(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 797 344 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

(21) Anmeldenummer: **05795041.2**

(22) Anmeldetag: **06.10.2005**

(51) Int Cl.:
F16C 32/06 *(2006.01)* ***B65H 23/24*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/010782

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/040073 (20.04.2006 Gazette 2006/16)

(54) **GASGELAGERTE ANORDNUNG VON RELATIV ZUEINANDER BEWEGBAREN KÖRPERN**

GAS BEARING-MOUNTED ARRANGEMENT OF BODIES THAT CAN BE DISPLACED RELATIVE TO ONE ANOTHER

SYSTEME DE CORPS POUVANT ETRE DEPLACES LES UNS PAR RAPPORT AUX AUTRES, CONSERVE EN ATMOSPHERE CONTROLEE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **07.10.2004 DE 102004048944**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.2007 Patentblatt 2007/25

(73) Patentinhaber: **AeroLas GmbH Aerostatische Lager-Lasertechnik**
82008 Unterhaching (DE)

(72) Erfinder:
- **MUTH, Michael**
  81737 München (DE)
- **SLOTTA, Georg**
  85375 Neufahrn (DE)

(74) Vertreter: **Schlimme, Wolfram**
Haidgraben 2
85521 Ottobrunn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 686 781
WO-A-92/11194
GB-A- 1 242 702
US-A- 3 645 589
US-A- 4 744 676

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 797 344 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine gasgelagerte Anordnung von relativ zueinander bewegbaren Körpern sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Gaslagers für eine derartige Anordnung.

[0002] Es ist bekannt, eine luftgelagerte Anordnung von relativ zueinander bewegbaren Körpern vorzusehen, bei welcher die Luftversorgung des dadurch gebildeten Luftlagers durch den aus Sintermaterial bestehenden inneren Körper erfolgt. Derartige Sintermaterialkörper sind jedoch in ihrer Tragfähigkeit und Steifigkeit beschränkt. Zudem ist das durch die aus dem Sintermaterial ausströmende Luft gebildete Luftpolster im Luftlager sehr inhomogen, wodurch die Lagerung sehr unbestimmt ist.

[0003] Aus der DE 44 36 156 C1 ist ein aerostatisches Lager als kombiniertes Axial- und Radiallager bekannt, bei welchem die Luftversorgungsstruktur für das aerostatische Lager im äußeren stationären Lagerkörper vorgesehen ist, wobei der inneren Lagerkörper als Rotationskörper ausgebildet ist. Bei diesem bekannten aerostatischen Lager erfolgt die Einbringung der Mikrolöcher nicht von der Lagerseite aus, sondern von der von der Lagerseite abgewandten Seite des äußeren Körpers, in welchem die Gasversorgungsstruktur vorgesehen ist.

[0004] Die EP 0 686 781 A2 offenbart eine heiz- und kühlbare Rolle mit nahezu reibungsfreier Lagerung. Eine derartige Rolle besteht aus einem zylindrischen Kern, der an seinem Umfang mit achsparallel verlaufenden Längsnuten versehen ist. Der Kern ist von einer zylindrischen Hülse umgeben, die im wesentlichen radial verlaufende sogenannte Zuführbohrungen aufweist, die in die achsparallelen Nuten münden, und die sogenannte Abströmbohrungen aufweist, die in die achsparallelen Nuten münden. Um den mit der Hülse versehenen-Kern herum ist ein Rollenmantel angeordnet, wobei zwischen der Hülse und dem Rollenmantel ein Lagerspalt ausgebildet ist. An den axialen Enden dieser Anordnung aus Kern, Hülse und Rollenmantel ist jeweils eine stirnseitige Seitenkappe angeordnet, die jeweils offenbar mit dem Kern und der zylindrischen Hülse fest verbunden sind, die sich aber in Radialrichtung bis zur äußeren Umfangsfläche des Rollenmantels erstreckt und seitlich an diesem anzuliegen scheint. Die beiden Seitenkappen sind mit von einer axialen Bohrung ausgehenden radialen Kanälen versehen, die im montierten Zustand der Rolle in Fluidverbindung mit den achsparallelen Nuten stehen. Auch der Kern ist in seinem Inneren mit Radialbohrungen versehen, die eine zentrale Axialbohrung des Kerns mit den achsparallelen Längsnuten verbinden. Das durch die jeweilige zentrale Bohrung des Kerns und der einen Seitenkappe eingeleitete Druckfluid dringt durch die entsprechenden Radialbohrungen in die achsparallelen Nuten ein, fließt von dort durch erste Radialbohrungen in den Lagerspalt, tritt vom Lagerspalt durch zweite Radialbohrungen der Hülse wieder aus dem Lagerspalt aus und in die zweiten Längsnuten ein und verläßt diese durch entsprechende Auslassöffnungen. Die Hülse ist zwar auf dem Kern gelegen, doch wird diese Hülse nicht gasdicht auf den Kern aufgebracht. Die an ihren axialen Enden offenen achsparallelen Nuten verhindern die Schaffung einer gasdicht geschlossenen Gasversorgungsstruktur zwischen dem Kern und der Hülse. Es wechseln sich in Umfangsrichtung Zuführöffnungen und Abströmöffnungen ab. Es entstehen somit im Bereich der Zuströmöffnungen Druckspitzen im Lagerspalt, wohingegen in Umfangsrichtung unmittelbar benachbart im Bereich der Abströmöffnungen Drucksenken entstehen.

[0005] Die US 4,744,676 A offenbart ein ringförmiges Gaslager mit einem zylindrischen inneren Lagerkörper, der aus einem an seiner Oberfläche verdichteten Zylinder aus porösem Material gebildet ist. In die verdichtete Oberfläche sind Sacklochbohrungen eingebracht, die durch die verdichtete Oberfläche hindurch in das poröse Material eindringen und aus denen in den Zylinder eingeführtes und durch das poröse Material hindurchtretendes Druckfluid in den den Zylinder umgebenden Lagerspalt austreten kann. Eine definierte Gaszufuhr-Versorgungsstruktur ist in diesem zylindrischen Körper nicht vorgesehen.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine gasgelagerte Anordnung von relativ zueinander bewegbaren Körpern anzugeben, die einen außen liegenden bewegten Körper aufweist, der auch hohe Bewegungsgeschwindigkeiten erreichen kann und ein trägheitsarmes Anlaufverhalten besitzt. Weiterhin ist es Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung eines Gaslagers für eine derartige Anordnung anzugeben.

[0007] Die erste Aufgabe wird durch die gasgelagerte Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Sind die Mikrolöcher von der Seite der Lagerfläche aus in den inneren Körper eingebracht, so sind die Herstellungskosten deutlich herabgesetzt.

[0009] Die besonders vorteilhafte vorzugsweise zweiteilige Ausgestaltung des inneren Lagerkörpers bestehend aus dem Tragkörper und der Hülse oder Lagerschale ermöglicht es, sowohl eine hohe Tragfähigkeit des inneren Lagerkörpers zu erreichen, als auch die Einbringung von hochfeinen Mikrolöchern in die Lagerfläche zu ermöglichen. Der Tragkörper kann dabei in der erforderlichen Formsteifigkeit ausgestaltet werden, ohne daß auf die für das Einbringen von Mikrolöchern in die Lagerfläche erforderliche geringe Wandstärke in diesem Bereich Rücksicht genommen werden muß. Diese geringe Wandstärke ist in der auf den Tragkörper gasdicht aufgebrachten Hülse oder Lagerschale vorgesehen. In diese können dann die Mikrolöcher problemlos eingebracht werden.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Anordnung sind in den weiteren Unteransprüchen angegeben.

[0011] Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Mikrolöcher lasergebohrte Mikrolöcher sind.

[0012] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Hülse oder Lagerschale auf ihrem Außenumfang mit einer reibungs-

reduzierenden Beschichtung versehen ist. Eine derartige Beschichtung sorgt für Notlaufeigenschaften, falls im Fall einer Überlast eine Lagerflächenberührung zwischen den sich relativ zueinander bewegenden Körpern stattfinden sollte.

