



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 326 A1

(51) Int. Cl.: B23Q 1/26 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00947/09

(71) Anmelder:  
Fehlmann AG, Birren 1  
5703 Seon (CH)

(22) Anmeldedatum: 17.06.2009

(72) Erfinder:  
Dieter Syfrig, 5614 Sarmenstorf (CH)

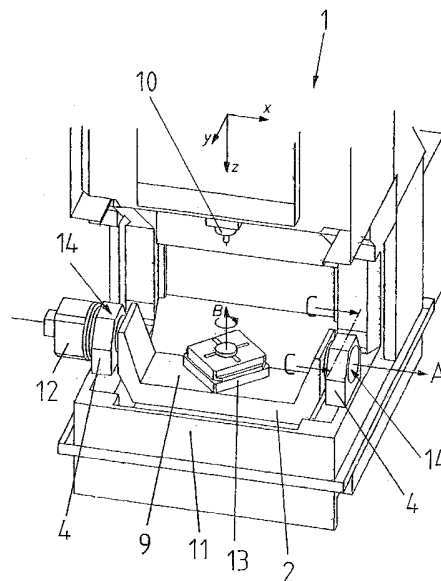
(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.12.2010

(74) Vertreter:  
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,  
Vorderberg 11  
8044 Zürich (CH)

(54) Schwenkapparat für eine Werkzeugmaschine.

(57) Die Erfindung betrifft einen Schwenkapparat für eine Werkzeugmaschine (1), mit einer Schwenkbrücke (2), welche mittels zweier axial beabstandeter Lagereinheiten schwenkbar um eine Schwenkachse (A) in einer Tragstruktur (4, 11) gelagert ist. Jede der Lagereinheiten lagert einen Lagerzapfen verdrehbar in einer Lagerbohrung. Dabei ist bei mindestens einer der Lagereinheiten das Rotationszentrum der Lagereinheit exzentrisch zum Zentrum des Lagerzapfens und/oder der Lagerbohrung.

Durch eine gezielte konstruktive Ausbildung der Exzentrizität wird es möglich, fertigungsbedingte Lageabweichungen der Schwenkachse bzw. des Rotationszentrums des jeweiligen Lagers zu korrigieren, so dass die Verwendung kostengünstiger Bauteile mit geringeren Anforderungen an die Fertigungstoleranzen möglich wird, und je nach Ausgestaltung auch eine Korrektur von verschleiss- oder verformungsbedingten Lageabweichungen.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schwenkapparat für eine Werkzeugmaschine, eine Werkzeugmaschine mit dem Schwenkapparat, ein Verfahren zur Herstellung des Schwenkapparates sowie Verfahren zur Herstellung und zum Betrieb der Werkzeugmaschine gemäss den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

**[0002]** Schwenkapparate für Werkzeugmaschinen kommen überall dort zum Einsatz, wo für die Bearbeitung eines Werkstückes mehr als die üblichen drei Achsen benötigt werden oder zur Vermeidung unnötiger Umspannarbeiten auf «Umschlag» gearbeitet wird, d.h. eine Kontur durch Bearbeitung von zwei gegenüberliegenden Seiten erzeugt wird.

**[0003]** Insbesondere im letztgenannten Fall ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Schwenkachse, des Schwenkapparates exakt mit dem Koordinatensystem der Werkzeugmaschine zusammenfällt, d.h. exakt parallel zu einer der drei Hauptachsen (X-, Y- und Z-Achsen) der Werkzeugmaschine ausgerichtet ist, da sich bei dieser Bearbeitungsweise etwaige Abweichungen addieren und zu einem Versatz zwischen den Bearbeitungsbahnen führen. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Präzision solcher Bearbeitungsmaschinen mit Schwenkapparaten, was oftmals eine Auswahlpaarung der fertig bearbeiteten Bauteile bzw. extrem aufwändige Fertigungsverfahren notwendig macht. Beides führt zu relativ hohen Herstellungskosten. Auch weisen die bekannten Werkzeugmaschinen mit Schwenkapparat den Nachteil auf, dass eine im Laufe der Zeit oder durch elastische Verformung der Schwenkbrücke, z.B. bei besonders schweren Werkstücken, auftretende Lageabweichung nicht korrigiert werden kann, mit dem Resultat, dass in diesen Fällen Abstriche bei der Bearbeitungspräzision gemacht werden müssen.

**[0004]** Es stellt sich daher die Aufgabe, einen Schwenkapparat und eine Werkzeugmaschine mit einem Schwenkapparat sowie Herstellungs- und Betriebsverfahren für diese zur Verfügung zu stellen, welche die zuvor erwähnten Nachteile des Standes der Technik nicht aufweisen oder zumindest teilweise vermeiden.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch den Schwenkapparat, die Werkzeugmaschine und die Herstellungs- und Betriebsverfahren gemäss den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

**[0006]** Demgemäss betrifft ein erster Aspekt der Erfindung einen Schwenkapparat für eine Werkzeugmaschine, mit einer Schwenkbrücke zum Tragen eines zu bearbeitenden Werkstücks und gegebenenfalls weiterer Hilfsmittel für die Befestigung und Positionierung des zu bearbeitenden Werkstücks, wie z.B. Aufspannmittel und Indexiervorrichtungen, bei bestimmungsgemässer Verwendung des Schwenkapparates auf einer Werkzeugmaschine. Die Schwenkbrücke ist mittels zweier Lagereinheiten schwenkbar um eine Schwenkachse in oder an einer Tragstruktur gelagert, wobei die Lagereinheiten entlang der Schwenkachse voneinander beabstandet sind. Bevorzugterweise sind die Lagereinheiten an beiden Enden der Schwenkbrücke angeordnet, so dass der Bereich der Schwenkbrücke, welcher zur Aufnahme des Werkstücks vorgesehen ist, entlang der Schwenkachse gesehen zwischen den beiden Lagereinheiten angeordnet ist. Jede Lagereinheit dient der Lagerung eines Lagerzapfens in einer Lagerbohrung. Das eigentliche Lager der jeweiligen Lagereinheit kann sowohl als Gleitlager als auch als Wälzlager ausgeführt sein und der Lagerzapfen kann sowohl von der Schwenkbrücke als auch von der Tragstruktur gebildet sein. Dabei ist mindestens eine der beiden Lagereinheiten derartig ausgebildet, dass ihr Rotationszentrum exzentrisch zum Zentrum des Lagerzapfens und/oder zum Zentrum der Lagerbohrung ist. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass Gleit- oder Wälzlager mit gegenüber ihrem Rotationszentrum exzentrischen Aufnahmebohrungen und/oder Aussenumfängen (anspruchsgemässe exzentrische Lager) verwendet werden oder Gleit- oder Wälzlager mit gegenüber ihrem Rotationszentrum konzentrischen Aufnahmebohrungen bzw. Aussenumfängen in Kombination mit Exzenterbüchsen.

**[0007]** Durch eine gezielte Wahl der Exzentrizität wird es möglich, fertigungsbedingte Lageabweichungen des Lagerzapfens und/oder der Lagerbohrung zu korrigieren, so dass die Verwendung kostengünstiger, grosszügig tolerierter Bauteile möglich wird, und je nach Ausgestaltung auch eine Korrektur von verschleiss- bzw. verformungsbedingten Lageabweichungen.

**[0008]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Schwenkapparates sind beide Lagereinheiten konstruktiv derartig ausgebildet, dass ihr Rotationszentrum jeweils exzentrisch zum Zentrum des jeweiligen Lagerzapfens und/oder der jeweiligen Lagerbohrung ist. Hierdurch wird es möglich, bei beiden Lagern eine Lageabweichung zu korrigieren.

**[0009]** In noch einer bevorzugten Ausführungsform des Schwenkapparates ist bei mindestens einem der Lagereinheiten ein Lager, bevorzugterweise ein Wälzlager, vorhanden, welches mit einer Exzenterbüchse auf dem Lagerzapfen und/oder in der Lagerbohrung angeordnet. Auf diese Weise wird es möglich, kostengünstige kommerziell erhältliche konzentrische Lager zu verwenden und eine fertigungsbedingte Abweichung des Zentrums des Lagerzapfens und/oder der Lagerbohrung durch Auswahl von Exzenterbüchsen mit entsprechender Exzentrizität auf einfache und kostengünstige Weise zu korrigieren und zudem durch Verdrehen der Exzenterbüchsen auf dem Lagerzapfen und/oder in der Lagerbohrung Feinkorrekturen bzw. Nachkorrekturen vorzunehmen.

