



(10) **DE 10 2011 085 681 A1** 2013.05.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 085 681.1**  
(22) Anmeldetag: **03.11.2011**  
(43) Offenlegungstag: **08.05.2013**

(51) Int Cl.: **F16C 17/04 (2012.01)**  
**F02B 37/00 (2011.01)**  
**F01D 25/18 (2011.01)**  
**F01D 25/16 (2011.01)**

(71) Anmelder:  
**ABB Turbo Systems AG, Baden, CH**

(74) Vertreter:  
**Zimmermann & Partner, 80331, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Ammann, Bruno, Aarau, CH; Di Pietro, Marco,  
Oftringen, CH; Neuenschwander, Peter, Zürich,  
CH; Städeli, Markus, Zürich, CH**

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

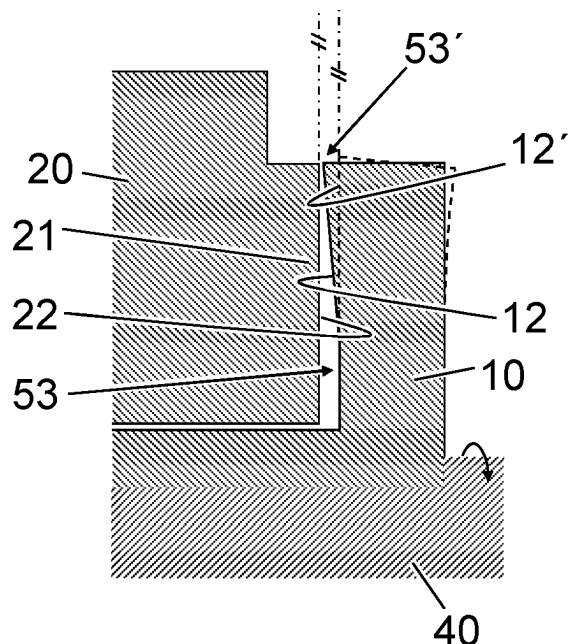
<b>GB</b>	<b>1 095 999</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>8 021 105</b>	<b>B2</b>
<b>EP</b>	<b>1 644 647</b>	<b>B1</b>
<b>EP</b>	<b>0 840 027</b>	<b>A2</b>
<b>EP</b>	<b>1 199 486</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>6 315 241</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2003 056 553</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2004 324 684</b>	<b>A</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Hydrodynamisches Axiallager**

(57) Zusammenfassung: Ein hydrodynamisches Axiallager zur Lagerung einer drehbar in einem Lagergehäuse (20) gelagerten Welle (40) umfassend einen Axialanschlag (21) des Lagergehäuses sowie einen mit der Welle drehenden Lagerkamm (10). Zwischen dem Axialanschlag (21) und dem Lagerkamm (10) ist ein durch eine profilierte Kreisringfläche (31) und eine Gleitfläche (11) begrenzter, mit Schmieröl beaufschlagter Schmierpalt (52) ausgebildet. Die profilierte Kreisringfläche (31) und die Gleitfläche (11) sind derart ausgebildet, dass sich der Schmierpalt (52) radial nach aussen bezüglich der axialen Richtung verengt. Dadurch können im Betrieb auftretende Temperaturdeformationen sowie Deformationen wegen Flieh-, Schub- und weiteren Kräften im Lagerkamm kompensiert werden.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der hydrodynamischen Axiallagerung von rotierenden Wellen, wie sie etwa in Strömungsmaschinen, insbesondere in Abgasturboladern eingesetzt werden.

## Stand der Technik

**[0002]** Werden schnell drehende Rotoren mit axialen Schubkräften beaufschlagt, kommen tragfähige Axiallager zum Einsatz. Beispielsweise bei Strömungsmaschinen, wie etwa Abgasturboladern, werden hydrodynamische Axiallager zur Aufnahme von strömungsbedingt hohen Axialkräften und zur Führung der Welle in axialer Richtung eingesetzt. Um bei solchen Anwendungen das Schiefstellungsvermögen und das Verschleissverhalten zu verbessern, können bei hydrodynamischen Axiallagern zwischen einem mit Wellendrehzahl rotierenden Lagerkamm und einem nicht rotierenden Axialanschlag am Lagergehäuse frei im Schmieröl schwimmende Scheiben, sogenannte Schwimmscheiben, eingesetzt werden.

**[0003]** Beispiele hierzu finden sich unter anderem in GB1095999, EP0840027, EP1199486 und EP1644647. Die radiale Führung der Schwimmscheibe erfolgt entweder auf dem rotierenden Körper, d. h. auf der Welle bzw. auf dem Lagerkamm durch ein in die Schwimmscheibe integriertes Radiallager, wie es beispielsweise in EP0840027 offenbart ist, oder aber auf einem feststehenden, den rotierenden Körper konzentrisch umgebenden Lagerbund, wie es beispielsweise in EP1199486 offenbart ist. Die Schmierung eines solchen hydrodynamischen Axiallagers erfolgt in der Regel mittels Schmieröl aus einem eigenen Schmierölsystem oder bei Abgasturboladern via das Schmierölsystem einer mit dem Abgasturbolader verbundenen Brennkraftmaschine.