[0013] Es ist außerdem besonders vorteilhaft, wenn die Mikrolöcher einer Radialebene nicht exakt radial ausgerichtet sind, sondern in einem Winkel zur Radialrichtung geneigt sind. Auf diese Weise kann das Gaspolster im Lager in eine gewünschte Umfangsrichtung in Bewegung versetzt werden und eine vorgegebene Anlaufrichtung für den äußeren Körper kann so bestimmt werden.

[0014] In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist der innere Körper ein Rotationskörper und der äußere Körper ist stationär angeordnet.

[0015] Dabei ist der äußere Körper in seiner dem inneren Körper gegenüber gelegenen Lagerfläche mit einer Innenumfangsnut versehen, in die zumindest ein mit einer Druckgasquelle verbundener Gaszuführkanal mündet, und der innere Körper ist in einem axial mittleren Abschnitt der dem äußeren Körper gegenüber gelegenen Lagerfläche mit zumindest einer Gaseintrittsbohrung der Gasversorgungsstruktur versehen, wobei die zumindest eine Gaseintrittsbohrung der Innenumfangsnut gegenüberliegt. Auf diese Weise wird das Druckgas von außen in den rotierenden inneren Körper eingeleitet, ohne daß der rotierende inneren Körper einen mechanisch an den rotierenden inneren Körper angeschlossenen Druckgasanschluß aufweisen muß, wodurch die Reibung bei der Rotation des inneren Körpers wesentlich herabgesetzt wird.

[0016] Alternativ dazu ist der innere Körper in seiner dem äußeren Körper gegenübergelegenen Lagerfläche mit einer Außenumfangsnut versehen, wobei zumindest eine Gaseintrittsbohrung der Gasversorgungsstruktur in die Außenumfangsnut mündet, und wobei der äußere Körper in einem axial mittleren Abschnitt der dem inneren Körper gegenüber gelegenen Lagerfläche mit zumindest einem in diese Lagerfläche mündenden Gaszuführkanal versehen ist, der mit einer Druckgasquelle verbunden ist, wobei der zumindest eine Gaszuführkanal der Außenumfangsnut gegenüberliegt.

[0017] Beide vorgenannten Ausführungsformen weisen den Vorteil auf, daß der innere Rotationskörper nicht auf mechanische Weise mit einer Druckgasquelle verbunden ist, was die Rotationsreibung des inneren Körpers deutlich reduziert. Die Anordnung der Innenumfangsnut beziehungsweise der Außenumfangsnut im wesentlichen im - in Axialrichtung betrachtet - mittleren Abschnitt der jeweiligen Lagerfläche bewirkt, daß der Strömungswiderstand entlang des Lagerspalts in der jeweiligen Axialrichtung so hoch ist, daß das vom äußeren Körper zugeführte Druckgas nicht durch den Lagerspalt entweicht, sondern durch die zumindest eine Gaseintrittsbohrung des inneren Körpers in die im inneren Körper vorgesehene Gasversorgungsstruktur fließt und von dort durch die Mikrolöcher in der Lagerfläche des inneren Körpers in den Lagerspalt austritt. Dazu ist die gasgelagerte Anordnung so zu dimensionieren, daß der Strömungswiderstand zwischen der zumindest einen Gaseintrittsbohrung und den in den Lagerspalt mündenden Mikrolöchern niedriger ist als der Strömungswiderstand zwischen der Innenumfangsnut beziehungsweise der Außenumfangsnut und dem jeweiligen axialen Ende der gemeinsamen Lagerfläche.

[0018] Der das Verfahren betreffende Teil der Aufgabe wird durch die im Patentansprüch 15 angegebenen Verfahrensmerkmale gelöst.

[0019] Durch das luftdichte Aufbringen der Hülse oder der Lagerschale auf den Tragkörper ist es möglich, die Hülse oder Lagerschale mit den gewünschten Abmessungen aus einem Material vorzufertigen, das eine schnelle und leichte Einbringung der Mikrolöcher mit Hilfe der hochenergetischen Strahlung ermöglicht, während der Tragkörper dabei aus einem Material gefertigt werden kann, welches optimale Eigenschaften für die Tragfähigkeit aufweist.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Hülse oder die Lagerschale nach dem Aufbringen auf den Tragkörper und vor dem Einbringen der Mikrolöcher mittels spanender und/oder schleifender Bearbeitung des Außenumfangs auf eine gewünschte Abmessung gebracht werden kann. Hierdurch kann die Hülse oder die Lagerschale zunächst in einer statisch stabilen Form auf den Tragkörper aufgebracht, vorzugsweise aufgeschrumpft, oder aufgeklebt, werden. Die zur optimalen Einbringung der Mikrolöcher erforderliche dünne Wandstärke wird somit erst nach dem Aufbringen der Hülse oder Lagerschale auf den Tragkörper durch das spanende und/oder schleifende Bearbeiten des Außenumfangs der Hülse hergestellt.

[0021] Die Hülse kann beispielsweise aber auch als hochpräzises Abformteil des Innenumfangs des als Rotationskörper ausgestalteten äußeren Körpers gebildet sein.

[0022] In einer vorteilhaften Weiterbildung dieses Verfahrens ist die hochenergetische Strahlungsquelle von einer Lasereinrichtung gebildet, so daß die Mikrolöcher mittels eines Laserstrahls in die Hülse oder Lagerschale eingebracht werden.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Beispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erste erfindungsgemäße gasgelagerte Anordnung;

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt analog Fig. 2 durch eine alternative Ausführungsform dieser ersten Anordnung;

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Abwandlung der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen gasgelagerten Anordnung;

Fig. 5 einen Querschnitt analog Fig. 4 durch eine alternative Ausführungsform dieser zweiten Anordnung;

Fig. 6 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit rotierendem inneren Körper und

Fig. 7 einen Längsschnitt durch noch eine weitere abgewandelte Ausführungsform mit einem rotierenden inneren Körper.

[0024] In Fig. 1 ist ein als Achse ausgebildeter und nachfolgend auch als Lagerkörper bezeichneter innerer Körper 1 dargestellt, der auf herkömmliche Weise in einem nur schematisch dargestellten und mit gestrichelten Linien gezeigten Gehäuse 2 gehaltert ist. Der innere Körper 1 weist einen im Gehäuse eingespannten Tragkörper 10 auf. An seiner aus dem Gehäuse 2 herausragenden Seite ist der Tragkörper 10 mit einem im Querschnitt kreisförmigen Aufnahmeabschnitt 12 für eine Lagerhülse 14 versehen. Die Lagerhülse 14 ist auf den Aufnahmeabschnitt 12 aufgeschrumpft und auf diese Weise gasdicht mit dem Tragkörper 10 verbunden.

[0025] Der Tragkörper 10 ist im Bereich des Aufnahmeabschnitts 12 mit als Umfangsnuten 120, 121, 122, 123 ausgebildeten Ausnehmungen versehen. Jede dieser am Außenumfang des Aufnahmeabschnitts 12 vorgesehenen Umfangsnuten 120, 121, 122, 123 ist über zumindest eine Radialbohrung 124, 125, 126, 127 mit einer Axialbohrung 11 des Tragkörpers 10 verbunden. Auf diese Weise kann von einer nicht gezeigten Druckgasquelle in die Axialbohrung 11 eingeleitetes Druckgas, insbesondere Druckluft, durch die Radialbohrungen 124, 125, 126 und 127 in die jeweils zugeordneten Ringnuten 120, 121, 122, 123 eintreten und dort einen entsprechenden Gasdruck aufbauen.

[0026] Die Hülse 14 ist im Bereich der Ringnuten 120, 121, 122, 123 mit radial verlaufenden Mikrolöchern 140, 141, 142, 143 versehen, die, von der Lagerfläche 14' am radialen Außenumfang der Lagerhülse 14 ausgehend, durch die Wandung der Lagerhülse 14 hindurch in die zugehörige Ringnut 120, 121, 122, 123 hineinführen.

