



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 810 A5

⑤① Int. Cl.⁴: F 16 C 17/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

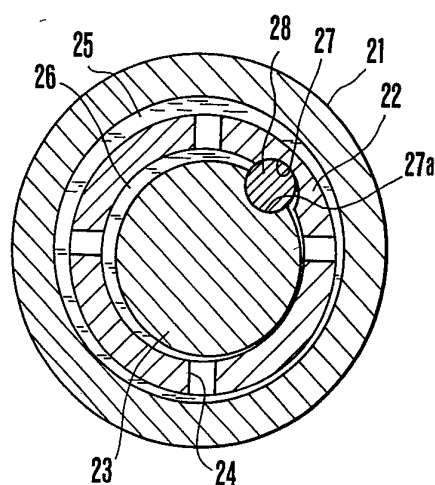
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer:	3678/85	⑦③ Inhaber:	Ube Industries, Ltd, Ube-shi/Yamaguchi-ken (JP)
⑫② Anmeldungsdatum:	27.08.1985		
⑫③ Priorität(en):	31.08.1984 JP 59-180336	⑦② Erfinder:	Seiji, Arai, Ube-shi/Yamaguchi (JP) Katsusaku, Yamamoto, Ube-shi/Yamaguchi (JP)
⑫④ Patent erteilt:	31.01.1989		
⑫⑤ Patentschrift veröffentlicht:	31.01.1989	⑦④ Vertreter:	Ernst Bosshard, Zürich

⑤④ **Lager mit einem Paar gebildet aus einem äusseren und einem inneren Organ.**

⑤⑦ Das Lager enthält einen Aussenring (21) mit einer zylindrischen Innenfläche und eine Welle (23) mit einer zylindrischen Aussenfläche. Zwischen dem Aussenring (21) und der Welle (23) befindet sich ein Pendelring (22). In eine im wesentlichen zylindrische Öffnung (27, 27a) zwischen der Welle (23) und dem Pendelring (22) ist ein Stift (28) eingesetzt. Im Betrieb wird der Pendelring (22) mitgenommen, wobei sich zwischen dem Aussenring (21) und dem Pendelring ein erster Ölfilm und zwischen dem Pendelring (22) und der Welle (23) ein zweiter Ölfilm bildet. Dadurch wird das Betriebsverhalten verbessert und die Wärmeentwicklung vermindert.



PATENTANSPRÜCHE

1. Lager mit einem Paar gebildet aus einem äusseren und einem inneren Organ, wobei das eine Organ dieses Paares eine zylindrische Innenfläche hat, das innere Organ eine zylindrische Aussenfläche hat und im wesentlichen in koaxialer Anordnung im äusseren Organ angeordnet ist; ein Pendelring (22; 31) zwischen dem äusseren und inneren Organ (23) angeordnet ist, der je eine äussere und innere Zylinderfläche hat; eine Flüssigkeit sich im Spalt zwischen dem äusseren Organ und dem Pendelring (22; 31) sowie im Spalt zwischen dem Pendelring und dem inneren Organ befindet; ein Paar im wesentlichen halbzyylinderförmige Nuten (27, 27a; 30, 30a) an gegenüberliegenden Stellen des drehbaren Organes und des Pendelringes (22; 31) vorhanden sind, die Axen dieser Nuten (27, 27a; 30, 30a) sich im wesentlichen parallel zur Axe des drehbaren Organes erstrecken, eine der Nuten des Nutenpaares einen weniger grossen Radius als die andere Nut hat; und ein Mitnehmer (28, 34) welcher in die im wesentlichen zylindrische Öffnung – gebildet durch das Nutenpaar – eingesetzt ist, wobei der Radius des Mitnehmers (28; 34) im wesentlichen dem Radius der Nut mit dem geringern Radius entspricht.

2. Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Nutenpaar (27, 27a; 30, 30a) und der als zylindrischer Stift (28, 34) ausgebildete Mitnehmer mindestens angenähert die gleiche axiale Länge haben.

3. Lager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das äussere Organ (21) nicht drehbar und hohl und insbesondere ein Ring ist, das innere Organ (23) drehbar im äusseren Organ angeordnet ist und eine zylindrische Gestalt hat und insbesondere eine Welle ist, der Pendelring (22) im Zwischenraum zwischen dem äusseren und inneren Organ angeordnet ist, und der Mitnehmer (28) zwischen der zylindrischen Innenfläche des Pendelringes (22) und der zylindrischen Aussenfläche des inneren Organes (23) angeordnet ist (Fig. 3, 4).