**[0010]** Bevorzugterweise kommt dabei auf dem Lagerzapfen und/oder in der Lagerbohrung jeweils genau eine Exzenterbüchse zum Einsatz. Hierdurch ergibt sich als Vorteil ein besonders einfacher, kostengünstiger Aufbau.

**[0011]** Für den Fall, dass auf dem Lagerzapfen und/oder in der Lagerbohrung zwei Lagerbüchsen mit gleicher axialer Orientierung ineinander angeordnet sind, was bevorzugterweise unter direkter Angrenzung der Exzenterbüchsen aneinander erfolgt, ergibt sich der Vorteil, dass sowohl die Grösse der Exzentrizität durch Verdrehen der Exzenterbüchsen re-

lativ zueinander als auch die Lage der Exzentrizität durch gemeinsames Verdrehen der Exzenterbüchsen gegenüber dem Lagerzapfen bzw. der Lagerbohrung in weiten Bereichen einstellbar sind.

**[0012]** Sind sowohl auf dem Lagerzapfen als auch in der Lagerbohrung des Lagers Exzenterbüchsen vorhanden, so können fertigungstechnische Abweichungen sowohl der Schwenkbrücke als auch der Tragstruktur unabhängig voneinander korrigiert werden.

**[0013]** Die Umfangspositionen der Exzenterbüchsen auf den Lagerzapfen und/oder in den Lagerbohrungen sind bevorzugterweise durch Formschluss mit dem jeweiligen Lagerzapfen oder der jeweiligen Lagerbohrung festgelegt, so dass sich die Lage und/oder Grösse der Exzentrizität nicht unbeabsichtigt durch Verdrehen der Exzenterbüchsen, z.B. beim Verschwenken der Schwenkbrücke, verändern kann. Dies kann z.B. formschlüssig durch einen radialen Positionierstift oder eine Positionierschraube erfolgen oder auch kraftschlüssig durch Klemmung.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist es vorgesehen, dass die Umfangsposition zumindest einer der Exzenterbüchsen relativ zu dem Lagerzapfen oder der Lagerbohrung, auf welchem oder in welcher diese angeordnet ist, einstellbar ist, insbesondere mittels eines elektrischen Stellantriebs. Hierzu kann z.B. die Exzenterbüchse an ihrem Aussenumfang als Schneckenrad ausgebildet sein, in welchem die Schnecke eines Stellmotors kämmt. Hierdurch wird es möglich, etwaige durch Verschleiss oder Verformung auftretende Lageabweichungen manuell oder automatisch zu korrigieren, z.B. während der Maschinenwartung oder im Betrieb.

**[0015]** In noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Schwenkapparates weisen die Lagereinheiten Wälzlager, bevorzugterweise Kugellager auf, welche bevorzugterweise vorgespannt sind. Solche Lager sind kostengünstig kommerziell erhältlich und im Falle von vorgespannten Lagern zudem spielfrei.

**[0016]** In noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Schwenkbrücke des Schwenkapparates eine Aufspannfläche auf.

**[0017]** Diese befindet sich mit Vorteil in axialer Richtung gesehen, d.h. in Richtung der Schwenkachse der Schwenkbrücke gesehen, zwischen den beiden Lagereinheiten. Hierdurch werden besonders steife Schwenkbrückenkonstruktionen möglich.

**[0018]** Bevorzugterweise ist die Schwenkbrücke derartig ausgebildet, dass die Aufspannfläche, wenn sie nach oben weist und sich dabei in einer horizontalen Ebene erstreckt, unterhalb der Schwenkachse der Schwenkbrücke angeordnet ist. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass bei bestimmungsgemässer Verwendung des Schwenkapparates die Schwenkachse durch das Werkstück verlaufen kann, wodurch sich Platz einsparen lässt und die Verfahrswege des Bearbeitungswerkzeuges minimiert werden können.

**[0019]** Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung des Schwenkapparates gemäss dem ersten Aspekt der Erfindung.

**[0020]** Dabei wird in einem ersten Schritt die Schwenkbrücke mit fertig bearbeiteten Lagerzapfen bzw. fertig bearbeiteten Lagerbohrungen und mit einer bevorzugterweise bearbeiteten Referenzfläche bereitgestellt und anschliessend durch Vermessen die Abweichung der Lage der durch die Zentren der Lagerbohrungen bzw. Lagerzapfen definierten Achse von einer Soll-Lage bezüglich der Referenzfläche ermittelt. Als Referenzfläche dient bevorzugterweise eine fertig bearbeitete Aufspannfläche der Schwenkbrücke.

**[0021]** Ist die Abweichung von der Soll-Lage bekannt, werden in einem nächsten Schritt in Abhängigkeit von dieser Abweichung exzentrische Lager und/oder Exzenterbüchsen für konzentrische Lager ausgewählt. Dabei werden die exzentrischen Lager bzw. die Exzenterbüchsen derartig bezüglich ihrer Exzentrizität gewählt, dass bei einer bestimmungsgemässen Lagerung der Schwenkbrücke in der Tragstruktur mit den ausgewählten exzentrischen Lagern und/oder mit den ausgewählten Exzenterbüchsen in Kombination mit konzentrischen Lagern die ermittelte Abweichung von der Soll-Lage durch deren Exzentrizität verkleinert bzw. aufgehoben werden kann.

**[0022]** Sodann erfolgt die Lagerung der Schwenkbrücke mit den ausgewählten exzentrischen Lagern und/oder mit den ausgewählten Exzenterbüchsen und zugehörigen konzentrischen Lagern derartig in der Tragstruktur, dass die Abweichung der Lage der durch die Zentren der Lagerbohrungen bzw. Lagerzapfen der Schwenkbrücke definierten Achse von der Soll-Lage durch die Exzentrizität der exzentrischen Lager bzw. der Exzenterbüchsen verkleinert oder aufgehoben wird.

**[0023]** Durch das erfindungsgemässe Verfahren wird es möglich, einen hochpräzisen Schwenkapparat mit wenig Arbeitsaufwand kostengünstig aus bezüglich der Bearbeitungstoleranzen relativ grosszügig tolerierten Bauteilen herzustellen.

**[0024]** Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine mit einem Schwenkapparat gemäss dem ersten Aspekt der Erfindung bzw. mit einem mit dem Verfahren gemäss dem zweiten Aspekt der Erfindung hergestellten Schwenkapparat.

**[0025]** Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung der Werkzeugmaschine gemäss dem dritten Aspekt der Erfindung.

**[0026]** Dabei wird in einem ersten Schritt die Schwenkbrücke mit der Tragstruktur in der bestimmungsgemässen Position auf einer damit zu bestückenden Werkzeugmaschine montiert, wobei die Schwenkbrücke mit konzentrischen Lagern bzw.

Lagereinheiten derartig in bzw. an der Tragstruktur gelagert wird, dass die Rotationszentren der Lager bzw. Lagereinheiten konzentrisch mit den Zentren der sie tragenden Lagerzapfen und Lagerbohrungen sind.

**[0027]** Sodann wird in einem zweiten Schritt eine Abweichung der Schwenkachse der so gelagerten Schwenkbrücke von einer Soll-Lage bezüglich der Werkzeugmaschine, insbesondere vom Koordinatensystem der Werkzeugmaschine, welches durch die drei Hauptachsen (X-, Y- und Z-Achsen) derselben gegeben ist, ermittelt. Da die Schwenkachse der Schwenkbrücke üblicherweise exakt parallel zu einer der drei Hauptachsen der Werkzeugmaschine ausgerichtet sein soll, wird als Abweichung von einer Soll-Lage bzw. vom Koordinatensystem der Werkzeugmaschine üblicherweise die Abweichung der Schwenkachse von einer exakten Parallelität zu einer der drei Hauptachsen der Werkzeugmaschine ermittelt.

