



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

215 406

Int.Cl.³

3(51) G 02 B 7/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 02 B/ 2503 747

(22) 29.04.83

(44) 07.11.84

(71) ADW DER DDR, BERLIN, DD

(72) BECKER-ROSS, HELMUT, DR. DIPL. PHYS.; TISCHENDORF, REINHARD, DIPL.-ING.; SANDERS, HORST, DD;

(54) **BEFESTIGUNGSVORRICHTUNG FUER OPTISCHE BAUELEMENTE**

(57) Die Erfindung ist anwendbar für präzisionsoptische Anordnungen, beispielsweise Interferometer oder Hochleistungsobjektive, die optische Bauelemente mit interferometrischer Genauigkeit aufweisen. Ziel der Erfindung ist es, die Halterung der optischen Bauelemente in ihrer Sollage mit hoher mechanischer Festigkeit in einem großen Temperaturbereich zu gewährleisten. Die Aufgabe besteht darin, eine Befestigungsvorrichtung für optische Bauelemente derart zu gestalten, daß die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen des optischen Materials und des Materials der Einbaufassung spannungsfrei aufgenommen werden. Erfindungsgemäß ist zwischen dem optischen Bauelement (1) und einer Einbaufassung (2) ein Blattfederring (3) angeordnet, der zumindest drei gleichmäßig auf dem Umfang verteilte U-förmige Einschnitte (4) aufweist, deren parallele Schenkel in Umfangsrichtung verlaufen. Durch diese Einschnitte (4) sind Federzungen (5) gebildet, deren Enden über Distanzstücke (6, 7) durch Klebung oder Kittung mit der Umfangsfläche des optischen Bauelementes (1) verbunden sind. Die nicht mit Einschnitten (4) versehenen Ringbereiche (8) sind, gleichfalls über Distanzstücke, mit dem inneren Umfang der Einbaufassung (2) fest verbunden. In den Ringspalten beiderseits des Blattfederrings (3) sind schwingungsdämpfende Elemente (12) eingesetzt. Fig. 1

Dr. Helmut Becker-Roß
Dipl.-Ing. Reinhard Tischendorf
Horst Sanders

Berlin, 01. 03. 1983

Zustellungsbevollmächtigt:

Akademie der Wissenschaften der DDR
Zentralinstitut für Optik und
Spektroskopie - Patentbüro
1199 Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee 6

Befestigungsvorrichtung für optische Bauelemente

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Befestigung optischer Bauelemente mit interferometrischer Genauigkeit, bestimmt für den Einsatz in einem großen Temperaturbereich. Sie ist beispielsweise anwendbar für Interferometer, Hochleistungsobjektive und andere präzisionsoptische Anordnungen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Optische Bauelemente in Interferometern, Hochleistungsobjektiven und anderen präzisionsoptischen Anordnungen erfordern im allgemeinen eine Justiergenauigkeit zwischen dem Bauelement und dessen Einbaufassung radial, axial und in den Verkipprichtungen von $\leq 1 \text{ } \mu\text{m}$.

Die Differenz zwischen den thermischen Ausdehnungskoeffizienten der optischen Materialien und denen der als Fassung verwendeten Metalle liegt je nach Materialkombination bei etwa $10^{-5} \cdot K^{-1}$, so daß für Durchmesser ≥ 10 mm und Temperaturdifferenzen ≥ 10 K Bewegungen in der Größenordnung der genannten Genauigkeitsforderung von $\leq 1 \mu m$ als Temperaturbewegungen zwischen dem optischen Bauelement und der Einbaufassung auftreten.

Es sind Lösungen bekannt, welche die Verwendung von Metallen mit dem gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie dem des optischen Bauelementes vorsehen. Für die überwiegende Zahl von Gläsern und Kristallmaterialien existieren jedoch keine entsprechenden metallischen Partner.

Bekannt sind auch Vorrichtungen, bei denen durch Kombination zweier Metalle mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten und durch geeignete Durchmesserwahl der thermische Ausdehnungskoeffizient des optischen Materials nachgebildet wird (DD-PS 151 230, G 02 B, 7/00).

Diese Lösung erfordert relativ große radiale Längen zur Kompensation. Eine derart gestaltete Fassung vergrößert den erforderlichen Durchmesser des optischen Bauelementes beträchtlich.

