



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 60 003 A1** 2005.07.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 60 003.5**

(22) Anmeldetag: **19.12.2003**

(43) Offenlegungstag: **14.07.2005**

(51) Int Cl.⁷: **F01B 31/00**

F01B 3/00, F01B 13/00, F16C 23/08

(71) Anmelder:

**Brueninghaus Hydromatik GmbH, 89275
Elchingen, DE**

(72) Erfinder:

Beck, Josef, 78050 Villingen-Schwenningen, DE

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 198 24 128 A1

DE 102 20 610 A1

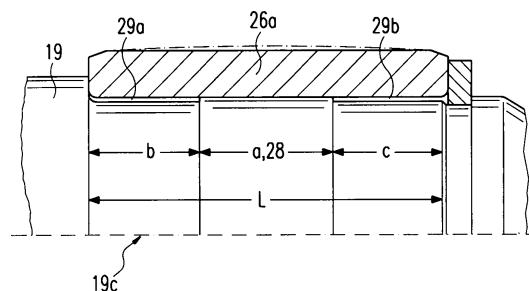
DE 24 39 334 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kolbenmaschine, Welle und Wälzlager für eine Kolbenmaschine**

(57) Zusammenfassung: Kolbenmaschine mit einem Gehäuse, in dem eine Welle (19) in zwei Drehlagern drehbar gelagert ist, von denen wenigstens ein Drehlager einen Innenring (26a) aufweist, der ohne radialem Bewegungsspiel auf einem Tragbereich (28) eines Lagerabschnitts (19c) der Welle (19) sitzt. Um die Lebensdauer des wenigstens einen Drehlagers zu verlängern, entspricht die axiale Länge des Tragbereichs (28) einem mittleren Bereich (a) des Lagerabschnitts (19c), wobei an beiden äußeren Bereichen (b, c) ein radiales Bewegungsspiel zwischen den äußeren Bereichen (b, c) und dem Innenring (26a) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine oder eine Welle oder ein Wälzlager für eine Kolbenmaschine nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 10 oder 15.

[0002] Im Funktionsbetrieb einer Kolbenmaschine werden aus den Kolbenkräften resultierende Querkräfte in die Welle der Kolbenmaschine eingeleitet, die die Welle zu biegen suchen. Deshalb sind die Welle und wenigstens zwei zugehörige Drehlager hinreichend stabil auszubilden. Trotz einer stabilen Ausbildung und Lagerung der Welle kommt es auf Grund der Materialelastizität zu Biegungen der Welle, was zu Schrägstellungen der Welle im Bereich der Lagerabschnitte führt, und zwar insbesondere dann, wenn die Lagerabschnitte einen axialen Abstand voneinander aufweisen. Insbesondere bei Axialkolbenmaschinen ist dieser Abstand verhältnismäßig groß und durch die axialen Abmessungen eines Zylinderblocks und einer Triebsscheibe bestimmt.

Stand der Technik

[0003] Zum technologischen Hintergrund sei bezüglich eines Drehgleitlagers bei einer Axialkolbenmaschine z.B. auf die DE 102 20 610 A1 verwiesen.

[0004] Auf Grund der Durchbiegung und der daraus resultierenden Schrägstellung des betreffenden Lagerabschnitts im Bereich des Drehlagers kommt es zwangsläufig auch zu einer Schrägstellung des Lagerringes im Drehlager, was nicht nur zu Zwängungen im Drehlager sondern auch zu einseitigen Belastungen mit entsprechend hohen Flächenpressungen führt (sogenannten Kantenläufer). Hierdurch werden die Lagerflächen höher belastet, was zu einem höheren Verschleiß und zu einer Verringerung der Lebensdauer der Drehlager führt.

