



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 644 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 L 5/12

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 3401/85

②② Anmeldungsdatum: 08.08.1985

③⑩ Priorität(en): 30.11.1984 DD 270093

②④ Patent erteilt: 13.01.1989

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.01.1989

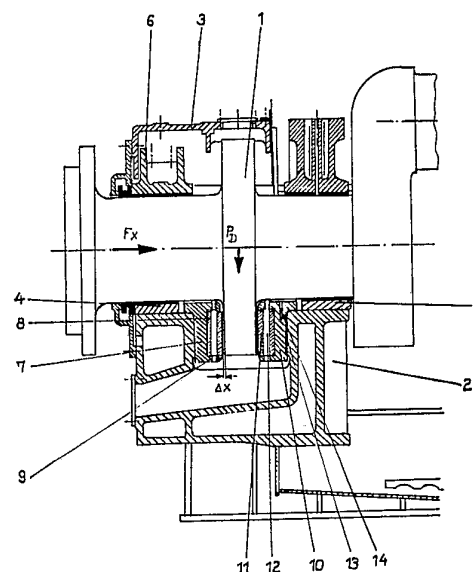
⑦③ Inhaber:
VEB Kombinat Schiffbau, Rostock 1 (DD)

⑦② Erfinder:
Dudszus, Alfred, Prof. Dr. sc. techn., Rostock (DD)
Eggert, Günther, Dipl.-Ing., Rostock (DD)

⑦④ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤④ Einrichtung zur Messung des Axialschubes in Drucklagern, insbesondere zum Messen des Schubes von Schiffswellen.

⑤⑦ Es soll eine einfache, betriebssichere, fernbedienbare und im Dauerbetrieb wartungsfreie Axialschubmess-einrichtung für Drucklager mit sicherer Axialwegbegren-zung von geringer Einbauhöhe geschaffen werden. Die auf den Schubsegmenthalter (7, 10) sowie das Drucklagerge-häuse (2, 3) einwirkbaren und untereinander kommunizierenden Druckkammern (13) sind am Schubsegmenthalter (7, 10) oder am Drucklagergehäuse (2, 3) angeordnet. Sie sind ferner von metallischen, im/in Teilbereich/en des Querschnitts biegeelastisch und verformbar ausgeführten und in den verbleibenden Teilbereichen des Querschnitts druckfest und biegesteif gestalteten Membranen fest oder lösbar abgedeckt. Die Druckkammern (13) sind untereinander und/oder mit einem thermohydraulischen Drucker-zeuger zu einem in sich geschlossenen hydraulischen System kanal- oder leitungsverbunden. Die Einrichtung eignet sich insbesondere zum Messen des Schubes von Schiffswellen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Messung des Axialschubes in Drucklagern (1, 7, 10), insbesondere zum Messen des Schubes von Schiffswellen, mittels zwischen der Halterung der kippbar befestigten Schubsegmente (8, 11) und dem Drucklagergehäuse (2, 3) angeordneten miteinander kommunizierenden hydraulischen Druckkammern (13), dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Kontaktflächen der Druckkammern (13) als biegeelastische Membran (13a–13j; 22) ausgebildet ist und der Randbereich der Kontaktflächen durch eine spielfreie, feste und druckdichte Verbindung mit dem Schubsegmenthalter (7, 10) oder dem Drucklagergehäuse (2, 3) verbunden ist und dass die Druckkammern (13) untereinander und/oder mit einem thermohydraulischen Druckerzeuger (15) zu einem in sich geschlossenen Hydraulischen System kanal- oder leitungsverbunden sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (13a–13j; 22) im Randbereich druckfest und biegesteif und zur Mitte hin biegeelastisch und verformbar ausgeführt ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (22) im aussermittigen Bereich elastisch und verformbar und zur Mitte hin druckfest und biegesteif ausgeführt ist.

4. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (22) am oberen Rand mit einer Eindrehung (26) versehen ist und mittels eines einen Kragen (27) aufweisenden Ringes (23) am Schubsegmenthalter oder am Drucklagergehäuse befestigt ist.

5. Einrichtung nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (22) mit einer Ringnut (28) versehen ist, in der vorzugsweise ein aus zwei Halbringen bestehender Formring (25) gelagert ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die (13a–13j; 22) am Schubsegmenthalter oder am Drucklagergehäuse angeschweisst oder angedrückt sind.

7. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das im thermohydraulischen Druckerzeuger (15) sowie im angeschlossenen System der Druckkammern (13) befindliche Hydraulikflüssigkeitsvolumen auf genau das Mass begrenzt ist, mit dem bei der vorgesehenen Arbeitstemperatur des Druckerzeugers (15) eine Verformung der Membran (13a–13j; 22) über den elastischen Bereich hinaus verhindert ist.

8. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Druckrohrleitung (16) zwischen dem thermohydraulischen Druckerzeuger (15) und dem Druckkammersystem ein Absperrorgan (17) und zwischen dem Druckkammersystem und dem Absperrorgan (17) ein Druckmessgerät (18) angeordnet sind.

9. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung der Wegänderung zwischen Schubsegmenthalter und Drucklagergehäuse (2, 3) in einem der beiden Bauteile induktive oder kapazitive Wegaufnehmer eingebaut sind.

10. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der thermohydraulische Druckerzeuger (15) separat oder im Drucklagergehäuse angeordnet ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel für die Wärmezufuhr zum thermohydraulischen Druckerzeuger (15) vorgesehen sind, wobei die Wärmezufuhr in Form von Elektrowärme oder Motorwärme erfolgt.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 mit dem Ziel einer einfachen Messung im Dauerbetrieb.

Vorzugsweise soll diese Einrichtung in separate oder in Getriebe und Antriebe und Antriebsmaschinen integrierte Axialdrucklager auf Schiffen zur Messung des Propellerschubes genutzt werden.

Bekannt sind verschiedene mechanische, hydraulische und elektrische Schubmessvorrichtungen, die jedoch nicht genügend wartungsfrei im Dauerbetrieb arbeiten. Es sind auch Axialschubmesser für Einscheiben-Drucklager bekannt (DR-PS 601 405; DD-PS 64 592), die Hydrauliksysteme und Druckzylinder verwenden, jedoch zusätzliche Abdichtungen und mechanische Anstellvorrichtungen erfordern. Ausserdem sind sogenannte Simplex-Propellerschubmessanlagen bekannt, die mit Hilfe von hydraulischen Druckkolben und Kolbenpumpen einen Axialschub entsprechend der Grösse des Propellerschubes erzeugen. Alle bekannten Systeme konnten jedoch im praktischen Schiffsbetrieb nicht allgemein verwendet werden, da infolge der schwierig kontrollierbaren Axialverschiebungen und der zusätzlichen Überwachung des Verschiebeweges die Sicherheit der Schubübertragung beeinträchtigt wird.

Weiter sind hydraulische Kraftmessvorrichtungen und thermohydraulische Druckerzeuger für die Anforderungen des Schiffsbetriebes vorgeschlagen worden, die diese Nachteile nicht mehr aufweisen. Diesen Systemen ist die direkte oder indirekte Messung der auf einen raumfesten Bezugspunkt bzw. raumfeste Bezugsebene wirkenden Schubkraft gemeinsam. Infolge der Abmessungen und Zusatzkonstruktionen sind jedoch auch diese Lösungen für den allgemeinen Einbau und Betrieb noch nicht ausreichend geeignet.