Für die Halterung von Planplatten, bei denen Verkippung und axiale Verschiebung unterdrückt werden müssen, radiale Bewegungen in der Plattenebene jedoch erlaubt sind, existieren Lösungen, bei denen die Platten mit definierter Kraft auf eine starre Unterlage gepreßt werden

(DD-PS 145 134, G 02 B, 7/00).

Durch Temperaturänderung bewirkte Durchmesseränderungen sollen durch Gleiten auf der Unterlage ausgeglichen werden, führen aber durch Stick-Slip-Effekte immer zu Restverspannungen.

Vorrichtungen, bei denen Kleber und Kitte durch ihre Restelastizität die thermischen Durchmesservariationen aufnehmen, haben den Nachteil, daß hinreichend elastische Kleber bzw. große Klebespalte den hohen Anforderungen an die Lagestabilität nicht genügen, wohingegen bei hohem E-Modul eine elasti-

sche Verspannung der optischen Bauelemente eintritt bzw. die Kette durch ihr Kriechverhalten die Langzeitstabilität nicht gewährleisten können

(Hanel, R. u.a. "IRIS-Voyager", Appl.Opt. 19, 1391-1400, 1980).

Weiterhin sind Befestigungsvorrichtungen bekannt, die auf der Verwendung von Blattfedern als ausgleichendem Element der unterschiedlichen thermischen Bewegung basieren.

Hierbei gibt es Varianten, bei denen die Längsrichtung der Federn parallel zur Achse des optischen Bauelementes liegt (DD-PS 145 134, G 02 B, 7/00; DE-PS 1 100 323, 42 h, 34/09).

Damit wird die Fixierung des Bauelementes gegen radiale Verschiebungen relativ schlecht. Die Einwirkung von Vibrationen und Stößen in radialer Richtung führt zur Zerstörung der Befestigung.

Lösungen, bei denen die Blattfedern tangential an das optische Bauelement angreifen, sehen die Montage von einzelnen Federn am Umfang vor. Dies macht die Einbringung von Bohrungen in die Umfangsfläche des optischen Bauelementes erforderlich (DE-PS 1 100 323, G 02 B).

Diese Technologie ist nicht geeignet, hohen Genauigkeitsanforderungen zu genügen. Weiterhin wird die nutzbare Apertur des optischen Bauelementes eingeschränkt.

Eine andere bekannte Vorrichtung sieht das Einarbeiten von elastischen Stegen in die Einbaufassung vor (DE-PS 1 083 571, G 02 d).

Diese elastischen Stege stellen eine Kombination aus axialen und tangentialen Federn dar, wobei die axiale Federkomponente die schlechte Fixierung des optischen Bauelementes gegenüber radialen Verschiebungen bewirkt. Abgesehen von dem extrem hohen erforderlichen Fertigungsaufwand besitzt diese Lösung den prinzipiellen Nachteil, daß der kompakte Teil der Einbaufassung gegenüber dem elastischen Teil in axialer Richtung versetzt ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, für Geräte, in denen optische Bauelemente mit interferometrischer Präzision verwendet werden, eine universell einsetzbare Vorrichtung verfügbar zu haben, die eine verspannungsfreie Halterung der optischen Bauelemente in ihrer Sollage mit hoher mechanischer Festigkeit in einem großen Temperaturbereich gewährleistet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verbindung eines optischen Bauelementes mit einer im allgemeinen metallischen Einbaufassung derart zu gestalten, daß die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen des optischen Materials und des Materials der Einbaufassung verspannungsfrei aufgenommen werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zwischen dem optischen Bauelement und einer Einbaufassung ein Blattfederring angeordnet ist, bei dem durch in gleichmäßigen Abständen in der Mantelfläche eines dünnwandigen Ringes befindliche U-förmige Einschnitte mindestens drei in Ringumfangsrichtung sich erstreckende Federzungen gebildet sind und daß durch Klebung oder Kittung die Enden der Federzungen mit dem äußeren Umfang des optischen Bauelementes und die nicht mit Einschnitten versehenen Ringbereiche oder Teile davon zwischen den Federzungen mit dem inneren Umfang der Einbaufassung verbunden sind.

Die thermische Bewegung macht einen Abstand (Ringspalt) zwischen dem Federring und dem optischen Bauelement einerseits sowie dem Federring und der Einbaufassung andererseits erforderlich.

