



(10) **DE 10 2010 027 770 B4** 2012.03.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 027 770.3**
(22) Anmeldetag: **15.04.2010**
(43) Offenlegungstag: **20.10.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.03.2012**

(51) Int Cl.: **F16C 33/12 (2006.01)**
F16C 17/02 (2006.01)
F02C 6/12 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
MAN Diesel & Turbo SE, 86153, Augsburg, DE

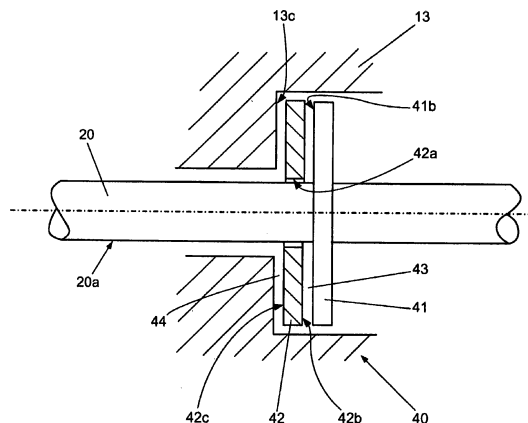
(72) Erfinder:
Bartholomä, Klaus, 86316, Friedberg, DE

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

DE	196 41 673	A1
DE	10 2006 053 726	A1
DE	10 2008 010 933	A1
DE	690 04 849	T2
DE	718 247	A

(54) Bezeichnung: **Turbolader**

(57) Hauptanspruch: Turbolader (1; 1') mit einer ein Laufrad (21, 22; 21', 22') tragenden Welle (20; 20') und wenigstens einem die Welle (20; 20') drehbar in einem Lagergehäuse (13; 13') lagernden Gleitlager (30, 40; 30', 40'), wobei das Gleitlager (30, 40; 30', 40') zwei Lagerelemente (31', 32'; 41, 42) mit jeweiligen zueinander eine rotatorische Gleitbewegung erlaubenden Gleitflächen (31b, 32b'; 41b, 42b) aufweist, wobei die Gleitfläche (32b'; 42b) eines der beiden Lagerelemente (31', 32'; 41, 42) weicher ausgebildet ist als die mit dieser gleitend zusammenwirkende Gleitfläche (31b'; 41b) des anderen der beiden Lagerelemente (31', 32'; 41, 42), wobei die weichere Gleitfläche (32b'; 42b) von einem graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoff gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (30, 40; 30', 40') als Axiallager ausgebildet ist und daran angeformt ein als ein umlaufender Vorsprung, auch als Spurring oder Laufring bezeichnet, ausgebildetes erstes Lagerelement (41) aufweist sowie ein als eine schwimmend auf der Welle (20) gelagerte...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Turbolader gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Turbolader der eingangsgenannten Art sind beispielsweise aus DE 690 04 849 T2 und aus DE 10 2006 053 726 A1 bekannt.

[0003] Weitere mit Gleitlagern versehene Turbolader sind z. B. in DE 196 41 673 A1 beschrieben.

[0004] Bei derartigen mit Gleitlagern versehenen Turboladern ist die die Laufräder (Turbinenrad, Verdichterrad) tragende Welle bevorzugt aus Stahl herstellt und ist das Lagergehäuse bzw. Zentralgehäuse aus einer Eisen-Basis-Legierung, wie z. B. Gusseisen und insbesondere Kugelgraphitguss, hergestellt.

[0005] Die Gleitlager in solchen Turboladern können als Radiallager bzw. Querlager, als Axiallager bzw. Längslager und/oder als Kombination von Axiallager und Radiallager ausgebildet sein.

[0006] Ein in solchen Turboladern vorgesehene Gleitlager weist zwei Lagerelemente mit jeweiligen zueinander eine rotatorische Gleitbewegung erlaubenden Gleitflächen auf, wobei die Gleitfläche eines der beiden Lagerelemente weicher ausgebildet ist als die mit dieser gleitend zusammenwirkende Gleitfläche des anderen der beiden Lagerelemente.

[0007] Lagerelemente der Gleitlager bestehen dabei üblicherweise aus folgenden Materialien:

– Lagerbuchse, Lagerscheibe, profiliertes Schublager, Gegenschublager:	Bleibronze, Aluminium Weichmetall
– Welle Laufring, unprofilertes Schublager:	gehärteter Stahl
– Lagergehäuse, Lagerkörper:	Kugelgraphitguss

[0008] Im Betrieb des Turboladers soll sich zwischen den gleitend zusammenwirkenden Gleitflächen der Lagerelemente der Gleitlager ein Schmierfilm befinden, der den metallischen Kontakt zwischen den Gleitflächen verhindert. Im Falle des Versagens des Schmierfilms soll die Gleitfläche des weicheren Lagerelements gegen die Gleitfläche des härteren Gleitelements laufen und dabei gewisse Notlaufeigenschaften bzw. Notschmier-eigenschaften bereitstellen.

[0009] Als Material für die weichere Gleitfläche findet Weichmetall, vorzugsweise Bleibronze, Aluminium oder Weißmetall, Anwendung. Diese Materialauswahl ist seit vielen Jahrzehnten Stand der Technik. Für die Anwendung in Gleitlagern mit niedrigen Umfangsgeschwindigkeiten und niedriger spezifischer Last stellt eine derartige Materialauswahl für die weichere Gleitfläche die gewünschten Notlaufeigenschaften bereit.