4. Lager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Organ (29) nicht-drehbar und vollwandig und insbesondere eine Welle ist, der Pendelring (31) über diesem inneren Organ (29) angeordnet ist, das äussere Organ (30) über dem Pendelring (31) angeordnet, drehbar und hohl und insbesondere ein Ring ist, der Mitnehmer (34) zwischen der zylindrischen Aussenfläche des Pendelringes (31) und der zylindrischen Innenfläche des äusseren Organes (30) angeordnet ist (Fig. 5, 6).

5. Lager nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius der äusseren Nut (27, 30a) grösser als der Radius der inneren Nut (27a, 31a) ist.

6. Lager nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Mitnehmern (28, 34) und im wesentlichen zylindrischen Nutpaaren vorhanden sind.

7. Planetengetriebe mit einem Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das äussere Organ, ausgebildet als Planetenrad, drehbar ist und durch den Pendelring (35) getragen wird, während das innere Organ eine Welle (10) ist (Fig. 7).

BESCHREIBUNG

In Fig. 1 ist ein Querschnitt eines zum Stand der Technik gehörenden Lagers mit Pendelring dargestellt.

Bei einem solchen Lager mit Pendelring ist ein stationärer Ring, eine Antriebswelle und ein Pendelring vorhanden, wobei sich dieser Pendelring zwischen der Antriebswelle und dem stationären Ring befindet und dazu bestimmt ist, die Tragfähigkeit eines solchen Lagers zu erhöhen, so dass die erzeugte Wärme vermindert und Vibrationen verhütet werden können.

Eine Antriebswelle 2 wird von einem drehbaren Pendelring 3 abgestützt, und zwar in einem stationären Ring 1, welcher in einem Gehäuse oder dergleichen eingesetzt ist. Die zylindrische Wand des Pendelringes 3 ist mit einer Mehrzahl von Ölbohrun-

gen im Mantel versehen, und die Innenwand des Pendelringes ist mit einer ringförmigen Nut versehen zur Verbindung dieser Ölbohrungen untereinander. Wenn Schmieröl in den Spalt zwischen dem stationären Ring und dem Pendelring zugeführt wird, wird dieses durch die Ölbohrungen und die Nut über die Innenfläche des Pendelringes 3 verteilt, so dass sich ein Ölfilm 4, 5 bildet über der inneren und äusseren Fläche des Pendelringes 3.

Bei einer Drehung der Antriebswelle schwimmt diese auf dem Ölfilm 5, welche über der inneren Wand des Pendelringes 3 gebildet wird, wobei dieser durch den inneren Ölfilm 5 mitgenommen wird und sich dreht. In diesem Fall schwimmt der Pendelring 3 und rotiert zwischen dem äusseren und inneren Film 4 und 5, so dass diese Teile geschmiert werden und weniger Wärme erzeugt wird. Die erzeugte Wärme ergibt sich aus der Viskosität des Ölfilmes und ist proportional mit dem Quadrat der relativen Drehgeschwindigkeit, wenn der Ölfilm die gleiche Dicke hat. Wenn somit ein Pendelring anstatt eines konventionellen Öllagers, das nur einen einzigen Ölfilm hat, verwendet wird und das Pendellager 3 mit halber Geschwindigkeit rotiert gegenüber der Antriebswelle, dann ist die erzeugte Wärme der beiden Ölfilme 4 und 5 des Pendellagers lediglich ein Viertel der Wärme, welche in einem konventionellen Lager erzeugt wird. Auch wenn die Wärmewerte der Ölfilme 4 und 5 zusammengezählt werden, ist die allgemein erzeugte Wärme lediglich die Hälfte der erzeugten Wärme von konventionellen Lagern.