Im einfachsten Fall ist dies durch die Dicke des Klebers oder Kittes an den Verbindungsstellen realisierbar.

Zur Einhaltung der gebotenen Einbaugenauigkeit ist es jedoch zweckmäßig, die Verbindung der Federzungen des Federringes mit dem optischen Bauelement sowie die Verbindung des Feder-

ringes mit der Einbaufassung über Distanzstücke herzustellen.

Bei einer Ausführungsvariante sind die Distanzstücke vorgefertigte Kreissegment-Elemente und zwischen den korrespondierenden Vorrichtungsteilen an den vorgesehenen Verbindungsstellen eingeklebt oder eingekittet.

Bei einer anderen Ausführungsvariante sind die Distanzstücke zwischen den Federzungen des Federringes und dem optischen Bauelement durch an die Federzungen angearbeitete Nocken gebildet.

Auch die Distanzstücke zwischen dem Federring und der Einbaufassung können durch an den äußeren Umfang des Federringes oder an den inneren Umfang der Einbaufassung angearbeitete Nocken gebildet sein.

Je nach Erfordernis kann die Breite des Blattfederringes gleich oder ungleich der Dicke des optischen Bauelementes an dessen Umfang sein.

Ist die erfindungsgemäße Vorrichtung während des Einsatzes Vibrationsbelastungen ausgesetzt, ist es zweckmäßig, zur Dämpfung evtl. auftretender Resonanzschwingungen in dem Spalt zwischen dem optischen Bauelement und dem Federring und/oder in dem Spalt zwischen dem Federring und der Einbaufassung Dämpfungsglieder anzuordnen. So können beispielsweise derartige Dämpfungsglieder aus synthetischem Kautschuk in den Spalt eingegossen werden.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Befestigung einer Strahlteilerplatte für ein Michelson-interferometer,

Fig. 2: den Schnitt A-A nach Fig. 1,

Fig. 3: eine Seitenansicht des Blattfederringes der Vorrichtung nach Fig. 1 und 2,

Fig. 4: den Schnitt B-B nach Fig. 5, darstellend eine andere Ausführungsform des Blattfederringes mit eingesetzter Strahlteilerplatte,

Fig. 5: eine Seitenansicht des Blattfederringes nach Fig. 4.

Wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich, ist zwischen dem optischen Bauelement 1 und einer Einbaufassung 2 ein Blattfederring 3 angeordnet.

Der Blattfederring 3 weist sechs gleichmäßig auf dem Umfang verteilte U-förmige Einschnitte 4 auf, deren parallele Schenkel in Umfangsrichtung verlaufen (Fig. 3).

Durch diese Einschnitte 4 sind Federzungen 5 gebildet, deren Enden über Distanzstücke durch Klebung mit der Umfangsfläche des optischen Bauelementes 1 verbunden sind.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform der Vorrichtung sind die Distanzstücke vorgefertigte Kreissegment-Elemente 6, die einerseits mit der Federzunge 5 und andererseits mit dem optischen Bauelement 1 verklebt sind. Diese Kreissegment-Elemente 6 weisen einen Absatz auf, derart, daß die Breite ihrer dem optischen Bauelement 1 zugekehrten Klebefläche gleich der Dicke des optischen Bauelementes 1 an dessen Umfang und die Breite ihrer mit der Federzunge 5 verklebten Fläche gleich der Breite der Federzunge ist (Fig. 2).

Diese Maßnahme garantiert, daß die Klebeverbindung 9 zwischen Kreissegment-Element 6 und Federzunge 5 nicht auf den durchgehenden Teil des Blattfederringes 3 übergreift.

An den inneren Umfang der Einbaufassung 2 sind Nocken 7 als Distanzstücke angearbeitet, mit denen der Blattfederring 3 durch Klebung fest verbunden ist, und zwar an den nicht mit Einschnitten 4 versehenen Ringbereichen 8 zwischen den Federzungen 5.

Die Klebestellen 9, 10, 11 sind in den Zeichnungen durch stark ausgezogene Kreisabschnitte kenntlich gemacht.

Zur Dämpfung von Resonanzschwingungen bei Vibrationsbelastung sind zwischen dem optischen Bauelement 1 und den nicht geschlitzten Bereichen 8 des Blattfederringes 3 Dämpfungselemente 12 aus synthetischem Kautschuk eingebracht.

