



CH 682731 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 682731 A5

⑤ Int. Cl.⁵: B 23 Q 3/16
B 24 B 19/06
B 24 B 5/16

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 235/91

㉒ Anmeldungsdatum: 25.01.1991

④③ Priorität(en): 24.02.1990 DE 4005911

㉔ Patent erteilt: 15.11.1993

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.11.1993

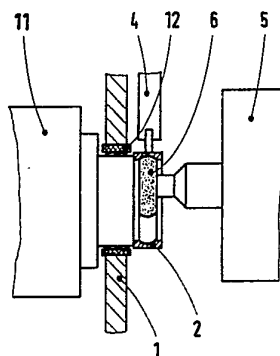
⑦③ Inhaber:
GMN Georg Müller Nürnberg AG, Nürnberg 13 (DE)

⑦② Erfinder:
Koch, Peter, Nürnberg 90 (DE)

⑦④ Vertreter:
Schmauder & Wann, Patentanwaltsbüro, Zürich

⑤④ **Vorrichtung zur kombinierten Schleif- und Honbearbeitung von Wälzlageringern.**

⑤⑦ Die Aufspannvorrichtung enthält zwei axial versetzt angeordnete einzelne Aufspanneinrichtungen, wobei die eine Aufspanneinrichtung (4) für die Schleifbearbeitung und die andere Aufspanneinrichtung für die Honbearbeitung ausgebildet ist. Das Werkstück (2) wird zwischen den beiden Bearbeitungsschritten mittels der Werkstückspindel von der Schleifaufspannung in die Honaufspannung axial bewegt. Dadurch sind die Schleifbearbeitung und die unmittelbar anschließende Honbearbeitung des gleichen Werkstückes in axial gleicher Orientierung möglich.



CH 682731 A5

Beschreibung

Wälzlagering sind als wesentliche Einzelteile eines Wälzlagers erheblichen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Da die Kraftübertragung auf der Laufbahn aufgrund Hertz'scher Pressung erfolgt, müssen sie in jedem Fall gehärtet sein. Die letzten beiden Bearbeitungsschritte dieser Laufbahnen sind das Schleifen und das Honen.

Durch den Schleifvorgang erhält das Profil der Laufbahn seine endgültige Gestalt. In aller Regel wird eine auf einer Werkzeugspindel montierte Umfangsschleifscheibe in ihrer Achslage parallel zur Symmetrieachse des zu bearbeitenden Wälzlagering angeordnet. Der Umfang dieser Schleifscheibe weist in seinem Radialschnitt ein Profil auf, welches dem Negativ des in die Laufbahn einzuarbeitenden Profils entspricht. Wird die so profilierte Schleifscheibe axial zu dem zu schleifenden Wälzlagering positioniert und dann unter Rotation radial auf das sich drehende Werkstück zubewegt, so entsteht auf der Laufbahn des Wälzlagering das gewünschte Laufbahnprofil. Die radiale Vorschubbewegung wird dann gestoppt, wenn die gewünschte radiale Abmessung des Laufbahnprofils erreicht ist. Anschliessend wird der Vorschubbetrag im Eilgang wieder zurückgefahren, das bearbeitete Werkstück wird gegen ein unbearbeitetes Werkstück ausgetauscht und ein neuer Bearbeitungszyklus kann beginnen. Von Zeit zu Zeit muss zwischen zwei Bearbeitungszyklen die dem ständigen Verschleiss unterliegende Schleifscheibe neu profiliert werden. Die heute modernsten Maschinen dieser Art haben Werkzeugspindeln mit einer Drehzahl von bis zu 180 000 Umdrehungen pro Minute, der zu bearbeitende Lagering rotiert mit etwa 1500 Umdrehungen pro Minute und die Taktzeit pro Bearbeitungszyklus beträgt nur wenige Sekunden. Ziel des Schleifvorganges ist es, der Wälzlagerlaufbahn die endgültige Gestalt zu verleihen. Da deren Massgenauigkeit für die Funktion und den Betrieb des Wälzlagers von grösster Bedeutung ist, muss die Vorschubbewegung einer vorgegebenen Wegfunktion genau folgen und besonders in ihrem Endpunkt eine geometrisch exakte Position einnehmen. Da alle Relativbewegungen zwischen Werkzeug und Werkstück bahngelagert sind, muss die Maschinenkonstruktion sehr steif ausgebildet sein. Aus diesem Grunde haben sich zur Abstützung des rotierenden Werkstücks unter anderem sogenannte Gleitschuhe sehr bewährt. Sie stellen ein sehr steifes Glied im Kraftfluss der Maschine dar und tragen damit wesentlich zur Masshaltigkeit des fertigen Werkstücks bei.

