



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 31 061 B4** 2005.05.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 31 061.4**
(22) Anmeldetag: **09.07.2003**
(43) Offenlegungstag: **24.02.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.05.2005**

(51) Int Cl.7: **B21H 1/06**
B21D 39/04

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

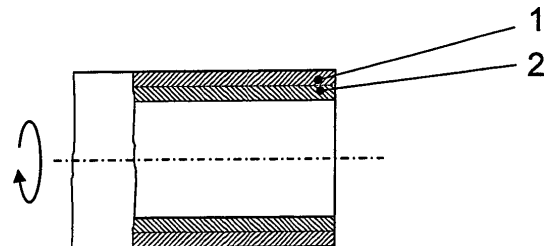
(71) Patentinhaber:
Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, DE

(72) Erfinder:
Ficker, Thomas, Dr.-Ing., 08352 Raschau, DE;
Hardtmann, André, Dipl.-Ing., 01159 Dresden, DE;
Houska, Mario, Dipl.-Ing., 01855 Sebnitz, DE;
Thoms, Volker, Dr.-Ing., Prof., 01734 Rabenau, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 2 00 923 C
DE 195 36 307 A1
DE 29 46 082 A1
DE 27 45 527 A1

(54) Bezeichnung: **Ringförmige Verbundwerkstücke und Kaltwalzverfahren zu ihrer Fertigung**

(57) Hauptanspruch: Kaltwalzverfahren zur Fertigung eines ringförmigen Verbundwerkstücks aus wenigstens zwei hohlzylindrischen Werkstücken aus verschiedenen Werkstoffen, die gemeinsam profilgewalzt werden, gekennzeichnet dadurch, dass die hohlzylindrischen Werkstücke (1 bis 5) mit einem an sich bekannten axialen Profilwalzverfahren zu einem Verbundwerkstück (8 bis 11) umgeformt werden, wobei zwei diametral gegenüberliegend angeordnete Außenprofilwalzwerkzeuge (6) gemeinsam mit einem Walzdorn (7) oder einem Innenprofilwalzwerkzeug (12) die hohlzylindrischen Werkstücke (1 bis 5) gegeneinander pressen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ringförmige Verbundwerkstücke, insbesondere Wälzlagerringe, und ein Kaltwalzverfahren zu ihrer Fertigung aus wenigstens zwei hohlzylindrischen Werkstücken aus verschiedenen Werkstoffen bzw. gleichen Werkstoffen unterschiedlicher Festigkeit (im folgenden verschiedenen Werkstoffen), gemäß den Oberbegriffen der Patentsprüche 7 beziehungsweise 1.

[0002] Vereinzelt ist in der Literatur die Fertigung derartiger Wälzlagerringe beschrieben worden.

Stand der Technik

[0003] Nach DE 200 923 C1 wird über einen gehärteten Ring nach dessen Fertigbearbeitung und dem Füllen mit Kugeln ein ungehärteter Verstärkungsring gezogen. Es wird darauf verwiesen, dass das Lager mehr Kugeln aufnehmen kann, weil sich der gehärtete Ring beim Füllen elastisch verformen lässt. Ein Werkstoffverbund und damit einhergehend eine ausreichende dynamische Belastbarkeit kann mit dieser Lösung nicht erreicht werden.

