführung zu. Wenn die Zugstange sich selbst überlassen wird, drückt also das Federpaket, welches sich einerseits an der Spindel und andererseits an der Zugstange abstützt, die Zugstange axial einwärts, sodass die Dichtflächen, von denen eine am Ende der Zugstange vorgesehen ist, einander angenähert werden, sich jedoch noch nicht berühren, da die Gleitdichtfläche des Dichtungsteiles der nicht von Druck beaufschlagten Drehdurchführung weg von dem Dichtungskontakt vorgespannt ist, um einen gewissen Spielraum für die axiale Endposition der ersten Gleitdichtfläche an der Zugstange bereitzustellen. Die Betätigung der Zugstange, d.h. das Lösen des Spannmechanismus erfolgt im Allgemeinen hydraulisch, eventuell auch pneumatisch. Dabei spricht man von internem Kraftschluss, wenn eine Betätigungseinrichtung unmittelbar an der Spindel einerseits und an der Zugstange andererseits eingreift, ohne Rückgriff auf die Spindellagerung. Dies ist in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung relativ wichtig, da die Lager von Spindeln, die mit hohen Drehzahlen laufen, möglichst nicht den starken axialen Belastungen ausgesetzt werden sollen, die beim Betätigen der Zugstange auftreten. Die Lager der Spindel werden also zu keinem Zeitpunkt von den zwischen Spindel und Zugstange wirkenden Spannkraften beaufschlagt.

Erfindungsgemäss weist eine solche Betätigungseinrichtung mit internem Kraftschluss einen axial beweglichen Zylinder auf, der seinerseits in einem stehenden Maschinenteil, welches im Übrigen auch ein oder mehrere Lager für die Spindel aufweist, axial geführt ist. Im Inneren des Zylinders ist ein Ringkolben axial frei beweglich geführt. Der Ringkolben hat wiederum auf seiner Innenseite Eingriffselemente für den wechselseitigen Eingriff mit der Spindel, bzw. mit Vorsprüngen der Spindel, die vorzugsweise nach Art eines Bajonettverschlusses in einer bestimmten Drehposition mit diesen Eingriffselementen in Eingriff treten, sodass der Ringkolben sich in axialer Richtung, und zwar in beiden axialen Richtungen, an den nach aussen ragenden Vorsprüngen der Spindel abstützen kann. Dabei bleibt jedoch die Spindel in dem Ringkolben frei drehbar, d.h. die entsprechenden Eingriffselemente und Vorsprünge greifen mit Spiel ineinander. Der Ringkolben ist ein axial von zwei Seiten her mit Druck beaufschlagter Ringkolben. Der betreffende Zylinder des Ringkolbens ist fest mit einem Betätigungselement für die Zugstange und auch mit dem Gehäuse der Drehdurchführung verbunden. Der Ringkolben ist nur begrenzt axial bewegbar, da seine Eingriffselemente in beiden axialen Richtungen sofort an den nach aussen ragenden Vorsprüngen der Spindel anschlagen, sobald die Kolbenbewegung über das zwischen den Vorsprüngen der Spindel und Eingriffselementen des Kolbens vorgesehene Spiel hinausgeht. Die Spindel ihrerseits hat im Allgemeinen eine feste axiale Position, die auch durch die

Hochgeschwindigkeitslager der Spindel vorgegeben ist. Wird nun der Kolben innerhalb des Zylinders mit Druck beaufschlagt, so stützt der Kolben sich an den Vorsprüngen der Spindel ab und übt eine entsprechende Gegenkraft auf den axial beweglichen Zylinder aus. Dieser nimmt das Betätigungselement für die Zugstange und gleichzeitig auch die Drehdurchführung mit, sodass sich der Abstand der Dichtflächen der Drehdurchführung um das vorgegebene Spiel zwischen Betätigungselement zu Zugstange und Kolben zu Eingriffselementen der Spindel verringert. Hierbei verbleibt aber weiterhin zwischen den Gleitdichtflächen noch ein restliches Spiel, welches erst bei Druckbeaufschlagung der Drehdurchführung durch die axiale Bewegung eines Dichtungsteiles der Drehdurchführung aufgehoben wird.

Damit ist der Kraftschluss zwischen Spindel, Ringkolben, Zylinder und Betätigungselement komplett, ohne dass irgendwelche Lager der Spindel oder Dichtflächen der Drehdurchführung dazwischen geschaltet sind bzw. von Spannkraften beaufschlagt werden.

Die erfindungsgemässe Anordnung hat den Vorteil, dass alle das obere Ende der Spindel und der Zugstange umgebenden Teile, nämlich der Ringkolben, der Zylinder mit dem Betätigungselement und dem Gehäuse für die Drehdurchführung und die Drehdurchführung selbst zwar axial bewegbar und teilweise auch gegeneinander bewegbar, jedoch nicht drehbar vorgesehen sind. Die drehenden Teile sind ausschliesslich die Spindel und die Zugstange, wobei ein Spindellager möglichst nahe an den Vorsprüngen der Spindel bzw. nahe an dem Ringkolben vorgesehen sein sollte, um eine Abstützung der Spindel in der Nähe des schnell rotierenden oberen Endes von Spindel und Zugstange zu haben. Damit erreicht man sehr günstige Lagerbedingungen und sehr geringe Lagerbelastungen, da die Masse der rotierenden Teile entsprechend gering ist. Gleichzeitig ist dies kombiniert mit internem Kraftschluss, um auch während des Spann- und Lösevorganges eine Lagerbelastung weitgehend zu vermeiden und schliesslich ist auch noch die Drehdurchführung in entsprechender Weise angepasst und insgesamt mit dem Zylinder und auch innerhalb ihres Gehäuses axial bewegbar, sodass auch die Belastung der Gleitdichtung minimal gehalten wird und grosse Standzeiten bei hohen Drehzahlen erreicht werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und der dazugehörigen Figuren.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Werkzeugmaschine mit dem oberen Ende einer Spindel und einer Zugstange sowie eine Betätigungseinrichtung für die Zugstange und einer Drehdurchführung am Ende der Zugstange,