Wie bereits erwähnt, dreht sich der Pendelring 3 lediglich mit der halben Geschwindigkeit gegenüber der Antriebswelle 2, so dass die erzeugte Wärme die Hälfte wird im Vergleich zu konventionellen Lagern, wodurch die Verwendbarkeit verbessert wird. In der Praxis und in zahlreichen Literaturstellen wird erwähnt, dass es schwierig ist zu bewirken, dass der Pendelring 3 sich dreht und dies ist namentlich der Fall, wenn die Antriebswelle 2 zu drehen beginnt. Der Grund, weshalb es schwierig ist, den Pendelring 3 beim Start der Drehbewegung in Rotation zu versetzen, ist folgender: Bei einer Drehung der Antriebswelle 2 wird der Ölfilm 5 gebildet, und der Pendelring 3 wird durch diesen inneren Ölfilm mitgezogen und tendiert zu rotieren. Die Kraft, welche die Drehbewegung des Pendelringes 3 bewirkt, ist die dynamische Reibungskraft, während eine statische Reibungskraft, die wesentlich grösser ist als die dynamische Reibungskraft, erzeugt wird zwischen dem Pendelring 3 und dem stationären Ring 1, bevor die Bildung des äusseren Ölfilmes 4 erfolgt. Wie erwähnt ist diese Art von Pendelringlagern nicht befriedigend, so dass sie sich in der Praxis nicht durchsetzen konnten.

In der japanischen Patentschrift Nr. 48-15536 ist eine Vorrichtung beschrieben, die im Aufbau ähnlich ist mit dem erwähnten Lager mit Pendelring. In Fig. 2 ist ein Längsschnitt durch ein solches Lager dargestellt. Eine Antriebswelle 7 und eine Abtriebswelle 8 haben eine koaxiale Anordnung. Eine Planetengetriebewelle 10 wird parallel zu den Antriebs- und Abtriebswellen durch einen Stützlager 9 abgestützt, das einteilig mit der Abtriebswelle 8 ausgebildet ist. Ein Planetengetriebewelle 12 ist im Eingriff mit einem Antriebszahnrad 11, das ein integraler Teil mit der Antriebswelle 6 bildet und durch ein Hilfszahnrad 13 auf der Planetengetriebewelle 10 gestützt ist. Das Hilfszahnrad 13 greift in das Antriebszahnrad 11 ein. Ferner ist ein Innenzahnrad 14 und je eine Distanzscheibe 15 vorhanden. Eine Mehrzahl von Planetengetriebewellen 10 der Planetenräder 12 und der Hilfszahnrad 13 sowie der Distanzscheiben 15 sind in gleichen Winkelabständen angeordnet.

Wenn sich die Antriebswelle 7 dreht, dreht sich auch das Planetengetriebewelle 12, weil es sich um das Antriebszahnrad 11 herumbewegt, so dass die Abtriebswelle 8 in gleicher Richtung angetrieben wird wie das Stützgehäuse 9. Wenn dieses Getriebe mit dem Lager im Pendelring gemäss Fig. 1 verglichen wird, ist ersichtlich, dass die Planetengetriebewelle 10 dem stationären Ring 1 entspricht und das Hilfszahnrad 13, das über die Planetengetriebewelle 10 gehalten ist, dem Pendelring 3 entspricht.

Zusätzlich ist das Planetengetrieberad 12, welches mit dem Hilfszahnrad 13 in Eingriff steht und somit rotiert, mit der Antriebswelle 2 vergleichbar. Vom Standpunkt der Konstruktion aus und im Hinblick auf die Schmierölaufuhr zu den miteinander in Eingriff stehenden Rädern, ist das Hilfszahnrad der beschriebenen Einrichtung als Pendelringlager anzusehen. Wenn sich das Hilfszahnrad 13, das in Eingriff mit dem Antriebszahnrad 11 ist, dreht, und zwar mit der gleichen Geschwindigkeit wie das Planetenrad 12, dann funktioniert das Hilfszahnrad 13 wie der Pendelring 3 beim ersterwähnten Ausführungsbeispiel. Als Folge davon wird weniger Wärme erzeugt und Herstellungsungenauigkeiten sind weniger kritisch. Ausserdem verhüten die Ölfilme die Erzeugung von Vibrationen, und die Belastung kann gleichmässiger über das Planetenrad 12 verteilt werden.

Da das Hilfszahnrad 13 relativ schmal ist, ergeben sich Zahnverformungen, und es werden Vibrationen erzeugt, so dass die Zähne nach kurzer Betriebszeit beschädigt werden und brechen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Lager mit Pendelring zu schaffen, in welchem der Pendelring zusammen mit dem drehbaren Teil dreht, ohne dass dynamische Belastungen entstehen, ferner weniger Wärme erzeugt wird, Vibrationen vermieden werden und die Lebensdauer des Lagers erhöht wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 erwähnten Merkmale gelöst.