Ziel der Erfindung ist es, eine einfache, betriebssichere fernbedienbare und im Dauerbetrieb wartungsfreie Einrichtung zur Messung des Axialschubes in Drucklagern mit sicherer Axialwegbegrenzung von geringer Einbauhöhe zu schaffen. Die mit Schubmesseinrichtungen ausgerüsteten Drucklager sollen die unverminderte Zuverlässigkeit der bewährten Drucklager ohne Schubmessung haben, infolge geringer Axialverschiebung der Druckwelle bei Messungen keine zusätzlichen Axialwegbegrenzungen erfordern und keinen zusätzlichen Verschleiss verursachen, fernbedienbar sein, zwischen den Messungen keine Wirkungen im Schublager erzeugen, jedoch im Betrieb jederzeit funktionsbereit sein. Mit Hilfe der Schubmesseinrichtung soll in Kombination mit Leistungsmessungen der jeweilige Umwandlungsgütergrad der Wellendrehleistung in Schub ermittelbar sein.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Einrichtung zur Messung des Axialschubes zu schaffen, bei der solche flüssigkeitsgefüllte und kommunizierend verbundene Kammern in Axialschubsegmenthaltern oder Drucklagergehäusen angeordnet werden, durch die bereits bei kleinsten Axialverschiebungen der Druckwelle gegenüber einer raumfesten, fundamentverbundenen Bezugsebene des Drucklagers Kräftegleichheit eintritt zwischen dem Axialschub und der durch das Hydrauliksystem bewirkten Kraft.

Erfindungsgemäss wird die Aufgabe gemäss dem Wortlaut des Anspruchs 1 gelöst. Für die hauptsächlich vorgesehenen Einscheibenaxialdrucklager auf Schiffen besteht der wesentliche erfinderische Gedanke also in der Verwendung von flachen, der erwünschten Durchbiegung entsprechend besonders geformten Membranen, die in einfacher Weise am Axialschubsegmenthalter oder am Drucklagergehäuse angebracht werden können und kleinste Flüssigkeitsvolumen bei Vermeidung störanfälliger Rohrverbindungen kommunizierend abschliessen.

Der weitere Gedanke der erfinderischen Lösung besteht in der dosierten Volumen- und Druckänderung der von den biegeelastischen Membranen abgegrenzten Flüssigkeit durch Temperaturveränderungen, wobei die Wärmezufuhr unmittelbar an den Druckmembranträger (Schubsegmenthalter

oder Drucklagergehäuse) oder zur Vermeidung von Lager-
temperaturänderungen unter Verwendung eines separaten
thermohydraulischen Druckerzeugers erfolgt.

Die erfinderische Lösung wird am Beispiel eines Ein-
scheiben-Kippsegment-Axialdrucklagers für Schiffsantriebs-
anlagen an Fig. 1 bis Fig. 3 erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 einen Axialschnitt durch ein Drucklager mit Mess-
einrichtung,

Fig. 2 mehrere Beispiele der Messeinrichtung, und

Fig. 3 zwei Ausführungsformen der Membran.

Die Druckwelle ist mit der Druckwellenscheibe 1 im
Drucklagergehäuse 2, 3 und den Grundlagerschalen 4, 5, 6
mit einem begrenzten axialen Spiel Δx gelagert. Der durch
die Drehleistung P_D erzeugte Axial Schub F_x wird über die
Druckwellenscheibe 1 und Axial Schub-Kippsegmente 8, 11,
die durch Kippsegmentbolzen 9, 12 oder andere Lagerungen
selbsteinstellend sind und über axial verschiebbliche Axial-
schub-Kippsegmenthalter 7, 10 an das Drucklagergehäuse 2
übertragen.