Wie in Fig. 1 gezeigt, können auch zwischen dem Blattfederring 3 und der Einbaufassung 2 derartige Dämpfungselemente 12 vorgesehen sein.

Die Bohrungen 13 in der Einbaufassung 2 dienen zur Befestigung der Vorrichtung mit dem eingesetzten optischen Bauelement 1 in dem betreffenden Gerätesystem.

Fig. 4 und 5 zeigen eine Ausführungsform des Blattfederringes 3, an dessen äußeren Umfang Nocken 14 als Distanzstücke angearbeitet sind.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber bekannten Lösungen besteht im geringen Platzbedarf des Blattfederringes und der wenig aufwendigen und absolut verspannungsfreien Montage. Die günstigen Eigenschaften resultieren aus der Ausnutzung der bei den Blattfedern extrem unterschiedlichen Steifigkeiten in axialer und radialer Richtung. Durch geeignete Abmessungen können Verhältnisse $\geq 100/1$ in den beiden Richtungen erreicht werden. Die Federkonstante in radialer Richtung kann entsprechend dem Temperaturbereich und den zulässigen Spannungen im optischen Bauelement optimal gewählt werden. Die Positioniergenauigkeit bei der thermischen Bewegung wird durch die Gleichmäßigkeit in Abmaßen und Anordnung der Einschnitte in dem Blattfederring gewährleistet. Justierungen axial, radial und in den Verkipprichtungen sind durch Ausrichten beim Klebevorgang bzw. durch nachträgliches Bearbeiten der Einbaufassung möglich.

Erfindungsanspruch

1. Befestigungsvorrichtung für optische Bauelemente, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen dem optischen Bauelement (1) und einer Einbaufassung (2) ein Blattfederring (3) angeordnet ist, bei dem durch in gleichmäßigen Abständen in der Mantelfläche eines dünnwandigen Ringes befindliche U-förmige Einschnitte (4) mindestens drei in Ringumfangsrichtung sich erstreckende Federzungen (5) gebildet sind, und daß durch Klebung oder Kittung die Enden der Federzungen (5) mit dem äußeren Umfang des optischen Bauelementes (1) und die nicht mit Einschnitten (4) versehenen Ringbereiche (8) oder Teile davon zwischen den Federzungen (3) mit dem inneren Umfang der Einbaufassung (2) verbunden sind.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Verbindung der Federzungen (5) des Federringes (3) mit dem optischen Bauelement (1) sowie die Verbindung des Federringes (3) mit der Einbaufassung (2) über Distanzstücke (6, 7) hergestellt sind.
3. Vorrichtung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Distanzstücke als vorgefertigte Kreissegment-Elemente (6) ausgebildet und zwischen den korrespondierenden Vorrichtungsteilen an den Verbindungsstellen (9, 10, 11) eingeklebt oder eingekittet sind.

4. Vorrichtung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Distanzstücke zwischen den Federzungen (5) des Federringes (3) und dem optischen Bauelement (1) durch an die Federzungen (5) angearbeitete Nocken gebildet sind.
5. Vorrichtung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Distanzstücke zwischen dem Federring (3) und der Einbaufassung (2) durch an den äußeren Umfang des Federringes (3) oder an den inneren Umfang der Einbaufassung (2) angearbeitete Nocken (14, 7) gebildet sind.
6. Vorrichtung nach Punkt 1, 2 und einem der Punkte 3 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Breite des Blattfeder-
ringes (3) gleich der Dicke des optischen Bauelementes (1) an dessen Umfang ist.
7. Vorrichtung nach Punkt 1, 2 und einem der Punkte 3 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Breite des Blattfeder-
ringes (3) ungleich der Dicke des optischen Bauelementes (1) an dessen Umfang ist.
8. Vorrichtung nach Punkt 1, 2 und einem der Punkte 3 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen dem optischen Bauelement (1) und dem Federring (3) und/oder dem Federring (3) und der Einbaufassung (2) schwingungsdämpfende Elemente (12) angeordnet sind.