**[0004]** Alle Tragflächen herkömmlicher Axiallagerungen stehen im kalten Zustand, im Stillstand, senkrecht zur Rotationsachse des Rotors oder aber zumindest parallel zueinander. Im Betrieb können sich die Tragflächen wegen Temperaturgradienten, Flieh-, Schub- und weiteren Kräften verformen. Eine derartige Verformung der Lagertragflächen kann die Tragkraft der Lagerung beeinträchtigen. Besonders grosse Auswirkungen können Temperaturgradienten über dem Kamm des Kammlagers haben. Der gegenüber der Welle radial hervorstehende Kamm verformt sich aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Tragfläche und Rückseite schirmförmig. Diese Verformung kann zum Anstreifen des Kammlagers an der Schwimmscheibe führen, besonders bei tiefem Ölversorgungsdruck. Die Verformung aufgrund

des Temperaturgradienten ist mit einer herkömmlichen Kammlagerkonstruktion besonders kritisch, da sie einen gegen aussen sich erweiternden Schmier-spalt verursacht. Einerseits verkleinert diese Konstellation die Tragfähigkeit aus geometrischen Gründen und andererseits vermindert sie den fliehkraftbedingten Druckaufbau in radialer Richtung, da der Abflusswiderstand für das Schmieröl nach radial aussen reduziert wird.

## Kurze Darstellung der Erfindung

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die Tragfähigkeit eines hydrodynamischen Axiallagers zur Lagerung einer drehbar in einem Lagergehäuse gelagerten Welle zu verbessern.

**[0006]** Wird der zwischen den Tragflächen des Axiallagers ausgebildete Spalt in radialer Richtung nach aussen verengt ausgebildet, indem die Tragflächen zumindest im radial äusseren Bereich schief relativ zueinander angeordnet sind, ergibt sich im Betrieb aufgrund der oben angesprochenen Deformation der rotierenden Tragfläche eine Reduktion der relativen Schiefstellung der Tragflächen. Die Verengung im radial äusseren Bereich wird vermindert, so dass die Tragflächen im Betrieb gleichmässiger aufeinander aufliegen.

**[0007]** Wird etwa der Lagerkamm mit einer konischen, also zur gegenüberliegenden Tragfläche hin geneigten Tragfläche gefertigt, kann die Temperaturdeformation im Kammlager kompensiert werden. Bei der Kompensation müssen die Deformationen wegen Flieh-, Schub- und weiteren Kräften ebenfalls in Betracht gezogen werden.

**[0008]** Da die Kammlagerdeformationen betriebspunktabhängig sind, wird der Schmier-spalt unter gewissen Betriebsbedingungen in radialer Richtung kleiner. Diese Situation ist günstiger als die heutige mit erweitertem Schmier-spalt, da die Tragfähigkeit weniger reduziert und der fliehkraftbedingte Druckaufbau in radialer Richtung begünstigt wird.

**[0009]** Die Kompensation wegen Tragflächendeformationen durch Temperaturgradienten, Flieh-, Schub- und weiteren Kräften kann auch an der Schwimmscheibe, beziehungsweise bei einem schwimmscheibenlosen Axiallager am Axialanschlag des Lagergehäuses erfolgen. Allfällige temperaturbedingte Deformationen im Bereiche des Axialanschlags am Lagergehäuse können in ähnlicher Weise ausgeführt werden wie am Kammlager.

**[0010]** Falls eine doppelseitig konische Schwimmscheibe oder eine sehr dünne, sich im Betrieb an sich verändernde geometrische Verhältnisse anpassende Schwimmscheibe verwendet wird, kann die Kammlagerdeformation auch durch eine konische Ausbildung

des Axialanschlags am Lagergehäuse kompensiert werden.

**[0011]** Dank Kompensation der Deformation wird die Axiallagerung gegen Anstreifen der Schwimmscheibe oder des Lagerkamms, beziehungsweise – bei einem schwimmscheibenlosen Axiallager – des Axiallagers, an den benachbarten Lagerteilen robuster. Der Turbolader wird betriebssicherer und verschleissbedingte Kosten können reduziert werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0012]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung anhand von Zeichnungen detailliert erläutert. Hierbei zeigt

**[0013]** **Fig. 1** im rechten Teil einen entlang der Drehachse geführten Schnitt durch eine gemäss dem Stand der Technik ausgebildete Ausführungsform eines Axialgleitlagers mit einem rotierenden Lagerkamm, einem feststehenden Axialanschlag sowie einer Schwimmscheibe, und im linken Teil eine Frontansicht in axialer Richtung auf die entsprechende Schwimmscheibe mit einer profilierten Kreisringfläche,