In der Zeichnung sind der Stand der Technik und Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Lager mit Pendelring nach dem Stand der Technik

Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein anderes Lager mit Pendelring, ebenfalls nach dem Stand der Technik

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform des erfindungsgemässen Lagers mit Pendelring

Fig. 4 einen Längsschnitt durch die Ausführungsform nach Fig. 3

Fig. 5 einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes

Fig. 6 einen Längsschnitt durch die Ausführungsform nach Fig. 5

Fig. 7 einen Längsschnitt durch eine dritte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes

Fig. 8 eine graphische Darstellung zur Erläuterung der Wirkung der Ausführungsform gemäss Fig. 7.

In den Fig. 3 und 4 ist eine erste Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Ein zylindrischer stationärer Ring 21 ist in einem Maschinengehäuse oder dergleichen stationär eingesetzt, und ein zylindrischer Pendelring 22 befindet sich drehbar im Innern dieses stationären Ringes 21. Eine Antriebswelle 23 wird durch den Pendelring 22 abgestützt. Der Raum zwischen der Antriebswelle 23 und dem Pendelring 22 sowie der Spalt zwischen dem Pendelring 22 und dem stationären Ring 21 sind über eine Mehrzahl von Ölbohrungen 24 durchflussverbunden. Ein Schmieröl welches durch eine nicht dargestellte Einlassöffnung zugeführt ist, füllt den Spalt zwischen der Antriebswelle 23 und dem Pendelring 22 aus, und der Spalt zwischen dem Pendelring 22 und dem stationären Ring 21 ist ebenfalls mit Öl gefüllt, so dass sich Ölfilme 25 und 26 bilden, welche untereinander über die Ölbohrungen kommunizieren. Der Innendurchmesser des Pendelringes 22 ist leicht grösser als der Aussendurchmesser der Antriebswelle 23, während der Aussendurchmesser des Pendelringes 22 etwas kleiner ist als der Innendurchmesser des stationären Ringes 21. Halbzylinderförmige Ausnehmungen 27 und 27a bilden zusammen eine im wesentlichen zylindrische Ausnehmung und befinden sich somit auf der inneren zylindrischen Fläche des Pendelringes 22 und der äusseren zylindrischen Fläche der Antriebswelle 23. Ein Mitnehmer in Form eines Stiftes 28 ist in diese zylindrische Ausnehmung eingesetzt, so dass die relative Bewegung zwischen dem Pendelring 22 und der Antriebswelle 23 stark begrenzt ist. Der Radius der halbzylinderförmigen Ausneh-

mung 27a auf der Seite der Antriebswelle 23 ist im wesentlichen gleich demjenigen des Stiftes 28, jedoch ist der Radius des Stiftes 27 auf der Seite des Pendelringes 22 etwas grösser als der Radius des Stiftes, da ein Spalt für den Ölfilm 26 zwischen der Antriebswelle 23 und dem Pendelring 22 zu berücksichtigen ist. Wenn beispielsweise der Aussendurchmesser der Antriebswelle 175 mm beträgt und wenn zwischen der Antriebswelle 23 und dem Pendelring 22 ein radiales Spiel von etwa 0,5 mm vorhanden ist, dann ist der Radius des Stiftes 28 und der Radius der Ausnehmung 27 je 15 mm. Der Radius der Ausnehmung 27a beträgt dann 16,25 mm. Die Länge des Stiftes 28 ist relativ kurz, zum Beispiel 20 mm. Nachfolgend wird der Betrieb eines solchen Lagers näher erläutert. Wenn die Antriebswelle 23 gedreht wird, dann bewirkt dies, dass der Pendelring 22 ebenfalls mit gleicher Drehgeschwindigkeit mitgenommen wird, da die Relativbewegung zwischen der Antriebswelle 23 und dem Pendelring 22 durch den Stift 28 begrenzt wird, so dass die Ölfilme 25 und 26 über der äusseren und inneren zylindrischen Oberfläche des Pendelringes gebildet werden. Als Folge davon schwimmt der Pendelring 22 und bewegt sich zwischen diesen beiden Ölfilmen 25 und 26.

Da der Radius des Stiftes 28 geringfügig kleiner ist als die Ausnehmung 27 auf der Seite des Pendelringes 22 und somit ein geringes Spiel besteht zwischen der äusseren zylindrischen Oberfläche der Antriebswelle und der inneren zylindrischen Fläche des Pendelringes 22, wenn die Antriebswelle 23 rotiert, ist die Kontaktstelle zwischen dem Stift 28 und der Ausnehmung 27 graduell veränderlich, während sich der Pendelring 22 dreht.