Fig. 1A eine Einzelheit IA aus Fig. 1,

Fig. 2 einen Ausschnitt gemäss Fig. 1 in einer anderen Betriebsstellung,

Fig. 2a eine Einzelheit IIA aus Fig. 2,

Fig. 3 die Drehdurchführung in der Betriebsstellung gemäss Fig. 2.

In Fig. 1 ist die drehbare Spindel mit 1 und eine im Inneren der Spindel angeordnete Zugstange mit 2 bezeichnet. Die Zugstange 2 liegt über den grössten Teil ihrer Länge spielfrei mit Gleitpassung in der Spindel 1 und wird in der Nähe ihres oberen bzw. rechten Endes durch ein Federpaket 7 nach rechts vorgespannt. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung werden mit Bezug auf die Fig. 1 die Begriffe «rechts», «oben» und «axial einwärts» synonym verwendet und bezeichnen die gleiche Richtung. Das linke Ende der Spindel 1 und auch der Zugstange 2 ist nicht dargestellt. An diesem linken bzw. unteren Ende befindet sich ein Spannmechanismus, der eine Halterung für Werkzeuge oder Werkstücke aufweist, die mithilfe des Spannmechanismus festgehalten werden, der wiederum durch die Zugstange 2 betätigt wird. Das hier dargestellte rechte Ende der Spindel 1 ist radial erweitert, um Platz für ein Federpaket 7 zu bieten, welches sich an einer entsprechenden, sich radial einwärts erstreckenden Schulter der Spindel 1, die hier nicht dargestellt ist, abstützt. Das rechte bzw. obere Ende des Federpaketes 7 stützt sich an einer Hülse 15 ab, die mithilfe eines Paketes von Schraubenmutter 4 an der Zugstange 2 gesichert wird. Das Mutterpaket 4 erlaubt eine axiale Verschiebung und Justierung zur Einstellung der Hülse 15. Gleichzeitig dienen die Schraubenmutter 4 oder eine entsprechende, zwischen zwei Muttern 4 gelegte Ringscheibe 4a als Angriffsfläche für eine Betätigungseinrichtung 9, was später noch beschrieben wird.

Vorsprünge 6' des Ringelementes 6 sind mit der Spindel 1 fest verbunden und axial auf dieser gesichert. In einer Art Bajonetteingriff mit diesen Vorsprüngen 6 stehen nach innen ragende Vorsprünge 5' bzw. Eingriffselemente eines Kolbens 5, wobei zwischen den Vorsprüngen 6' und den entsprechenden Vorsprüngen 5' bzw. Eingriffselementen des Kolbens 5 ein ausreichendes axiales Spiel e vorgesehen ist, um in einer Endstellung des Kolbens 5 eine freie Drehung der Spindel mit dem Ringelement 6 gegenüber dem Kolben 5 zu erlauben.

Der Kolben 5 wird wiederum umfasst von einem Zylinder 12, der seinerseits axial beweglich in einem fest stehenden Maschinenteil 8 geführt ist. Der Zylinder 12 ist also innerhalb des fest stehenden Maschinenteils 8 in axialer Richtung beweglich und ist dabei fest verbunden mit dem Betätigungselement 10, das eine Anschlagfläche 16 für den Anschlag bzw. Eingriff mit der Scheibe 4a am rechten Ende der Zugstange 2 hat. Mit dem Betätigungselement 10 ist wiederum das Gehäuse 11 für die Drehdurchführung 20 fest verbunden.

Es werden zunächst der Löse- und der Spannvorgang der erfindungsgemässen Vorrichtung beschrieben, wobei sich die Begriffe «Lösen» und «Spannen» auf die betreffenden Vorgänge am Werkzeug bzw. Werkstück beziehen, welches am nicht dargestellten Ende der Spindel 1 mit einem ebenfalls nicht dargestellten Spannmechanismus gehalten wird, wobei jedoch die Betätigung dieses

Mechanismus über die Zugstange 2 und die in der Fig. 1 und 2 dargestellten Elemente erfolgt. Dabei sind die einzelnen Elemente in Fig. 1 so dargestellt, dass ihre Position dem gespannten Zustand des Spannmechanismus entspricht, während die Positionen der Fig. 2 die gelöste Position zeigt, was einer axial nach links gegen die Kraft des Federpaketes 7 verschobenen Zugstange 2 entspricht. Das Umschalten von der einen in die andere Position erfolgt durch Druckbeaufschlagung je eines von zwei ringförmigen Druckkammern zwischen dem Kolben 5 und dem Zylinder 12, wobei diese Druckkammern in der Fig. 1 mit A und B bezeichnet sind. Die entsprechenden Zuleitungen zu den Druckkammern sind mit A und B, die entsprechenden hydraulischen Betätigungsanschlüsse 13 sind mit A' und B' bezeichnet.