[0005] Es ist bei Kolbenmaschinen üblich, die Drehlager durch Gleitlager oder Wälzlager zu bilden. Dabei ist es ebenfalls üblich, den betreffenden Lagerabschnitt der Welle durch einen zylindrischen Lagerabschnitt zu bilden, auf dem eine hohlzylindrische Lagerhülse mit einer Passung ohne radialem Bewegungsspiel sitzt.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Kolbenmaschine oder eine Welle oder einen inneren Lagerring zur Lagerung der Welle in der Kolbenmaschine so auszugestalten, daß die Lebensdauer des betreffenden Drehlagers verlängert wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1, 10 oder 15 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den zugehörigen Un-

teransprüchen beschrieben.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine nach Anspruch 1 ist die axiale Länge des Tragbereichs auf einen mittleren Bereich des Lagerabschnitts gekürzt, und in beiden äußeren Bereichen neben dem Tragbereich ist ein radiales Bewegungsspiel zwischen dem Lagerabschnitt und dem inneren Lagerring vorhanden.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung nach Anspruch 10 ist die axiale Länge des Tragbereichs auf einen mittleren Bereich des Lagerabschnitts gekürzt, wobei der Lagerabschnitt in seinem axialen mittleren Bereich einen größeren Durchmesser aufweist als in seinen äußeren Bereichen.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung nach Anspruch 15 ist die axiale Länge des Tragbereichs auf einen mittleren Bereich des inneren Lagerringes gekürzt, und in beiden äußeren Bereichen neben dem Tragbereich weist der Lagerring einen Durchmesser auf, der kleiner ist als in den äußeren Bereichen.

[0011] Die erfindungsgemäßen Ausgestaltungen führen dazu, daß im montierten Zustand der Welle und/oder des inneren Lagerringes ein radiales Bewegungsspiel in den äußeren Bereichen zwischen dem Lagerabschnitt und dem Lagerring vorhanden ist, während ein mittlerer Bereich des Lagerabschnitts und des Lagerringes die erforderliche Tragfunktion erfüllt. Durch das radiale Bewegungsspiel in den äußeren Bereichen sind auf beiden Seiten des gekürzten Tragbereichs Freiräume vorhanden, in die hinein der Lagerabschnitt sich beim Durchbiegen der Welle hineinbewegen kann, ohne daß es in den Endbereichen des Lagerabschnitts zu radialen Druckbeanspruchungen kommt. Folglich werden auch die sich beim Stand der Technik ergebenden Zwängungen und erhöhten Flächenpressungen vermieden, und es werden der Verschleiß des Drehlagers verringert und dessen Lebensdauer vergrößert.

[0012] Der Lagerabschnitt bewegt sich auch dann in die auf beiden Seiten vorhandenen Freiräume hinein, wenn der Lagerinnenring mit Übermaß im angewärmten Zustand auf die Antriebswelle montiert wird.

[0013] Die Länge des gekürzten Tragbereichs kann etwa $1/4$ bis $1/2$, insbesondere etwa $1/3$ der Länge des Lagerabschnitts bzw. des Lagerringes betragen. Es hat sich bei Versuchen herausgestellt, daß diese Abmessungsbereiche zum einen zu einem hinreichend großen Tragbereich und zum anderen zu hinreichend großen Freiräumen auf beiden Seiten des Tragbereichs führen. Der Tragbereich selbst kann an seiner Mantelfläche zylindrisch ausgebildet sein.

[0014] Am Lagerabschnitt können die äußeren Be-

reiche durch stufenförmig oder nach außen kontinuierlich verjüngte Längsbereiche des betreffenden Lagerabschnitts gebildet sein. In vergleichbarer Weise können die äußeren Bereiche am Lagerring durch stufenförmig oder zu den Enden des Lagerrings in divergente Erweiterungen gebildet sein.

[0015] Die erfindungsgemäßen Ausgestaltungen eignen sich sowohl für ein Gleitlager als auch ein Wälzlager. In beiden Fällen wird die Stützkraft des Lagers über den inneren Lagerring auf den Tragbereich des Lagerabschnitts oder des Lagerrings übertragen, bzw. umgekehrt. Die erfindungsgemäßen Ausgestaltungen eignen sich besonders gut für ein Nadellager, bei dem das radiale Lagerspiel besonders gering ist und deshalb bereits geringe Durchbiegungen der Welle zu den vorbeschriebenen Belastungen des Drehlagers führen. Es ist auch hervorzuheben, daß Wälzlager für radiale Zwängungen und Druckspitzen auf Grund der geringen Laufflächengröße besonders empfindlich sind.