Gemäss dieser beschriebenen Wirkungsweise wird im Betrieb eine geringere Wärme erzeugt, und Vibrationen werden verhindert.

Ein derartiges Lager mit Pendelring ist einfach herzustellen und benötigt keine engen Fabrikationstoleranzen. Ausserdem entstehen keine Vibrationen, wodurch ein ruhigerer Lauf sichergestellt ist. Die auf den Stift 28 einwirkende dynamische Belastung ist sehr klein.

In Fig. 5 ist ein Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes dargestellt, wobei Fig. 6 ein Längsschnitt durch diese Ausführungsvariante zeigt. Die Fig. 5 und 6 entsprechen den Fig. 3 und 4. Bei der zweiten Ausführungsform sind die Verhältnisse bezüglich des stationären und rotierenden Teiles zu der ersterwähnten Ausführungsform umgekehrt. Im einzelnen ist hier die Welle 29 durch ein Maschinengehäuse oder dergleichen stationär abgestützt, und ein rotierender hohler Zylinder 30 ist über die stationäre Welle 29 durch einen Pendelring 31 gehalten. Mit Ausnahme dieses Unterschiedes entspricht diese zweite Ausführungsform im wesentlichen derjenigen der Ausführungsform nach den Fig. 3 und 4. Dies bedeutet, dass die Ölfilme 32 und 33 über der äusseren und inneren Zylinderfläche des Pendelringes 31 gebildet werden. Eine Ausnehmung 30a befindet sich in der inneren zylindrischen Fläche des drehbaren Ringes 30, während die andere Ausnehmung 31a sich in der äusseren zylindrischen Fläche des Pendelringes 31 befindet. Ein Stift 34 ist in diese Ausnehmungen 30a und 31a eingesetzt. Bei einer Drehung des drehbaren Ringes 30 bewirkt dies, dass der Pendelring 31 in Drehung versetzt wird, und zwar in gleicher Drehrichtung wie der drehbare Ring 30, wobei Ölfilme 32 und 33 gebildet werden. Somit sind Wirkungsweise und Vorteile dieser zweiten Ausführungsform im wesentlichen gleich wie beim beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel.

In Fig. 7 ist ein drittes Ausführungsbeispiel im Längsschnitt dargestellt, das im Zusammenhang mit einem Planetengetriebe verwendet wird. Gleiche Bezugswerte bedeuten gleiche Teile der Fig. 2 und 7, und die Einzelteile, welche bereits erläutert wurden, werden nachfolgend nicht näher beschrieben im Zusammenhang mit dem vorliegenden Ausführungsbeispiel. Bei dieser dritten Ausführungsvariante wird das Planetenrad durch einen Pendelring 35 getragen, und zwar über eine Welle 10 des Planetengetriebes, die wiederum vom Gehäuse 9 abgestützt ist. Diese dritte

Ausführungsform zeigt eine Anwendung oder Modifikation der zweiten beschriebenen Ausführungsform gemäss den Fig. 5 und 6. Im Speziellen ist der Stift 36 drehbar in der halbzylinderförmigen Ausnehmung der äusseren Zylinderfläche des Pendelringes 35 und der inneren Zylinderfläche des Planetenrades 12 gehalten. Auch hier werden Ölfilme gebildet über der äusseren und inneren Zylinderfläche des Pendelringes 35.

In Fig. 8 ist eine graphische Darstellung zwischen den Frequenzschwankungen des Drehmomentes und dem Drehmoment-schwankungsbereich und ist dazu bestimmt, die Wirkung der Absorbierung von Drehmomentschwankungen bei der dritten Ausführungsform gemäss Fig. 7 zu erläutern. Die Kurve wird dadurch erhalten, indem die Drehmomentschwankungen einer Welle mit einem speziellen Testgerät zur Messung der Kraftübertragung gemessen werden. Die Drehmomentänderungen in Hz werden auf der Abszisse aufgetragen, während der Drehmomentschwankungsbereich in kg·m entlang der Ordinate aufgezeichnet wird. Die Kurve A wurde erhalten, wenn kein Pendelringlager verwendet wurde. Die Kurve B bezieht sich auf eine Ausführungsform gemäss Fig. 2. Die Kurve C wurde erhalten, wenn ein Pendelring in der Form gemäss Fig. 7 verwendet wurde.