Ausgehend von der Spannposition wird zum Lösen des Spannmechanismus der Ringraum A zwischen Kolben 5 und dem Zylinder 12 mit Druck beaufschlagt, während der Druck aus dem Ringraum B abgelassen wird. Dies führt zunächst zu einer geringen axialen Einwärtsbewegung (nach rechts) des Ringkolbens 5, entsprechend dem zwischen den Eingriffselementen des Ringkolbens und den Vorsprüngen 6' des Ringelementes 6 vorgesehenen Spiele, wie dies in der unteren Bildhälfte der Fig. 1 gut zu erkennen ist. Dann jedoch stützen sich die Eingriffselemente 5' und Vorsprünge 6' aneinander ab und statt des Ringkolbens 5 bewegt sich nunmehr der Zylinder 12 axial nach aussen (nach links) und nimmt dabei sowohl das Betätigungselement 10 als auch das Gehäuse 11 der Drehdurchführung 20 mit. Sobald das im oberen Teil der Fig. 1 erkennbare Spiel d zwischen der Betätigungsfläche 16 und der mittleren Scheibe 4a durch die axiale Auswärtsbewegung des Betätigungselementes 10 überbrückt ist, schlägt dieses an der Scheibe 4a an und drückt dadurch bei ausreichendem Druck im Druckraum A die Zugstange 2 gegen die Kraft des Federpaketes 7 nach links. Die Bewegung der Zugstange 2 nach links bzw. axial auswärts betätigt den nicht dargestellten Spannmechanismus in der Weise, dass ein Werkzeug oder Werkstück freigegeben wird. Zum Spannen, z.B. nach Einsetzen eines neuen Werkzeuges, wird zunächst lediglich der Druck im Druckraum A abgelassen, wobei das Federpaket 7 die Zugstange 2 und damit auch das Betätigungselement 10 und den Zylinder 12 nach rechts bewegt, wobei sich der Druckraum A leert. Die axiale Einwärtsbewegung der Zugstange 2 wird dabei nur durch den (nicht dargestellten) Spannmechanismus begrenzt. Wie man jedoch an dem Spiel d der Anschlagfläche 16 gegenüber der Scheibe 4a sieht und wie man auch an dem Spiel e zwischen Eingriffselementen 5' am Ringkolben 5 und den Vorsprüngen 6' des Ringelementes 6 an der Spindel erkennt, wird durch den axialen Einwärtsdruck des Federpaketes 7 der in der Fig. 1 dargestellte Endzustand noch nicht erreicht, wenn auch das Federpaket 7 allein die Spannkraft für den zu haltenden Gegenstand bereitstellt. Da sich jedoch die Spindel 1 und die Zugstange 2 gegenüber den sie umgebenden Teilen wie z.B. gegenüber dem Ringkolben 5 und dem Betätigungselement 10, drehen,

muss ein entsprechendes Spiel zwischen diesen Teilen wieder hergestellt werden. Dieses Spiel wird für das Betätigungselement 10 durch eine federnde Lagerung des Zylinders 12 erreicht, durch welche der Zylinder 12 nach rechts bzw. oben vorgespannt wird. Dabei wird durch einen Sicherungsring 17 ein rechter bzw. oberer Endanschlag des Zylinders 12 am stehenden Maschinenteil 8 definiert. Das Spiel zwischen den inneren Vorsprüngen 5' am Kolben 5 und den äusseren Vorsprüngen 6' des Ringelementes 6 an der Spindel 1 wird dann dadurch hergestellt, dass der Raum B mit Druck beaufschlagt wird, sodass die die Ringräume A und B axial begrenzende äussere axiale Ringfläche des Ringkolbens 5 zum Anschlag an den Grund des Ringraumes A kommt. Diese Position ist schliesslich in der Fig. 1 dargestellt und die Spindel 1 ist dann zusammen mit der Zugstange 2 und allen daran befestigten Teilen gegenüber dem Ringkolben 5 und auch gegenüber dem Betätigungselement, der Drehdurchführung 20 und auch gegenüber dem Drehdurchführungsgehäuse 11 frei drehbar.

In einer nicht dargestellten Ausführungsform ist es auch möglich, die durch den Druck im Raum B bewirkte Kraft durch Federkraft aufzubringen.

Im Folgenden wird der Eingriff bzw. die Wirkungsweise der Gleitscheiben 18, 19 mit ihren Gleitdichtflächen 21, 22 näher betrachtet. Wie Fig. 1 und 2 zeigen, sind die Gleitscheiben 18, 19 als separate Bauteile in Zugstange 2 und Dichtringteil 23 integriert. Es wäre jedoch auch möglich, die jeweilige Stirnfläche von Zugstange 2 und Dichtungsteils 23 entsprechend herzurichten und ggf. zu beschichten, sodass sie als Gleitdichtflächen 21, 22 dienen könnten.

Mit einem eingezeichneten Spiel s liegt der Gleitdichtfläche 21 der Gleitscheibe 18 der Zugstange 2 die Gleitdichtfläche 22 der Gleitscheibe 19, angeordnet im Dichtungsteil 23 gegenüber, welches in axialer Richtung nach rechts federnd vorgespannt ist. Wenn die Drehdurchführung 20 nicht mit Druck beaufschlagt wird, so stellt sich das in der Fig. 1 dargestellte Spiel s ein. Dieses Spiel kann variieren und hängt insbesondere davon ab, ob der Spannmechanismus die axiale Position der Zugstange 2 im gespannten Zustand exakt festlegt oder ob diese auf Grund von Herstellungstoleranzen oder in Abhängigkeit von dem festzuspannenden Werkzeug oder dessen Verschleisszustand mehr oder weniger stark variiert. Die beiden Dichtflächen 21 und 22 werden im Betrieb unter anderem dadurch zur Anlage gebracht, dass der Anschluss 14 für ein Kühlmittel bzw. Fluid mit dem Druck P beaufschlagt wird. Wie man erkennt, ist ein Rückschlagventil 26 in einem zylindrischen Gehäuse eines zweiten Dichtungsteiles (Kolben) 25 enthalten, welches axial beweglich in dem Gehäuse 11 der Drehdurchführung aufgenommen ist. Das vordere Ende des zweiten Dichtungsteiles 25 hat die Gestalt eines ringförmigen Ausschnittes aus einer Kugelfläche (= Kugelkalotte). Das erste Dichtungsteil 23 weist an seinem rechten Ende, welches dem zweiten Dichtungsteil 25 zugewandt ist, eine passende konische Fläche auf, die zusammen mit der Kugelfläche am Teil 25 eine linienförmige Abdichtung bildet. Diese Ausge-