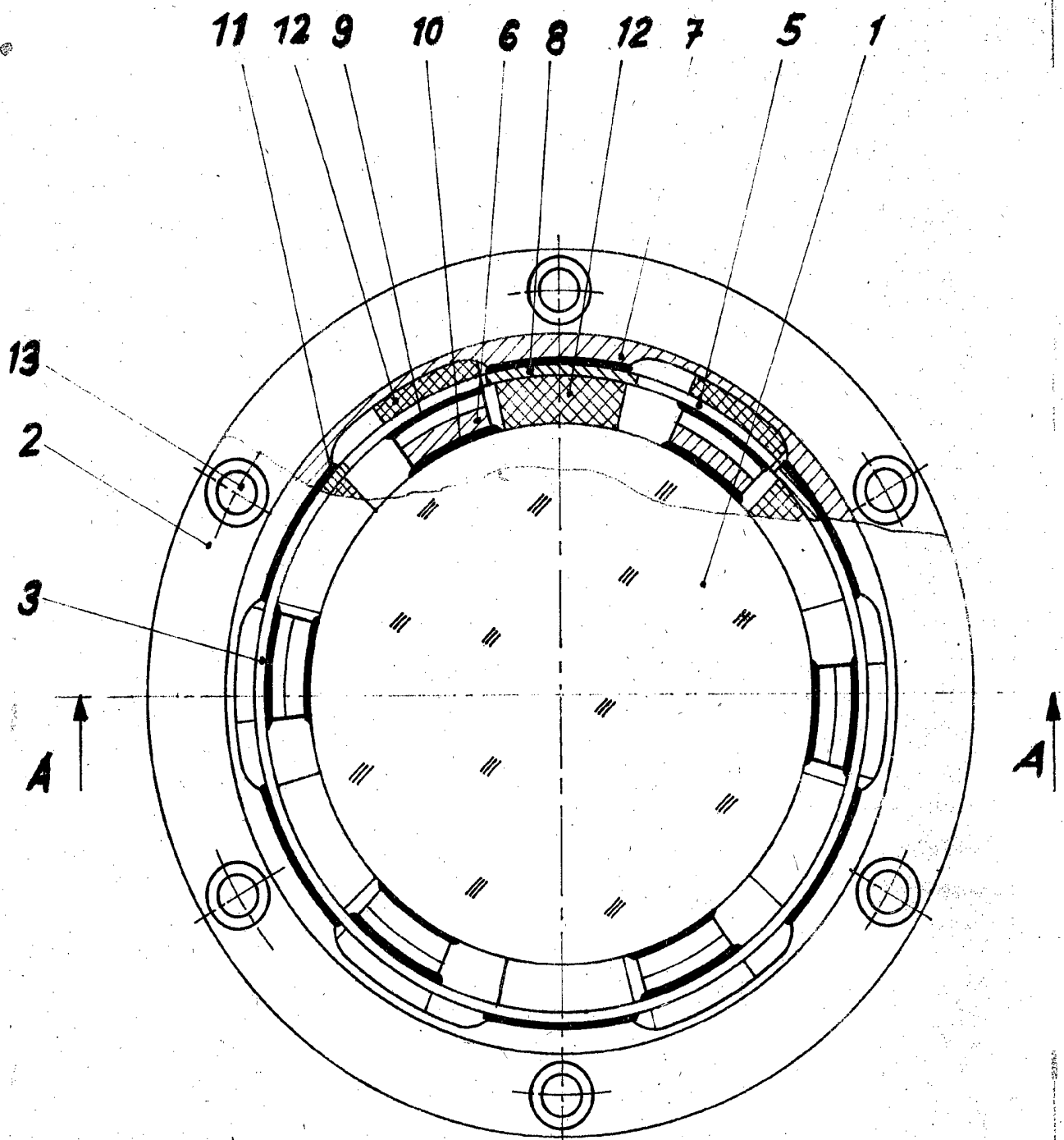


Fig. 1

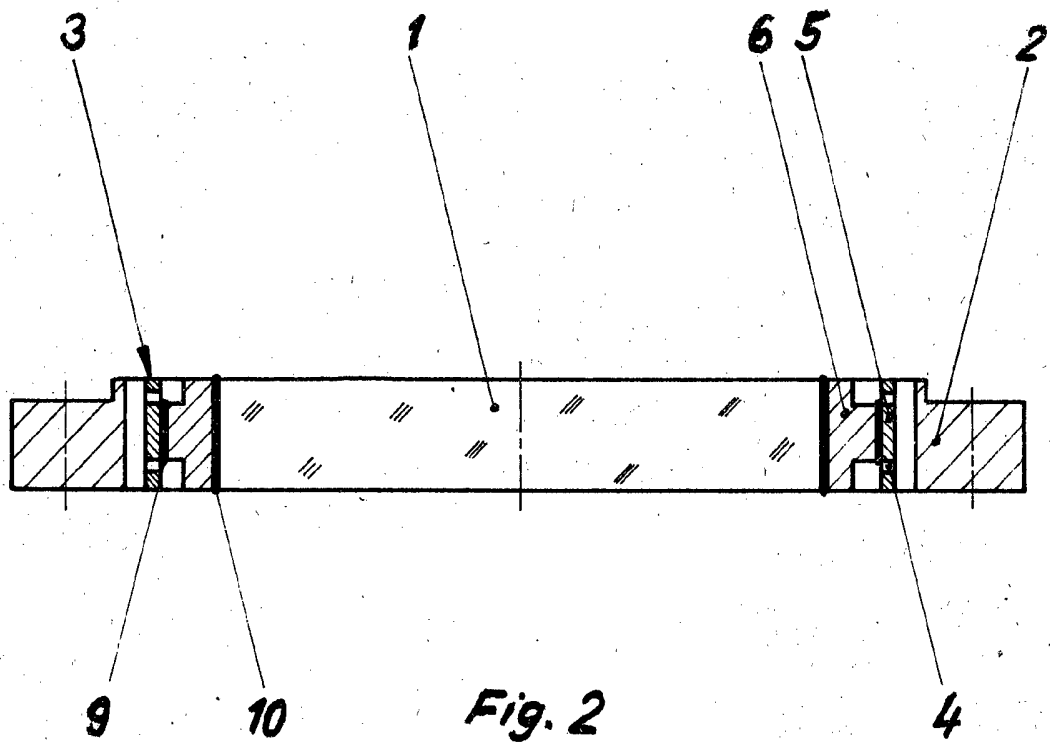