Bei einer vorzugsweisen Ausführung ist der Axial Schub-
Kippsegmenthalter 10 im Drucklagergehäuse gesondert gela-
gert und nicht mit der Grundlagerschale 5 verbunden, so dass
eine separate Axialverschiebung des Kippsegmenthalters 10
gewährleistet ist. Eine andere Ausführungsvariante sieht fest-
stehende Schubstückhalter und axial verschiebbliche Axial-
schub-Kippsegmente vor. Zur Messung des Vorausschubes ist
der Axial Schub-Kippsegmenthalter 10 an seiner axialen
Abstützfläche zum Drucklagergehäuse 2 derart mit biegeela-
stischen Schubmessmembranen 13 versehen, dass durch Boh-
rungen 14 kommunizierend verbundene abgeschlossene flüs-
sigkeitsgefüllte Kammern gebildet werden. Bei dosierter
Wärmezufuhr zur abgegrenzten Flüssigkeitsmenge oder
Zufuhr einer dosiert zugeführten, entsprechend kleinen
Druckflüssigkeitsmenge erfolgt eine solche Druckerhöhung
in den Kammern, bis die hydraulische Gesamtdruckkraft
dem Axial Schub F_x entspricht. Die biegeelastischen Mem-
branen können in der erforderlichen Anzahl symmetrisch als
kommunizierend verbundene Einzelmembranen durch
Schweissverbindung oder in anderer Art als Ringmembrane
am Kippsegmenthalter angeordnet sein, z.B. 13a bis 13j
Fig. 2, oder bei anderen Ausführungsvarianten durch biege-
elastische Kippsegmenthalter gebildet werden. Die Ausbil-
dung von biegeelastischen Kippsegmenthaltern und die
Anordnung von Einzelmembranen nach der erfinderischen
Lösung ermöglichen eine Nachrüstung üblicher Axialdruck-
lager mit Schubmesseinrichtungen ohne Veränderung der
Drucklagergehäuse. Bei geeigneten Konstruktionen des
Drucklagergehäuses können die biegeelastischen Konstruk-
tionselemente auch am Drucklagergehäuse 2 angeordnet
werden.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und Fig. 2 zeigt eine
Kombination von elastischen metallischen Biegeelementen,
abgeschlossenen Flüssigkeitsräumen und gesondertem ther-
mohydraulischem Druckerzeuger 15. Bei dieser Variante
wird der Axial Schub im Dauerbetrieb durch Flächen des
Kippsegmenthalters 10 oder dem biegesteifen Rand der
Membranen 13 an das Drucklagergehäuse 2 übertragen.
Durch Temperaturerhöhung im thermohydraulischen

Druckerzeuger 15, dessen Flüssigkeitsraum kommunizie-
rend 16, 14 mit den Flüssigkeitsräumen des Kippsegmenthal-
ters verbunden ist, erfolgt der temperaturabhängige Druck-
anstieg auf die dem Axial Schub entsprechende Grösse der
hydraulischen Gesamtdruckkraft. Zwischen dem thermohy-
draulischen Druckerzeuger 15 und den Membrankammern
13 befindet sich in der Druckleitung 16 ein Absperrventil 17.
Aufgabe dieses Ventils 17 ist es, nach dem Auffüllen der
Membrankammern 13 auf den zur Herstellung des Kräfte-
gleichgewichts mit der wirkenden Schubkraft F_x notwen-
digen Druck, z.B. mittels der thermischen Volumendehnung
des Druckerzeugers 15, diese Druckkammern sicher zu ver-
schliessen.