Aus diesem Diagramm ist ersichtlich, dass der Drehmomentschwankungsbereich bei Verwendung eines schwimmenden Pendelringes gering ist, gemäss den Kurven B oder C. Dies bedeutet, dass der Pendelring Vibrationen zu vermeiden hilft. Es ist ersichtlich, dass die früher gebrauchten Pendelringe mit einem Hilfszahnrad im wesentlichen den gleichen Effekt wie der Pendelring gemäss der vorliegenden Erfindung haben. Jedoch war die Konstruktion komplizierter und die zu bewegende Masse grösser. Demzufolge war die erforderliche Antriebskraft wesentlich grösser als bei der Ausführung gemäss der vorliegenden Erfindung. Der Grund besteht darin, dass die Antriebskraft im wesentlichen aus der dynamischen Belastung besteht, welche proportional zur bewegten Masse ist. Bei einem Lager nach dem Stand der Technik gemäss der Kurve B ist die Antriebskraft auf einen Punkt konzentriert als Folge der Verwendung eines Aussenzahnades. Andererseits wirkt die Antriebskraft bei der Ausführungsform nach Fig. 5 an einer Stelle, bei welcher der Radius des Stiftes 34 und der Ausnehmung 30a auf der Seite des drehbaren Ringes 30 liegt, wodurch eine erhöhte Festigkeit erreicht wird. Bei Versuchen zur Erhaltung der Daten gemäss Fig. 8 wurde die Kurve B dadurch erhalten, dass das Hilfszahnrad und das mit diesem in Eingriff stehende Zahnrad von gleichem Radius und einem Teilkreisdurchmesser von 150 mm, ein Kraftangriffswinkel von 20° und ein Zahnabstand von 40 mm gewählt wurde. Ferner wurde der Radius des Stiftes 30a mit 15 mm gewählt, der Radius der Ausnehmung 30a, 16,25 mm und die Länge des Stiftes 34 20 mm gewählt. Bei diesem Anwendungsbeispiel wurde der Kontakt-

druck wie folgt berechnet. Bei Anwendungsfall gemäss dem Stand der Technik und der Kurve B:

$$\sigma = 60.6 \sqrt{\frac{W}{\frac{150}{2} \tan 20^\circ \times 40}} = 1.83 \sqrt{W}$$

Bei der Anwendung der vorliegenden Erfindung und der Kurve C:

$$\sigma = 60.6 \sqrt{\frac{W}{\frac{16.25 \times 15}{16.25 - 15} \times 20}} = 0.97 \sqrt{W}$$

In dieser Formel ist W die Antriebskraft, und die Konstante 60.6 ist abhängig vom Youngschen Modul und der Poissonschen Zahl des verwendeten Materials. Wie oben beschrieben wurde, und gemäss der vorliegenden Erfindung auch wenn ein dünner Stift verwendet wird, kann der Kontaktdruck bei der vorliegenden Erfindung etwa auf die Hälfte reduziert werden, was bezüglich der Festigkeit sehr vorteilhaft ist. Die vorliegende Erfindung ist auch deshalb zweckmässig, weil die Belastung W in der obenerwähnten Gleichung vermindert werden kann.

Bei den beschriebenen Beispielen wurde der Stift 28 und 34 als vollwandiger Zylinderstift beschrieben. Dieser könnte indessen auch die Form eines kurzen Rohres haben. Ein solcher rohrförmiger Stift kann im Querschnitt auch die Form eines C haben, um dessen Flexibilität zu erhöhen. Ferner kann der Stift im Querschnitt einsatzgehärtet werden. Ausserdem ist eine Mehrzahl von am Umfang verteilten Stiften 22 und 31 möglich. Beim ersten, zweiten und dritten Ausführungsbeispiel wird lediglich ein einziger Pendelring 22 oder 31 verwendet, doch könnte auch eine Mehrzahl solcher Pendelringe in coaxialer Anordnung verwendet werden, die untereinander durch Stifte verbunden werden können.

Wie bereits beschrieben, bewirkt ein derartiges schwimmendes Lager mit Pendelring, dass der Pendelring gezwungen wird, zusammen mit dem rotierenden Teil mitzudrehen, ohne eine dynamische Belastung zu verursachen, so dass eine sehr einfache und wirkungsvolle Konstruktion erhalten wird, da der zylindrische Pendelring zwischen dem rotierenden Teil und dem feststehenden Teil fest zugeordnet ist und der Stift dazu dient, die relative Bewegung zwischen dem schwimmend gelagerten Pendelring und dem rotierenden Teil eng zu begrenzen. Auf diese Weise kann die Wärmeentwicklung vermindert und die Vibrationen verhütet werden, wodurch eine wesentliche Verbesserung derartiger Lager mit Pendelring erreicht wird und hohe Drehzahlen unter grosser Last erreichbar sind.