Ausführungsbeispiel

[0016] Nachfolgend werden vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0017] [Fig. 1](#) eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine im axialen Schnitt;

[0018] [Fig. 2](#) einen Lagerbereich einer Triebwelle der Axialkolbenmaschine in der Seitenansicht;

[0019] [Fig. 3](#) einen Lagerabschnitt der Triebwelle in der Seitenansicht;

[0020] [Fig. 4](#) den Lagerabschnitt nach [Fig. 3](#) mit einem aufgeschobenen inneren Lagerring und

[0021] [Fig. 5](#) einen erfindungsgemäßen Lagerabschnitt mit einem darauf sitzenden inneren Lagerring in abgewandelter Ausgestaltung.

[0022] Die beispielhafte und in ihrer Gesamtheit mit **1** bezeichnete Kolbenmaschine weist ein Gehäuse **2** auf, in dessen Innenraum **3** eine Schrägscheibe **4** und eine Zylindertrommel **5** nebeneinander angeordnet sind. In der Zylindertrommel **5** sind auf dem Umfang verteilt Kolbenlöcher **6** angeordnet, die sich beim vorliegenden Ausführungsbeispiel einer Axialkolbenmaschine im wesentlichen parallel zu einer Mittelachse **7** der Zylindertrommel **5** erstrecken und an der der Schrägscheibe **4** zugewandten Stirnseite **5a** der Zylindertrommel **5** offen sind. In den Kolbenlöchern **6** sind vorzugsweise zylindrische Kolben **9** im wesentlichen axial verschiebbar gelagert, die mit ihren Kolbenköpfen **9a** Arbeitskammern **11** in der Zylindertrommel **5** in Richtung auf die Schrägscheibe **4**

begrenzen. Die der Schrägscheibe **4** zugewandten Fußenden **9b** der Kolben **9** sind jeweils durch ein Gelenk **12** an der Schrägscheibe **4** abgestützt, wobei Gleitschuhe **13** vorhanden sein können, zwischen denen und den Fußenden **9b** die vorzugsweise als Kugelgelenke mit einem Kugelkopf und einer Kugelausnehmung ausgebildeten Gelenke **12** angeordnet sind.

[0023] Die Zylindertrommel **5** liegt mit ihrer der Schrägscheibe **4** abgewandten Stirnseite **5b** an einer Steuerscheibe **14** an, in der zwei Steueröffnungen **15** in Form von Durchgangslöchern angeordnet sind, die Abschnitte von einer angedeuteten Zuführungsleitung **16** und einer Abführungsleitung **17** bilden, die sich durch eine benachbarte Gehäusewand **18** erstrecken, an der die Steuerscheibe **14** gehalten ist. Die Zylindertrommel **5** ist auf einer Triebwelle **19** gelagert, die drehbar im Gehäuse **2** gelagert ist und deren Drehachse **21** koaxial zur Mittelachse **7** verläuft.

[0024] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Gehäuse **2** aus einem topfförmigen Gehäuseteil **2a** mit einem Gehäuseboden **2b** und einer Umfangswand **2c** sowie einem die Gehäusewand **18** bildenden Deckel **2d** gebildet, der am freien Rand der Umfangswand **2c** anliegt und damit durch andeutungsweise dargestellte Schrauben **22** verschraubt ist. Zur Verbindung der weiterführenden Zuführungs- und Abführungsleitungen **16**, **17** sind am Deckel **2d** Leitungsanschlüsse **16a**, **17a** vorgesehen.