[0004] In DE 27 45 527 A1 wird die Fertigung von Wälzlageraußenringen durch Kaltwalzen beschrieben. Zwei volumengenau Ringe aus verschiedenen Werkstoffen werden durch Schrumpfen miteinander fest verbunden, anschließend profilgewalzt und danach durch Überdrehen und Schleifen fertig bearbeitet. Die Vorteile werden vor allem in der Kombination der Werkstoffeigenschaften gesehen, hier vor allem in der Verbindung eines Laufrings großer Härte mit ausgezeichneten Verschleißseigenschaften mit einem Stützring geringerer Härte und Festigkeit, der dann leichter bearbeitet werden kann. Beim Umformen werden die Ringe gemeinsam gleichzeitig tangential, radial und axial verformt. Ein fester Verbund der beiden Ringe wird nur in Ausnahmefällen erreicht. Unterschiedliche Werkstoffe verfügen in der Regel über ein unterschiedliches Aufweitvermögen, so dass die Ringe eher auseinander gehen (die Schrumpfung wird gelöst) als fest zusammen bleiben. Zur technischen Umsetzung des Verfahrens ist eine komplexe Werkzeugkonfiguration aus mehreren geteilten Werkzeugformen notwendig. Die Kosten sind hoch, das Fertigungsspektrum begrenzt und bezüglich komplizierter Profilquerschnitte stark eingeschränkt. Trotz der einleuchtenden Vorteile aus dem potentiell höheren Gebrauchswert der Verbundwälzlager ist keine größere Anwendung von DE 27 45 527 A1 bekannt geworden.

[0005] Aus der DE 29 46 082 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Nut in runden Werkstücken sowie ein Werkzeug hierzu bekannt. Hierbei handelt es sich um ein „einfaches“ Verfahren zur Verbindung von Rohren mit dem vorrangigen Ziel der Abdichtung,

welches durch ein einfaches Werkzeug direkt „vor Ort“ realisiert werden kann. Mit diesem Verfahren können dünnwandige Rohre, z. B. aus Kunststoff oder auch Kupfer, miteinander verbunden werden, jedoch keine Werkstücke, die hohen Belastungsanforderungen standhalten müssen. Mit dem verwendeten Werkzeug ist es keinesfalls möglich, (Umform-)Kräfte zu realisieren, die zum Umformen (Walzen) hochfester Werkstoffe (Wälzlagerstahl, Einsatz- und Vergütungsstahl) größerer Abmessungen (speziell dickwandiger Rohre) notwendig sind.

[0006] In der DE 195 36 507 A1 wird ein Verfahren zum Herstellen großer ringförmiger Werkstücke, insbesondere Ringbandagen, für verschleißfeste Presswalzen, durch einen heißisostatischen Pressvorgang beschrieben. Hierbei wird ein Ringrohling aus verschiedenen Werkstoffen durch einen heißisostatischen Pressvorgang auf einer sogenannten HIP-Anlage hergestellt und anschließend durch einen Warmvorgang (z. B. Ringwalzen) auf andere, bevorzugt größere Abmessungen gebracht. Es handelt sich also um ein Warmwalzverfahren, was von vornherein Nachbearbeitungen der derart gewalzten Werkstücke – im Gegensatz zu einem Kaltwalzverfahren – bedingt.

[0007] Das in DE 195 36 507 A1 dargestellte Ringwalzen ist durch einen nahezu ausschließlich tangentialen Werkstofffluss – d. h. während des Walzprozesses kommt es zu einer Durchmesserergrößerung bei Verringerung der Wandstärke des gewalzten Werkstückes – gekennzeichnet. Da unterschiedliche Werkstoffe in der Regel über ein unterschiedliches Aufweitvermögen verfügen, werden die Werkstoffe gleichfalls eher auseinander gehen als sich verbinden. Das heißt, durch das beschriebene Walzverfahren ist ein Werkstoffverbund nicht herstellbar.

Aufgabenstellung

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, ringförmige Verbundwerkstücke für insbesondere hohe dynamische Belastungen aus wenigstens zwei hohlzylindrischen Werkstücken rationell zu fertigen.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einem Verfahren mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen dadurch gelöst, dass die hohlzylindrischen Werkstücke mit einem an sich bekannten axialen Profilwalzverfahren zu einem Verbundwerkstück umgeformt werden, wobei zwei diametral gegenüberliegend angeordnete Außenprofilwalzwerkzeuge gemeinsam mit einem Walzdorn oder einem Innenprofilwalzwerkzeug die hohlzylindrischen Werkstücke gegeneinander pressen.