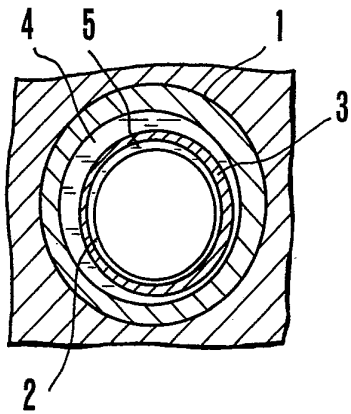


FIG. 1

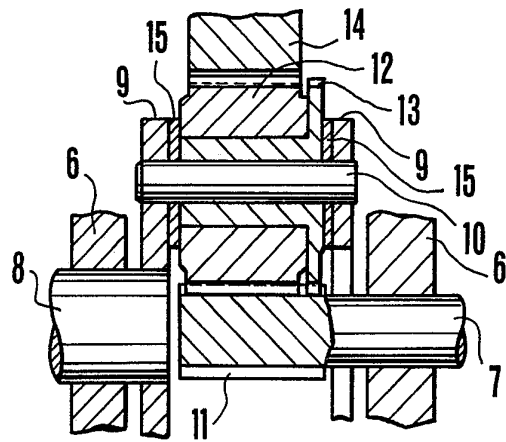


FIG. 2

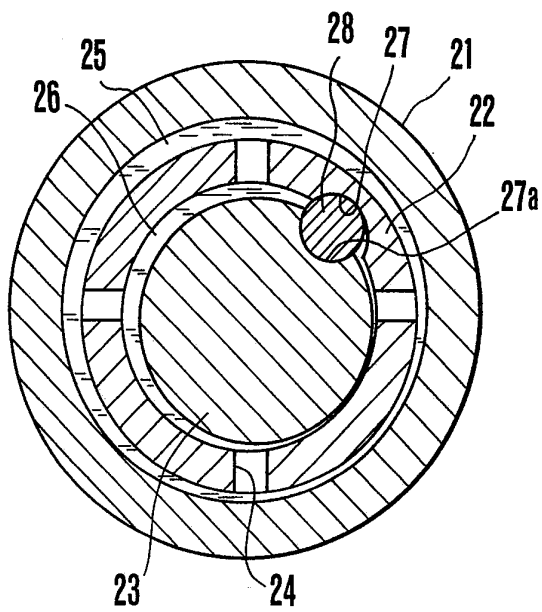


FIG. 3

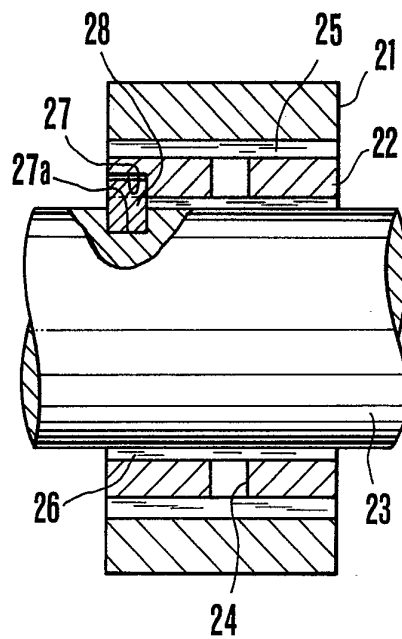


FIG. 4