Die durch den Schleifvorgang entstandene Oberfläche ist für die Lauffläche eines Wälzlagers im allgemeinen Fall jedoch noch nicht ausreichend, so dass sich normalerweise ein Honvorgang anschliesst. Bei diesem Fertigungsschritt wird die wesentliche Arbeitsgeschwindigkeit durch das sich um seine Symmetrieachse drehende Werkstück hervorgerufen. Ein Honstein, dessen zum Eingriff kommende Zone dem Laufbahnprofil des Wälzlagering angepasst ist, wird bei rotierendem Werkstück unter definierter Kraffteinwirkung auf die zu bearbeitende Laufbahn aufgedrückt, wobei es zu einem

spanenden Abtrag der durch das vorherige Schleifen entstandenen Rauheitsspitzen kommt. Während dieses Vorganges vollzieht der Honstein eine oszillierende Zusatzbewegung. Im Falle eines Kugellagering schwingt er um eine Achse, die durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Laufbahnprofils festgelegt ist. Auf diese Weise soll erreicht werden, dass durch die ständig sich verlagernden Eingriffspunkte zwischen Werkstück und Werkzeug die Oberflächenbeschaffenheit eine gleichmässige Form annimmt. Gleichzeitig soll dadurch der am Honstein entstehende Verschleiss vergleichmässigt werden, so dass seine Kontur weitestgehend erhalten bleibt. Zum Schluss der Honbearbeitung muss jedoch darauf geachtet werden, dass die letztendlich unvermeidbaren Honspuren in Laufrichtung der Wälzelemente verlaufen und keine Komponente senkrecht dazu aufweisen. Aus diesem Grund wird die Honfrequenz gegen Ende der Bearbeitung deutlich reduziert. Die Werkstückdrehzahl kann variiert werden und bis 15 000 Umdrehungen pro Minute erreichen. Im Gegensatz zum vorher beschriebenen Schleifprozess wird der Honstein nicht bahngelagert, sondern kraftgebunden geführt. Die Forderung nach einer besonders steifen Maschinenkonstruktion wird hier also gegenstandslos, vielmehr ist eine definierte Nachgiebigkeit gefordert, so dass über den Betrag des Vorschubes die Bearbeitungskraft gezielt vorgegeben werden kann. Aus diesem Grunde wird für die Lagerung des rotierenden Werkstücks eine definiert nachgiebige Lagerungsart verwendet, wobei sich vor allem ein hydrostatisches Gleitlager bewährt hat. Die in diesen Kraftfluss eingeleitete Zustellung hat dabei keinen entscheidenden Einfluss auf die Masshaltigkeit des bearbeiteten Werkstücks, sie bestimmt jedoch massgeblich die bei der Bearbeitung wirksame Kraft. Darüber hinaus hat das hydrostatische Gleitlager den Vorteil, dass die auf der Aussenmantelfläche des Wälzlagering unvermeidbaren Restwelligkeiten in bestmöglicher Weise ausgemittelt werden und die daraus resultierenden Rundlauffehler des Werkstückes weitgehend reduziert werden. Dies hat besonders vorteilhafte Auswirkungen auf das Geräuschverhalten des später fertiggestellten Wälzlagers. Im allgemeinen Fall wird ein einzelner Honvorgang zur Erzielung der geforderten Oberflächengüte nicht ausreichen, so dass normalerweise das Honen in ein Vor- und ein Endhonen unterteilt wird, wobei beide Einzelschritte nach dem gleichen Schema, jedoch mit unterschiedlichen Werkzeugen vollzogen werden.