[0027] Wie Fig. 2 zeigt, sind über den Umfang der Lagerhülse im Bereich einer jeden Ringnut eine Vielzahl von Radialbohrungen 140, 141, 142, 143 vorgesehen. Die in der jeweiligen Ringnut 120, 121, 122, 123 anstehende Druckluft beziehungsweise das dort anstehende Druckgas tritt aus den Mikrolöchern 140, 141, 142, 143 in den zwischen der von der radialen Außenumfangsfläche der Lagerhülse 14 gebildeten Lagerfläche 14' und der dieser gegenübergelegenen Lagerfläche auf der Innenseite einer Lagerbohrung des äußeren Rotationskörpers 3 gebildeten Spalt 30 ein und bildet dort ein Luftpolster, welches den äußeren Rotationskörper 3 abstützt. Das überschüssige Druckgas tritt an den axialen Enden des Lagerspalts 30 aus. Auf diese Weise ist das aerostatische Lager gebildet.

[0028] Fig. 3 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt eines Schnitts ähnlich dem in Fig. 2, wobei bei dieser Ausführungsform jedoch die Mikrolöcher 140' unter einem Winkel α zur Radialrichtung R geneigt sind. Bei dieser Ausführungsform rotiert das im Lagerspalt 30 gebildete Gaspolster in Richtung des Pfeils U und sorgt auf diese Weise für ein vorgegebenes Anlaufverhalten des äußeren Rotationskörpers 3 in Richtung des Pfeils U.

[0029] Zur Herstellung des Gaslagers wird zunächst der Tragkörper 10 vorbereitet, indem die von der Axialbohrung 11, den Radialbohrungen 124, 125, 126, 127 und den Ringnuten 120, 121, 122, 123 gebildete Gasversorgungsstruktur im Tragkörper 10 eines inneren Lagerkörpers 1 vorgesehen wird. Dann wird auf den kreisförmigen Abschnitt 12 der Tragstruktur 10 die Lagerhülse 14 luftdicht befestigt, z.B. aufgeschrumpft oder aufgeklebt, so daß die Lagerhülse 14 gasdicht mit der Tragstruktur 10 verbunden ist. Anschließend wird die Wandstärke der ringförmigen Lagerhülse 14 durch spanendes und/schleifendes Bearbeiten ihres Außenumfangs auf eine vorgegebene Dicke d reduziert, die ausreichend gering ist, um ein problemloses Einbringen von Mikrolöchern mittels einer hochenergetischen Strahlungsquelle, beispielsweise einer Lasereinrichtung, zu ermöglichen. Im Anschluß an diese Materialbearbeitung der Lagerhülse 14 wird eine Vielzahl von Mikrolöchern 140, 141, 142, 143 in die Lagerhülse 14 mittels der hochenergetischen Strahlungsquelle von der Seite der Lagerfläche 14' aus in die Lagerhülse 14 eingebracht, wobei sich die Strahlungsquelle radial außerhalb des inneren Lagerkörpers 1 befindet. Vorzugsweise wird vor oder nach dem Einbringen der Mikrolöcher noch eine reibungsmindernde Beschichtung auf die Lagerfläche 14' aufgebracht. Anschließend wird noch der äußere Rotationskörper auf den inneren Lagerkörper aufgeschoben und bei Bedarf auf dem Fachmann bekannte Weise in Axialrichtung gegen Verschieben gesichert.

[0030] In Fig. 4 ist eine abgewandelte Ausführungsform der ersten Anordnung ähnlich Fig. 2 gezeigt. Hier ist die Lagerhülse 114 nicht auf ihrem gesamten Umfang mit den als Mikrolöcher ausgebildeten Radialbohrungen 140 versehen, sondern nur in einem Umfangsabschnitt von etwa 170°. Diese gasgelagerte Anordnung mit der Lagerhülse 114 ist als Umlenklager für eine auf dem Gaspolster über der Lagerfläche 114' um den inneren Lagerkörper 101 herum geführte Materialbahn 4 ausgestaltet, wobei die Materialbahn 4 in Pfeilrichtung um den feststehenden Lagerkörper 101 herumläuft.

[0031] Eine Abwandlung eines feststehenden Lagerkörpers 201 ist in Fig. 5 dargestellt. Dort ist der Lagerkörper 201 aus einem als Tragbalken ausgebildeten Tragkörper 210 gebildet. Der Tragkörper 210 ist in einem Abschnitt mit einer im Querschnitt bogenförmig oder gekrümmt ausgebildeten Lagerschale 214 versehen, die mit dem Lagerkörper 210 luftdicht verbunden, beispielsweise verklebt, ist. Die Lagerschale 214 besitzt eine ebenfalls gekrümmt verlaufende Lagerfläche 214', über welche eine Materialbahn 204 umläuft. Die Materialbahn

204 bewegt sich in Pfeilrichtung relativ zu dem stationären Lagerkörper 210, wobei das aus den in der Lagerschale 214 vorgesehenen Mikrolöchern 240 ausströmende Druckgas die Materialbahn 204 trägt.

[0032] Der Tragkörper 210 ist analog zum Tragkörper 10 mit einer in Axialrichtung verlaufenden Druckgas-Versorgungsbohrung 211 und von dieser Druckgasbohrung 211 ausgehenden Radialbohrungen 224 versehen, die jeweils in einen nutenartigen Druckgasraum 220 münden, in welchen auch die Mikrolöcher 240 münden.

[0033] In den Beispielen der Fig. 6 und 7 ist der jeweils innere Körper 301, 401 als Rotationskörper ausgebildet, während der jeweilige äußere Körper 303, 403 bezüglich der Rotationsbewegung stationär, also ortsfest, angeordnet ist. Die Zufuhr des Druckgases zur Beaufschlagung der im jeweiligen inneren Körper 301, 401 vorgesehenen Gasversorgungsstruktur zur Beaufschlagung der jeweiligen Druckgaspolster zwischen den einander gegenübergelegenen Lagerflächen 313' und 314' beziehungsweise 413' und 414' erfolgt von außen durch einen Gaszuführkanal 340 beziehungsweise 440, der jeweils im äußeren Körper 303 beziehungsweise 403 vorgesehen ist.

[0034] In Fig. 6 ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der der äußere Körper 303 in seiner dem inneren Körper 301 gegenüber gelegenen Lagerfläche 313' mit einer Innenumfangsnut 342 versehen ist. In die Innenumfangsnut 342 mündet der Gaszuführkanal 340. Der Innenumfangsnut 342 gegenüber gelegen ist zumindest eine Gaseintrittsbohrung 311' in der Lagerfläche 314' des inneren Körpers 301 vorgesehen, die mit der im Tragkörper 310 des inneren Körpers 301 ausgebildeten Gasversorgungsstruktur 311 verbunden ist. Auf diese Weise kann das von einer Druckgasquelle über den Gaszuführkanal 340 in die Innenumfangsnut 342 eingeleitete Druckgas durch die Gaseintrittsbohrung 311' in die Gasversorgungsstruktur 311 des inneren Körpers 301 eintreten und wird von dort zu den in der Lagerhülse 314 vorgesehenen Mikrolöchern 350, 351, 352, 353 geleitet, durch welche es in den Lagerspalt 330 eintritt, um dort das Druckgaspolster für die Lagerung zu erzeugen.

[0035] Bei der Ausführungsform nach Fig. 7 ist die umlaufende Nut nicht im Innenumfang der Lagerfläche 413' des äußeren Körpers 403 vorgesehen, sondern als Außenumfangsnut 442 in der Lagerfläche 414' des inneren Körpers 401. Der Gaszuführkanal 440 mündet in die Lagerfläche 413' des äußeren Körpers 403 in einem Abschnitt, der der Außenumfangsnut 442 gegenüberliegt. Die Gaseintrittsbohrung 411' mündet in die Außenumfangsnut 442 des inneren Körpers 401 und ist ebenfalls mit der im Tragkörper 410 des inneren Körpers 401 vorgesehenen Gasversorgungsstruktur 411 verbunden. Auch bei dieser Ausführungsform fließt das Druckgas von der Druckgasquelle durch den Gaszuführkanal 440 in die Außenumfangsnut 442 und von dort durch die Gaseintrittsbohrung 411' in die Gasversorgungsstruktur 411 und tritt von dort durch die in der Lagerhülse 414 vorgesehenen Mikrolöcher 450, 451, 452, 453 in den Lagerspalt 430 aus, wo es das Druckgaspolster für die Lagerung bildet.