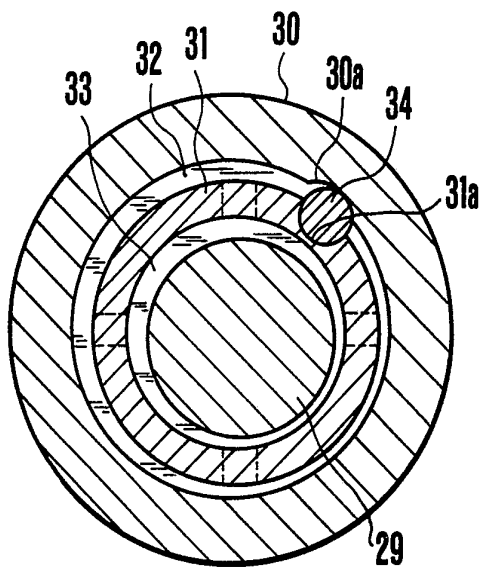


FIG. 5

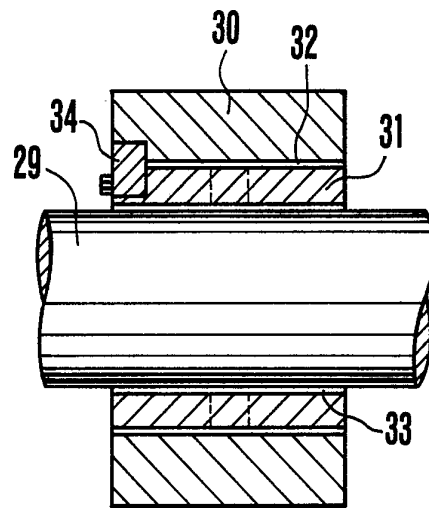


FIG. 6

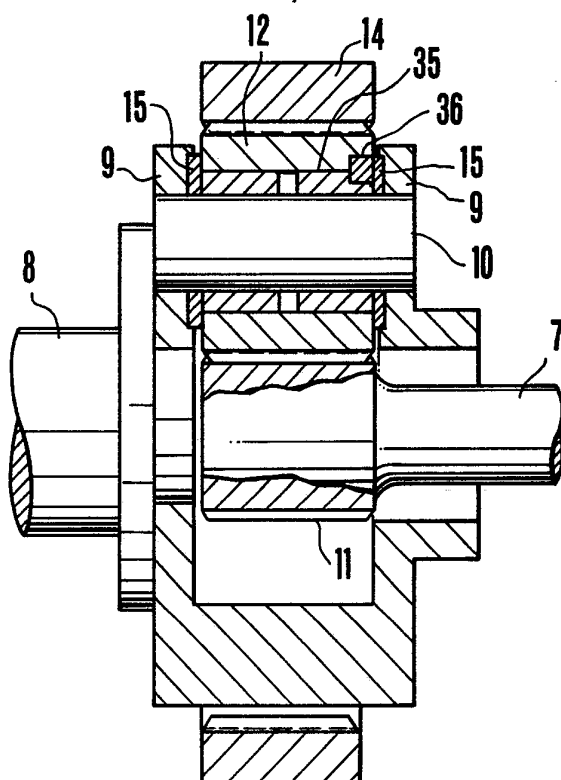


FIG. 7

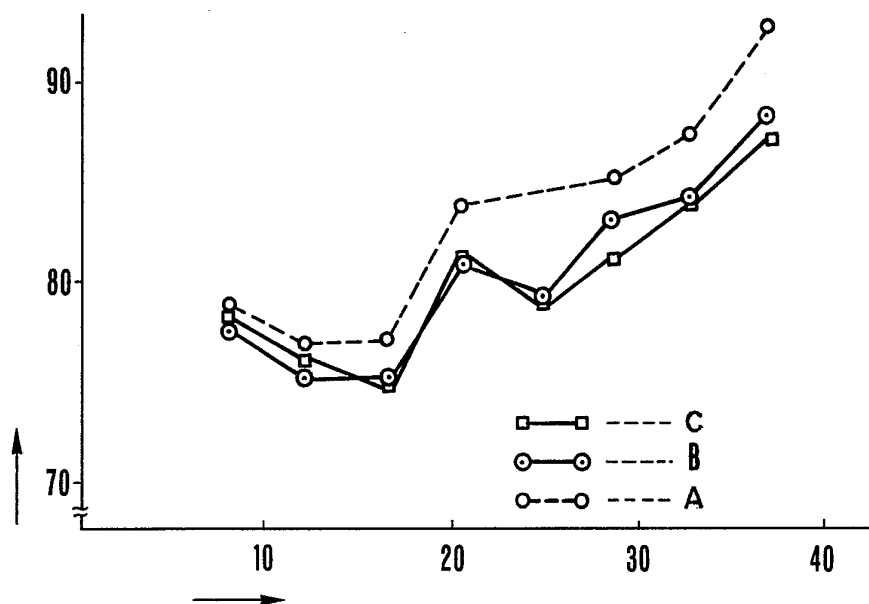


FIG. 8