Die Endbearbeitung der Wälzlagering nach dem derzeitigen Stand der Technik beansprucht für jeden der beiden Fertigungsschritte «Laufbahnschleifen» und «Laufbahnhonen» je eine gesonderte Werkzeugmaschine. In dieser Tatsache liegen gravierende Nachteile begründet. So sind erhebliche Investitionen mit hohen Kosten erforderlich. Weiterhin muss der laufbahngeschliffene Ring zur Honmaschine befördert werden, was einen weiteren Aufwand erfordert. Besonders bei einer materialflusstechnischen Verkettung der Maschinen untereinander erfordert dies bedeutende Mittel an Handhabungs-, Transport- und Lagereinrichtungen. Ein weiterer Nachteil dieser bekannten Fertigungstech-

nik besteht darin, dass die bezüglich ihrer axialen Ausdehnung unsymmetrischen Wälzlagerringe zwischen Schleif- und Honbearbeitung normalerweise in willkürlicher Orientierungslage gelagert werden und beim Einlegen in die Honmaschine wieder in ihrer axialen Orientierung lagerichtig ausgerichtet werden müssen. Während bei bezüglich ihrer Mittelebene unsymmetrischen Lagerringen diese Forderung unabdingbar ist, wird sie auch bei symmetrischen Ringen in zunehmendem Masse erhoben, da der Wälzlagerring auch bei noch so präziser Bearbeitung nie vollkommen symmetrisch ist. Da sich sowohl der Schleif- als auch der Honprozess auf dasselbe Laufbahnprofil bezieht, ist es für eine hochpräzise Fertigung von Vorteil, wenn der die Schleifmaschine verlassende Ring in genau der gleichen axialen Orientierung geholt wird. Wird dagegen der Ring bezüglich seiner Achsorientierung willkürlich eingelegt, so wird wegen der nie vollkommenen Symmetrie der Ringe der Honstein nur unvollständig der durch das Schleifen vorgegebenen Kontur folgen können. Aus diesem Grunde ist selbst bei Wälzlagerringen mit symmetrischem Sollprofil ein lagerichtiges Einlegen in die Honmaschine von Vorteil, was aber nur mit erheblichem Aufwand zu realisieren ist und beispielsweise eine vor allem bei kleinen Ringabmessungen sehr aufwendige Verkettung der aufeinanderfolgenden Schleif- und Honmaschinen erfordert.

Unter diesen Umständen ist es wünschenswert, die Arbeitsschritte zur Schleif- und Honbearbeitung derart zu kombinieren, dass ein Werkstück zunächst geschliffen und dann in derselben Aufspannung geholt wird. Aus den oben genannten Gründen ist dies nicht möglich, da die Anforderungen an die Lagerung des Werkstücks einander entgegengerichtet sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die die Schleifbearbeitung und die unmittelbar anschließende Honbearbeitung des gleichen Werkstückes in axial gleicher Orientierung ermöglicht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung gemäss Oberbegriff des Anspruches 1 so auszubilden, dass die Werkstückaufspannung und -lagerung die Schleif- und Honbearbeitung in einer einzigen Maschine ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Aufspannvorrichtung sind in den Ansprüchen 2 bis 4 beschrieben.

Die nachfolgenden Figuren erläutern eine vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemässen Werkstückaufspannung.

Fig. 1 zeigt die Werkstückaufspannung während des Schleifens,

Fig. 2 zeigt dieselbe Werkstückaufspannung während des Honens,

Fig. 3 zeigt diese Werkstückaufspannung in Mehrfachanordnung und im Zusammenspiel miteinander als Bestandteil einer kompletten kombinierten Bearbeitungsmaschine.

Zur Schleifbearbeitung wird das Werkstück (2) über eine hier nicht dargestellte Zuführrinne so in den Arbeitsbereich eingeführt, dass die Aussenmantelfläche des Wälzlagerrings auf den Gleitschuhen (3) und (4) aufliegt, wodurch seine radiale Lage eindeutig bestimmt ist. Während der Schleifbearbeitung ist die Abstützung des Werkstücks auf Gleitschuhen vorteilhaft, da durch diese Auflage eine grösstmögliche Steifigkeit und damit die bestmögliche Masshaltigkeit bei der Bearbeitung gewährleistet ist. Zur axialen Fixierung und zur Einleitung der Drehbewegung wird der Lagerring mit seiner axialen kreisringförmigen Stirnfläche gegen eine Werkstückspindel (11), beispielsweise elektromagnetisch, festgezogen. Über den Reibschluss dieser Flächenpaarung wird die Drehbewegung in das Werkstück eingeleitet. Zur Schleifbearbeitung wird die Schleifspindel (5) mit dem sich darauf befindlichen, profilierten Schleifwerkzeug (6) axial in den zu bearbeitenden Wälzlagerring (2) eingeführt und anschliessend radial so weit verfahren, bis die Laufbahn des Wälzlagerrings (2) annähernd seine endgültige Kontur erreicht hat. Anschliessend wird das Schleifwerkzeug (6) in radialer und dann in axialer Richtung in seine Ausgangsposition zurückgefahren.