**[0028]** Nachdem diese Abweichung bekannt ist, werden in einem dritten Schritt in Abhängigkeit von der Abweichung exzentrische Lager und/oder Exzenterbüchsen für konzentrische Lager ausgewählt. Dabei werden die exzentrischen Lager bzw. die Exzenterbüchsen derartig bezüglich ihrer Exzentrizität gewählt, dass bei einer bestimmungsgemässen Lagerung der Schwenkbrücke in bzw. an der Tragstruktur mit den ausgewählten exzentrischen Lagern und/oder mit den ausgewählten Exzenterbüchsen in Kombination mit konzentrischen Lagern die ermittelte Abweichung von der Soll-Lage bzw. vom Koordinatensystem der Werkzeugmaschine durch deren Exzentrizität verkleinert bzw. aufgehoben werden kann.

**[0029]** In einem vierten Schritt erfolgt sodann die Neulagerung der Schwenkbrücke in der Tragstruktur unter Verwendung der ausgewählten exzentrischen Lager und/oder der ausgewählten Exzenterbüchsen in Kombination mit konzentrischen Lagern derart, dass die Abweichung durch die Exzentrizität derselben verkleinert oder aufgehoben wird.

**[0030]** Ein fünfter Aspekt der Erfindung betrifft ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer Werkzeugmaschine gemäss dem dritten Aspekt der Erfindung.

**[0031]** Dabei wird nach Durchführung des Herstellverfahrens gemäss dem zweiten Aspekt der Erfindung in einem ersten Schritt der aus diesem Verfahren hervorgehende Schwenkapparat in bestimmungsgemässer Position auf der mit dem Schwenkapparat zu bestückenden Werkzeugmaschine montiert.

**[0032]** Sodann wird in einem zweiten Schritt eine Abweichung der Schwenkachse der Schwenkbrücke von einer Soll-Lage bezüglich der Werkzeugmaschine oder vom Koordinatensystem der Werkzeugmaschine, welches durch deren drei Hauptachsen (X-, Y- und Z-Achsen) gegeben ist, ermittelt. Da die Schwenkachse der Schwenkbrücke üblicherweise exakt parallel zu einer der drei Hauptachsen der Werkzeugmaschine ausgerichtet sein soll, wird als Abweichung von einer Soll-Lage bzw. vom Koordinatensystem der Werkzeugmaschine üblicherweise die Abweichung der Schwenkachse von einer exakten Parallelität zu einer der drei Hauptachsen der Werkzeugmaschine ermittelt.

**[0033]** Anschliessend werden in einem dritten Schritt, in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung, exzentrische Lager und/oder Exzenterbüchsen für konzentrische Lager ausgewählt. Dabei werden die exzentrischen Lager bzw. die Exzenterbüchsen derartig bezüglich ihrer Exzentrizität ausgewählt, dass bei einer bestimmungsgemässen Lagerung der Schwenkbrücke in bzw. an der Tragstruktur mit den ausgewählten exzentrischen Lagern und/oder mit den Exzenterbüchsen in Kombination mit konzentrischen Lagern die ermittelte Abweichung der Schwenkachse durch die Exzentrizität der Lager bzw. Lagereinheiten und/oder der Exzenterbüchsen verkleinert bzw. aufgehoben werden kann.

**[0034]** Danach erfolgt die Neulagerung der Schwenkbrücke in bzw. an der Tragstruktur unter Verwendung der ausgewählten exzentrischen Lager und/oder der ausgewählten Exzenterbüchsen in Kombination mit konzentrischen Lagern derart, dass die Abweichung der Schwenkachse durch deren Exzentrizität verkleinert oder aufgehoben wird.

**[0035]** Durch die erfindungsgemässen Verfahren gemäss dem vierten und fünften Aspekt der Erfindung wird es möglich, hochpräzise 4- oder 5-achsige Werkzeugmaschinen relativ kostengünstig herzustellen.

**[0036]** Ein sechster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb der Werkzeugmaschine gemäss dem dritten Aspekt der Erfindung, wobei die Werkzeugmaschine mit einem erfindungsgemässen Schwenkapparat ausgerüstet ist, bei welchem mindestens eine der Lagereinheiten eine auf dem Lagerzapfen oder in der Lagerbohrung angeordnete Exzenterbüchse umfasst und welcher zudem derartig ausgebildet ist, dass die Umfangsposition der Exzenterbüchse relativ zu dem Lagerzapfen oder der Lagerbohrung, auf welchem oder in welcher diese angeordnet ist, einstellbar ist.

**[0037]** Dabei wird in einem ersten Schritt ein Werkstück auf der Schwenkbrücke des Schwenkapparates aufgespannt.

**[0038]** Sodann wird eine Abweichung der Lage einer Fläche des aufgespannten Werkstücks und/oder einer Fläche der das aufgespannte Werkstück tragenden Schwenkbrücke gegenüber einer Soll-Lage ermittelt.

**[0039]** Anschliessend wird, in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung, die Umfangsposition der Exzenterbüchse relativ zu dem Lagerzapfen oder der Lagerbohrung, auf welchem oder in welcher diese angeordnet ist, verändert, derart, dass die ermittelte Abweichung verkleinert oder aufgehoben wird.

**[0040]** Dabei können, insbesondere wenn die Veränderung der Umfangsposition der Exzenterbüchse mittels eines elektrischen Stellantriebs erfolgt, einzelne oder sämtliche Schritte automatisiert durchgeführt werden, z.B. durch die Steuerung der Werkzeugmaschine oder einer übergeordneten Steuerung.

**[0041]** Durch das erfindungsgemäss Verfahren wird es möglich, etwaige Positionierungsfehler des zu bearbeitenden Werkstücks sowie etwaige durch Verschleiss und/oder Deformation verursachte Abweichungen zu korrigieren. Dies kann für Bearbeitungsserien oder auch einzeln für jeden Bearbeitungslauf erfolgen.

**[0042]** Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Draufsicht auf die Bearbeitungszone einer erfindungsgemässen Werkzeugmaschine mit einem erfindungsgemässen Schwenkapparat; und
- die Fig. 2 bis 5 jeweils einen Vertikalschnitt durch die rechte Lageranordnung des Schwenkapparates der Werkzeugmaschine aus Fig. 1 entlang der Linie C-C in Fig. 1 bei verschiedenen bevorzugten Ausführungsvarianten des Schwenkapparates.

**[0043]** Der Grundaufbau einer erfindungsgemässen Werkzeugmaschine 1 mit Schwenkapparat 2, 3, 4, 11 ist aus Fig. 1 ersichtlich, welche eine perspektivische Draufsicht von schräg oben auf die Bearbeitungszone einer solchen Maschine 1 zeigt. Wie zu erkennen ist, weist die Bearbeitungsmaschine 1 eine entlang ihrer drei Hauptachsen X, Y, Z (Koordinatensystem der Bearbeitungsmaschine) verfahrbare Maschinenspindel 10 auf, welche der Aufnahme und dem Antrieb des Bearbeitungswerkzeugs (nicht gezeigt) dient. Unterhalb der Maschinenspindel 10 befindet sich die Schwenkbrücke 2 zum Tragen des zu bearbeitenden Werkstücks (nicht gezeigt), welche endseitig mit zwei Lageranordnungen 14 schwenkbar um eine Schwenkachse A auf dem Maschinengestell 11 befestigt ist. Im vorliegenden Fall ist die Schwenkachse A parallel zur X-Achse des Koordinatensystems der Werkzeugmaschine 1 ausgerichtet, es ist aber bei Ausführungsvarianten auch durchaus möglich, dass diese parallel zur Y- oder zur Z-Achse ausgerichtet ist.

**[0044]** Die Schwenkbrücke 2 kann ausgehend von der dargestellten Grundposition mittels eines Motors 12 in beiden Richtungen um die Schwenkachse A geschwenkt werden. Angeordnet in axialer Richtung zwischen den Lageranordnungen 14 weist die Schwenkbrücke 2 eine Aufspannfläche 9 zum Tragen des zu bearbeitenden Werkstücks auf, welche hier eine Aufspannvorrichtung 13 für das Werkstück trägt. Die Werkstückaufnahme der Aufspannvorrichtung 13 ist um eine zur Schwenkachse A der Schwenkbrücke 2 senkrecht verlaufende Achse B drehbar. In der dargestellten Grundposition verläuft die Aufspannfläche 9 in einer horizontalen Ebene unterhalb der Schwenkachse A.