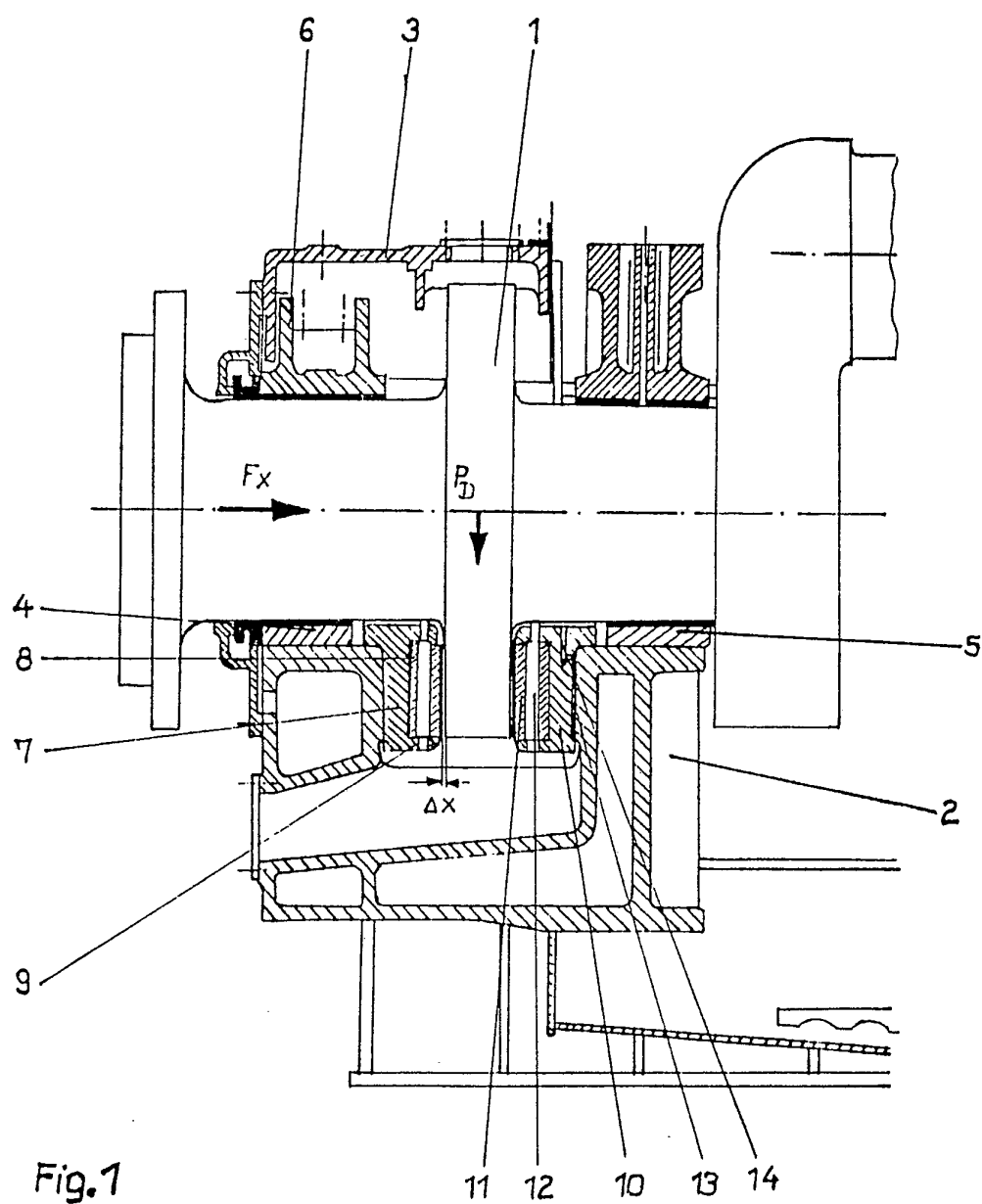
Da sich durch das Auffüllen der Membrankammern 13
eine Wölbung der Membranfläche ergibt, wird der Segment-
halter 10 vom Drucklagergehäuse 2 entgegen der Schubkraft
 F_x weggedrückt. Diese Verschiebung wird mittels einer geeig-
neten Methode, wie beispielsweise durch induktive oder
kapazitive elektrische Wegaufnehmer, gemessen und dient
als Messsignal für die Gültigkeit des gemessenen Druckes am
Manometer 18, als Äquivalentwert zur Schubkraft F_x selbst
in einer bekannten Abhängigkeit des Verschiebeweges vom
wirkenden Schub F_x .