[0025] Die Triebwelle **19**, die die Zylindertrommel **5** in einer Lagerbohrung **23** durchsetzt, ist in Lagerausnehmungen des Gehäusebodens **2b** und des Deckels **2d** mittels geeigneten Drehlagers **25**, **26**, z. B. Gleitlagern oder insbesondere Wälzlagern, drehbar gelagert und abgedichtet, wobei sie den Gehäuseboden **2b** axial durchsetzt und mit einem Triebzapfen **19a** vom Gehäuseboden **2b** absteht.

[0026] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel der Kolbenmaschine **1** als Schrägscheibenmaschine ist die Zylindertrommel **5** durch eine Drehmitnahmeverbindung **27**, z. B. eine Zahnkupplung, drehfest auf der Triebwelle **19** angeordnet, wobei diese die fest am Gehäuseboden **2** angeordnete oder darin ausgebildete Schrägscheibe **4** in einem Durchgangsloch **4a** durchsetzt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel rotiert im Funktionsbetrieb die Zylindertrommel **5** relativ zur Schrägscheibe **4**, wobei die Kolben **9** längs in Richtung auf die Arbeitskammern **11** und zurück verschoben werden.

[0027] Beim Ausführungsbeispiel nach [Fig. 2](#) ist das Drehlager **25** im Gehäuseboden **2a** durch ein Wälzlager, z. B. ein Kugellager, und das Drehlager **26** im Deckel **2d** durch ein Wälzlager, insbesondere ein Nadellager, gebildet.

[0028] Die die inneren Lagerringe **25a**, **26a** tragenden Lagerabschnitte der Triebwelle **19** sind mit **19b**, **19c** bezeichnet. Im Rahmen der Erfindung können eines der beiden Drehlager **25**, **26** oder beide Drehlager **25**, **26** so ausgebildet sein, wie es im Folgenden beim Drehlager **26** im Deckel **2d** anhand [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) beschrieben wird.

[0029] Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist der Lagerabschnitt **19c** auf beiden Seiten eines mittleren Abschnitts a im Querschnitt verjüngt. Diese sich neben dem mittleren Abschnitt a befindlichen äußeren Bereiche sind mit b und c bezeichnet. Die Verjüngung kann eine stufenförmige oder zum jeweiligen Ende des Lagerabschnitts **19c** hin konvergent verlaufende Verjüngung sein. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die äußeren Bereiche b, c stufenförmig verjüngte zylindrische äußere Bereiche b, c. Der mittlere Abschnitt ist vorzugsweise ebenfalls zylindrisch ausgebildet. Er bildet einen Tragbereich **28** für den inneren Lagerring **26a**. Der Tragbereich **28** ist im Vergleich mit bekannten Ausgestaltungen axial auf den mittleren Bereich a verkürzt und z. B. zylindrisch ausgebildet. Die axiale Abmessung des Tragbereichs **28** beträgt etwa 1/4 bis 3/4, vorzugsweise 1/3, der Länge L des Lagerabschnitts **19c**. Das radiale Verjüngungsmaß d beträgt wenigstens im Endbereich der äußeren Bereiche b, c 0,05 mm.

[0030] Der Lagerring **26a** sitzt im Tragbereich **28** mit einer für die inneren Lagerringe von Wälzlager üblichen Passung ohne radiales Spiel auf dem Lagerabschnitt **19c**. Zwischen den verjüngten Mantelflächen der äußeren Bereiche b, c und der zylindrischen Innenmantelfläche des Lagerrings **26a** sind auf Grund des radialen Bewegungsspiels ringförmige Freiräume **29a**, **29b** vorhanden. Bei einer in [Fig. 2](#) andeutungsweise dargestellten Biegung B der Triebwelle **19** können die Endbereiche des betreffenden Lagerabschnitts **19c** in die Freiräume **29a**, **29b** eintauchen, ohne Zwängungen und Druckbeanspruchungen auf den Lagerring **27a** auszuüben.