**[0045]** Wie in Zusammenschau mit Fig. 2 erkennbar wird, welche einen Vertikalschnitt entlang der Linie C-C in Fig. 1 durch die rechte Lageranordnung 14 des Schwenkapparates in einer ersten bevorzugten Ausführungsvariante zeigt, ist die Schwenkbrücke 2 hier mittels eines vorgespannten Kugellagers 3 in einem Lagerbock 4 gelagert, welcher mit dem Maschinengestell 11 der Werkzeugmaschine 1 verbunden ist.

**[0046]** Das Kugellager 3 sitzt auf einem von der Schwenkbrücke 2 gebildeten Lagerzapfen 5 und ist mittels einer Exzenterbüchse 8a in einer Lagerbohrung 6 im Lagerbock 4 gelagert. Die Exzenterbüchse 8a ist bezüglich ihrer Exzentrizität derartig gewählt und bezüglich ihrer umfangsmässigen Ausrichtung derartig in der Lagerbohrung 6 angeordnet, dass eine durch Fertigungs- bzw. Montageungenauigkeiten bedingte Abweichung der Lage des Zentrums der Lagerbohrung 6 von einer Soll-Lage korrigiert wird, also zumindest verkleinert und bestenfalls aufgehoben wird. Die Exzenterbüchse 8a ist mit einem Sicherungsstift (nicht gezeigt) gegen ein Verdrehen in der Lagerbohrung 6 gesichert.

**[0047]** Fig. 3 zeigt einen Vertikalschnitt entlang der Linie C-C in Fig. 1 durch die rechte Lageranordnung 14 bei einer zweiten bevorzugten Ausführungsvariante des Schwenkapparates. Auch hier ist die Schwenkbrücke 2 mittels eines vorgespannten Kugellagers 3 im Lagerbock 4 gelagert. Das Kugellager 3 ist jedoch mittels einer Exzenterbüchse 8b auf dem von der Schwenkbrücke 2 gebildeten Lagerzapfen 5 angeordnet, während es mit seinem Aussenring direkt in der Lagerbohrung 6 im Lagerbock 4 gelagert ist. Hier ist die Exzenterbüchse 8b bezüglich ihrer Exzentrizität derartig gewählt und bezüglich ihrer umfangsmässigen Ausrichtung derartig auf dem Lagerzapfen 5 angeordnet, dass eine durch Fertigungsungenauigkeiten bedingte Abweichung der Lage des Zentrums des Lagerzapfens 5 von einer Soll-Lage korrigiert wird. Auch hier ist die Exzenterbüchse 8b gegen ein Verdrehen auf dem Lagerzapfen 5 formschlüssig durch nicht dargestellte Sicherungsmittel gesichert.

**[0048]** Fig. 4 zeigt einen Vertikalschnitt entlang der Linie C-C in Fig. 1 durch die rechte Lageranordnung 14 bei einer dritten bevorzugten Ausführungsvariante, welche eine Kombination aus der ersten Ausführungsvariante gemäss Fig. 2 und der zweiten Ausführungsvariante gemäss Fig. 3 darstellt. Das Kugellager 3 ist hier mittels einer ersten Exzenterbüchse 8b auf dem von der Schwenkbrücke 2 gebildeten Lagerzapfen 5 angeordnet und mittels einer zweiten Exzenterbüchse 8a in der Lagerbohrung 6 im Lagerbock 4 gelagert. Die Exzentrizitäten und Ausrichtungen der Exzenterbüchsen 8a, 8b sind derartig gewählt, dass durch Fertigungs- und Montageungenauigkeiten bedingte Abweichungen der Lagen des Zentrums des Lagerzapfens 5 und des Zentrums der Lagerbohrung 6 von einer Soll-Lage korrigiert werden. Auch hier sind die Exzenterbüchsen 8a, 8b gegen ein Verdrehen gesichert.

**[0049]** Fig. 5 zeigt einen Vertikalschnitt entlang der Linie C-C in Fig. 1 durch die rechte Lageranordnung 14 bei einer vierten bevorzugten Ausführungsvariante, welche eine Weiterentwicklung der zweiten Ausführungsvariante gemäss Fig. 3 darstellt. Bei dieser Ausführungsvariante ist das Kugellager 3 mit zwei mit gleicher axialer Orientierung ineinander angeordneten Exzenterbüchsen 8b, 8c auf dem Lagerzapfen 5 der Schwenkbrücke 2 angeordnet. Hier sind die Exzentrizitäten

der Lagerbüchsen 8b, 8c und deren umfangsmässige Ausrichtung sowohl relativ zueinander als und bezüglich des Lagerzapfens 5 derartig gewählt, dass eine durch Fertigungsungenauigkeiten bedingte Abweichung der Lage des Zentrums des Lagerzapfens 5 von einer Soll-Lage korrigiert wird. Die Exzenterbüchsen 8b, 8c sind sowohl gegen ein Verdrehen relativ zueinander als auch gegen ein Verdrehen auf dem Lagerzapfen 5 gesichert.

**[0050]** Die linke Lageranordnung 14 kann bei den zuvor beschriebenen Ausführungsvarianten jeweils identisch ausgeführt sein wie die zugehörige in den Fig. 2 bis 5 im Schnitt dargestellte rechte Lageranordnung 14. Sie kann aber auch abweichend von dieser ausgebildet sein. So kann es z.B. aus konstruktiven bzw. montagetechnischen Erwägungen heraus sinnvoll sein, die Schwenkbrücke 2 nicht mit zwei endseitigen Lagerzapfen 5 auszubilden, sondern mit einem Lagerzapfen 5 und einer Lagerbohrung oder mit zwei Lagerbohrungen.

**[0051]** Auch wenn in den vorliegenden Beispielen ausschliesslich Rillenkugellager 3 verwendet werden, ist es ebenso vorgesehen, andere Wälzlager Typen zu verwenden oder auch Gleitlager.

**[0052]** Generell ist zu beachten, dass bei den Fig. 2 bis 5 die Exzentrizität der Exzenterbüchsen 8a, 8b, 8c zur besseren Erkennbarkeit derselben übertrieben dargestellt wurde. In der Praxis liegt diese bei einfachen Exzenterbüchsen im Bereich der zu korrigierenden Fertigungsungenauigkeiten, d.h. im Bereich von Zehnteln oder Hundertsteln von Millimetern. Bei zwei mit gleicher axialer Orientierung ineinander angeordneten Exzenterbüchsen 8b, 8c können auch grössere Einzelexzentrizitäten je Exzenterbüchse 8b, 8c verwendet werden, da sich diese je nach umfangsmässiger Ausrichtung der Exzenterbüchsen 8b, 8c relativ zueinander ergänzen oder gegenseitig zumindest teilweise aufheben.

**[0053]** Während in der vorliegenden Anmeldung bevorzugte Ausführungen der Erfindung beschrieben sind, ist klar darauf hinzuweisen, dass die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist und auch in anderer Weise innerhalb des Umfangs der folgenden Ansprüche ausgeführt werden kann. Zudem sind die dargestellten Lagerungsvarianten auch miteinander kombinierbar, sofern einer Kombination aus technischer Sicht nichts entgegensteht bzw. diese nicht unmöglich ist.