[0036] Sowohl in der Ausführungsform gemäß Fig. 6 als auch in der Ausführungsform gemäß Fig. 7 sind die Innenumfangsnut 342 beziehungsweise die Außenumfangsnut 442 im Bereich der Mitte der Axialerstreckung L der einander gegenübergelegenen jeweiligen Lagerflächen 313', 314' beziehungsweise 413', 414' angeordnet. Das Verhältnis zwischen der Dicke d des jeweiligen Lagerspalts zum jeweiligen Abstand zwischen der Innenumfangsnut 342 beziehungsweise der Außenumfangsnut 442 und dem jeweiligen axialen äußeren Ende der jeweiligen gemeinsamen Lagerflächen ist dabei so bemessen, daß der Strömungswiderstand von der jeweiligen Nut 342, 442 direkt durch den jeweiligen Lagerspalt 330, 430 nach außen größer ist als der Strömungswiderstand durch die jeweilige Gasversorgungsstruktur 311, 411 und die mit dieser verbundenen Mikrolöcher und in achsparalleler Richtung nach außen, so daß gewährleistet ist, daß das in die Innenumfangsnut 342 beziehungsweise Außenumfangsnut 442 eingeleitete Druckgas nicht unmittelbar durch den jeweiligen Lagerspalt 330, 430 entweicht, sondern durch die jeweilige Gasversorgungsstruktur 311, 411 und die zugeordneten Mikrolöcher in den Lagerspalt eingeleitet wird.

[0037] Die Materialbahnen, die in den Figuren 4 und 5 gezeigt sind, können beispielsweise Papierbahnen oder Folienbahnen aus Kunststoff oder Metall, beispielsweise Aluminium, sein.

Patentansprüche

1. Gasgelagerte Anordnung von relativ zueinander bewegbaren Körpern mit

   - einem inneren Lagerkörper (1; 101; 201; 301; 401) mit einer zumindest abschnittsweise gekrümmt verlaufenden Lagerfläche (14'; 114'; 214'; 314'; 414') und
   - einem zumindest den gekrümmten Abschnitt der Lagerfläche (14'; 114'; 214'; 314'; 414') des inneren Lagerkörpers (1; 101; 201; 301; 401) zumindest teilweise umgebenden äußeren Körper (3; 203; 303; 403),
   - wobei der innere Lagerkörper (1; 101; 201) einen Tragkörper (10; 210) aufweist, der an seinem Außenumfang mit einer Lagerhülse (14; 114) oder Lagerschale (214) versehen ist,
   - wobei die Lagerhülse (14; 114) oder Lagerschale (214) zumindest bereichsweise mit Mikrolöchern (140, 141, 142, 143; 140'; 240) versehen ist, die die Wandung der Lagerhülse (14; 114) oder Lagerschale (214) durchdringen und in in Umfangsrichtung verlaufende Ausnehmungen (120, 121, 122, 123; 220) einer Gaszufuhr-Versorgungsstruktur des Tragkörpers (10; 210) münden, um Gasaustrittsdüsen eines Gasla-

gers zu bilden, und
- wobei die Mikrolöcher (140, 141, 142, 143; 140'; 240) von der Seite der Lagerfläche (14'; 114'; 214') aus mittels einer hochenergetischen Strahlungsquelle in die Lagerhülse (14; 114) eingebracht sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lagerhülse (14; 114; 314; 414) oder Lagerschale (214) drehfest und axialfest auf dem Tragkörper (10; 210; 310; 410) angebracht ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lagerhülse (14; 114; 314; 414) oder Lagerschale (214) auf ihrem Außenumfang im Bereich der Lagerfläche (14'; 114'; 214'; 314; 414') mit einer reibungsreduzierenden Beschichtung versehen ist.

4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Gaslager ein aerostatisches Lager ist.

5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mikrolöcher (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453) von einer hochenergetischen Strahlungsquelle gebohrte Mikrolöcher sind.

6. Anordnung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mikrolöcher (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453) lasergebohrte Mikrolöcher sind.

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mikrolöcher (140') in einer Radialebene nicht exakt radial ausgerichtet sind, sondern in einem Winkel (α) zur Radialrichtung (R) geneigt sind.

8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der innere Lagerkörper (1) eine Achse ist und daß der äußere Körper (3) ein Rotationskörper (30) ist, der auf der Achse drehbar gelagert ist.

9. Anordnung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet
daß der äußere Rotationskörper (30) bezüglich des inneren Lagerkörpers (1) in Axialrichtung festgelegt ist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der innere Lagerkörper (1) eine Achse ist, wobei die Lagerhülse (114) nur über einen Teilabschnitt ihres Umfangs mit Mikrolöchern (140) versehen ist, und daß der äußere Köper (4) eine über den Teiabschnitt des inneren Lagerkörpers (1) umgelenkte und relativ zum inneren Lagerkörper (1) bewegte Materialbahn ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,**

- **daß** der innere Lagerkörper (201) ein mit der Lagerhülse (214) versehener Balken ist,
- **daß** der äußere Körper (204) von einer Materialbahn gebildet ist, die über die Lagerfläche (214') der Lagerhülse (214) verläuft und die sich bezüglich des inneren Lagerkörpers (201) bewegt.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der innere Lagerkörper (301; 401) ein Rotationskörper ist und daß der äußere Körper (303; 403) stationär angeordnet ist.

13. Anordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet,**

- **daß** der äußere Körper (303) in seiner dem inneren Lagerkörper (301) gegenüber gelegenen Lagerfläche (313') mit einer Innenumfangsnut (342) versehen ist,
- **daß** zumindest ein mit einer Druckgasquelle verbundener Gaszuführkanal (340) in die Innenumfangsnut (342) mündet, und
- **daß** der innere Lagerkörper (301) in einem axial mittleren Abschnitt der dem äußeren Körper (303) gegenüber gelegenen Lagerfläche (314') mit zumindesteiner Gaseintrittsbohrung (311') der Gasversorgungsstruktur (311) versehen ist, wobei die Gaseintrittsbohrung (311') der Innenumfangsnut (342) gegenüberliegt.

14. Anordnung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,

- **daß** der innere Lagerkörper (401) in seiner dem äußeren Körper (403) gegenüber gelegenen Lagerfläche (414') mit einer Außenumfangsnut (442) versehen ist,
- **daß** zumindest eine Gaseintrittsbohrung (411') der Gasversorgungsstruktur (411) in die Außenumfangsnut (442) mündet, und
- **daß** der äußere Körper (403) in einem axial mittleren Abschnitt der dem inneren Lagerkörper (401) gegenüber gelegenen Lagerfläche

(413') mit zumindest einem in diese Lagerfläche (413') mündenden Gaszuführkanal (440) versehen ist, der mit einer Druckgasquelle verbunden ist, wobei der zumindest eine Gaszuführkanal (440) der Außenumfangsnut (442) gegenüberliegt.