[0010] Weiterhin wird die Aufgabe durch ein ringförmiges Verbundwerkstück mit den im Anspruch 7 genannten Merkmalen gelöst.

[0011] Vorteilhafte Varianten und Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0012] Axiale Profilwalzverfahren sind spätestens seit 1972 bekannt. "Beim Walzen wird das durch das Eindringen des Profils quer zur Achsrichtung des Werkstücks zusammengedrückte Material seitlich so weit nach außen verdrängt, dass über die ursprüngliche Breite des Werkstücks vorstehende seitliche Begrenzungsänderer gebildet werden." (DE 22 08 515 A1, S. 2).

[0013] Es wurde gefunden, dass die wenigstens zwei Werkstücke fest miteinander verbunden werden, auch wenn sie zuvor nur lose ineinander gesteckt und nicht aufeinander geschrunpft waren. Der Verbund weist Merkmale einer Kaltpressschweißverbindung auf, die auf das Zusammenpressen der Werkstückflächen mit sehr hohem Druck zurückzuführen ist.

[0014] Die Werkstücke haben vorzugsweise ein solches Spiel zueinander, das sie gerade noch von Hand ffügbar sind.

[0015] Indem ein solches Spiel zulässig ist, können auch Rohre, d. h. längere hohlzylindrische Werkstücke, unkompliziert ineinander gefügt werden.

[0016] Einsetzbar sind dadurch sowohl das axiale Profilringwalzen (z. B. DE 22 08 515 A1) als auch das axiale Profilrohrwalzen (z. B. DD 225 358 A1 oder DE 195 26 900 A1). Mit dem letzteren Verfahren können die Verbundringe besonders rationell und materialsparend gefertigt werden.

[0017] Es können sowohl profilierte Außen- als auch Innenwälzlageringringe produziert werden. Die Laufringe sind jeweils aus hochwertigem Wälzlagerstahl gefertigt. Die Stützringe dagegen bestehen aus einem weniger festen Stahl, der billiger ist und leichter bearbeitet werden kann, wodurch die Gesamtkosten für den Wälzlagering deutlich gesenkt werden.

[0018] Es sind auch Verbundringe aus Stahl in Kombination mit Nichteisenmetallen, insbesondere Aluminium, herstellbar, beispielsweise für den Leichtbau oder zum Korrosionsschutz. Durch die funktionsangepasste Werkstoffauswahl werden in beträchtlichem Umfang Fertigungskosten eingespart und neue Gebrauchseigenschaften erzielt.

Ausführungsbeispiel

[0019] Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen auf der Basis des axialen Profilrohrwalzens näher erklärt. In den Zeichnungen zeigen:

[0020] [Fig. 1](#) eine Vorbereitung der zu walzenden

Rohre

[0021] [Fig. 2](#) eine Fertigung von Wälzlagerinnenringen aus zwei Rohren

[0022] [Fig. 3](#) einen einzelnen aus zwei Rohren gefertigten Wälzlagerinnenring

[0023] [Fig. 4](#) eine Fertigung von Wälzlagerinnenringen aus drei Rohren

[0024] [Fig. 5](#) eine Fertigung eines Getriebes aus zwei hohlzylindrischen Werkstücken

[0025] [Fig. 6](#) eine Fertigung von Wälzlageraußenringen aus zwei Rohren

– Stand der Technik –

[0026] [Fig. 7](#) eine Schnittansicht zur Darstellung des Tangentialprofilringwalzens

[0027] [Fig. 8](#) eine Seitenansicht zur Darstellung des Tangentialprofilringwalzens

[0028] [Fig. 9](#) eine Schnittansicht zur Darstellung des Axialprofilringwalzens

[0029] [Fig. 10](#) eine Seitenansicht zur Darstellung des Axialprofilringwalzens

[0030] Gemäß [Fig. 1](#) werden als Werkstücke **1** und **2** zwei Rohre zur Umformung vorbereitet. Sie sind, sofern erforderlich, außen überdreht und innen ausgedreht und danach ineinander gesteckt.