#### Patentansprüche

1. Schwenkapparat für eine Werkzeugmaschine (1), mit einer Schwenkbrücke (2) zum Tragen eines zu bearbeitenden Werkstücks, welche mittels zweier axial beabstandeter Lagereinheiten (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) schwenkbar um eine Schwenkachse (A) in einer Tragstruktur (4, 11) gelagert ist, wobei jede Lagereinheit einen Lagerzapfen (5) verdrehbar in einer Lagerbohrung (6) lagert, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Lagereinheiten (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) derartig ausgebildet ist, dass ihr Rotationszentrum exzentrisch zum Zentrum des Lagerzapfens (5) und/oder der Lagerbohrung (6) ist.
2. Schwenkapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beide Lagereinheiten (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) derartig ausgebildet sind, dass ihr Rotationszentrum exzentrisch zum Zentrum des jeweiligen Lagerzapfens (5) und/oder der jeweiligen Lagerbohrung (6) ist.
3. Schwenkapparat nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Lagereinheiten (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) ein Lager (3) aufweist, welches mit einer Exzenterbüchse (8b, 8c) auf dem Lagerzapfen (5) und/oder mit einer Exzenterbüchse (8b, 8c) in der Lagerbohrung (6) gelagert ist.
4. Schwenkapparat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager (3) mit genau einer Exzenterbüchse (8b) auf dem Lagerzapfen (5) und/oder mit genau einer Exzenterbüchse (8a) in der Lagerbohrung (6) gelagert ist.
5. Schwenkapparat nach einem der Ansprüche 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager (3) mit zwei mit gleicher axialer Orientierung ineinander angeordneten Exzenterbüchsen (8b, 8c) auf dem Lagerzapfen (5) und/oder in der Lagerbohrung (6) gelagert ist.
6. Schwenkapparat nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkapparat derartig ausgebildet ist, dass die Umfangsposition zumindest einer der Exzenterbüchsen (8a, 8b, 8c) relativ zu dem Lagerzapfer (5) oder der Lagerbohrung (6), auf welchem oder in welcher diese Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) angeordnet ist, einstellbar ist, insbesondere mittels eines elektrischen Stellantriebs.
7. Schwenkapparat nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Lagereinheit (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) insbesondere vorgespannte Wälzlager umfasst, insbesondere vorgespannte Kugellager (3).
8. Schwenkapparat nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkbrücke (2) eine Aufspannfläche (9) aufweist, welche in axialer Richtung zwischen den beiden Lagereinheiten (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) angeordnet ist.
9. Schwenkapparat nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkbrücke (2) eine Aufspannfläche (9) aufweist, welche bei Anordnung in einer horizontalen Ebene unterhalb der Schwenkachse (A) der Schwenkbrücke (2) angeordnet ist.
10. Verfahren zur Herstellung des Schwenkapparates nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:

- a) Bereitstellen der Schwenkbrücke (2) mit fertig bearbeiteten Lagerzapfen (5) und/oder fertig bearbeiteten Lagerbohrungen und mit einer insbesondere bearbeiteten Referenzfläche, insbesondere Aufspannfläche (9);
- b) Ermitteln einer Abweichung der Lage der durch die Zentren der Lagerbohrungen und/oder Lagerzapfen (5) der Schwenkbrücke (2) definierten Achse von einer Soll-Lage bezüglich der Referenzfläche (9);
- c) Auswählen, in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung von der Soll-Lage, mindestens eines exzentrischen Lagers und/oder mindestens einer Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) mit einer gewünschten Exzentrizität, derart, dass bei einer bestimmungsgemässen Lagerung der Schwenkbrücke (2) in der Tragstruktur (4, 11) mit dem mindestens einen exzentrischen Lager und/oder mit der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) die ermittelte Abweichung von der Soll-Lage durch die Exzentrizität des mindestens einen exzentrischen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben werden kann.
- d) Lagerung der Schwenkbrücke (2) mit dem ausgewählten mindestens einen exzentrischen Lager und/oder mit der ausgewählten mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) derart in der Tragstruktur (4, 11), dass die Abweichung der Lage der durch die Zentren der Lagerbohrungen und/oder Lagerzapfen (5) der Schwenkbrücke (2) definierten Achse von der Soll-Lage durch die Exzentrizität des mindestens einen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben wird.
11. Werkzeugmaschine (1) mit einem Schwenkapparat nach einem der vorangehenden Ansprüche.
12. Verfahren zur Herstellung der Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 10, umfassend die Schritte:
- a) Montage der Schwenkbrücke (2) mit der Tragstruktur (4, 11) in der bestimmungsgemässen Position auf der Werkzeugmaschine (1), wobei die Schwenkbrücke (2) mit Lagereinheiten (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) derartig in oder an der Tragstruktur (4, 11) gelagert wird, dass die Rotationszentren der Lagereinheiten (3, 8a; 3, 8b; 3, 8a, 8b; 3, 8b, 8c) konzentrisch mit den Zentren der jeweiligen Lagerzapfen (5) und Lagerbohrungen (6) sind;
- b) Ermitteln einer Abweichung der Schwenkachse (A) der so gelagerten Schwenkbrücke (2) von einer Soll-Lage, insbesondere vom Koordinatensystem (X, Y, Z) der Werkzeugmaschine (1);
- c) Auswählen, in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung, mindestens eines exzentrischen Lagers mit einer gewünschten Exzentrizität und/oder mindestens einer Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) mit einer gewünschten Exzentrizität, derart, dass bei einer Lagerung der Schwenkbrücke (2) in der Tragstruktur (4, 11) unter Verwendung des mindestens einen ausgewählten exzentrischen Lagers und/oder der mindestens einen ausgewählten Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) die Abweichung durch die Exzentrizität des mindestens einen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben werden kann; und
- d) Neulagerung der Schwenkbrücke (2) in der Tragstruktur (4, 11) unter Verwendung des ausgewählten mindestens einen exzentrischen Lagers und/oder der ausgewählten mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) derart, dass die Abweichung durch die Exzentrizität des mindestens einen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben wird.
13. Verfahren zur Herstellung der Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 10, umfassend die Schritte:
- a) Bereitstellen der Schwenkbrücke (2) mit einer Referenzfläche, insbesondere bearbeiteten Aufspannfläche (9), und fertig bearbeiteten Lagerzapfen (5) und/oder fertig bearbeiteten Lagerbohrungen;
- b) Ermitteln einer Abweichung der Lage der durch die Zentren der Lagerbohrungen und/oder Lagerzapfen (5) der Schwenkbrücke (2) definierten Achse von einer Soll-Lage bezüglich der Referenzfläche (9);
- c) Auswählen, in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung, mindestens eines exzentrischen Lagers mit einer gewünschten Exzentrizität und/oder mindestens einer Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) mit einer gewünschten Exzentrizität derart, dass bei einer bestimmungsgemässen Lagerung der Schwenkbrücke (2) mit dem mindestens einen exzentrischen Lager und/oder mit der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) in der Tragstruktur (4, 11) die ermittelte Abweichung der Lage der durch die Zentren der Lagerbohrungen und/oder Lagerzapfen (5) der Schwenkbrücke (2) definierten Achse durch die Exzentrizität des mindestens einen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben werden kann.
- d) Montage der Schwenkbrücke (2) mit der Tragstruktur (4, 11) in der bestimmungsgemässen Position auf der Werkzeugmaschine (1), wobei die Schwenkbrücke (2) mit dem ausgewählten mindestens einen exzentrischen Lager und/oder mit der ausgewählten mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) derartig in oder an der Tragstruktur (4, 11) gelagert wird, dass die Abweichung der Lage der durch die Zentren der Lagerbohrungen und/oder Lagerzapfen (5) der Schwenkbrücke (2) definierten Achse durch die Exzentrizität des mindestens einen exzentrischen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben wird;
- e) Ermitteln einer Abweichung der Schwenkachse (A) der so gelagerten Schwenkbrücke (2) von einer Soll-Lage, insbesondere vom Koordinatensystem (X, Y, Z) der Werkzeugmaschine (1);
- f) Auswählen, in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung, mindestens eines exzentrischen Lagers mit einer gewünschten Exzentrizität und/oder mindestens einer Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) mit einer gewünschten Exzentrizität derart, dass bei einer bestimmungsgemässen Lagerung der Schwenkbrücke (2) mit dem mindestens einen exzentrischen Lager und/oder mit der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) in der Tragstruktur (4, 11) die ermittelte Abweichung der Schwenkachse (A) durch die Exzentrizität

## CH 701 326 A1

des mindestens einen exzentrischen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben werden kann; und

g) Neulagerung der Schwenkbrücke (2) in oder an der Tragstruktur (4, 11) unter Verwendung des ausgewählten mindestens einen exzentrischen Lagers und/oder der ausgewählten mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) in Kombination mit einem konzentrischen Lager (3) derart, dass die Abweichung der Schwenkachse (A) durch die Exzentrizität des mindestens einen Lagers und/oder der mindestens einen Exzenterbüchse (8a, 8b, 8c) verkleinert oder aufgehoben wird.

14. Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 10 mit einem Schwenkapparat nach Anspruch 6, umfassend die Schritte:

a) Aufspannen eines Werkstücks auf der Schwenkbrücke (2) des Schwenkapparates;

b) Ermitteln einer Abweichung der Lage einer Fläche des aufgespannten Werkstücks und/oder einer Fläche (9) der das aufgespannte Werkstück tragenden Schwenkbrücke (2) gegenüber einer Soll-Lage; und

c) Veränderung, in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung, der Umfangsposition zumindest einer der Exzenterbüchsen (8a, 8b, 8c) relativ zu dem Lagerzapfen (5) oder der Lagerbohrung (6), auf welchem oder in welcher diese angeordnet ist, derart, dass die Abweichung verkleinert oder aufgehoben wird.

Fig.1

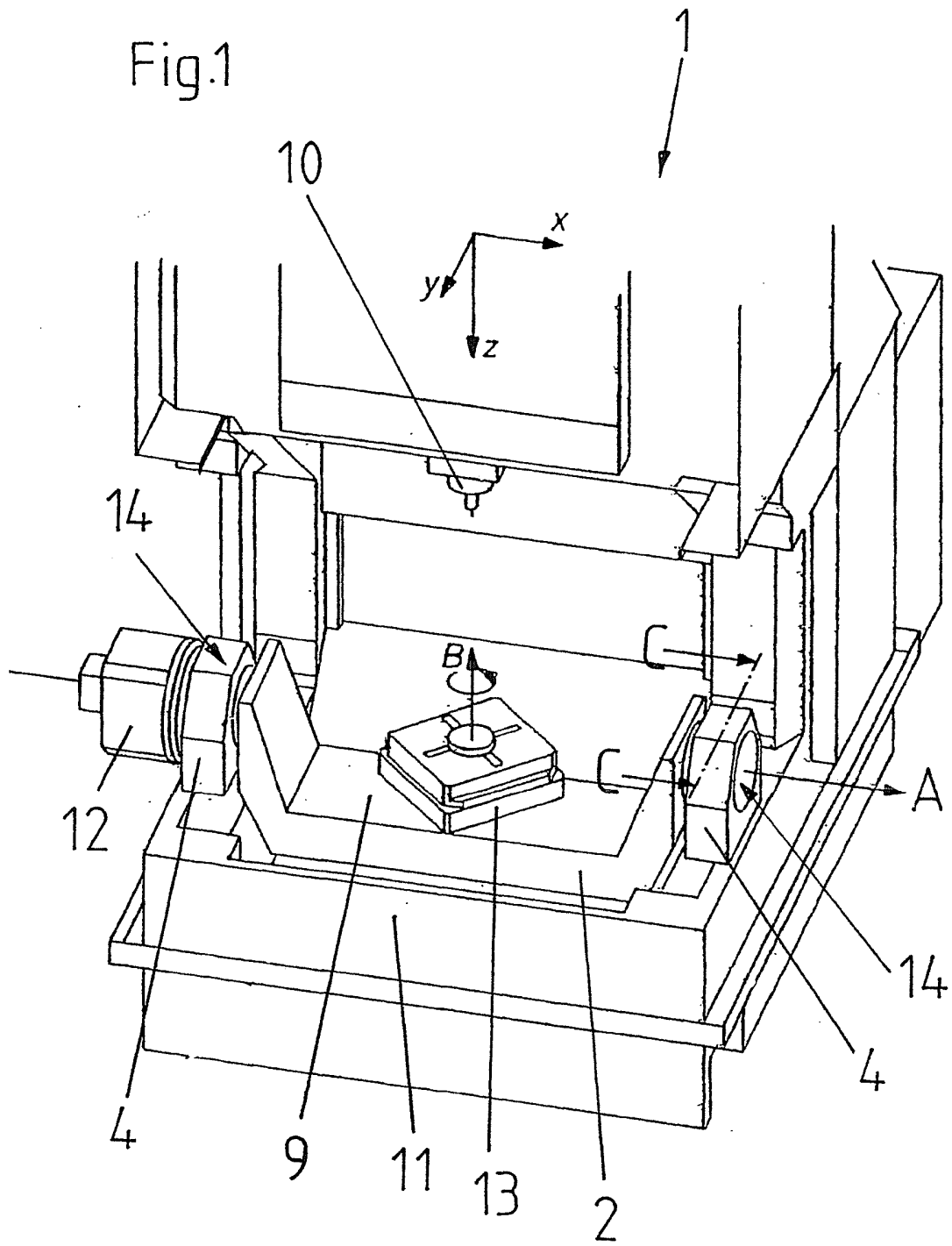


Fig. 2

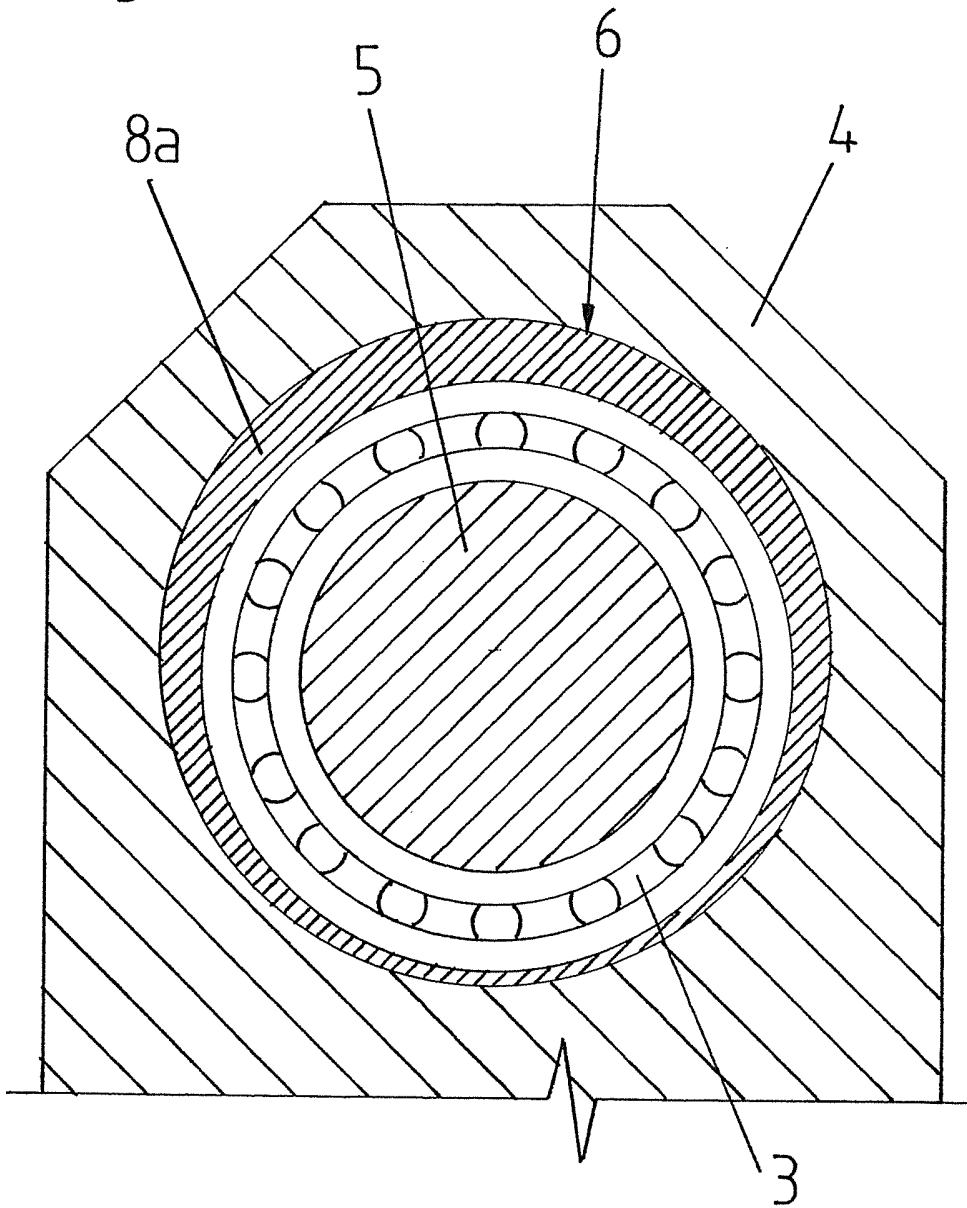


Fig. 3

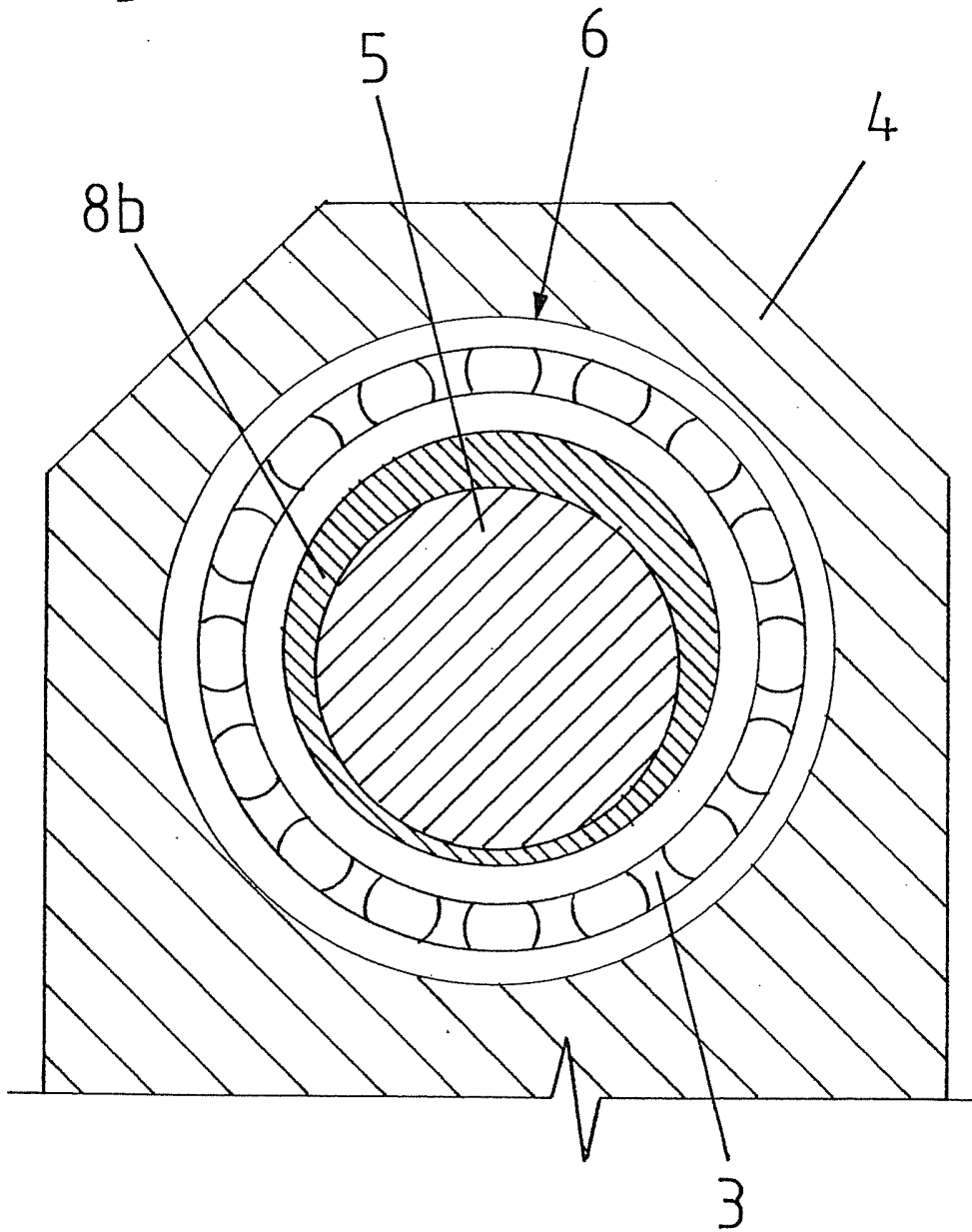


Fig.4

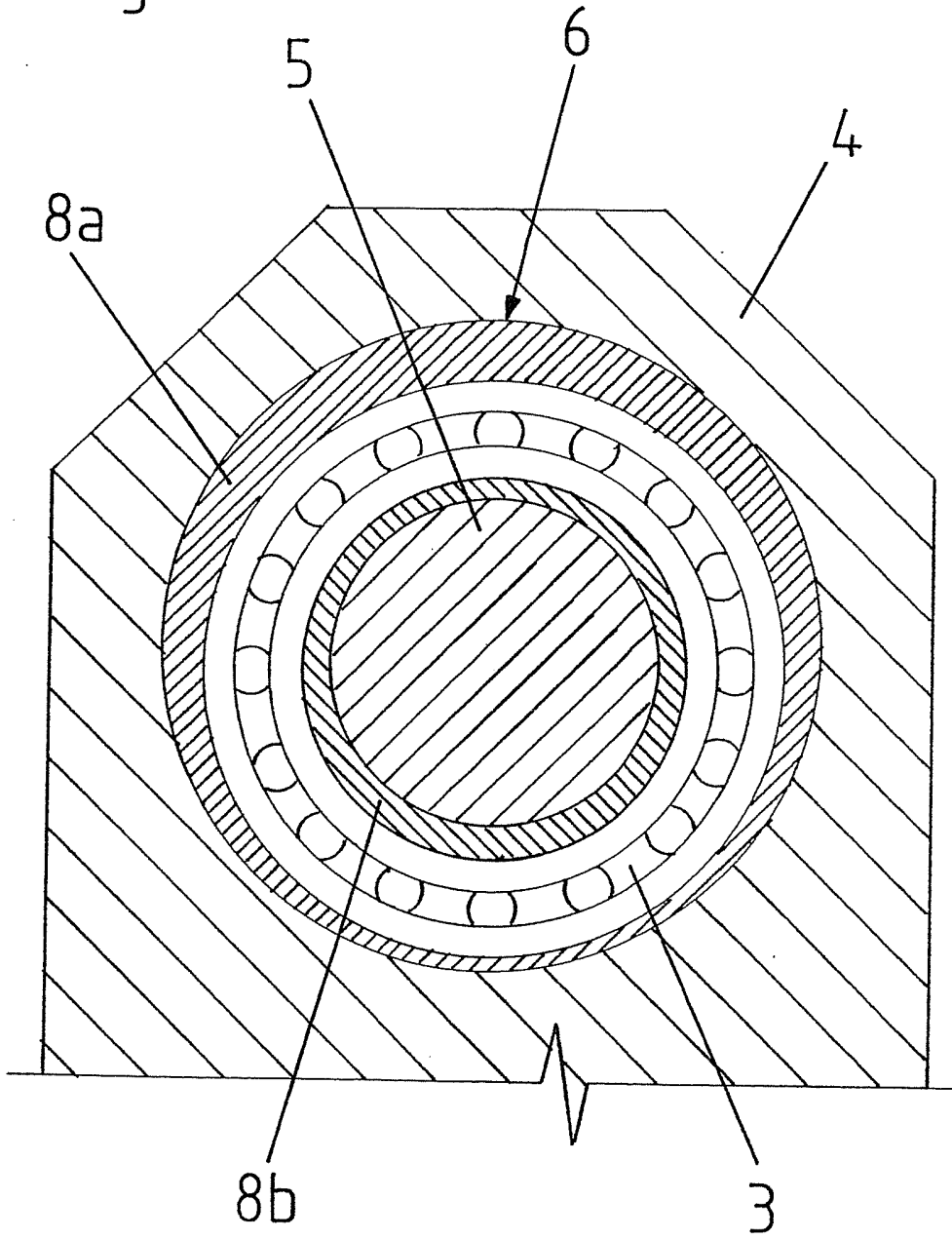
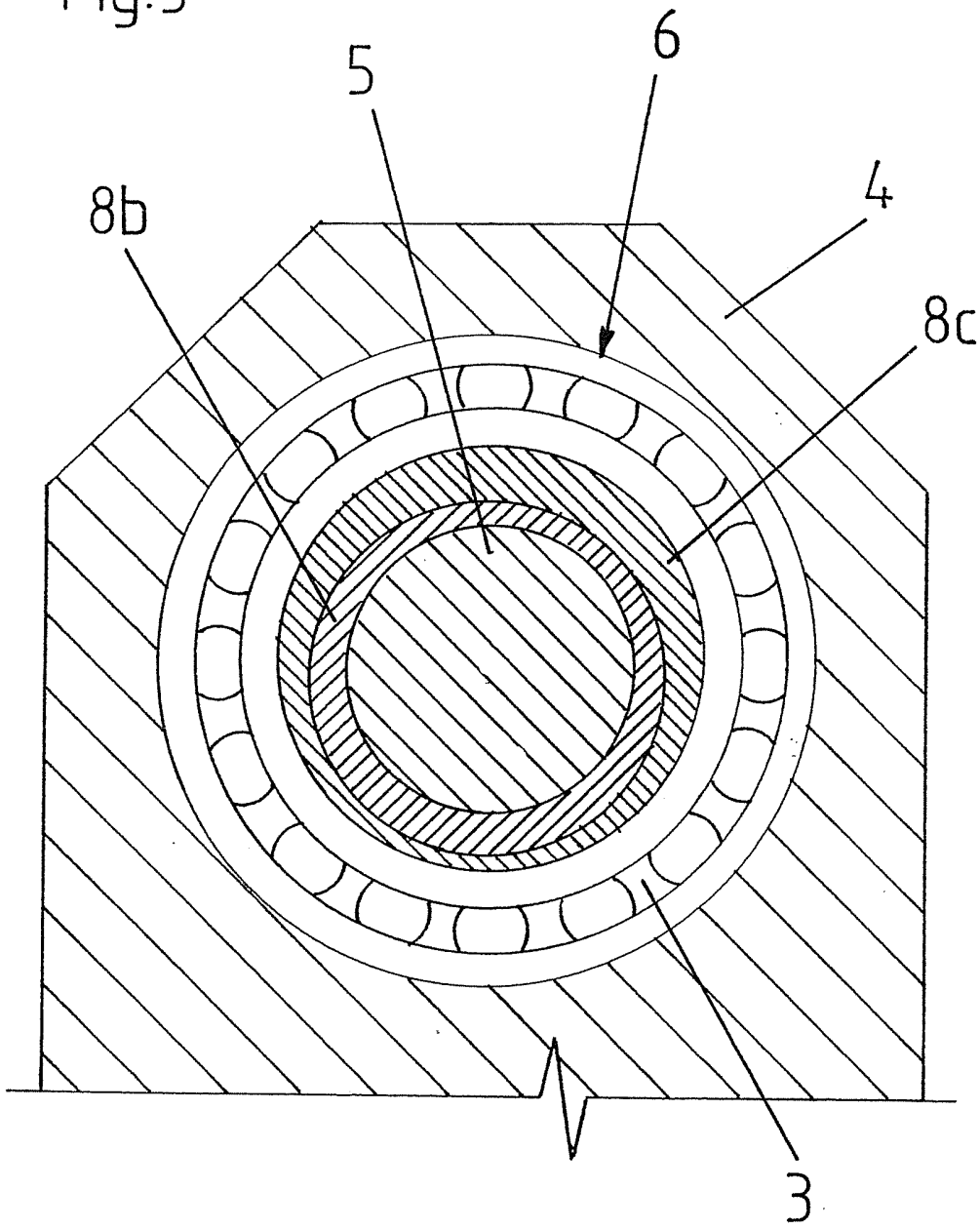


Fig.5



**RECHERCHENBERICHT ZUR  
SCHWEIZERISCHEN PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: CH00947/09

**Klassifikation der Anmeldung (IPC):**  
**B23Q1/26****Recherchierte Sachgebiete (IPC):**  
B23Q**EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE:**

(Referenz des Dokuments, Kategorie, betroffene Ansprüche, Angabe der massgeblichen Teile(\*))

- 1 **WO2008029453 A1** (PASCAL ENG CORP [JP]; KITAURA ICHIRO [JP]) 13.03.2008  
 Kategorie: **X**                      Ansprüche: **1,2,3,4,6,7,8,9,11,14**  