Fig. 2

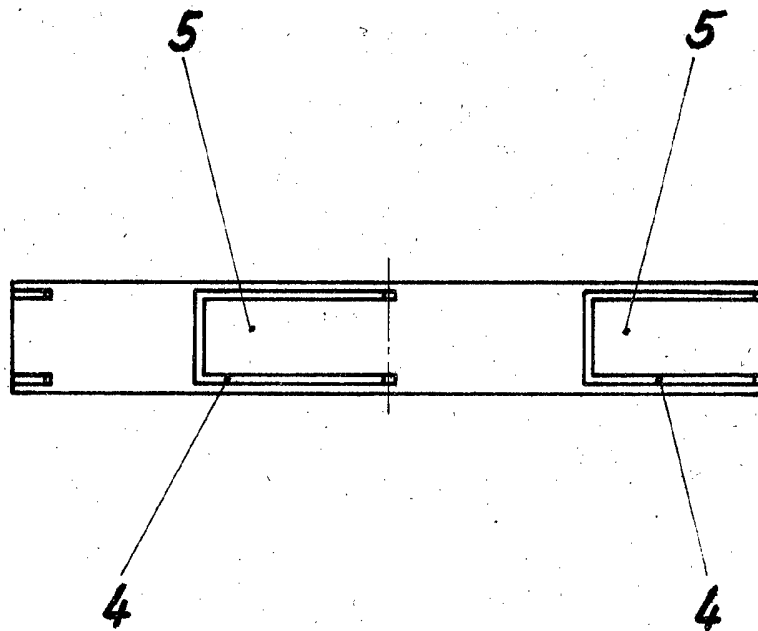


Fig. 3