[0031] In [Fig. 2](#) befinden sich die beiden Werkstücke **1** und **2**, ausgebildet als Rohre, auf einem Walzdorn **7** zwischen zwei Außenprofilwalzwerkzeugen **6**. Die Außenprofilwalzwerkzeuge **6** sind diametral angeordnet, drehbar und radial zustellbar.

[0032] Außerdem sind sie axial verschiebbar, um den Rohrlängen durch den axialen Materialfluss zu folgen.

[0033] [Fig. 3](#) zeigt den Verbundwälzlagerinnenring **8** nach Abstechen und spanender Überarbeitung komplett schleiffertig. Die ursprünglichen Rohre bilden jetzt den Laufring **1'**, z. B. aus hochfestem Wälzlagerstahl, und den Stützring **2'** aus einem weniger festen und leichter zu bearbeitenden Stahl.

[0034] [Fig. 4](#) zeigt die Fertigung eines Verbundwälzlagerinnenrings **9** aus drei Werkstücken **3**, **4** und **5**. Die wiederum als Rohre ausgebildeten Werkstücke **3** und **5** bestehen aus unterschiedlichen Stählen analog zur ersten Variante, Werkstück **4** ist aus Aluminium. Es kann bewusst dick gehalten werden (Leichtbau) oder auch nur eine dünne, z. B. aufge-

dampfte Schicht sein, um die Verbindung der Werkstücke **3** und **5** beim Walzen des Verbundes analog zum Kaltpressschweißen zu fördern.

[0035] **Fig. 5** zeigt die Herstellung eines Getrieberinges **10** aus zwei Werkstücken **1** und **2** mit zwei Außenprofilwalzwerkzeugen **6** und einem Walzdorn **7**. Die Werkstücke **1** und **2** bestehen aus Stahlwerkstoffen unterschiedlicher Festigkeit.

[0036] In **Fig. 6** ist die Herstellung eines Verbundwälzlageraußenrings **11** dargestellt. Das hochfestere Werkstück **1** bildet wieder den Laufring und liegt jetzt im Vergleich zu **Fig. 2** bzw. **Fig. 3** innen.

[0037] Bei allen Varianten ist gesichert, dass das Material vor allem im Bereich der angrenzenden Schichten fast über den gesamten Umformprozess axial frei fließen kann.

[0038] Die folgenden Erläuterung zu den **Fig. 7** bis **Fig. 10** dienen zur Definition der aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren.

[0039] Die **Fig. 7** und **Fig. 8** zeigen im Schnitt bzw. in der Seitenansicht das Tangentialprofilringwalzen eines Werkstücks **1** zwischen einem Profilwalzwerkzeug **6** und einem Walzdorn **7**. Die eingezeichneten Pfeile mit den gefüllten Spitzen (in senkrechter Blattrichtung) kennzeichnen den Druck der Werkzeuge **6** und **7** auf das Werkstück **1**. Der Druck erfolgt radial. Die Pfeile mit den ungefüllten Spitzen (in waagerechter Blattrichtung) kennzeichnen die wesentliche Richtung des Materialflusses. Sie liegt tangential bezogen auf die Mantellinie bzw. die in **Fig. 8** eingezeichnete umlaufende Mittenfaser des Werkstücks **1**. Charakteristisch für das Tangentialprofilringwalzen ist die Vergrößerung des Werkstückdurchmessers. Außerdem verringert sich die Schulterhöhe des Werkstückes **1**.

[0040] Die **Fig. 9** und **Fig. 10** zeigen im Schnitt bzw. in der Seitenansicht das Axialprofilringwalzen eines Werkstücks **1** zwischen zwei Profilwalzwerkzeugen **6a** und **6b** und einem Walzdorn **7**. Die Werkzeuge **6a**, **6b** und **7** drücken radial auf das Werkstück **1**. Das Material fließt überwiegend axial. Charakteristisch für das Axialprofilringwalzen ist die Vergrößerung der Werkstückbreite. Sie nimmt wenigstens um den Betrag, der dem Volumen des eingewalzten Profils entspricht, zu.