[0010] In Turboladern, welche bei der rotatorischen Gleitbewegung der zusammenwirkenden Gleitflächen eines Gleitlagers Gleitgeschwindigkeiten von 80 m/s und mehr aufweisen, funktioniert die Materialauswahl des Standes der Technik nicht mehr in vollem Umfang. Folgende Nachteile haben sich bei Verwendung dieser Materialauswahl in Turbolader-Gleitlagern gezeigt:

1. Die gewünschten Notlaufeigenschaften sind nicht gegeben, da das Weichmetall bei kurzzeitigem Versagen des Schmierfilms aufgrund seines niedrigen Schmelzpunktes sofort schmilzt und seine Form verliert. Dadurch weitet sich der zunächst nur lokale Versagensbereich schlagartig aus und führt zu einem sofortigen Totalversagen des Gleitlagers.
2. Harte Partikel im Schmieröl (z. B. Späne, Schweißperlen, Abgasrückstände usw.) können sich im Werkstoff der weicheren Gleitfläche einbetten und als Schleifkörper auf die härtere Gleitfläche (Gegenfläche) wirken, wodurch erhöhter Verschleiß entsteht.
3. Bei rotierenden Lagerscheiben oder -büchsen wirkt sich die geringe Festigkeit des Weichmetalls negativ auf die Sicherheit des Bauteiles aus. Insbesondere bei steigenden Temperaturen nimmt die Festigkeit des Bauteils ab und kann somit ggf. nicht den Fliehkräften standhalten.
4. Durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Lagerwerkstoffs, des Gehäusewerkstoffs und des Wellenwerkstoffs verändern sich im Betrieb gegenüber dem Stillstand insbesondere bei Radialgleitlagern die Radialspiele. Dadurch kann es zu einem veränderten Dämpfungsverhalten der

Radiallager kommen, was zu Laufunruhe führen kann oder zumindest die Auslegung der Radialgleitlager erschwert.

5. Insbesondere bei Verbundlagern, bei denen das Weichmetall auf einen Grundkörper aus Stahl durch Aufschmelzen oder Aufspritzen aufgebracht wird, kann es, verursacht durch Bindefehler, zum Lösen der Weichmetallschicht kommen, wodurch ein Lagerschaden verursacht werden kann.

[0011] Bei Axiallagern bzw. Schublagern mit schwimmender Lagerscheibe wird teilweise versucht die Nachteile der Weichmetalllager durch den Einsatz gehärteter und beschichteter Lagerscheiben zu beheben, wodurch die in den Punkten 2, 3 und 4 beschriebenen Probleme gelöst werden können. In diesem Fall führt ein Ablösen der Weichmetallschicht nicht zum sofortigen Ausfall des Gleitlagers. Das unter Punkt 1 beschriebene Problem der mangelnden Notlaufeigenschaften kann zwar gelindert, aber nicht gelöst werden, da die gebräuchlichsten Beschichtungen bei Temperaturen über 400°C zerstört werden und dadurch deren reibungsmindernde Wirkung schlagartig nachlässt, was ebenfalls einen sofortigen Lagerschaden zur Folge hat.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Turbolader gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, wobei das oder die Gleitlager des Turboladers bei Schmierfilmversagen ausreichende Notlaufeigenschaften aufweisen, so dass ein sofortiger Lagerschaden mit ggf. Totalausfall des Gleitlagers vermieden werden kann.

[0013] Dies wird mit einem Turbolader gemäß Anspruch 1 erreicht. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0014] Gemäß der Erfindung wird ein Turbolader mit einer ein Laufrad tragenden Welle und wenigstens einem die Welle drehbar in einem Lagergehäuse lagernden Gleitlager bereitgestellt, wobei das Gleitlager zwei Lagerelemente mit jeweiligen zueinander eine rotatorische Gleitbewegung erlaubenden Gleitflächen aufweist, und wobei die Gleitfläche eines der beiden Lagerelemente weicher ausgebildet ist als die mit dieser gleitend zusammenwirkende Gleitfläche des anderen der beiden Lagerelemente. Der erfindungsgemäße Turbolader zeichnet sich dadurch aus, dass die weichere Gleitfläche von einem graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoff gebildet ist.

[0015] Bevorzugt ist die Welle aus Stahl hergestellt und ist das Lagergehäuse aus einem Eisen-Basis-Werkstoff wie Kugelgraphitguss hergestellt.

[0016] Durch das eingelagerte Graphit enthält der Werkstoff der weicheren Gleitfläche bereits einen hochtemperaturfesten Trockenschmierstoff, welcher die Notlaufeigenschaften deutlich verbessert. Der Schmelzpunkt von Eisen-Basis-Werkstoff liegt deutlich über dem von Weichmetall. Im Fall eines kurzzeitigen Versagens des Schmierfilmes schmilzt der Eisen-Basis-Werkstoff der weicheren Gleitfläche nicht, sondern wird lediglich durch den härteren Reibpartner (die andere, härtere Gleitfläche) abgetragen. Da Lagerschäden meist lokal an einer örtlich begrenzten Stelle beginnen, hat das Gleitlager durch diesen Materialabtrag Selbsteheilungseigenschaften. Es kommt im Gleitlager zwar zu lokal erhöhtem Verschleiß, aber nicht zu einem spontanen Lagerversagen.

[0017] Da Eisen-Basis-Werkstoff deutlich härter als Weichmetall ist, können sich weniger Schmutzpartikel in die weichere Gleitfläche einlagern, wodurch diese durch andere konstruktive Maßnahmen (z. B. Schmutznutten) aus dem Gleitlager heraus gespült werden können und damit wesentlich kürzer im Gleitlager verbleiben. Im Ergebnis weist das Gleitlager des erfindungsgemäßen Turboladers einen gegenüber Weichmetalllagern reduzierten Verschleiß auf.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der graphithaltige Eisen-Basis-Werkstoff von Kugelgraphitguss gebildet.

[0019] Kugelgraphitguss lässt sich sehr leicht bearbeiten, womit das Gleitlager des erfindungsgemäßen Turboladers einfach und damit kostengünstig herstellbar ist.

[0020] Gemäß noch einer Ausführungsform der Erfindung ist das die weichere Gleitfläche aufweisende Lagerelement vollständig aus dem graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoff hergestellt.

[0021] Durch die gegenüber Weichmetall höhere Festigkeit des graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoffs und die geringere Abnahme von dessen Festigkeit unter Temperatureinfluss wird die Sicherheit des Gleitlagers insbesondere bei rotierenden Lagerscheiben (schwimmende Ausführung) erhöht.