15. Verfahren zur Herstellung eines Gaslagers für eine Anordnung von relativ zueinander bewegbaren Körpern mit den Schritten:

a) Bereitstellen eines mit einer Gaszufuhr-Versorgungsstruktur versehenen Tragkörpers (10; 210; 310; 410), wobei die Gaszufuhr-Versorgungsstruktur in einem Außenumfangsabschnitt des Tragkörpers (10; 210; 310; 410) vorgesehene, in Umfangsrichtung verlaufende Ausnehmungen (120, 121, 122, 123; 220) aufweist;
b) gasdichtes Aufbringen einer Lagerhülse (14; 114; 314; 414) oder einer zumindest abschnittsweise gekrümmt verlaufenden Lagerschale (214) auf den Tragkörper (10; 210; 310; 410) zur Bildung eines inneren Lagerkörpers (1; 101; 201; 301; 401) im Bereich der Ausnehmungen (120, 121, 122, 123; 220) der Gaszufuhr-Versorgungsstruktur, wobei der innere Lagerkörper (1; 101; 201; 301; 401) einen inneren Körper bildet, der von einem äußeren Körper zumindest teilweise umfaßt ist;
c) Einbringen von die Wandung der Lagerhülse (14; 114) beziehungsweise Lagerschale (214) durchdringenden Mikrolöchern (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453) in die Lagerhülse (14; 114; 314; 414) beziehungsweise Lagerschale (214) mittels einer hochenergetischen Strahlungsquelle, wobei sich die Strahlungsquelle radial außerhalb des inneren Lagerkörpers (1; 101; 201; 301; 401) befindet und das Einbringen der Mikrolöcher (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453) von der Seite der Lagerfläche (14'; 114'; 214'; 314'; 414') aus erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Außenumfang der Lagerhülse (14) durch hochpräzises Abformen des Innenumfangs eines die Lagerhülse (14) umgebenden äußeren, als Rotationskörper ausgebildeten Körpers (3) gebildet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet,**
daß die hochenergetische Strahlungsquelle eine Lasereinrichtung ist.

18. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß vor dem Schritt c) ein spanendes und/oder schleifendes Bearbeiten des Außenumfangs der Lagerhülse (14; 114; 314; 414) beziehungsweise der Lagerschale (214) zur Erzielung eines vorgegebenen Außendurchmessers beziehungsweise Krümmungsradius der Lagerschale (214) durchgeführt wird.

Claims

1. Gas bearing arrangement of bodies that are movable relative to one another, comprising

- an inner bearing body (1; 101; 201; 301; 401) having a bearing surface (14'; 114'; 214'; 314'; 414') extending at least in sections in a curved manner and
- an outer body (3; 203; 303; 403) that at least partially surrounds at least the curved portion of the bearing surface (14'; 114'; 214'; 314'; 414') of the inner bearing body (1; 101; 201; 301; 401),
- wherein the inner bearing body (1; 101; 201) comprises a supporting body (10; 210), which is provided at its outer periphery with a bearing sleeve (14; 114) or bearing shell (214),
- wherein the bearing sleeve (14; 114) or bearing shell (214) is provided at least in sections with microholes (140, 141, 142, 143; 140'; 240), which penetrate the wall of the bearing sleeve (14; 114) or bearing shell (214) and open out into recesses (120, 121, 122, 123; 220), which extend in peripheral direction, of a gas-feed supply structure of the supporting body (10; 210) in order to form gas outlet nozzles of a gas bearing, and
- wherein the microholes (140, 141, 142, 143; 140'; 240) are introduced into the bearing sleeve (14; 114) from the bearing surface (14'; 114'; 214') side by means of a high-energy radiation source.

2. Arrangement according to claim 1,
characterized in
that the bearing sleeve (14; 114; 314; 414) or bearing shell (214) is mounted in a rotationally and axially fixed manner on the supporting body (10; 210; 310; 410).

3. Arrangement according to claim 1 or 2,
characterized in
that the bearing sleeve (14; 114; 314; 414) or bearing shell (214) is provided on its outer periphery in the region of the bearing surface (14'; 114'; 214'; 314'; 414') with a friction-reducing coating.

4. Arrangement according to one of the preceding

claims,
characterized in
that the gas bearing is an aerostatic bearing.

5. Arrangement according to one of the preceding claims,
characterized in
that the microholes (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453) are microholes bored by a high-energy radiation source.

6. Arrangement according to claim 5,
characterized in
that the microholes (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453) are laser-bored microholes.

7. Arrangement according to one of the preceding claims,
characterized in
that the microholes (140') in a radial plane are not exactly radially oriented but are inclined at an angle (α) relative to the radial direction (R).

8. Arrangement according to one of the preceding claims,
characterized in
that the inner bearing body (1) is an axle and that the outer body (3) is a rotational body (30), which is mounted rotatably on the axle.

9. Arrangement according to claim 8,
characterized in
that the outer rotational body (30) is fixed in axial direction relative to the inner bearing body (1).

10. Arrangement according to one of claims 1 to 7,
characterized in
that the inner bearing body (1) is an axle, wherein the bearing sleeve (114) is provided only over a sub-portion of its periphery with microholes (140), and that the outer body (4) is a material web, which is deflected over the sub-portion of the inner bearing body (1) and moved relative to the inner bearing body (1).

11. Arrangement according to one of claims 1 to 7,
characterized in

- **that** the inner bearing body (201) is a beam that is provided with the bearing sleeve (214),
- **that** the outer body (204) is formed by a material web, which extends over the bearing surface (214') of the bearing sleeve (214) and which moves relative to the inner bearing body (201).

12. Arrangement according to one of claims 1 to 7,
characterized in
that the inner bearing body (301; 401) is a rotational body and that the outer body (303; 403) is disposed in a stationary manner.

13. Arrangement according to claim 12,
characterized in

- **that** the outer body (303) in its bearing surface (313') situated opposite the inner bearing body (301) is provided with an inner peripheral groove (342),
- **that** at least one gas feed channel (340), which is connected to a pressure gas source, opens out into the inner peripheral groove (342), and
- **that** the inner bearing body (301) in an axially central portion of the bearing surface (314') situated opposite the outer body (303) is provided with at least one gas inlet bore (311') of the gas supply structure (311), wherein the gas inlet bore (311') lies opposite the inner peripheral groove (342).

14. Arrangement according to claim 12,
characterized in

- **that** the inner bearing body (401) in its bearing surface (414') situated opposite the outer body (403) is provided with an outer peripheral groove (442),
- **that** at least one gas inlet bore (411') of the gas supply structure (411) opens out into the outer peripheral groove (442), and
- **that** the outer body (403) in an axially central portion of the bearing surface (413') situated opposite the inner bearing body (401) is provided with at least one gas feed channel (440), which opens out into said bearing surface (413') and is connected to a pressure gas source, wherein the at least one gas feed channel (440) lies opposite the outer peripheral groove (442).

15. Method of manufacturing a gas bearing for an arrangement of bodies that are movable relative to one another, comprising the steps:

a) provision of a supporting body (10; 210; 310; 410) that is provided with a gas-feed supply structure, wherein the gas-feed supply structure comprises recesses (120, 121, 122, 123; 220), which are provided in an outer peripheral portion of the supporting body (10; 210; 310; 410) and extend in peripheral direction;
b) mounting of a bearing sleeve (14; 114; 314; 414) or an, at least in sections, curved bearing shell (214) in a gastight manner onto the supporting body (10; 210; 310; 410) to form an inner bearing body (1; 101; 201; 301; 401) in the region of the recesses (120, 121, 122, 123; 220)

of the gas-feed supply structure, wherein the inner bearing body (1; 101; 201; 301; 401) forms an inner body that is at least partially surrounded by an outer body;

c) introduction of microholes (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453), which penetrate the wall of the bearing sleeve (14; 114) or bearing shell (214), into the bearing sleeve (14; 114; 314; 414) or bearing shell (214) by means of a high-energy radiation source, wherein the radiation source is situated radially outwardly of the inner bearing body (1; 101; 201; 301; 401) and the introduction of the microholes (140, 141, 142, 143; 140'; 240; 350, 351, 352, 353; 450, 451, 452, 453) is effected from the bearing surface (14'; 114'; 214'; 314'; 414') side.

16. Method according to claim 15,
characterized in
that the outer periphery of the bearing sleeve (14) is formed by high-precision moulding of the inner periphery of an outer body (3), which takes the form of a rotational body and surrounds the bearing sleeve (14).