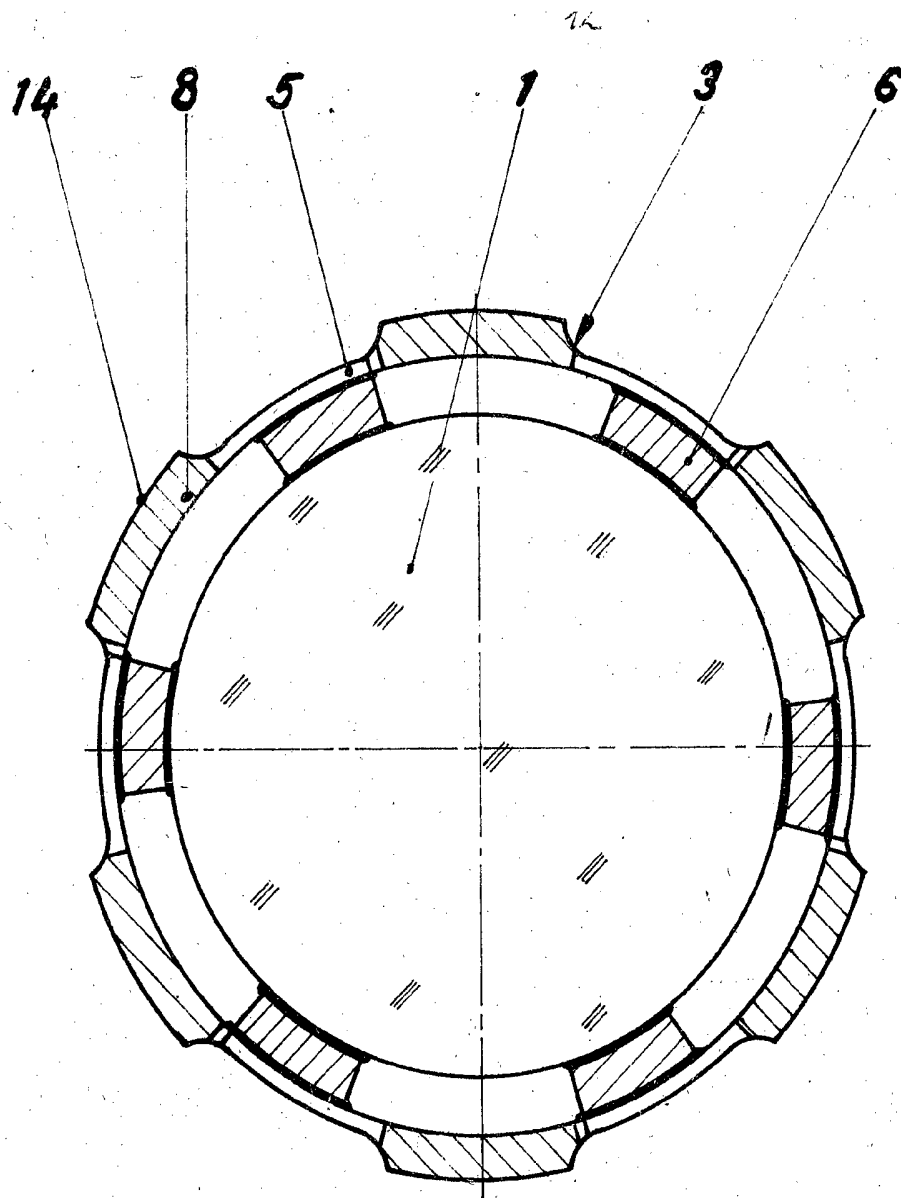


Fig. 4

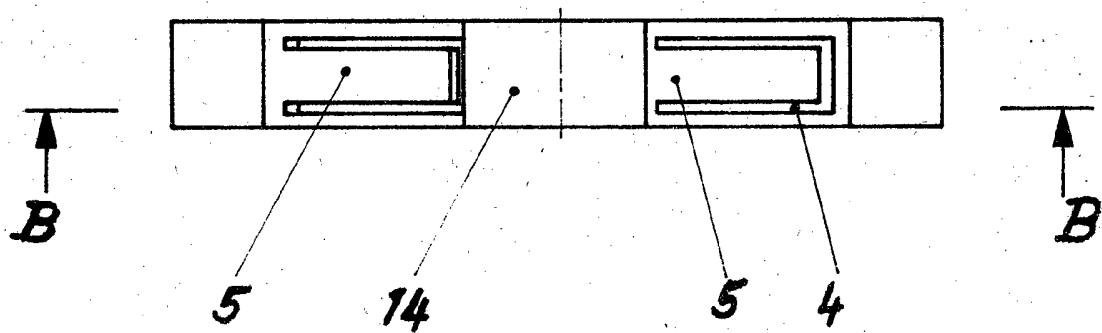


Fig. 5