[0022] Mit anderen Worten kann das erfindungsgemäße Gleitlager, dessen die weichere Gleitfläche aufweisendes Lagerelement vollständig aus graphithaltigem Eisen-Basis-Werkstoff wie Kugelgraphitguss hergestellt ist, aufgrund seiner besseren Festigkeit als Einstofflager ausgelegt werden und die Ausführung als Verbundlager überflüssig machen. Dadurch werden nicht nur Kosten gespart, sondern auch das Ausfallrisiko reduziert.

[0023] Wie eingangs schon erwähnt, sind Lagergehäuse von Turboladern üblicherweise aus Gusseisen und bevorzugt aus Kugelgraphitguss hergestellt. Damit entspricht, da der Werkstoff des die weichere Gleitfläche aufweisenden Lagerelements zur gleichen Werkstofffamilie gehört wie der Werkstoff des Lagergehäuses, der thermische Ausdehnungskoeffizient des die weichere Gleitfläche aufweisenden Lagerelements dem thermische Ausdehnungskoeffizienten des Lagergehäuses. Dadurch können sich die Lagerspiele, insbesondere von Radialgleitlagern, im Betrieb nur noch sehr wenig ändern und die Empfindlichkeit des Gleitlagers gegenüber unterschiedlichen Schmieröltemperaturen nimmt deutlich ab. Das geänderte Verhalten sollte bei der Auslegung des Kaltspieles von Radialgleitlagern berücksichtigt werden.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das die weichere Gleitfläche aufweisende Lagerelement von dem Lagergehäuse gebildet.

[0025] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das die weichere Gleitfläche aufweisende Lagerelement einstückig mit einem Grundkörper des Lagergehäuses oder einstückig mit einer lösbar an dem Grundkörper des Lagergehäuses befestigten Lagergehäuse-Komponente, wie z. B. einem Gehäusedeckel oder einem Haltekörper, ausgebildet.

[0026] Auf diese Weise, bei der z. B. separate Lagerbüchsen eingespart werden können, lässt sich das Gleitlager noch einfacher und damit noch kostengünstiger im erfindungsgemäßen Turbolader realisieren.

[0027] Bevorzugt ist das Gleitlager des Turboladers als Radiallager, Axiallager oder als Axial-Radial-Lager ausgebildet. Noch bevorzugter sind alle die Welle im Lagergehäuse lagernden Lager als erfindungsgemäß ausgestaltetes Gleitlager ausgebildet.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Gleitlager als rotierendes bzw. schwimmendes oder als starres bzw. nichtschwimmendes Gleitlager ausgebildet.

[0029] Mit anderen Worten kann der graphithaltige Eisen-Basis-Werkstoff für die weichere Gleitfläche sowohl für rotierende und starre Radiallager als auch für rotierende und starre Axiallager verwendet werden.

[0030] Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren detaillierter beschrieben.

[0031] [Fig. 1](#) zeigt eine perspektivische Schnittansicht eines Turboladers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0032] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Schnittansicht eines Turboladers gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0033] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Schnittansicht eines als Axiallager ausgebildeten Gleitlagers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0034] [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Schnittansicht eines als Radiallager ausgebildeten Gleitlagers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0035] [Fig. 1](#) zeigt eine perspektivische Schnittansicht eines Turboladers **1** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0036] Der Turbolader **1** hat ein aus Kugelgraphitguss hergestelltes Gehäuse **10**, welches ein Turbinengehäuse **11**, ein Verdichtergehäuse **12** und ein zwischen dem Turbinengehäuse **11** und dem Verdichtergehäuse **12** angeordnetes Lagergehäuse bzw. Zentralgehäuse **13** aufweist.

[0037] In dem Lagergehäuse **13** ist eine Welle **20** aus gehärtetem Stahl über zwei jeweils als Radiallager ausgebildete Gleitlager **30**, **30** und wenigstens ein als Axiallager ausgebildetes Gleitlager **40** drehbar gelagert und sowohl radial als auch axial abgestützt.

[0038] Gemäß der Ausführungsform von [Fig. 1](#) sind die beiden jeweils als Radiallager ausgebildeten Gleitlager **30**, **30** seitlich angrenzend an das Lagergehäuse **13** angeordnet und ist das als Axiallager ausgebildete Gleitlager **40** zwischen dem an das Verdichtergehäuse **12** angrenzenden als Radiallager ausgebildeten Gleitlager **30** und dem Verdichtergehäuse **12** angeordnet. Alternativ kann das Axiallager auch zwischen den Gleitlagern **30**, **30** angeordnet sein.

[0039] Die Welle **20** trägt darauf drehfest angebracht ein erstes Laufrad (Turbinenlaufrad) **21**, welches im Turbinengehäuse **11** angeordnet ist, und ein zweites Laufrad (Verdichterlaufrad) **22**, welches im Verdichtergehäuse **12** angeordnet ist.

[0040] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Schnittansicht eines Turboladers **1'** gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0041] Der Turbolader **1'** hat ein aus Kugelgraphitguss hergestelltes Gehäuse **10'**, welches ein Turbinengehäuse **11'**, ein Verdichtergehäuse **12'** und ein zwischen dem Turbinengehäuse **11'** und dem Verdichtergehäuse **12'** angeordnetes Lagergehäuse bzw. Zentralgehäuse **13'** aufweist.

[0042] In dem Lagergehäuse **13'** ist eine Welle **20'** aus gehärtetem Stahl über zwei jeweils als Radiallager ausgebildete Gleitlager **30'**, **30'** und wenigstens ein als Axiallager ausgebildetes Gleitlager **40'** drehbar gelagert und sowohl radial als auch axial abgestützt.

[0043] Gemäß der Ausführungsform von [Fig. 2](#) sind die beiden jeweils als Radiallager ausgebildeten Gleitlager **30'**, **30'** jeweils seitlich angrenzend an das Turbinengehäuse **11'** bzw. das Verdichtergehäuse **12'** angeordnet und ist das als Axiallager ausgebildete Gleitlager **40'** mittig zwischen den beiden jeweils als Radiallager ausgebildeten Gleitlagern **30'**, **30'** angeordnet. Alternativ kann das Axiallager auch zwischen den Gleitlagern **30'**, **30'** angeordnet sein.