[0031] Wenn der Tragbereich **28** zylindrisch ausgebildet ist, kann es beim Durchbiegen der Triebwellen **19** im Tragbereich **28** zu geringfügigen Druckbeanspruchungen mit dem Lagerring **26a** kommen, wodurch der Lagerring **26a** in seinem mittleren Bereich geringfügig nach außen gedehnt werden kann, wie es [Fig. 4](#) andeutungsweise strichpunktiert zeigt.

[0032] Das Ausführungsbeispiel nach [Fig. 5](#), bei dem gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel dadurch, daß nicht der Lagerabschnitt **19c** sondern der Lagerring **26a** in seinem mittleren Bereich a den Tragbereich **28a** aufweist, neben dem in den äußeren Bereichen b, c der Lagerring **26a** innen entweder stufenförmig oder zu seinen Enden hin divergent er-

weitert ist. Es ergibt sich hierdurch in den äußeren Bereichen b, c jeweils ein radiales Spiel, bzw. ein ringförmiger Freiraum **29a**, **29b** zwischen der zylindrischen Mantelfläche des Lagerabschnitts **19c** und den äußeren Bereichen b, c. Bei einer Durchbiegung der Triebwelle **19** können die Endbereiche des Lagerabschnitts **19c** in diese Freiräume **29a**, **29b** mit den vorbeschriebenen Vorteilen eintauchen.

Patentansprüche

1. Kolbenmaschine (1), insbesondere Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine, mit einem Gehäuse (2), in dem eine Welle (19) in zwei Drehlagern (25, 26) drehbar gelagert ist, von denen wenigstens ein Drehlager einen Innenring (26a) aufweist, der ohne radiales Bewegungsspiel auf einem Tragbereich (28) eines Lagerabschnitts (19c) der Welle (19) sitzt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die axiale Länge des Tragbereichs (28) einem mittleren Bereich (a) des Lagerabschnitts (19c) entspricht und an beiden äußeren Bereichen (b, c) ein radiales Bewegungsspiel zwischen den äußeren Bereichen (b, c) und dem Innenring (26a) angeordnet ist.

2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerabschnitt (19c) im mittleren Bereich (a) einen größeren Durchmesser aufweist als in seinen äußeren Bereichen (b, c).

3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenring (26a) in seinem mittleren Bereich (a) einen kleineren Durchmesser aufweist als in seinen äußeren Bereichen (b, c).

4. Kolbenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Bereich (a) etwa 1/2 bis 1/4, insbesondere etwa 1/3, der Länge (L) des Lagerabschnitts (19c) beträgt.

5. Kolbenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Bereich (a) zylindrisch ausgebildet ist.

6. Kolbenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Bereiche (b, c) zu ihren den mittleren Bereichen (a) abgewandten Rändern hin konvergent geformt sind, insbesondere stufenförmig verjüngt sind.

7. Kolbenmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Bereiche (b, c) zylindrisch verjüngt sind.

8. Kolbenmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) einen topfförmigen Gehäuseteil und einen Deckel (2d) aufweist, wobei das erfindungsgemäß ausgebildete Drehlager (26) im Deckel (2d) angeordnet ist.

9. Kolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das erfindungsgemäße Drehlager (26) ein Gleitlager oder ein Wälzlager, insbesondere ein Nadellager, ist.

10. Welle (19) für eine Kolbenmaschine, insbesondere Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine, mit einem Gehäuse (2), in dem die Welle (19) in zwei Drehlagern (25, 26) drehbar gelagert ist, von denen wenigstens ein Drehlager (26) einen Innenring (26a) aufweist, der ohne radialem Bewegungsspiel auf einem Tragbereich (28) eines Lagerabschnitts (19c) der Welle (19) sitzt, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Länge des Tragbereichs (28) einem mittleren Bereich (a) des Lagerabschnitts (19c) entspricht und der Lagerabschnitt (19c) im mittleren Bereich (a) einen größeren Durchmesser aufweist, als in seinen äußeren Bereichen (b, c).

11. Welle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Bereich (a) etwa $1/2$ bis $1/4$, insbesondere etwa $1/3$, der Länge (L) des Lagerabschnitts (19c) beträgt.