17. Method according to claim 15,
characterized in
that the high-energy radiation source is a laser device.

18. Method according to claim 15,
characterized in
that prior to the step c) a cutting and/or grinding operation is carried out on the outer periphery of the bearing sleeve (14; 114; 314; 414) or the bearing shell (214) in order to achieve a defined outside diameter and/or radius of curvature of the bearing shell (214).

Revendications

1. Agencement de corps mobiles les uns par rapport aux autres avec montage sur des paliers à gaz, comprenant

- un corps de palier intérieur (1 ; 101 ; 201 ; 301 ; 401) présentant une surface de palier (14' ; 114' ; 214' ; 314' ; 414') qui s'étend sous forme incurvée au moins par portions, et
- un corps extérieur (3 ; 203 ; 303 ; 403) qui entoure au moins partiellement le tronçon incurvé de la surface de palier (14' ; 114' ; 214' ; 314' ; 414') du corps de palier intérieur (1 ; 101 ; 201 ; 301 ; 401),
- dans lequel le corps de palier intérieur (1 ; 101 ; 201) comprend un corps porteur (10 ; 210) qui est doté, à sa périphérie extérieure, d'une douille de palier (14 ; 114) ou d'une coque de palier (214),
- dans lequel la douille de palier (14 ; 114) ou la coque de palier (214) est dotée au moins par zones de micro-trous (140, 141, 142, 143 ; 140' ; 240), qui traversent la paroi de la douille de palier (14 ; 114) ou de la coque de palier (214) et débouchent dans des évidements (120, 121, 122, 123 ; 220), s'étendant en direction périphérique, d'une structure d'alimentation en gaz du corps porteur (10 ; 210) afin de former des buses de sortie de gaz d'un palier à gaz, et
- dans lequel les micro-trous (140, 141, 142, 143 ; 140' ; 240) sont ménagés dans la douille de palier (14 ; 114) en partant du côté de la surface de palier (14' ; 114' ; 214') au moyen d'une source de rayonnement à haute énergie.

2. Agencement selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la douille de palier (14 ; 114 ; 314 ; 414) ou la coque de palier (214) est montée solidaire en rotation et fixes en sens axial sur le corps porteur (10 ; 210 ; 310 ; 410).

3. Agencement selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que la douille de palier (14 ; 114 ; 314 ; 414) ou la coque de palier (214) est pourvue d'un revêtement réducteur de friction sur sa périphérie extérieure dans la région de la surface de palier (14' ; 114' ; 214' ; 314' ; 414').

4. Agencement selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le palier à gaz est un palier aérostatique.

5. Agencement selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que les micros-trous (140, 141, 142, 143 ; 140'; 240 ; 350, 351, 352, 353 ; 450, 451, 452, 453) sont des micros-trous percés par une source de rayonnement à haute énergie.

6. Agencement selon la revendication 5,
caractérisé en ce que les micros-trous (140, 141, 142, 143 ; 140'; 240 ; 350, 351, 352, 353 ; 450, 451, 452, 453) sont des micros-trous percés au laser.

7. Agencement selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que les micros-trous (140') dans un plan radial ne sont pas orientés exactement radialement, mais sont inclinés par rapport à la direction radiale (R) sous un angle (α).

8. Agencement selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que le corps de palier intérieur (1) est un axe, et **en ce que** le corps extérieur (3) est un corps rotatif (30) qui est monté en rotation sur l'axe.

9. Agencement selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le corps rotatif extérieur (30) est immobilisé en direction axiale par rapport au corps de palier intérieur (1).

10. Agencement selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le corps de palier intérieur (1) est un axe, dans lequel la douille de palier (114) est pourvue de micro-trous (140) seulement sur une portion partielle de sa périphérie, et **en ce que** le corps extérieur (4) est une bande de matériau rabattue sur une portion partielle du corps de palier intérieur (1) et déplacée par rapport au corps de palier intérieur (1).

11. Agencement selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**

- le corps de palier intérieur (201) est un barreau pourvu de la douille de palier (214), et
- **en ce que** le corps extérieur (204) est formé par une bande de matériau, qui s'étend sur la surface de palier (214') de la douille de palier (214) et qui se déplace par rapport au corps de palier intérieur (201).

12. Agencement selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le corps de palier intérieur (301 ; 401) est un corps rotatif et **en ce que** le corps extérieur (303 ; 403) est agencé stationnaire.

13. Agencement selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**

- le corps extérieur (303) est pourvu d'une gorge périphérique intérieure (342) dans sa surface de palier (313') située à l'opposé du corps de palier intérieur (301),
- **en ce qu'**au moins un canal d'admission de gaz (340) relié à une source de gaz sous pression débouche dans la gorge périphérique intérieure (342), et
- **en ce que** le corps de palier intérieur (301) est pourvu, dans un tronçon axial médian de la surface de palier (314') situé à l'opposé du corps extérieur (303), d'au moins un perçage d'entrée de gaz (311') de la structure d'alimentation de gaz (311), le perçage d'entrée de gaz (311') étant opposé à la gorge périphérique intérieure (342).

14. Agencement selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**

- le corps de palier intérieur (401) est pourvu, dans sa surface de palier (414') située à l'opposé du corps extérieur (403), d'une gorge périphérique extérieure (442),
- **en ce qu'**au moins un perçage d'entrée de gaz (411') de la structure d'alimentation de gaz (411) débouche dans la gorge périphérique extérieure (442), et
- **en ce que** le corps extérieur (403) est pourvu, dans un tronçon axial médian de la surface de palier (413') situé à l'opposé du corps de palier intérieur (401), d'au moins un canal d'alimentation de gaz (440) qui débouche dans cette surface de palier (413') et qui est relié à une source de gaz sous pression, ledit au moins un canal d'alimentation de gaz (440) étant opposé à la gorge périphérique extérieure (442).

15. Procédé pour la réalisation d'un palier à gaz pour un agencement de corps mobiles les uns par rapport aux autres, comprenant les étapes suivantes :

a) préparation d'un corps porteur (10 ; 210 ; 310 ; 410) pourvu d'une structure d'alimentation de gaz, dans lequel la structure d'alimentation de gaz comprend des évidements (120, 121, 122, 123 ; 220) prévus dans un tronçon de périphérie extérieur du corps porteur (10 ; 210 ; 310 ; 410) et s'étendant en direction périphérique ;
b) montage étanche au gaz d'une douille de palier (14 ; 114 ; 314 ; 414) ou d'une coque de palier (214) qui s'étend de manière incurvée au moins par portion, sur le corps porteur (10 ; 210 ; 310 ; 410) pour former un corps de palier intérieur (1 ; 101 ; 201 ; 301 ; 401) dans la zone des évidements (120, 121, 122, 123 ; 220) de la structure d'alimentation de gaz, tel que le corps de palier intérieur (1 ; 101 ; 201 ; 301 ; 401) forme un corps intérieur, qui est au moins partiellement entouré par un corps extérieur ;
c) réalisation de micro-trous (140, 141, 142, 143 ; 140' ; 240 ; 350, 351, 352, 353 ; 450, 451, 452, 453) dans la douille de palier (14 ; 114 ; 314 ; 414) ou respectivement la coque de palier (214), qui traversent la paroi de la douille de palier (14 ; 114) ou respectivement de la coque de palier (214), au moyen d'une source de rayonnement à haute énergie, ladite source de rayonnement se trouvant radialement à l'extérieur du corps de palier intérieur (1 ; 101 ; 201 ; 301,401), la réalisation des micros-trous (140, 141, 142, 143 ; 140' ; 240 ; 350, 351, 352, 353 ; 450, 451, 452, 453) ayant lieu depuis le côté de la surface de palier (14' ; 114' ; 214' ; 314' ; 414').

16. Procédé selon la revendication 15,

caractérisé en ce que la périphérie extérieure de la douille de palier (14) est formée par déformation hautement précise de la périphérie intérieure d'un corps (3) extérieur, réalisé sous forme de corps rotatif, qui entoure la douille de palier (14).

17. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la source de rayonnement à haute énergie est un système à laser.

18. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que**, avant l'étape c), on exécute un usinage de la périphérie extérieure de la douille de palier (14 ; 114 ; 314 ; 414) ou respectivement de la coque de palier (214), par enlèvement de matière et/ou par meulage, pour obtenir un diamètre extérieur prédéterminé ou respectivement un rayon de courbure prédéterminée de la coque de palier (214).

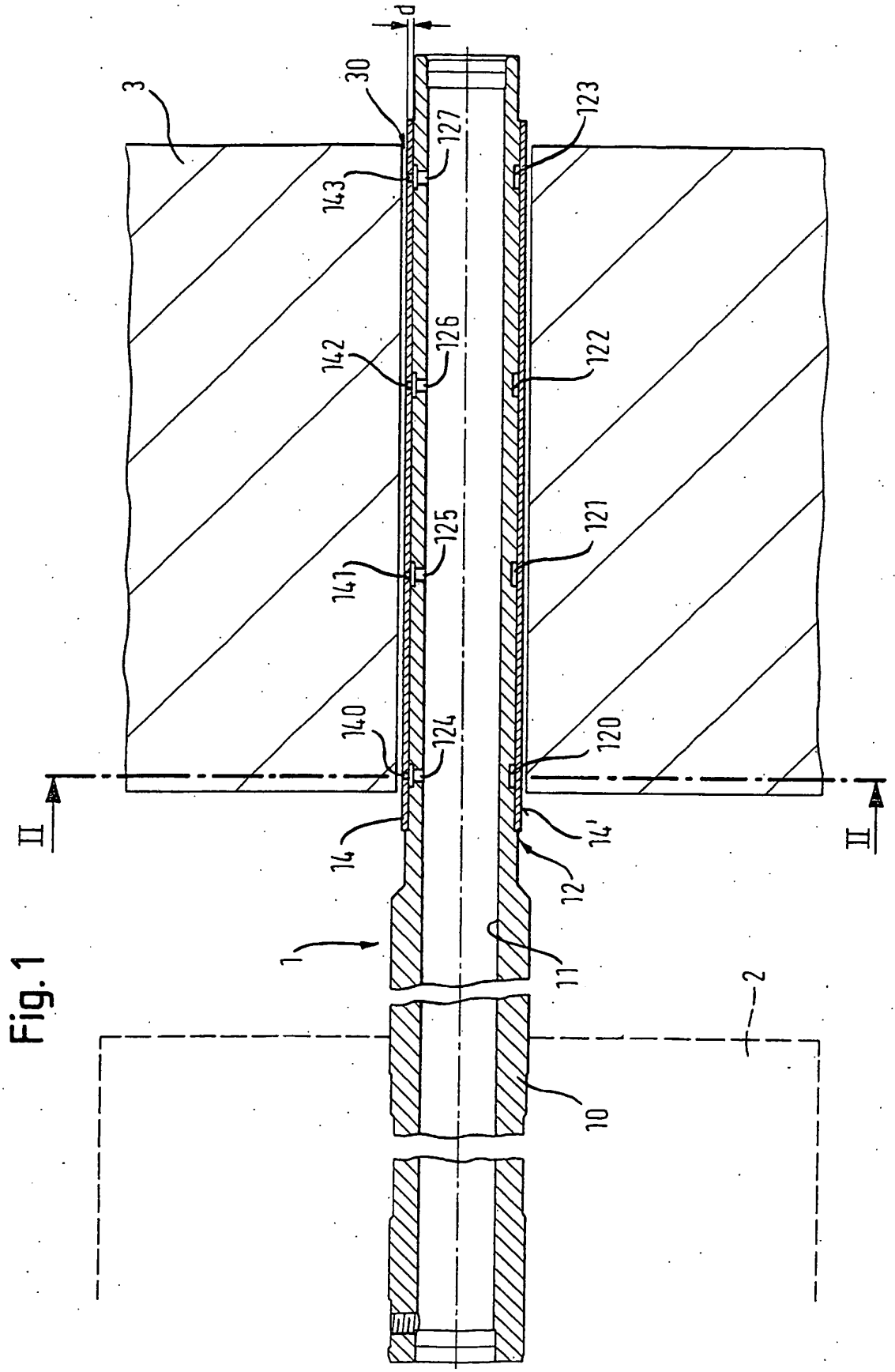

d
3
30
123
127
143
142
126
122
125
121
141
140
124
120
II
II
14
14'
12
1
11
2
10

Fig. 1