[0044] Die Welle **20'** trägt darauf drehfest angebracht ein erstes Laufrad (Turbinenlaufrad) **21'**, welches im Turbinengehäuse **11'** angeordnet ist, und ein zweites Laufrad (Verdichterlaufrad) **22'**, welches im Verdichtergehäuse **12'** angeordnet ist.

[0045] [Fig. 3](#) zeigt eine stark schematisierte Schnittansicht des als Axiallager ausgebildeten Gleitlagers **40** des Turboladers **1** von [Fig. 1](#).

[0046] Das als Axiallager ausgebildete Gleitlager **40** weist daran angeformt ein als ein umlaufender Vorsprung (auch als Spurring oder Laufring bezeichnet) ausgebildetes erstes Lagerelement **41** sowie ein als eine schwimmend auf der Welle **20** gelagerte Axiallagerscheibe ausgebildetes zweites Lagerelement **42** auf.

[0047] Das zweite Lagerelement **42** (Axiallagerscheibe) weist einen Innendurchmesser **42a** auf, der als Übermaßbohrung im Vergleich zu einem Außendurchmesser **20a** der Welle **20** ausgeführt ist.

[0048] Das erste Lagerelement **41** (der umlaufende Vorsprung der Welle) ist wie die Welle **20** aus gehärtetem Stahl hergestellt und weist eine seitliche Gleitfläche **41b** auf, die einer ersten seitlichen Gleitfläche **42b** des aus graphithaltigem Eisen-Basis-Werkstoff (hier Kugelgraphitguss) hergestellten zweiten Lagerelements **42** (Axiallagerscheibe) zugewandt ist, so dass die beiden Gleitflächen **41b**, **42b** eine rotatorische Gleitbewegung relativ zueinander erlauben.

[0049] Das zweite Lagerelement **42** weist ferner eine zweite seitliche Gleitfläche **42c** auf, die einer an einer Schulter des Lagergehäuses **13** ausgebildeten seitlichen Gleitfläche **13c** zugewandt ist, so dass die beiden Gleitflächen **42c**, **13c** eine rotatorische Gleitbewegung relativ zueinander erlauben.

[0050] Im Betrieb des Turboladers **1** wird über nicht dargestellte Ölzuführungen in den jeweils zwischen der seitlichen Gleitfläche **41b** des ersten Lagerelements **41** und der ersten seitlichen Gleitfläche **42b** des zweiten Lagerelements **42** sowie zwischen der zweiten seitlichen Gleitfläche **42c** des zweiten Lagerelements **42** und der seitlichen Gleitfläche **13c** des Lagergehäuses **13** ausgebildeten Lagerspalten **43**, **44** jeweils ein Schmieröl-film erzeugt, so dass das mit der Welle **20** rotierende erste Lagerelement **41** hydrodynamisch axial an dem zweiten Lagerelement **42** und dieses hydrodynamisch axial an dem Lagergehäuse **13** abgestützt ist.

[0051] Dadurch, dass das zweite Lagerelement **42** aus Kugelgraphitguss hergestellt ist, ist dessen erste seitliche Gleitfläche **42b** weicher ausgebildet als die ihr zugewandte und mit ihr gleitend zusammenwirkende seit-

liche Gleitfläche **41b** des ersten Lagerelements **41**. Damit kann bei einem Ausfall des Schmierölfilms die seitliche Gleitfläche **41b** des ersten Lagerelements **41** im Notlauf via Festkörperreibung bzw. Trockenreibung auf der ersten seitlichen Gleitfläche **42b** des zweiten Lagerelements **42** gleiten, wobei die erste seitliche Gleitfläche **42b** des zweiten Lagerelements **42** über das im Kugelgraphitguss enthaltene Graphit die nötige Notlaufschmierung bereitstellt.

[0052] Wie aus [Fig. 3](#) ersichtlich, ist das die im Vergleich zum ersten Lagerelement **41** weichere Gleitfläche **42b** aufweisende zweite Lagerelement **42** vollständig aus dem graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoff (Kugelgraphitguss) hergestellt, so dass hinsichtlich der Festigkeit des sich im Betrieb des Turboladers **1** etwa mit halber Wellendrehzahl drehenden zweiten Lagerelements **42** keine Probleme bestehen.

[0053] In Abwandlung der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform des als Axiallager ausgebildeten Gleitlagers **40** des erfindungsgemäßen Turboladers **1** könnte gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Axiallagerscheibe (das zweite Lagerelement **42**) auch weggelassen sein, wobei dann das aus graphithaltigem Eisen-Basis-Werkstoff (Kugelgraphitguss) hergestellte Lagergehäuse **13** die im Vergleich zum ersten Lagerelement **41** weichere Gleitfläche **13** aufweisen und das zweite Lagerelement bilden würde. In diesem Fall würde sich die seitliche Gleitfläche **41b** des ersten Lagerelements **41** in gleitender Zusammenwirkung hydrodynamisch axial an der seitlichen Gleitfläche **13c** des Lagergehäuses **13** abstützen.

[0054] Gemäß dieser Abwandlung der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform wäre das die weichere Gleitfläche **13c** aufweisende Lagerelement einstückig mit einem Grundkörper des Lagergehäuses **13** ausgebildet. Natürlich wäre es gemäß einer nicht dargestellten weiteren Abwandlung auch möglich, dass das die weichere Gleitfläche **13c** aufweisende Lagerelement einstückig mit einer lösbar an dem Grundkörper des Lagergehäuses **13** befestigten Lagergehäuse-Komponente, wie z. B. einem Gehäusedeckel, ausgebildet ist.

[0055] Wie unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) und deren Abwandlung erläutert, kann das als Axiallager ausgebildete Gleitlager **40** somit sowohl als rotierendes (schwimmendes) als auch als starres (nichtschwimmendes) Gleitlager ausgebildet sein.

[0056] [Fig. 4](#) zeigt eine stark schematisierte Schnittansicht eines der jeweils als Radiallager ausgebildeten Gleitlager **30'**, **30'** des Turboladers **1'** von [Fig. 2](#).