Währenddessen wird der nunmehr geschliffene Wälzlagerring (2) in axialer Richtung vom Schleifwerkzeug wegbewegt, so dass die Berührung mit den Gleitschuhen (3) und (4) aufgehoben wird und er nunmehr mit seiner Aussenmantelfläche als Gleitlagerfläche in eine ihn umgebende Lagerschale (12) eintaucht. In dieser Stellung wird der Wälzlagerring (2) mittels der Andrückrollen (15) axial gegen einen weiteren nicht magnetischen Drehantrieb (14) gepresst, so dass er sowohl axial fixiert ist als auch mit der für Honen üblichen Geschwindigkeit rotieren kann.

Zur Honbearbeitung wird der am Halter (8) befindliche Honstein (9) axial in die Öffnung des Wälzlagerrings (2) hineinbewegt und gegenüber der von ihm zu bearbeitenden Innenfläche des Wälzlagerrings (2) ausgerichtet. Anschliessend wird der Honstein (9) mit dem Honsteinhalter (8) radial so weit in Richtung der Wälzlagerauflagefläche bewegt, dass er mit ihr in Kontakt kommt und eine definierte Anpresskraft zustande kommt. Der Honsteinhalter (8) ist seinerseits an einem Bügel (7) befestigt. Während der nun folgenden Honbearbeitung wird der Bügel (7) mit Halter (8) und Honstein (9) in eine oszillierende Drehbewegung versetzt, wobei deren Mittelpunkt und der Mittelpunkt der kreisförmigen Querschnittsfläche des Kugellagerrings zusammenfällt. Die Drehbewegung des Wälzlagerrings (2) gegenüber der Lagerschale (12) vollzieht sich dabei über den zwischen beiden Teilen befindlichen Schmiermittelfilm, wobei sich dessen gute Dämpfungseigenschaften sehr vorteilhaft auf die Honbearbeitung auswirken. Die Oszillationsbewegung des Honsteins (9) wird zunächst unter relativ hoher Frequenz ausgeführt, verlangsamt sich jedoch gegen Ende der Honbearbeitung. Währenddessen wird die Drehzahl des Werkstücks von einem anfangs relativ geringen Wert auf die oben angegebene Endgeschwindigkeit gesteigert. Nach

beendeter Vorhonbearbeitung wird der Honstein (9) mit seinem Halter (8) sowie Bügel (7) und Dreheinheit (10) zunächst radial von der bearbeiteten Fläche abgehoben und anschliessend axial ganz aus dem Arbeitsbereich herausgefahren.

Fig. 3 zeigt schliesslich die einzelnen Funktionen und Operationen im Zusammenhang und im Zusammenspiel mit dem konstruktiven Umfeld. Eine um ihre Symmetrieachse drehbare Taktscheibe bzw. ein um seine Symmetrieachse drehbarer und indexierbarer Rundtisch (1) weist in diesem Beispiel insgesamt 6 Werkstückaufnahmen auf. Der Wälzlagererring (2) wird zunächst der in dieser Darstellung unten rechts befindlichen Bearbeitungsstation zugeführt, wo er auf den Gleitschuhen (3) und (4) aufliegt und von dem auf die Spindel (5) montierten Schleifwerkzeug (6) bearbeitet wird. Die Gleitschuh (3) und (4) sind nicht auf dem indexierbaren Rundtisch (1), sondern auf dem hier nicht dargestellten Maschinengestell befestigt. Wird der Wälzlagererring (2) nach der Schleifoperation axial in Richtung Rundtisch (1) verschoben, so wird damit der Weg zum Weitertakten des Rundtisches (1) freigegeben. Bevor der Wälzlagererring (2) die Vorhonstation erreicht, wird er durch die für alle Werkstücke gemeinsame Taktbewegung des Rundtisches (1) in einer Zwischenposition angehalten, wo zur Vorbereitung auf den Honprozess in an sich bekannter Weise entmagnetisiert wird (hier nicht dargestellt). Das schrittweise Weitertakten des Rundtisches (1) führt den einzelnen Wälzlagererring dann zum Vorhonen und weiterhin zum Fertighonen, wobei die Schwingbewegung des Honsteins (9) über den Honsteinhalter (8) und den Bügel (7) von einer Schwingeinheit (10) eingeleitet wird. Nach einem weiteren Taktschritt des Rundtisches (1) wird der nunmehr fertiggearbeitete Wälzlagererring (2) axial aus der ihn umgebenden Lagerschale (12) ausgestossen, so dass dieser Platz für die Aufnahme eines weiteren unbearbeiteten Wälzlageringringes frei wird.