Fig. 2

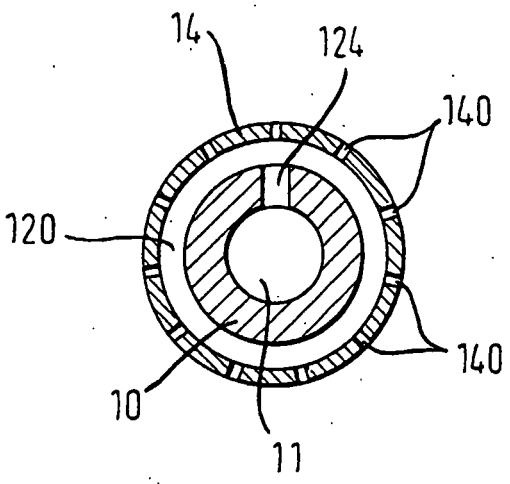


Fig. 3

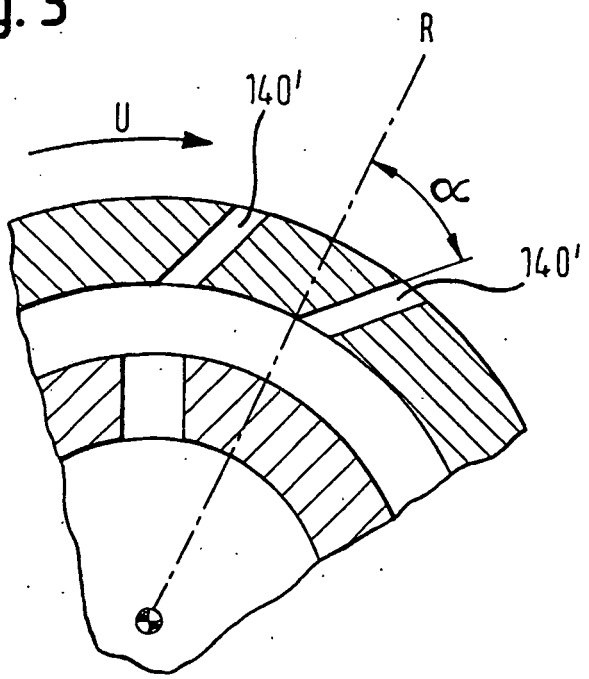


Fig. 4

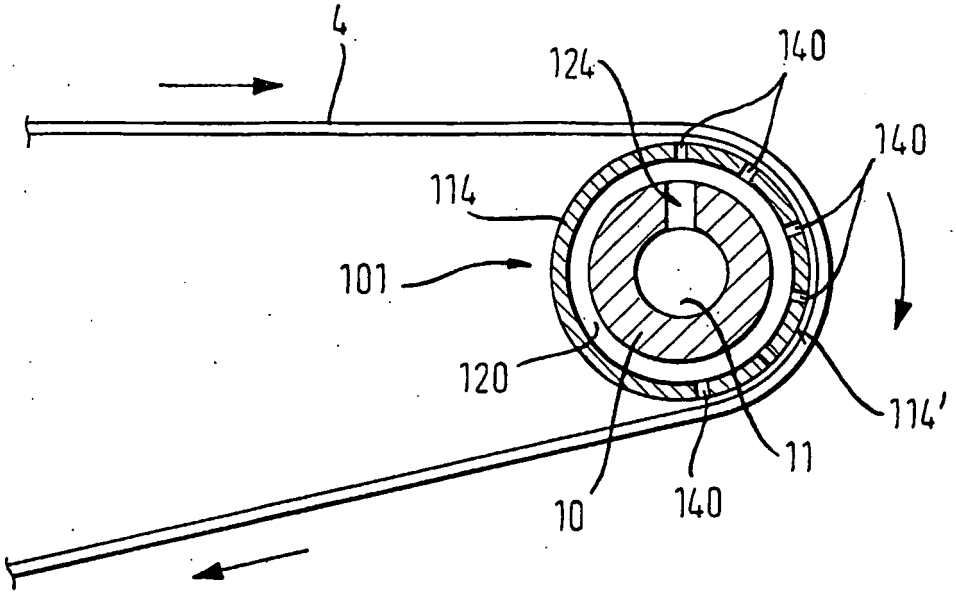

4
124
140
140
114
101
120
114'
11
10
140

Fig. 5

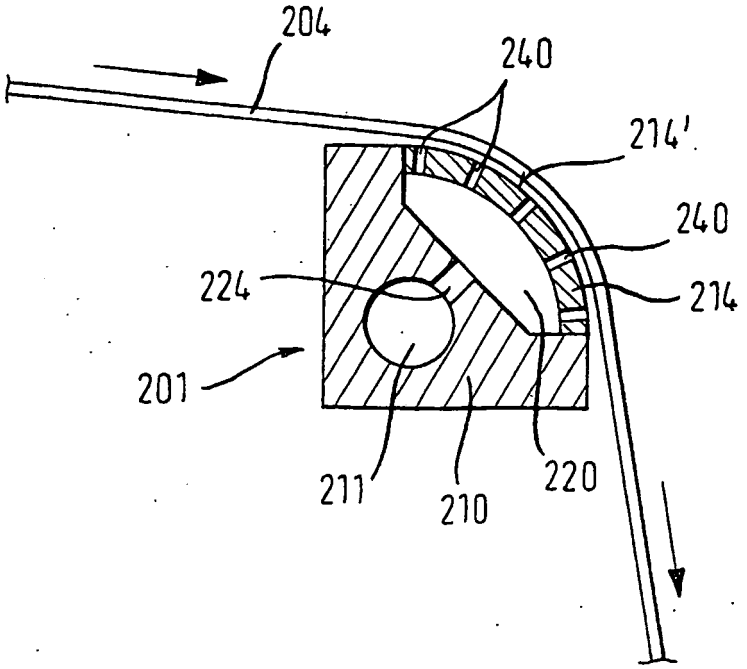

204
240
214'
240
224
214
201
211
210
220

Fig. 6

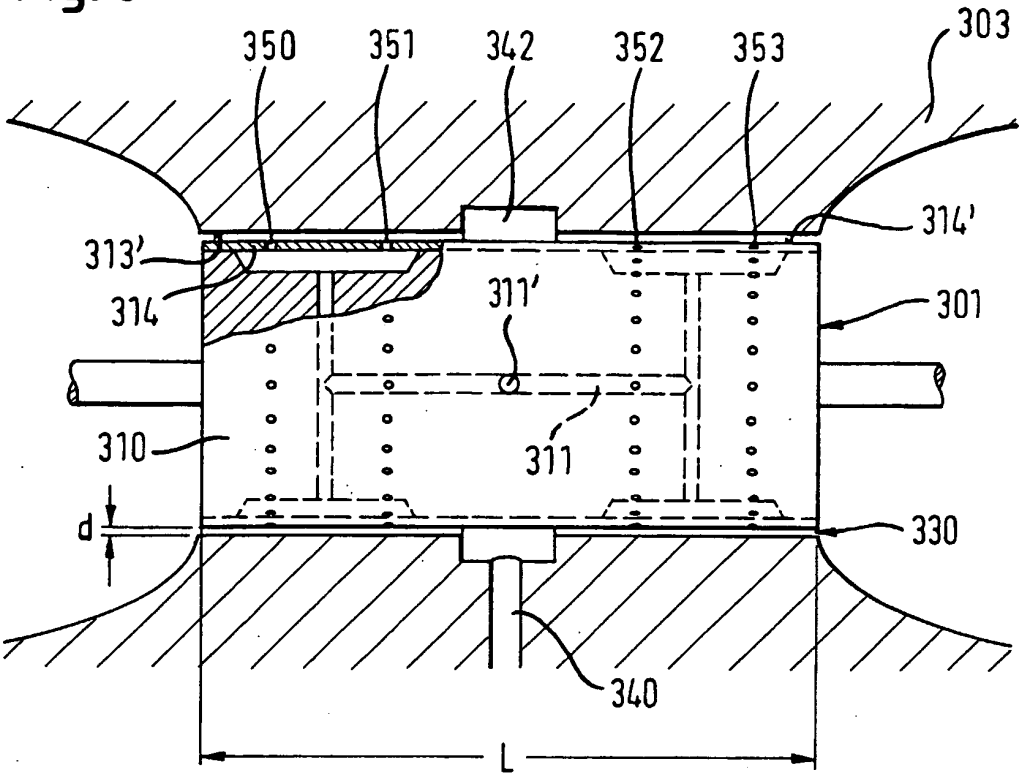
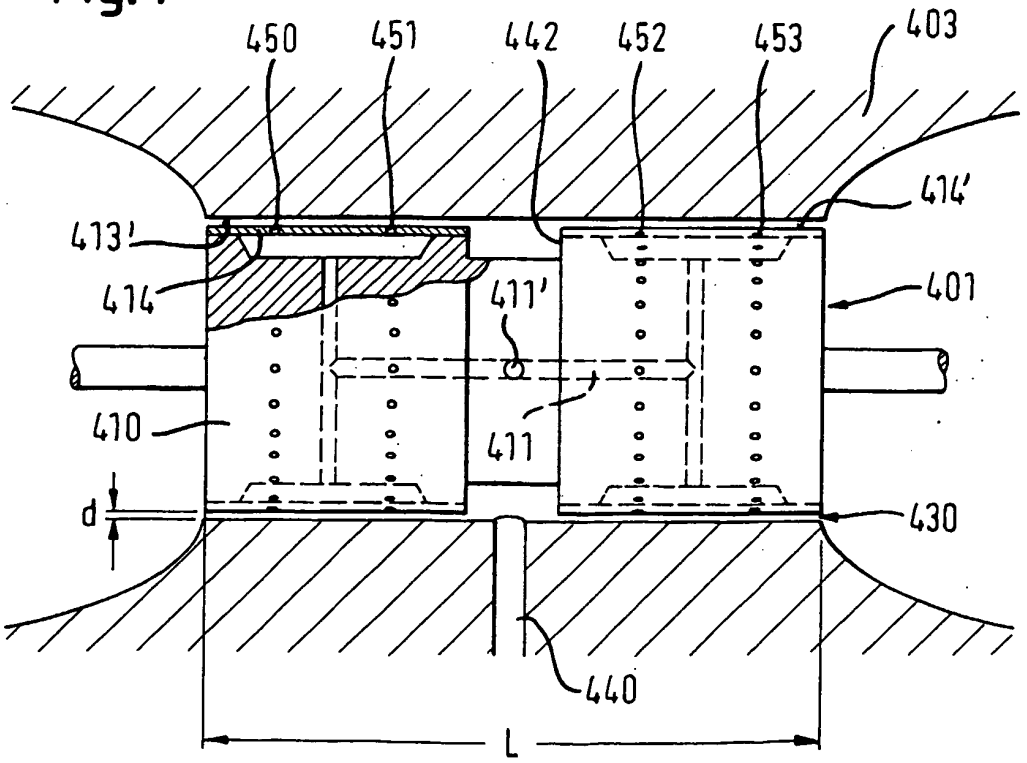

350
351
342
352
353
303
314'
313'
314
311'
301
310
311
d
330
340
L

Fig. 7


450
451
442
452
453
403
414'
413'
414
411'
401
410
411
d
430
440
L

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4436156 C1 **[0003]**
- EP 0686781 A2 **[0004]**
- US 4744676 A **[0005]**