staltung ermöglicht ein geringfügiges Verschwenken des Teiles 23 gegenüber dem Teil 25 bezüglich der gemeinsamen Achse 3, ohne dass der linienförmige Dichtungseingriff zwischen der Kugelfläche und der konischen Fläche aufgehoben wird. Dies ermöglicht es weiterhin, das erste Dichtungsteil 23 mithilfe von Führungsstiften 29 nicht nur axial beweglich zu lagern, sondern auch geringfügige Verkippungen des Dichtungsteiles 23 bezüglich der Achse 3 zuzulassen. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die beiden Gleitdichtflächen 21, 22 auf jeden Fall flach und bündig aneinander liegen.

Die beiden Dichtungsflächen 21, 22 der Gleitscheiben 18, 19 kommen dadurch zur Anlage, dass der Anschluss 14 mit Druck P beaufschlagt wird, wenn dieser Druck P hinreichend gross ist. Durch diesen Druck P, der sowohl auf die Kugel 28 des Rückschlagventiles 26 als auch auf die Stirnflächen des zweiten Dichtungsteiles 25 ausgeübt wird, wird das Teil 25 in axialer Richtung nach links gedrückt und drückt dadurch auch das erste Dichtungsteil 23 gegen die Kraft der Feder 24 zur Anlage der Dichtflächen 21, 22. Dabei ist die von der Feder 24 bereitgestellte Gegenkraft kleiner als die Kraft, die erforderlich ist, um durch Zusammendrücken der Feder 27 das Rückschlagventil 26 zu öffnen. Nachdem jedoch die Anlage der Gleitdichtflächen 21, 22 hergestellt worden ist, öffnet bei weiterer Steigerung des Druckes P das Rückschlagventil 26. Das zuzuführende Fluid kann dann frei durch das Innere der hohlen Zugstange 2 am Anschluss 14 hindurch zum Werkzeug bzw. Werkstück strömen.

Im drucklosen Zustand kommen die Dichtflächen 21, 22 nicht zur Anlage. Dies hängt damit zusammen, dass das Spiel s zwischen den Dichtflächen 21, 22 grösser ist als das Spiel d und Spiel e zusammen. Wird nun der Spannmechanismus durch Druckbeaufschlagung des Ringraumes A betätigt, so überbrückt der Kolben 5 zunächst das Spiel e , bevor anschliessend auch das (grössere) Spiel d zwischen der Betätigungsfläche 16 und der Scheibe 4a überbrückt wird. Erst jetzt wird die Zugstange 2 axial auswärts bewegt. In diesem Fall erfolgt dies unabhängig von der Druckbeaufschlagung mit dem Druck P des Anschlusses 14. Wobei jedoch auf Grund der federnden Lagerung der Dichtungsteile bei Nicht-Druckbeaufschlagung von P zwischen den Dichtflächen 21, 22 auch weiterhin das Spiel s' vorhanden ist. Hierdurch wird eine Beschädigung der Gleitdichtflächen 21, 22 verhindert. Dabei kann jederzeit durch den Anschluss 14 ein Kühl- oder Spülmedium zugeführt werden, unabhängig davon, ob sich die Zugstange 2 in gespanntem oder entspanntem Zustand befindet. Das Spiel zwischen den Dichtflächen 21, 22 in den beiden verschiedenen Spannzuständen der Vorrichtung (und ohne Druckbeaufschlagung der Drehdurchführung) ist besonders deutlich in der Detailansicht gemäss Fig. 1A und 2A zu erkennen.

In Fig. 3 ist nochmals die Drehdurchführung 20 zusammen mit Gehäuse 11 und einem Gleitscheibendichtring dargestellt. Dabei sind die einzelnen Teile genauso bezeichnet wie in Fig. 1, sodass insoweit auf die Beschreibung zu Fig. 1 Bezug genommen werden kann.

In Fig. 3 erkennt man nochmals das Gehäuse 11 der Drehdurchführung 20. Im linken Bildteil erkennt man ausserdem noch das Ende der Zugstange 2, wobei dieses Teil 2 in Fig. 2 auch eine auf die Zugstange 2 aufgesetzte Hülse oder dergleichen sein kann. Anordnung, Ausbildung und Funktion der Gleitscheiben 18, 19 mit ihren Gleitdichtflächen 21, 22 ist wie in Fig. 1 bereits beschrieben.

Der radial abstehende Teil 34 am rechten Ende der Zugstange oder Hülse 2 ist Teil einer Labyrinthdichtung, die hier nicht näher beschrieben wird.