[0057] Das als Radiallager ausgebildete Gleitlager **30'** weist als ein erstes Lagerelement **31'** einen Längsschnitt der Welle **20'** sowie ein als fest in eine Bohrung **13a'** des Lagergehäuses **13'** eingesetzte Lagerbüchse ausgebildetes zweites Lagerelement **32'** auf.

[0058] Das zweite Lagerelement **32'** (Lagerbüchse) weist einen eine Gleitfläche **32b'** bildenden Innendurchmesser **32a'** auf, der als Übermaßbohrung im Vergleich zum Außendurchmesser **20a'** der Welle **20** ausgeführt ist.

[0059] Der Außendurchmesser **20a'** der Welle bildet im Bereich des ersten Lagerelements **31'** (Längsschnitt der Welle **20'**) eine der Gleitfläche **32b'** des zweiten Lagerelements **32'** zugewandte Gleitfläche **31b'**, so dass die beiden Gleitflächen **31b'**, **32b'** eine rotatorische Gleitbewegung relativ zueinander erlauben.

[0060] Im Betrieb des Turboladers **1'** wird über nicht dargestellte Ölzuführungen in dem zwischen der Gleitfläche **31b'** des ersten Lagerelements **31'** und der Gleitfläche **32b'** des zweiten Lagerelements **32'** ausgebildeten Lagerspalt **33'** ein Schmierölfilm erzeugt, so dass die rotierende Welle **20'** über das von ihr gebildete erste Lagerelement **31'** hydrodynamisch radial an dem zweiten Lagerelement **32'** und dieses radial an dem Lagergehäuse **13'** abgestützt ist.

[0061] Dadurch, dass das zweite Lagerelement **32'** aus Kugelgraphitguss hergestellt ist, ist dessen Gleitfläche **32b'** weicher ausgebildet als die ihr zugewandte und mit ihr gleitend zusammenwirkende Gleitfläche **31b'** des von der Welle **20'** gebildeten ersten Lagerelements **31'**. Damit kann bei einem Ausfall des Schmierölfilms die Gleitfläche **31b'** des von der Welle **20'** gebildeten ersten Lagerelements **31'** im Notlauf via Festkörperreibung bzw. Trockenreibung auf der Gleitfläche **32b'** des zweiten Lagerelements **32'** gleiten, wobei die Gleitfläche **32b'** des zweiten Lagerelements **32'** über das im Kugelgraphitguss enthaltene Graphit die nötige Notlaufschmierung bereitstellt.

[0062] In Abwandlung der in [Fig. 4](#) gezeigten Ausführungsform des als Radiallager ausgebildeten Gleitlagers **30'** des erfindungsgemäßen Turboladers **1'** könnte gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die

Lagerbüchse (das zweite Lagerelement **32**) auch weggelassen sein, wobei dann das aus graphithaltigem Eisen-Basis-Werkstoff (Kugelgraphitguss) hergestellte Lagergehäuse **13'** mit seiner eine Gleitfläche **13b'** bildenden Bohrung **13a'** die im Vergleich zum von der Welle **20'** gebildeten ersten Lagerelement **31'** weichere Gleitfläche **13b'** aufweisen und das zweite Lagerelement bilden würde. In diesem Fall würde sich die Gleitfläche **31b'** des von der Welle **20'** gebildeten ersten Lagerelements **31'** in gleitender Zusammenwirkung hydrodynamisch radial an der Gleitfläche **13b'** des Lagergehäuses **13'** abstützen.

[0063] Gemäß dieser Abwandlung der in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsform wäre das die weichere Gleitfläche **13b'** aufweisende Lagerelement einstückig mit einem Grundkörper des Lagergehäuses **13'** ausgebildet. Natürlich wäre es gemäß einer nicht dargestellten weiteren Abwandlung auch möglich, dass das die weichere Gleitfläche **13b'** aufweisende Lagerelement einstückig mit einer lösbar an dem Grundkörper des Lagergehäuses **13'** befestigten Lagergehäuse-Komponente, wie z. B. einem Gehäusedeckel, ausgebildet ist.

[0064] Gemäß noch einer nicht dargestellten Abwandlung der in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsform könnte die Bohrung **13a'** des Lagergehäuses **13'** auch als Übermaßbohrung im Vergleich zu einem Außendurchmesser des zweiten Lagerelements **32'** (Lagerbüchse) ausgeführt sein, so dass das zweite Lagerelement **32'** schwimmend in der Bohrung **13a'** gelagert wäre. Zwischen dem Außendurchmesser (welcher dann eine weitere Gleitfläche bildet) des zweiten Lagerelements **32'** und der von der Bohrung **13a'** des Lagergehäuses **13'** gebildeten Gleitfläche **13b'** wäre dann ein weiterer Lagerspalt gebildet, in welchem im Betrieb des Turboladers **1'** über Ölzuführungen ein Schmierölfilm erzeugt werden würde, so dass die rotierende Welle **20'** über das von ihr gebildete erste Lagerelement **31'** hydrodynamisch radial an dem zweiten Lagerelement **32'** und dieses hydrodynamisch radial an dem Lagergehäuse **13'** abgestützt wäre. Gemäß einer weiteren Ausführung können die beiden Lagerbüchsen der Gleitlager **30, 30** und **30', 30'** auch zu einem Teil zusammengefasst sein.

[0065] Wie aus **Fig. 4** ersichtlich, wäre gemäß dieser Abwandlung das die im Vergleich zum ersten Lagerelement **31'** weichere Gleitfläche **32b'** aufweisende zweite Lagerelement **32'** (Lagerbüchse) vollständig aus dem graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoff (Kugelgraphitguss) hergestellt, so dass hinsichtlich der Festigkeit des sich im Betrieb des Turboladers **1** etwa mit halber Wellendrehzahl drehenden zweiten Lagerelements **32'** keine Probleme bestehen.

[0066] Im Fazit können, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und deren Abwandlungen erläutert, auch die jeweils als Radiallager ausgebildeten Gleitlager **30', 30'** sowohl als rotierendes (schwimmendes) als auch als starres (nichtschwimmendes) Gleitlager ausgebildet sein.