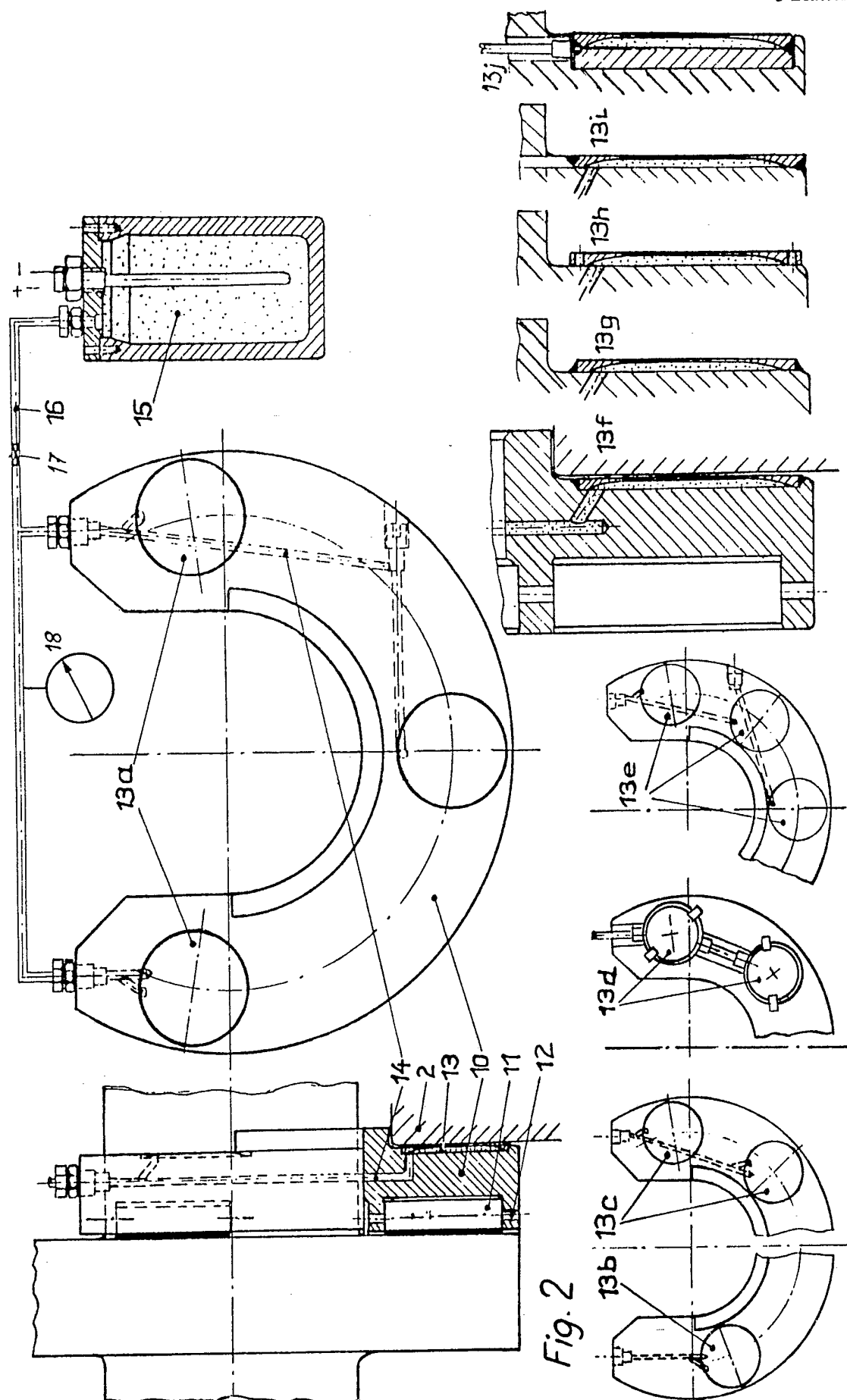
Beim Ausführungsbeispiel hat der Kippsegmenthalter 3
Einschweissmembrane 13a, 13e von 200 mm Wirkdurch-
messer, 10 mm Randdicke und 1,5 mm Membrandicke. Eine
Axialverschiebung von $\Delta x = 0,1$ mm erfordert eine dosierte
Volumenzunahme der eingeschlossenen Druckölmenge von
weniger als 20 cm^3 , bei einem Druck von etwa 10 MPa und
einer Axialkraft von etwa 750 kN. Der thermohydraulische
Druckerzeuger bewirkt bei einem Füllvolumen von 10^1
(10^4 cm^3) Hydrauliköl mit einem kubischen Ausdehnungskoeffizienten
 $\alpha_k = 0,74 \cdot 10^{-3} / \text{grad}$ bereits bei einem ΔT von
 10°C einen Volumenzuwachs von $\Delta V = \alpha_k \cdot V_0 \cdot \Delta T =$
 74 cm^3 . Unter Abzug der temperatur- und druckbedingten
Vergrößerung der Druckbehälter sowie der Ölkompres-
sibilität sind die erforderlichen Volumen- und Druckzunahmen
innerhalb $\Delta T < 35^\circ \text{C}$ ausreichend, so dass genügend
Reserven durch grössere Temperaturdifferenzen oder grö-
ssere Füllmengen für höhere Axial Schübe oder Axialwege ver-
fügbar sind.