 \* Abb 1,3,8,11, [0044] \*
- 2 **DE2058111 A1** (MUELLER MAX; ALBRECHT LOTHAR DIPL ING) 31.05.1972  
 Kategorie: **Y**                      Ansprüche: **1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,14**  
 \* Anspr 1,2,3, Abb 1,2 \*
- 3 **WO2005084881 A1** (OPS INGERSOLL FUNKENEROSION GM [DE]; STEIN PETER [DE])  
 15.09.2005  
 Kategorie: **Y**                      Ansprüche: **1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,14**  
 \* Anspr 1,2 Abb 3 \*
- 4 **US6332604 B1** (FAIR FRIEND ENTPR CO LTD [US]) 25.12.2001  
 Kategorie: **Y**                      Ansprüche: **1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,14**  
 \* Anspr 1, Abb1 \*
- 5 **WO2007147471 A1** (CHIRON WERKE GMBH [DE]; PRUST DIRK [DE]; WINKLER  
 HANS-HENNING [DE]) 27.12.2007  
 Kategorie: **A**                      Ansprüche: **2,3,4,5,6,7**  
 \* Anspr. 4,5,6,7,8,10,11 \*

**KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE:**

X:	stellen für sich alleine genommen die Neuheit und/oder die erfinderische Tätigkeit in Frage	P:	wurden zwischen dem Anmeldedatum der recherchierten Patentanmeldung und dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht
Y:	stellen in Kombination mit einem Dokument der selben Kategorie die erfinderische Tätigkeit in Frage	D:	wurden vom Anmelder in der Anmeldung angeführt
A:	definieren den allgemeinen Stand der Technik; ohne besondere Relevanz bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit	E:	Patentdokumente, deren Anmelde- oder Prioritätsdatum vor dem Anmeldedatum der recherchierten Anmeldung liegt, die aber erst nach diesem Datum veröffentlicht wurden