[0067] Abschließend ist noch zu bemerken, dass die in Bezug auf die **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschriebenen Gleitlager **30, 30', 40, 40'** gemäß einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung auch als Axial-Radial-Lager, also als Kombination von Axiallager und Radiallager, ausgebildet sein können.

Bezugszeichenliste

1; 1'	Turbolader
10; 10'	Gehäuse
11; 11'	Turbinengehäuse
12; 12'	Verdichtergehäuse
13; 13'	Lagergehäuse
13a'	Bohrung
13b'	Gleitfläche
13c	Gleitfläche
20; 20'	Welle
20a; 20a'	Außendurchmesser
21; 21'	Laufrad
22; 22'	Laufrad
30; 30'	Gleitlager
31'	Lagerelement
31b'	Gleitfläche
32'	Lagerelement
32a'	Innendurchmesser
32b'	Gleitfläche
33'	Lagerspalt
40; 40'	Gleitlager

41	Lagerelement
41b	Gleitfläche
42	Lagerelement
42a	Innendurchmesser
42b	Gleitfläche
42c	Gleitfläche
43	Lagerspalt
44	Lagerspalt

Patentansprüche

1. Turbolader (1; 1') mit einer ein Laufrad (21, 22; 21', 22') tragenden Welle (20; 20') und wenigstens einem die Welle (20; 20') drehbar in einem Lagergehäuse (13; 13') lagernden Gleitlager (30, 40; 30', 40'), wobei das Gleitlager (30, 40; 30', 40') zwei Lagerelemente (31', 32'; 41, 42) mit jeweiligen zueinander eine rotatorische Gleitbewegung erlaubenden Gleitflächen (31b, 32b'; 41b, 42b) aufweist, wobei die Gleitfläche (32b'; 42b) eines der beiden Lagerelemente (31', 32'; 41, 42) weicher ausgebildet ist als die mit dieser gleitend zusammenwirkende Gleitfläche (31b'; 41b) des anderen der beiden Lagerelemente (31', 32'; 41, 42), wobei die weichere Gleitfläche (32b'; 42b) von einem graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoff gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gleitlager (30, 40; 30', 40') als Axiallager ausgebildet ist und daran angeformt ein als ein umlaufender Vorsprung, auch als Spurring oder Laufring bezeichnet, ausgebildetes erstes Lagerelement (41) aufweist sowie ein als eine schwimmend auf der Welle (20) gelagerte Axiallagerscheibe ausgebildetes zweites Lagerelement 42 aufweist, wobei die Axiallagerscheibe aus graphithaltigem Eisen-Basis-Werkstoff hergestellt ist.
2. Turbolader (1; 1') gemäß Anspruch 1, wobei der graphithaltige Eisen-Basis-Werkstoff von Kugelgraphitguss gebildet ist.
3. Turbolader (1; 1') gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das die weichere Gleitfläche (32b'; 42b) aufweisende Lagerelement (32; 42) vollständig aus dem graphithaltigen Eisen-Basis-Werkstoff hergestellt ist.
4. Turbolader (1; 1') gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das die weichere Gleitfläche aufweisende Lagerelement von dem Lagergehäuse (13; 13') gebildet ist.
5. Turbolader (1; 1') gemäß Anspruch 4, wobei das die weichere Gleitfläche aufweisende Lagerelement einstückig mit einem Grundkörper des Lagergehäuses (13; 13') oder einstückig mit einer lösbar an dem Grundkörper des Lagergehäuses (13; 13') befestigten Lagergehäuse-Komponente ausgebildet ist.
6. Turbolader (1; 1') gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Gleitlager (30, 40; 30', 40') als Radiallager, Axiallager oder als Axial-Radial-Lager ausgebildet ist.
7. Turbolader (1; 1') gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Gleitlager (30, 40; 30', 40') als rotierendes oder als starres Gleitlager ausgebildet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