6	Außenprofilwalzwerkzeug
6a	Profilwalzwerkzeug
6b	Profilwalzwerkzeug
7	Walzdorn
8	Verbundwälzlagerinnenring
9	Verbundwälzlagerinnenring
10	Getriebering
11	Verbundwälzlageraußenring
12	Innenprofilwalzwerkzeug

Patentansprüche

1. Kaltwalzverfahren zur Fertigung eines ringförmigen Verbundwerkstücks aus wenigstens zwei hohlzylindrischen Werkstücken aus verschiedenen Werkstoffen, die gemeinsam profilgewalzt werden, **gekennzeichnet dadurch**, dass die hohlzylindrischen Werkstücke (**1** bis **5**) mit einem an sich bekannten axialen Profilwalzverfahren zu einem Verbundwerkstück (**8** bis **11**) umgeformt werden, wobei zwei diametral gegenüberliegend angeordnete Außenprofilwalzwerkzeuge (**6**) gemeinsam mit einem Walzdorn (**7**) oder einem Innenprofilwalzwerkzeug (**12**) die hohlzylindrischen Werkstücke (**1** bis **5**) gegeneinander pressen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die hohlzylindrischen Werkstücke (**1** bis **5**) vor dem Walzen lose ineinander gesteckt werden.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, dass die hohlzylindrischen Werkstücke (**1** bis **5**) ein solches Spiel zueinander aufweisen, dass sie gerade noch von Hand ffügbar sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass als hohlzylindrische Werkstücke (**1** bis **5**) ineinander gesteckte Ringe mit einem axialen Profilringwalzverfahren zu einem Verbundwerkstück (**8** bis **11**) umgeformt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass als hohlzylindrische Werkstücke (**1** bis **5**) ineinander gesteckte Rohre mit einem axialen Profilrohrwalzverfahren zu einem Verbundwerkstück (**8** bis **11**) umgeformt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass wenigstens eine der sich berührenden Flächen der hohlzylindrischen Werkstücke (**1** bis **5**) mit einem Material, z. B. Aluminium, beschichtet ist.

7. Ringförmiges Verbundwerkstück, bestehend aus wenigstens zwei hohlzylindrischen Werkstücken aus verschiedenen Werkstoffen, gekennzeichnet dadurch, dass das ringförmige Verbundwerkstück (**8** bis **11**) durch ein an sich bekanntes axiales Profilwalzverfahren gefertigt ist, bei dem zwei diametral gegen-

Bezugszeichenliste

1	Werkstück
1'	Laufring
2	Werkstück
2'	Stützring
3	Werkstück
4	Werkstück
5	Werkstück

überliegend angeordnete Außenprofilwalzwerkzeuge (6) gemeinsam mit einem Walzdorn (7) oder einem Innenprofilwalzwerkzeug (12) die hohlzylindrischen Werkstücke (1 bis 5) gegeneinander pressen.

8. Ringförmiges Verbundwerkstück nach Anspruch 7, gekennzeichnet dadurch, dass das ringförmige Verbundwerkstück ein Wälzlagering ist.

9. Ringförmiges Verbundwerkstück nach Anspruch 8, gekennzeichnet dadurch, dass der Lauftring (1') des Wälzlagerings aus Wälzlagerstahl und der Stützring (2') aus einem weniger hochfesten Stahl gefertigt ist.

10. Ringförmiges Verbundwerkstück nach Anspruch 7, gekennzeichnet dadurch, dass das ringförmige Verbundwerkstück ein Getriebering ist.

11. Ringförmiges Verbundwerkstück nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet dadurch, dass eines der Werkstücke (1 bis 5) aus einem Nicht-eisenmetall, insbesondere Aluminium, besteht.