Patentansprüche

1. Aufspannvorrichtung zur kombinierten Schleif- und Honbearbeitung der Laufbahnfläche von Wälzlagerausserenringen, gekennzeichnet durch zwei axial versetzt angeordnete einzelne Aufspanneinrichtungen, wobei die eine Aufspanneinrichtung (3, 4) für die Schleifbearbeitung und die andere Aufspanneinrichtung (12) für die Honbearbeitung ausgebildet ist, wobei das Werkstück (2) zwischen den beiden Bearbeitungsschritten von der Schleifaufspannung in die Honaufspannung mittels der Werkstückspindel (11) axial bewegbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufspanneinrichtung (3, 4) für die Schleifbearbeitung mit dem Maschinengestell verbunden ist, während die Aufspanneinrichtung (12) für die Honbearbeitung in Mehrfachanordnung in einem indexierbaren Rundtisch (1) integriert ist, der durch Drehung so positioniert werden kann, dass der die zum Schleifen benötigte ortsfeste Aufspanneinrichtung verlassende Wälzlagererring durch einfache axiale Verschiebung in die in den indexier-

baren Rundtisch integrierte Honaufspanneinrichtung bewegbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufspanneinrichtung für die Schleifbearbeitung aus einem Paar Gleitschuhen (3, 4) besteht.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufspannvorrichtung für die Honbearbeitung aus einem hydrostatischen Gleitlager (12) besteht.