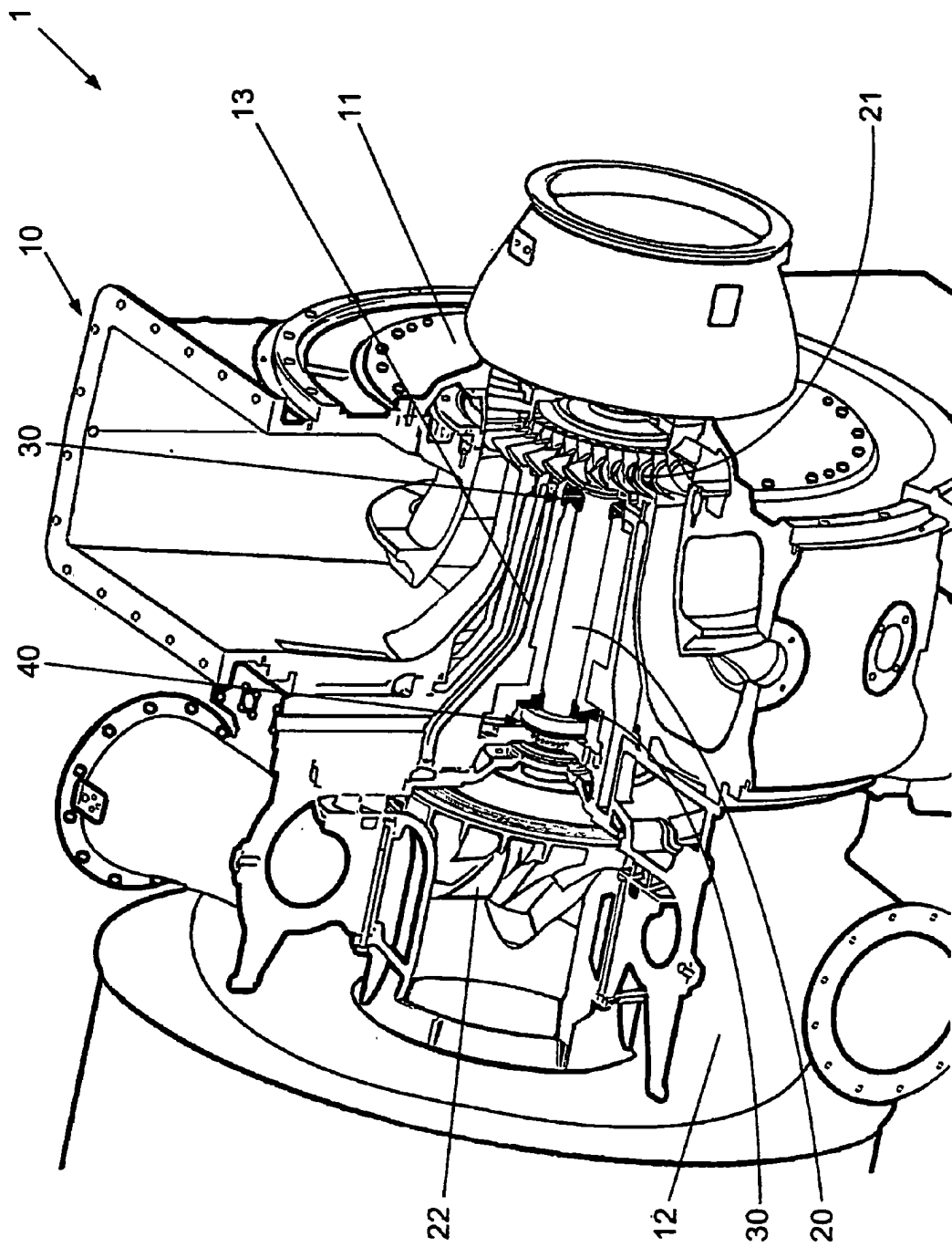


Fig. 1

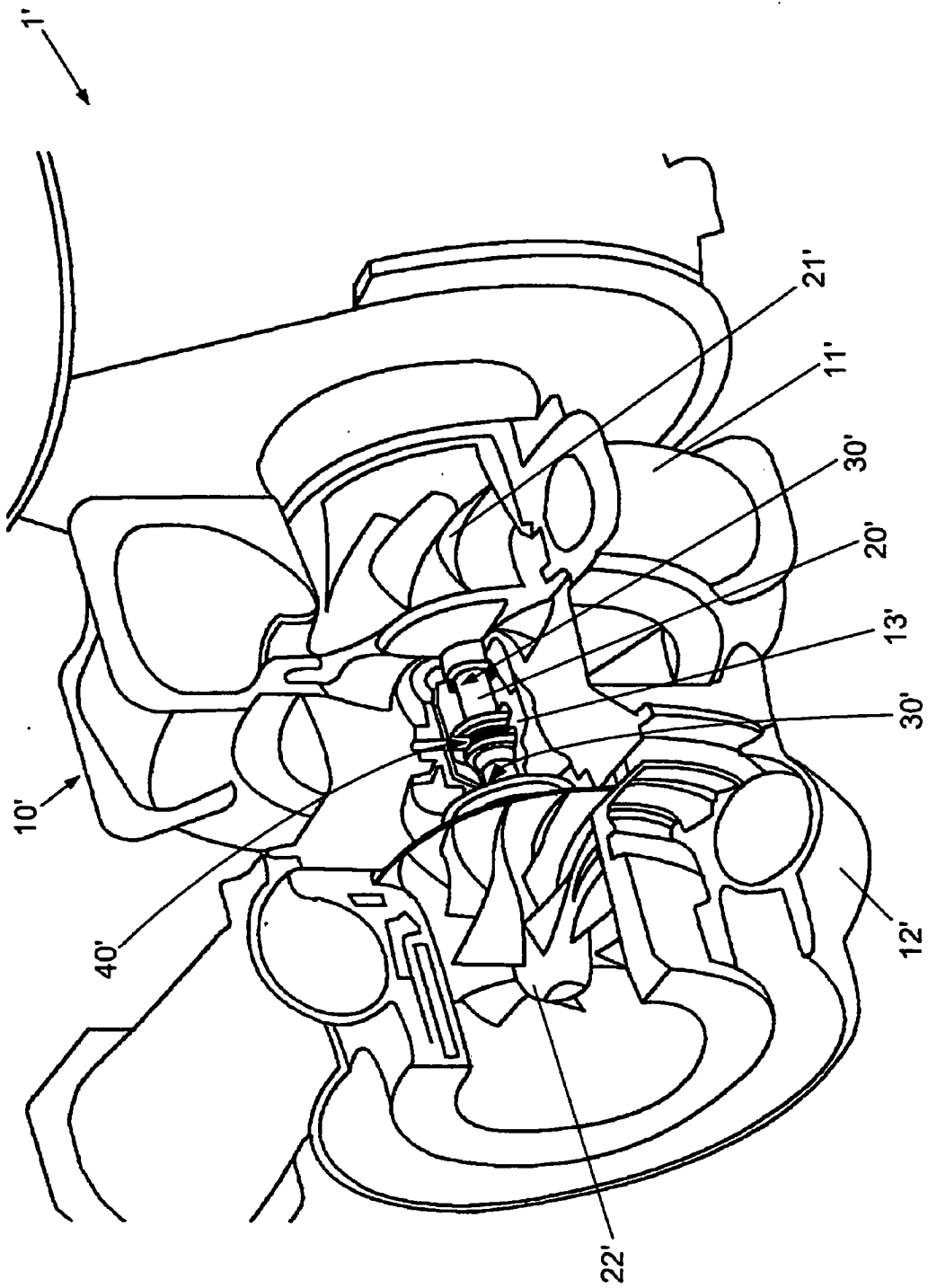


Fig. 2