12. Ringförmiges Verbundwerkstück nach einem der Ansprüche 7 bis 11, gekennzeichnet dadurch, dass eines der Werkstücke (1 bis 5) aus Kunststoff besteht.

13. Ringförmiges Verbundwerkstück nach einem der Ansprüche 7 bis 12, gekennzeichnet dadurch, dass eines der Werkstücke (1 bis 5) aus Pulverwerkstoff besteht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

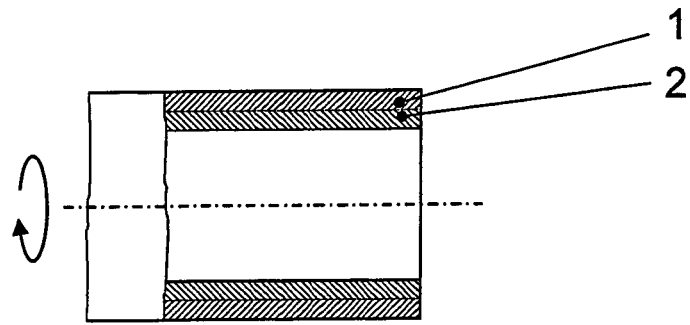


Fig. 1

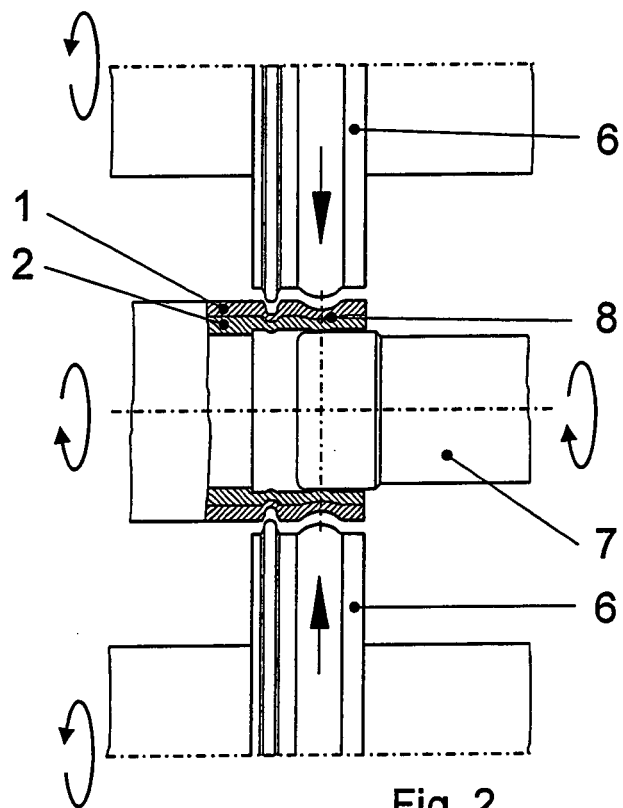


Fig. 2

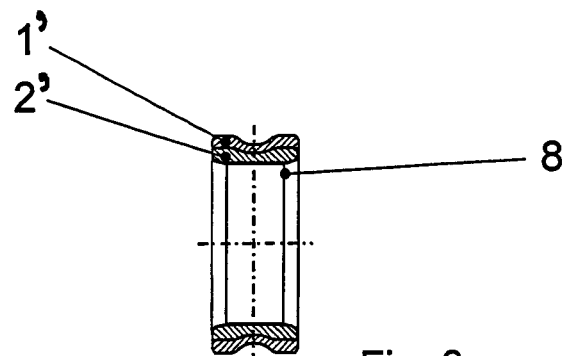


Fig. 3

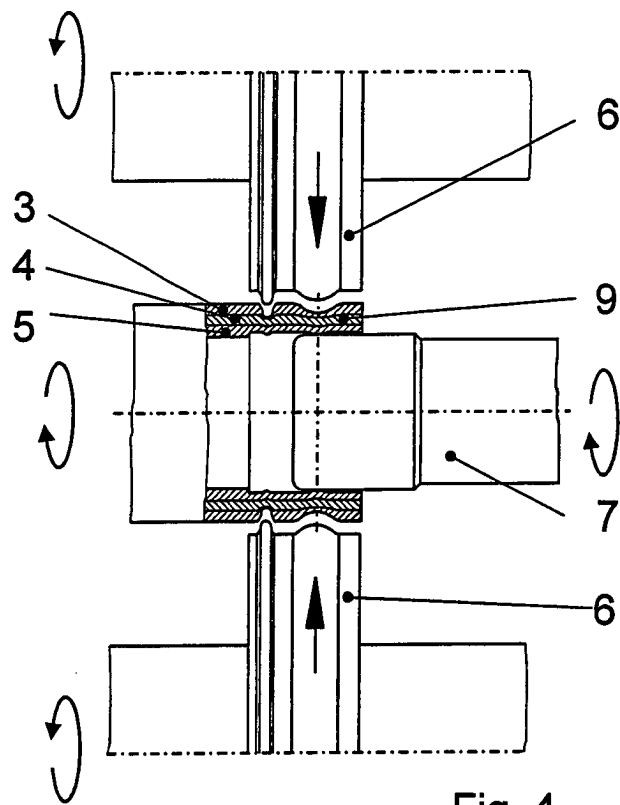


Fig. 4