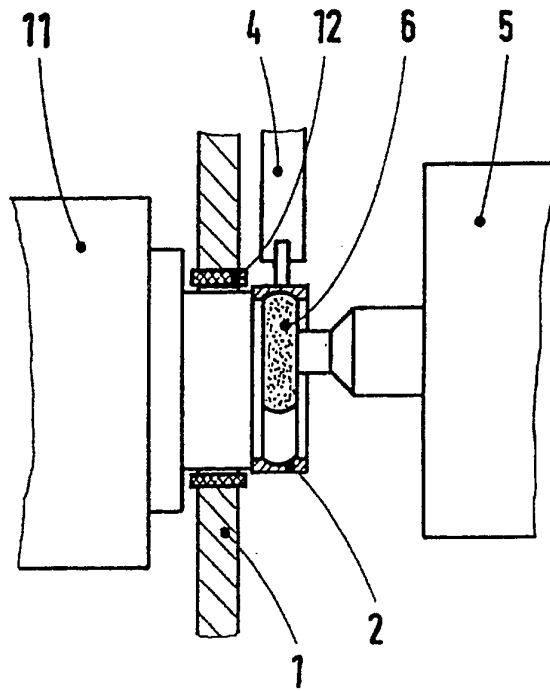


FIG. 1

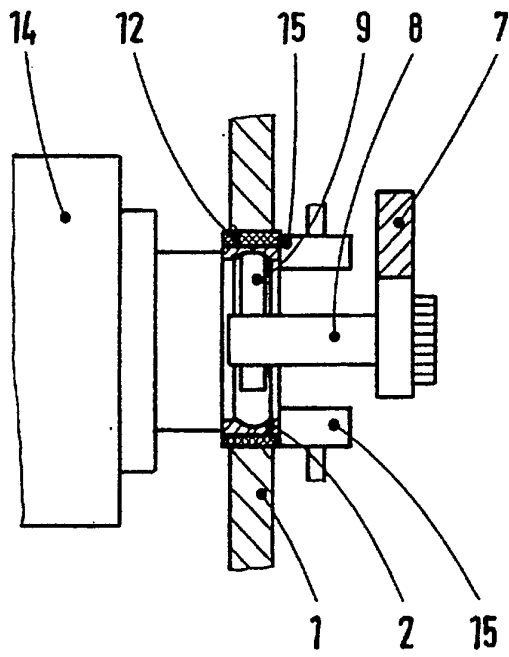


FIG. 2

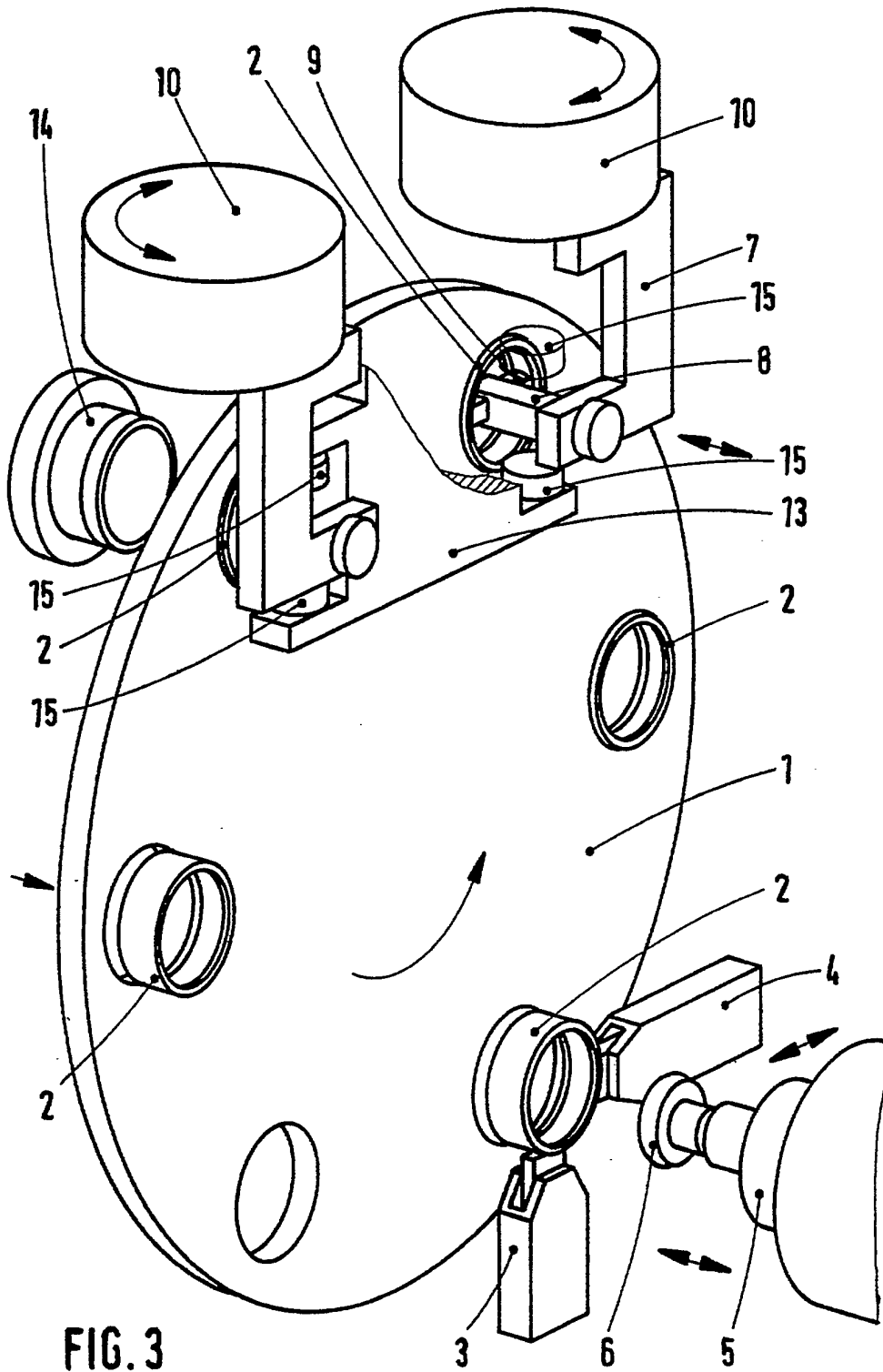


FIG. 3