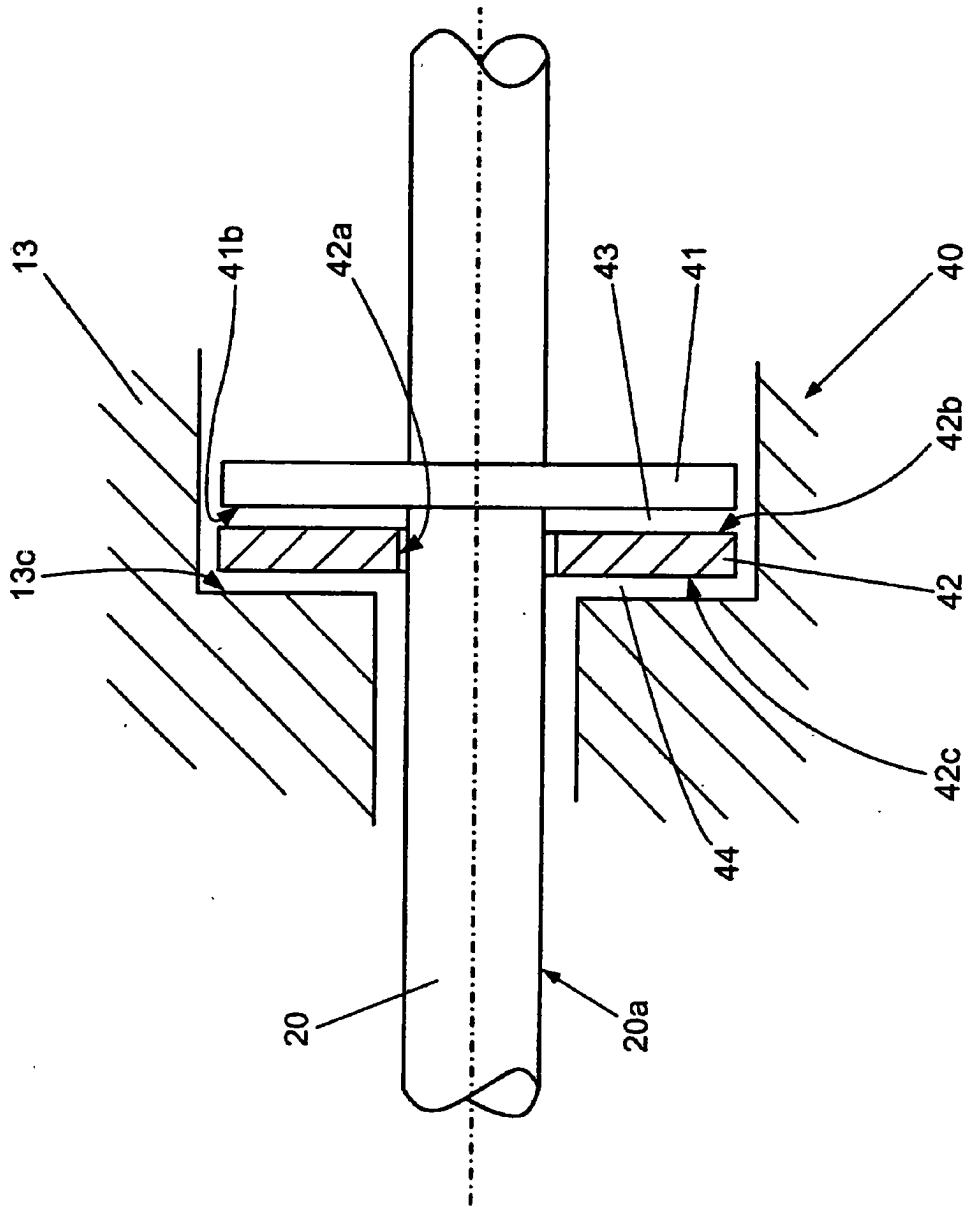


Fig. 3

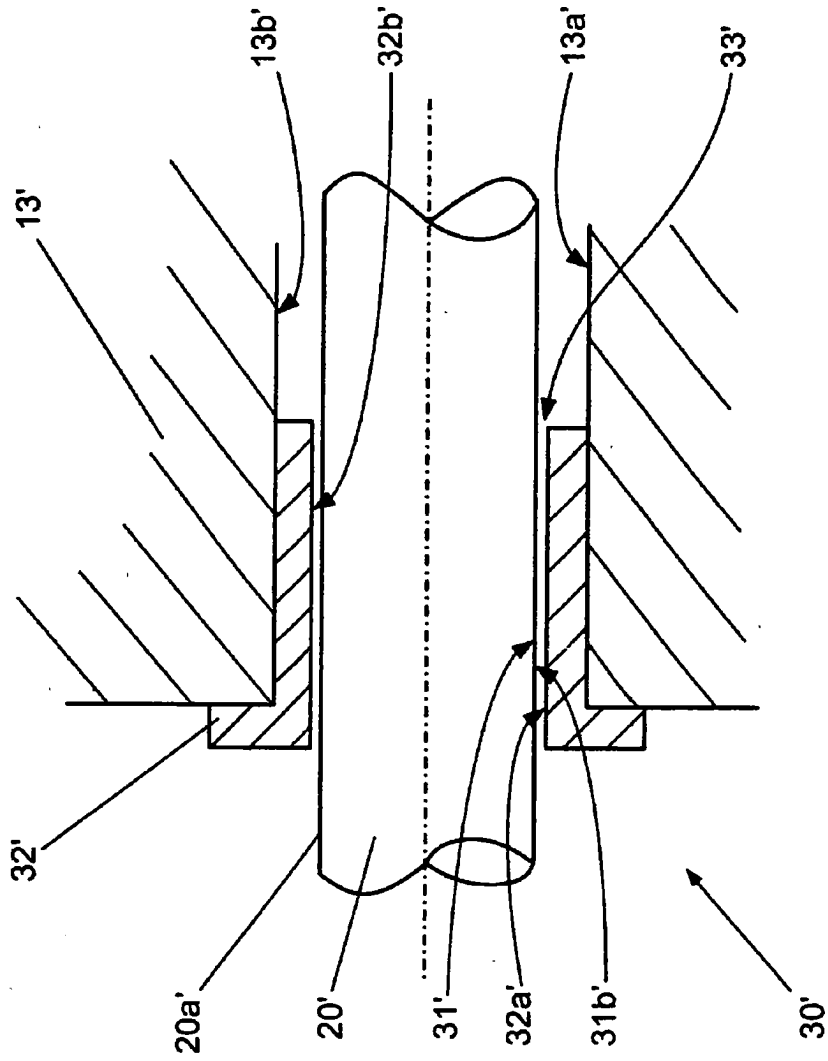


Fig. 4