Die eigentliche Drehdurchführung 20, die im Gehäuse 11 aufgenommen ist, besteht aus den beiden Dichtungsteilen 23 und 25, welche über eine kalottenförmige Dichtungsfläche 32 und eine konische Dichtungsfläche 31 miteinander in Eingriff stehen. Beide Teile 23 und 25 sind axial beweglich in dem Gehäuse 11 geführt, wobei das zweite Dichtungsteil 25 eine enge Gleitpassung aufweist und zusätzlich noch durch eine elastische Dichtung 33 an seiner Aussenseite abgedichtet ist. Das Dichtungsteil 23 ist dagegen in einer Bohrung aufgenommen, deren Innendurchmesser bereichsweise grösser ist, wobei in dem so gebildeten Ringraum 30 eine Vorspannfeder 24 und auch Führungsstifte 29 angeordnet sind. Die Führungsstifte 29 sind in parallel zur Achse verlaufenden Bohrungen des Gehäuses 11 fest verankert und es sollten mindestens drei, vorzugsweise sechs oder auch mehr derartige Führungsstifte 29 vorhanden sein. An seiner Aussenseite weist das erste Dichtungsteil 23 noch axial verlaufende Nuten 36 auf, in welchen die Führungsstifte 29 teilweise aufgenommen sind. Dabei laufen die Führungsstifte 29 mit Spielpassung in den Nuten 36, sodass das erste Dichtungsteil 23 bezüglich der zentralen Achse 3 um kleine Winkel verkippt werden kann. Hierfür erweist sich auch der Eingriff zwischen der kalottenförmigen Dichtfläche 32 und der konischen Dichtfläche 31 als sinnvoll, weil bei dieser Ausgestaltung der Dichtflächen 31, 32, auch bei einem relativen Verschwenken des ersten Dichtungsteiles 23 gegenüber dem zweiten Dichtungsteil 25 der linienförmige Dichtungskontakt zwischen der kugelförmigen Fläche 32 und der konischen Fläche 31 erhalten bleibt.

In radialer Richtung nach aussen erstrecken sich zwischen den Stiften 29 Ansätze 37 zum Abstützen der Feder 24. Das andere Ende der Feder 24 stützt sich an einem in eine ringförmig umlaufende Nut in der Bohrung des Gehäuses 11 eingelassenen Sicherungsring 35 ab. Damit ist das erste Dichtungsteil 23 in axialer Richtung nach rechts vorgespannt und drückt die Dichtflächen 31, 32 fest aneinander, wobei das zweite Dichtungsteil 25 auf seiner Aussenseite eine radial vorspringende Schulter 42 hat, die mit einer entsprechend radial einwärts vorspringenden Schulter 43 der axialen Bohrung des Gehäuses 11 zur Anlage kommt und so einen Endanschlag für die beiden axial verschiebbaren Dichtungsteile 23, 25 bildet.

Das Dichtungsteil 25 enthält, wie Fig. 3 zeigt, ein federnd vorgespanntes Rückschlagventil 26. Das Rückschlagventil 26 besteht im Wesentlichen aus einer in einen Sitz aufgenommenen Kugel 28, welche im Inneren des zweiten Dichtungsteiles 25 angeord-

net ist. Die Feder 27 erzeugt dabei eine grössere Vorspannkraft als die Feder 24 in dem dargestellten Zustand. Konkret bedeutet dies, dass dann, wenn die axiale Bohrung des Gehäuses 11 und damit auch das Rückschlagventil 26 und das zweite Dichtungsteil 25 mit Druck beaufschlagt werden, sich zunächst beide Dichtungsteile 25, 23 gemeinsam nach links bewegen, wobei die Feder 24 komprimiert wird, die Feder 27 jedoch ihre Lage beibehält. Erst wenn nach der Axialbewegung der Dichtungsteile 23, 25 die Dichtfläche 22 des Dichtungsteiles 23 an ihrer gegenüberliegenden Dichtungsfläche 21 anschlägt, kann bei weiterem Ansteigen des Druckes der Fluidzufuhr das Ventil 26 geöffnet werden, wobei die Kugel 28 gegen die Kraft der Feder 27 nach links gedrückt wird. In diesem Zustand kann das Spül- und/oder Kühlmedium durch die radiale Bohrung 38 des Gehäuses 11 und die axialen Bohrungen 39, 40, 41 der Dichtungsteile 23, 25 sowie der Zugstange 2 zum vorderen Ende der Spindel 1 zur Betätigung des (nicht dargestellten) Spannmechanismus fliesen.

Zu bemerken ist zu den in der Fig. 3 dargestellten Positionen der einzelnen Elemente noch, dass in Verbindung mit der erfindungsgemässen Spannvorrichtung die Zugstange 2 bzw. deren Dichtfläche 21 nicht in Kontakt mit der Dichtfläche 22 steht, wenn sich die Dichtungsteile 23, 25 in ihrer äussersten rechten Anschlagposition befinden. Stattdessen ist in diesem Zustand ein Spiel s' zwischen den Dichtflächen 21, 22 von etwa 0,5–2,5 mm vorgesehen, wie in der Detailansicht gemäss Fig. 2A deutlich zu erkennen ist. Beim Überführen von Fluid wird dieser Abstand durch Komprimieren der Feder 24 und Verschieben der Dichtungsteile 23, 25 nach links überbrückt, sobald der von dem Fluid ausgeübte Druck für die Komprimierung der Feder 24 ausreicht. Nachdem der Kontakt der Dichtflächen 21, 22 erreicht ist, öffnet sich bei weiterer Erhöhung des Druckes auch das Rückschlagventil 26.