Fig. 3a zeigt ein Ausführungsbeispiel für Membrane mit
biegesteifem Rand und Fig. 3b zeigt ein anderes Ausfüh-
rungsbeispiel mit biegeweichem Membranrand.

Die Membran 22 nach Fig. 3b ist mit einer Eindrehung 26
am oberen Rand versehen, so dass ein Kragen 27 des Befesti-
gungsringes über die Membran greifen kann und diese gegen
ein unzulässiges Abheben sichert, womit eine unerwünschte
Verringerung des notwendigen Axiallagerspiels sicher ver-
hindert wird. Zwischen Kragen 27 und Eindrehung 26 ist
konstruktiv ein Abstand in dem Masse vorgesehen, dass die
im interessierenden Schubmessbereich liegende Membran-
verschiebung erfolgen kann.

In einer Ringnut 28 des Membrankörpers 22 ist weiterhin
ein aus zwei Halbringen bestehender Formring 25
angeordnet, der vor der Montage in die Ringnut 28 eingelegt
wird. Mittels des Formringes 25 werden die Schubkräfte
durch den gefährdeten Membranbereich in der Nähe des
Befestigungsringes 23 für den Fall geleitet, dass das Druck-
lager ohne Hydraulikdruck in den Membrankammern
betrieben wird.