12. Welle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Bereich (a) zylindrisch ausgebildet ist.

13. Welle nach einem der vorherigen Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Bereiche (b, c) zu ihren den mittleren Bereichen (a) abgewandten Rändern hin konvergent geformt sind, insbesondere stufenförmig verjüngt sind.

14. Welle nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Bereiche (b, c) zylindrisch verjüngt sind.

15. Wälzlager für eine Kolbenmaschine, insbesondere Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine, mit einem Gehäuse (2), in dem eine Welle (19) in zwei Drehlagern (25, 26) drehbar gelagert ist, von denen wenigstens ein Drehlager (26) einen Innenring (26a) aufweist, der ohne radialem Bewegungsspiel in einem Tragbereich (28) auf dem Lagerabschnitt (19c) der Welle (19) sitzt, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Länge des Tragbereichs (28) einem mittleren Bereich (a) des Innenringes 26a entspricht und der Innenring (26a) in seinem mittleren Bereich (a) einen kleineren Durchmesser aufweist als in seinen äußeren Bereichen (b, c).

16. Wälzlager nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Bereich (a) etwa $1/2$ bis $1/4$, insbesondere etwa $1/3$, der Länge (L) des Innenringes (26a) beträgt.

17. Wälzlager nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Bereich (a) hohlzylindrisch ausgebildet ist.

18. Wälzlager nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Bereiche (b, c) zu ihren den mittleren Bereichen (a) abgewandten Rändern hin divergent geformt sind, insbesondere stufenförmig erweitert sind.

19. Wälzlager nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Bereiche (b, c) hohlzylindrisch erweitert sind.

20. Wälzlager nach einem der vorherigen Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Nadellager ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