Patentansprüche

1. Spannvorrichtung mit Fluid-Drehdurchführung für mit hohen Drehzahlen rotierende Maschinen, insbesondere Werkzeugmaschinen, mit einer für hohe Drehzahlen ausgelegten und um eine zentrale Achse (3) drehbaren, hohlen Spindel (1), einem an oder in der Spindel (1) vorgesehenen und mit dieser drehbaren Spannelement, welches zum Spannen bzw. Lösen von Gegenständen an der Spindel (1) axial bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehdurchführung in die Spannvorrichtung integriert ist, indem sie eine erste Gleitdichtfläche (21) an dem Spannelement oder einem mit diesem fest verbundenen Teil aufweist, dass eine zweite Gleitdichtfläche (22), welche der ersten Gleitdichtfläche (21) zugewandt ist, an einem von der ersten Gleitdichtfläche (21) unabhängig axial bewegbaren und nicht drehbaren Dichtungsteil (23) der Drehdurchführung (20) vorgesehen ist, welches weg von dem Dichtungskontakt mit der ersten Gleitdichtfläche (21) vorgespannt ist, wobei Einrichtungen vorgesehen sind, welche im Falle einer Druckbeaufschlagung der Drehdurchführung (20) mit einem

zuzuführenden Fluid das axial bewegbare Dichtungsteil (23) entgegen seiner Vorspannung in Dichtungskontakt mit der ersten Gleitdichtfläche (21) des Spannelementes bringen.

2. Spannvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehdurchführung ein mit dem axial bewegbaren Dichtungsteil (23) bewegbares, vorgespanntes Rückschlagventil (26) aufweist, welches in Richtung der Spindel (1) erst nach Überschreiten eines durch die Vorspannung des Rückschlagventiles (26) vorgebbaren Fluiddruckes öffnet, wobei die Vorspannkraft des Rückschlagventiles (26) grösser ist als die Vorspannkraft, welche das axial bewegbare Dichtungsteil (23) vom Eingriff mit der ersten Gleitdichtfläche (21) des Spannelementes wegdrückt.

3. Spannvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das axial bewegbare Dichtungsteil (23) ein Spiel bezüglich einer Verkipfung gegenüber der Drehachse (3) hat.

4. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das axiale Dichtungsteil (23) an seinem der Fluidversorgung zugewandten Ende einen Dichtungsübergang zu einem zweiten axial bewegbaren Dichtungsteil (25) hat, wobei der Dichtungsübergang zwischen einer konischen Fläche des einen der beiden axial bewegbaren Teile und einer kugelförmigen Fläche des anderen der axial bewegbaren Teile gebildet wird.

5. Spannvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite, axial bewegbare Dichtungsteil (25) abgesehen vom Dichtungsübergang zu dem ersten axial bewegbaren Dichtungsteil (23) als ein im Wesentlichen hohlzylindrischer Körper ausgebildet ist, in dessen Inneren das Rückschlagventil (26) aufgenommen ist.

6. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement eine sich durch das hohle Innere der Spindel (1) erstreckende und ihrerseits hohle Zugstange (2) ist, welche gleichzeitig eine Fluidleitung bildet.

7. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen internen Kraftschluss zwischen der Spindel (1), dem Spannelement (2) und einer Betätigungseinrichtung aufweist, welche direkt oder indirekt einerseits an der Spindel (1) und andererseits am Spannelement (2) angreift.

8. Spannvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungseinrichtung ein als ein Kolben (5) und ein als Zylinder (12) wirkendes Element aufweist, die beide nicht drehbar, jedoch beide relativ zu einem stehenden Maschinenteil (8) axial bewegbar sind.

9. Spannvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Betätigungseinrichtung als Gehäuse (11) für die Drehdurchführung (20) ausgebildet ist, in welchem die Drehdurchführungsteile (23, 25) wiederum axial bewegbar aufgenommen sind.

10. Spannvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (5) als Ringkolben ausgebildet und mit nach innen ragenden Vorsprüngen (5') versehen ist, welche mit entsprechenden Vorsprüngen (6) an einem Ringele-

ment (6) der Spindel (1) einen bajonettartigen Eingriff bieten, um den Kolben (5) und die Spindel (1) axial miteinander zu verriegeln, wobei die Spindel (1) jedoch gegenüber dem Kolben (5) frei drehbar bleibt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