		&:	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

Die Recherche basiert auf der ursprünglich eingereichten Fassung der Patentansprüche. Eine nachträglich eingereichte Neufassung geänderter Patentansprüche (Art. 51, Abs. 2 PatV) wird nicht berücksichtigt.

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt, für die die erforderlichen Gebühren bezahlt wurden.

**Rechercheur:** Klubertanz Georg, Bern**Abschlussdatum der Recherche:** 06.08.2009**FAMILIENTABELLE DER ZITIERTEN PATENTDOKUMENTE**

Die Familienmitglieder sind gemäss der Datenbank des Europäischen Patentamtes aufgeführt. Das Europäische Patentamt und das Institut für Geistiges Eigentum übernehmen keine Garantie für die Daten. Diese dienen lediglich der zusätzlichen Information.

CH 701 326 A1

<b>WO2008029453 A1</b>	13.03.2008	WO2008029453 A1	13.03.2008
<b>DE2058111 A1</b>	31.05.1972	DE2058111 A1	31.05.1972
<b>WO2005084881 A1</b>	15.09.2005	CN1925950 A	07.03.2007
		DE102004010984 B3	29.09.2005
		EP1722921 A1	22.11.2006
		EP1722921 B1	12.12.2007
		JP2007526136 T	13.09.2007
		US2007196192 A1	23.08.2007
		WO2005084881 A1	15.09.2005
<b>US6332604 B1</b>	25.12.2001	US6332604 B1	25.12.2001
<b>WO2007147471 A1</b>	27.12.2007	CN101472707 A	01.07.2009
		DE102006028972 A1	20.12.2007
		EP2029321 A1	04.03.2009
		US2009162161 A1	25.06.2009
		WO2007147471 A1	27.12.2007