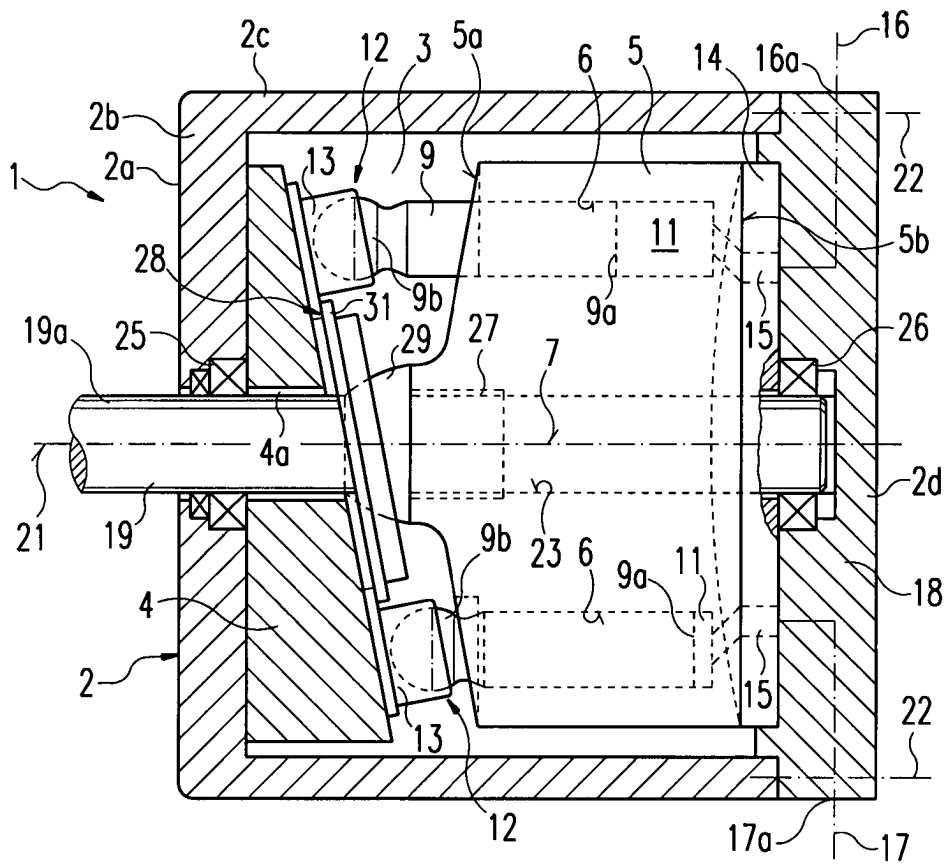


Fig. 1

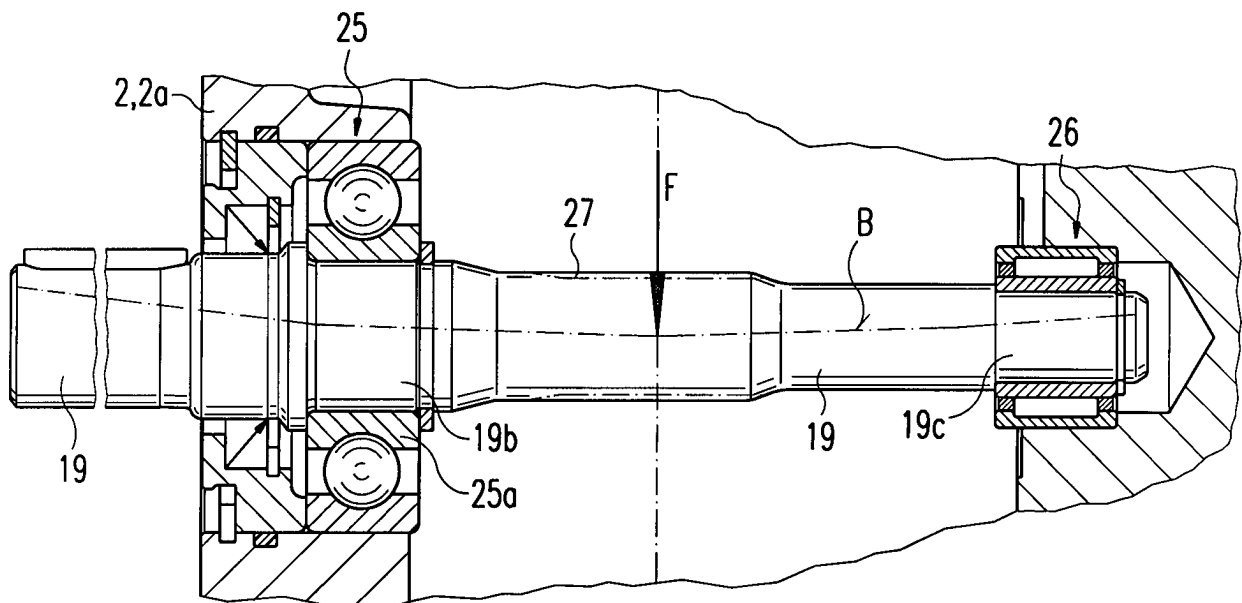


Fig. 2

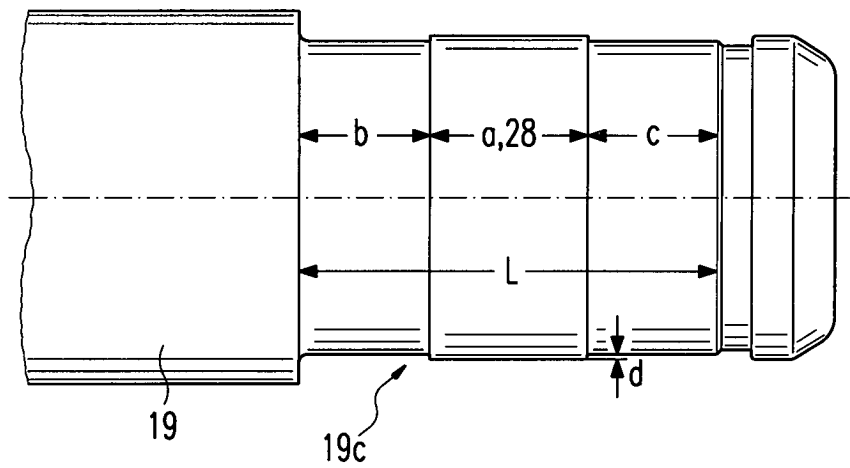