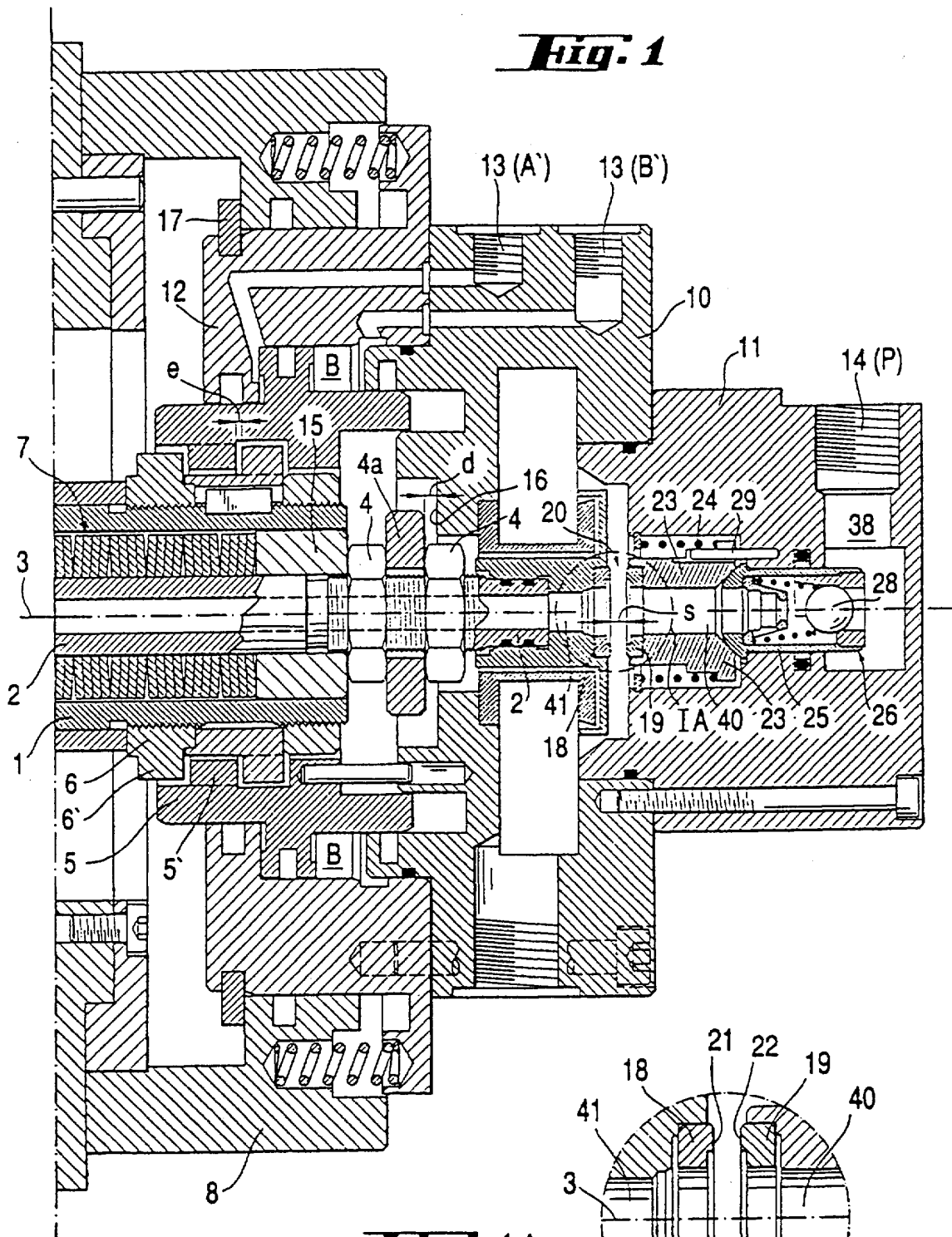


Fig. 1A

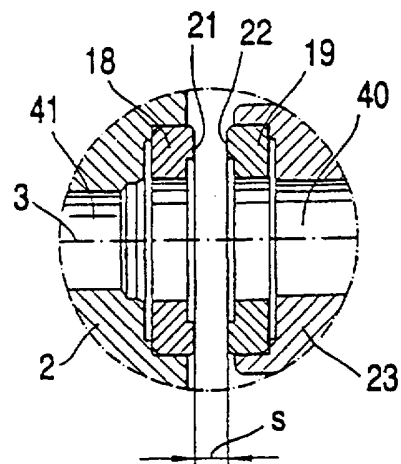


Fig. 2

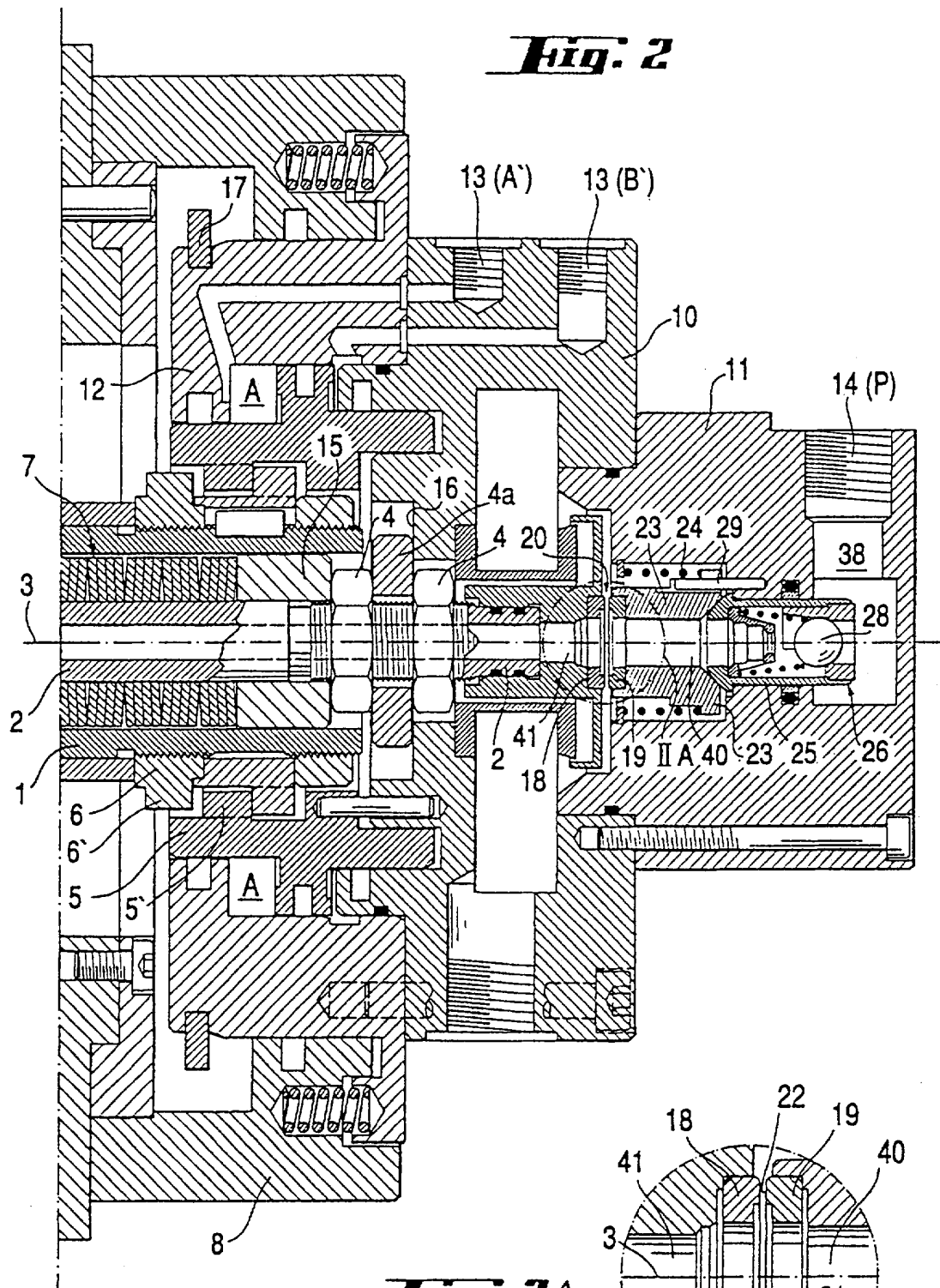
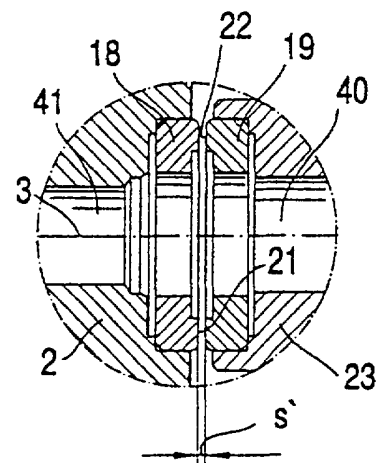