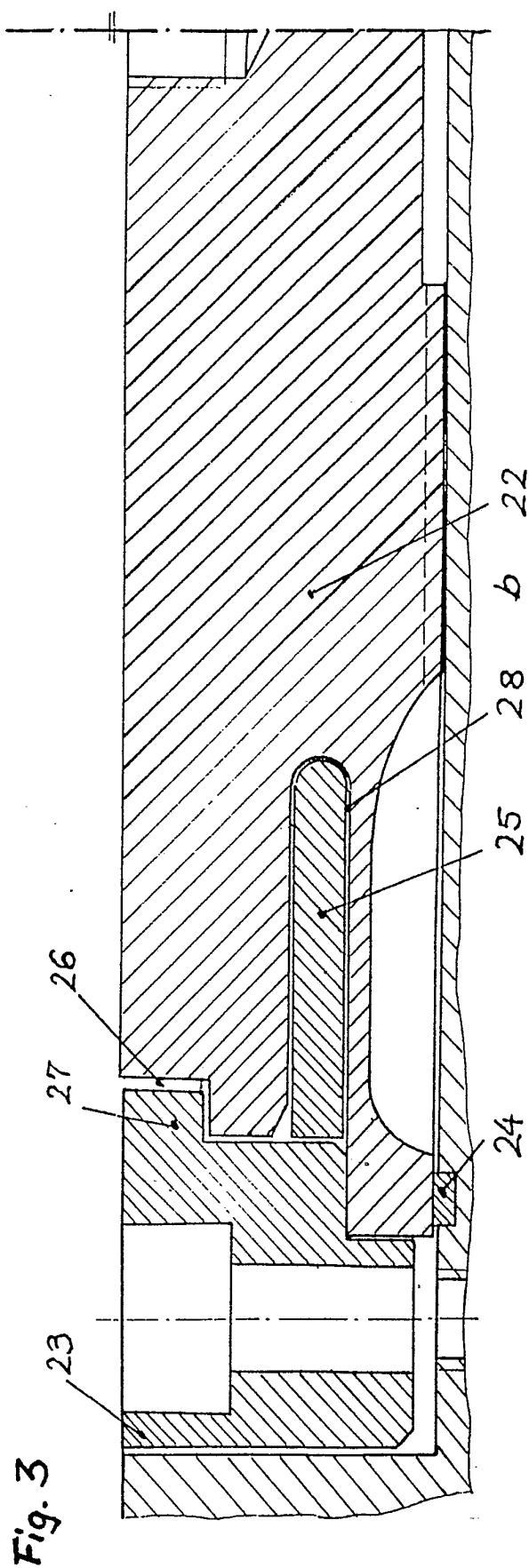
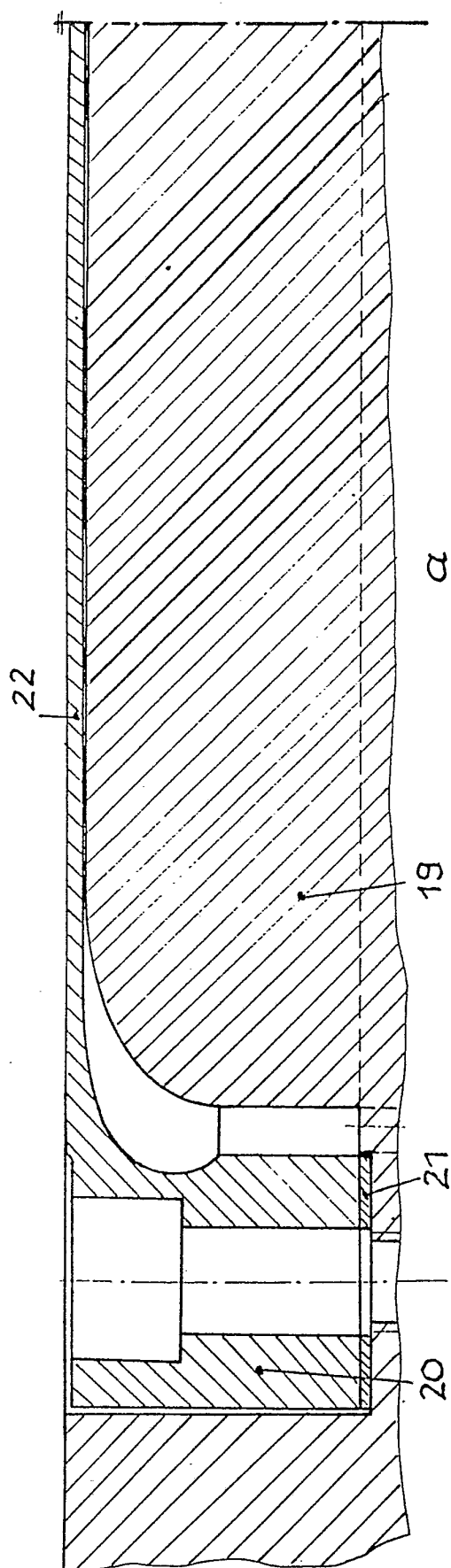


Fig. 3