Fig. 3

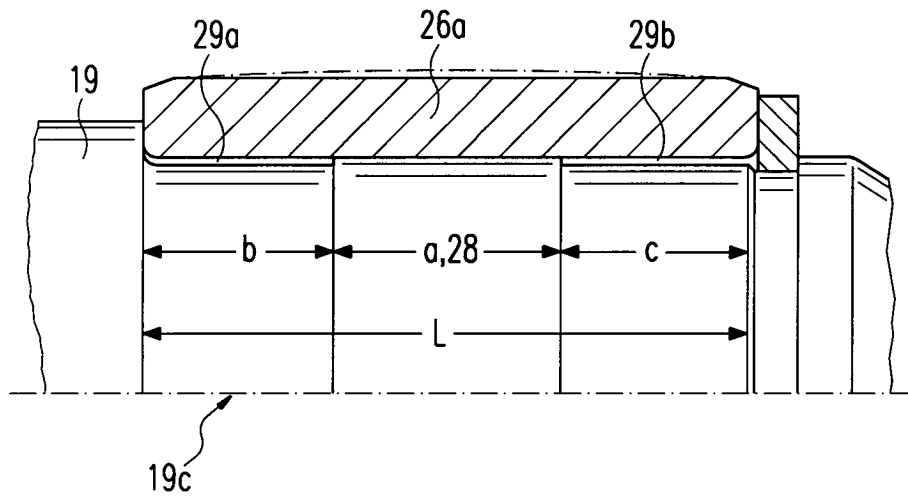


Fig. 4

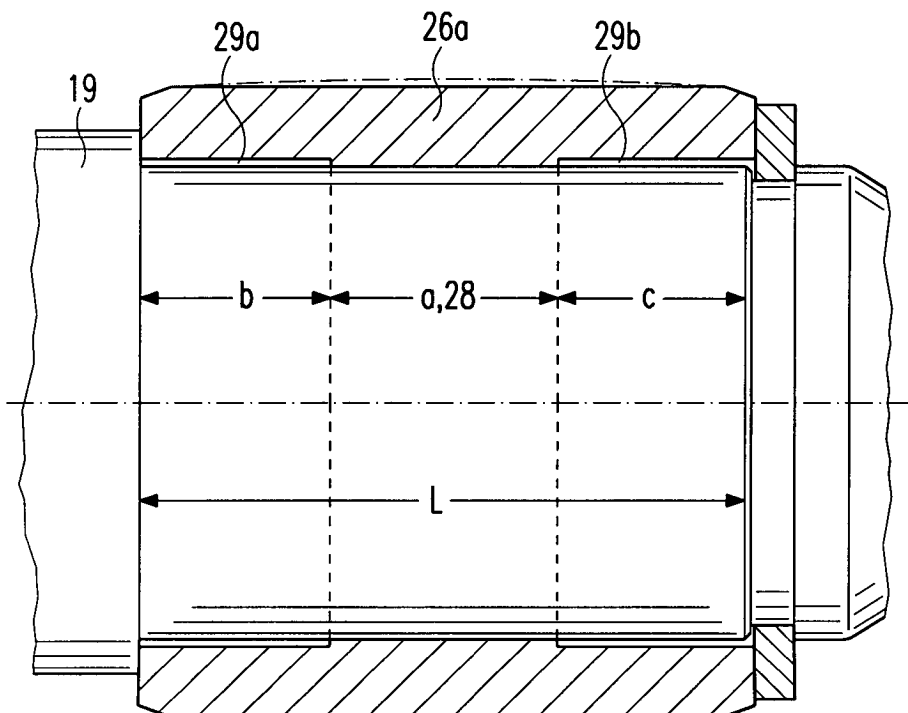


Fig. 5