Fig. 2A



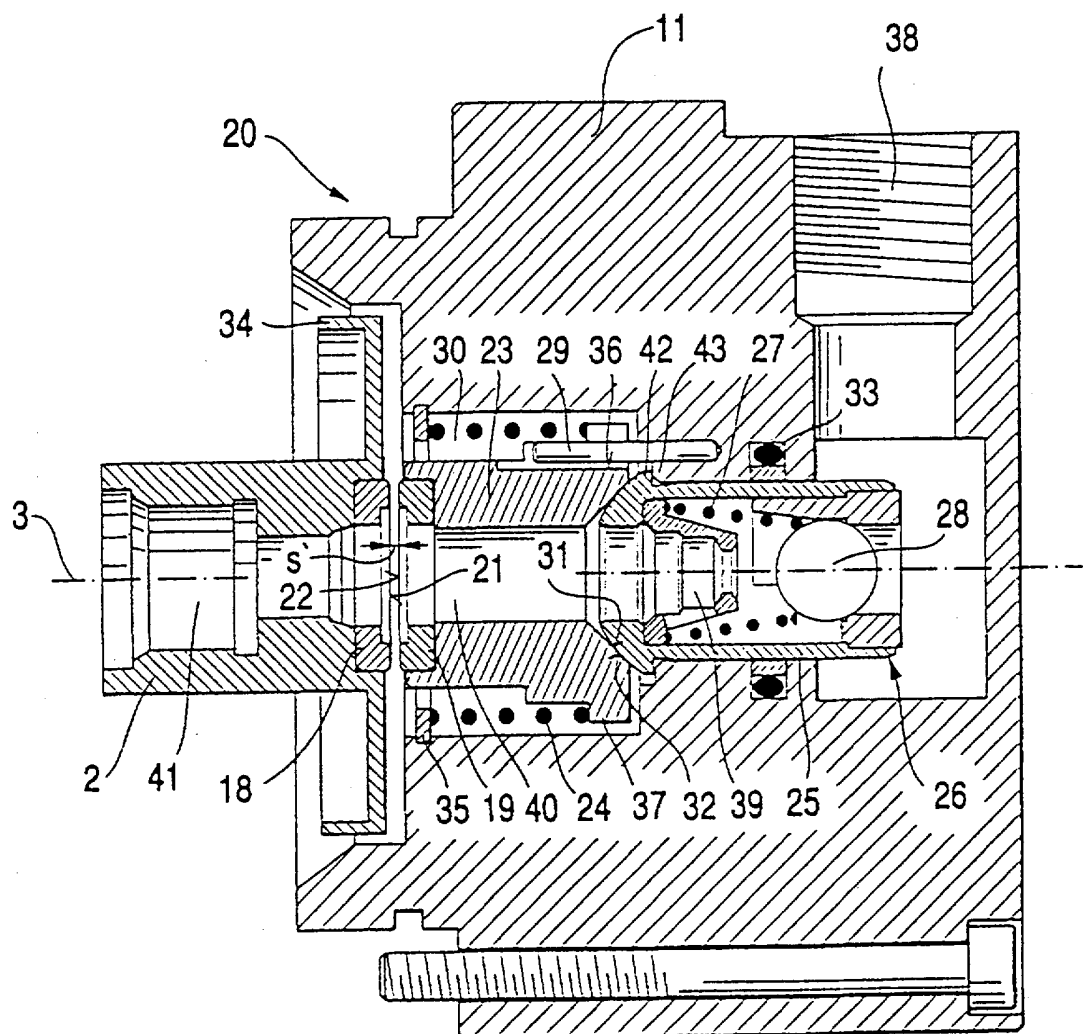


Fig. 3