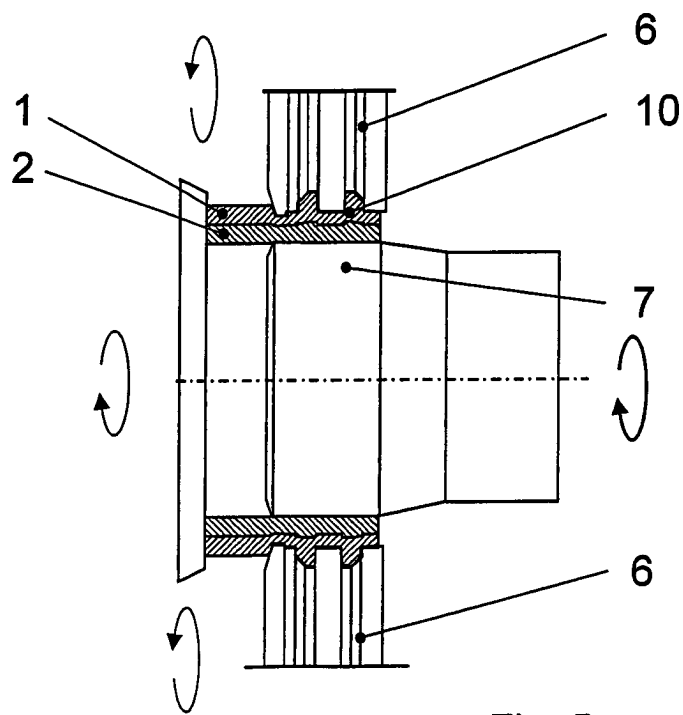


Fig. 5

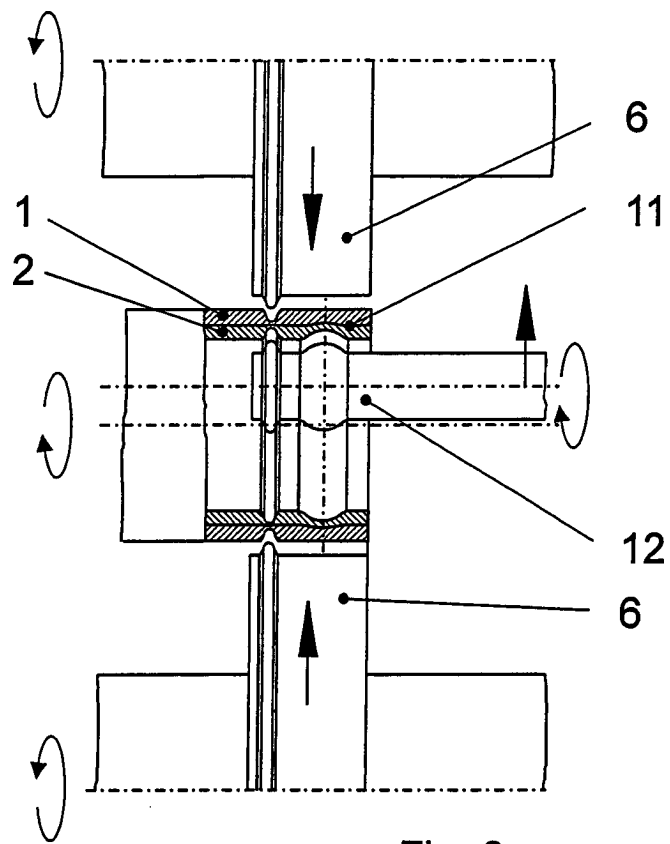


Fig. 6

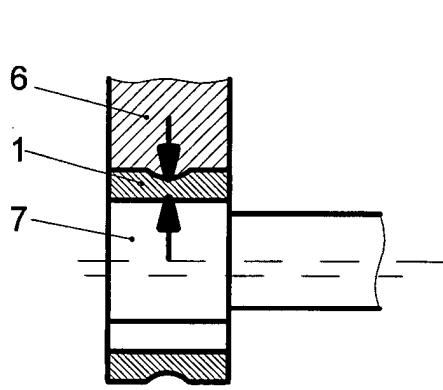


Fig. 7

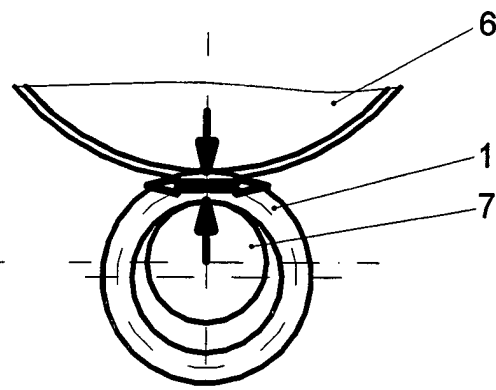


Fig. 8

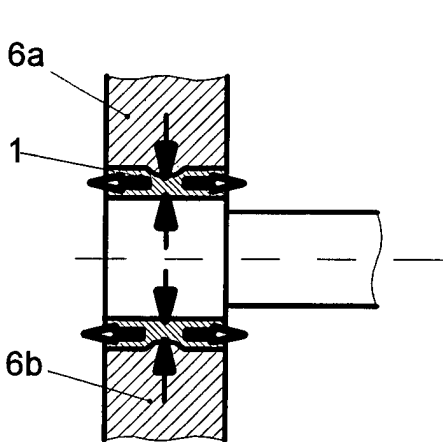


Fig. 9

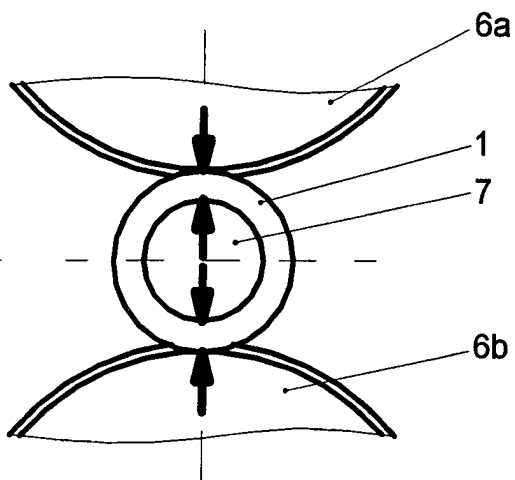


Fig. 10