**[0014]** **Fig. 2** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager nach **Fig. 1**, wobei in dieser und in allen nachfolgenden Figuren der Lagerkamm jeweils im kalten Zustand dargestellt ist, und zusätzlich die Verformung des Lagerkamms im Betriebszustand aufgrund der Erwärmung und der schnellen Rotation und der daraus resultierende Schmierpalt mit gestrichelten Linien angedeutet ist,

**[0015]** **Fig. 3** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer ersten, erfindungsgemässen Ausführungsform, mit einem konisch geformten Lagerkamm, und einem daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalt,

**[0016]** **Fig. 4** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer zweiten, erfindungsgemässen Ausführungsform mit einer lagerkammseitig konisch geformten Schwimmscheibe, und einem daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalt,

**[0017]** **Fig. 5** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer dritten, erfindungsgemässen Ausführungsform, mit einem konisch geformten Axiallager und einem konisch geformten Lagerkamm, und zwei daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalte,

**[0018]** **Fig. 6** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer vierten, erfindungsgemässen Ausführungsform mit einem konisch geformten Axiallager und einer lagerkammseitig konisch geformten

Schwimmscheibe, und zwei daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalte,

**[0019]** **Fig. 7** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer fünften, erfindungsgemässen Ausführungsform mit einer beidseitig konisch geformten Schwimmscheibe, und zwei daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalte,

**[0020]** **Fig. 8** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer sechsten, erfindungsgemässen Ausführungsform mit einem konisch geformten Lagerkamm und einer axiallagerseitig konisch geformten Schwimmscheibe, und zwei daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalte,

**[0021]** **Fig. 9** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer siebten, erfindungsgemässen Ausführungsform, ohne Schwimmscheibe, mit einem konisch geformten Lagerkamm, und einem daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalt, und

**[0022]** **Fig. 10** ein schematisch dargestelltes Axialgleitlager gemäss einer achten, erfindungsgemässen Ausführungsform, wiederum ohne Schwimmscheibe, mit einem konisch geformten Axialanschlag, und einem daraus resultierenden, sich radial nach aussen hin verjüngenden Schmierpalt.

#### Weg zur Ausführung der Erfindung

**[0023]** **Fig. 1** zeigt beispielhaft ein hydrodynamisches Axiallager gemäss dem Stand der Technik, wobei im rechten Teil der Figur in einem axial entlang der Rotationswelle geführten Schnitt die drei wesentlichen Komponenten des Axiallagers sichtbar gemacht sind. Der Lagerkamm **10** ist auf der rotierenden Welle **40** aufgesetzt – oder optional mit der Welle stoffschlüssig verbunden bzw. mit der Welle aus einem Stück gefertigt – und rotiert mit der Welle mit. Axial zwischen einem Axialanschlag **21** an dem Lagergehäuse **20** und dem Lagerkamm ist eine Schwimmscheibe **30** angeordnet. Zwischen Axialanschlag und Schwimmscheibe einerseits, und Schwimmscheibe und Lagerkamm andererseits, ist jeweils ein Schmierpalt ausgebildet, in welchem sich zwischen den Tragflächen eine dünne Schmierölschicht befindet. In der dargestellten Ausführungsform weisen die Tragfläche **22** am Axialanschlag und die Tragfläche **11** am Lagerkamm jeweils eine in Umfangsrichtung eben ausgestaltete Gleitfläche auf, während die beiden Tragflächen der Schwimmscheibe mit einer profilierten Kreisringfläche versehen sind. Dieser grundsätzliche Aufbau der beiden Schmierpalte wird auch in allen nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen der erfindungsgemässen hydrodynamischen

Axialgleitlager mit Schwimmscheibe übernommen. Für alle diese Ausführungsformen gilt, dass die Gleitflächen und die profilierten Kreisringflächen bei einem oder beiden der Schmierspalt auch auf der jeweils anderen Seite des Schmierspalt angeordnet sein können, so dass beispielsweise die Schwimmscheibe beidseitig je eine ebene Gleitfläche aufweist während die profilierte Kreisringfläche auf der Tragfläche des Lagerkamms und dem Axialanschlag des Lagergehäuses angebracht sind. In einer Ausführungsform ohne Schwimmscheibe, wäre entsprechend die profilierte Kreisringfläche auf dem rotierenden Lagerkamm angeordnet und die ebene Gleitfläche auf dem Axialanschlag des Lagergehäuses oder allenfalls umgekehrt, also die ebene Gleitfläche auf dem rotierenden Lagerkamm und die profilierte Kreisringfläche auf dem Axialanschlag des Lagergehäuses.

**[0024]** Der Aufbau der profilierten Kreisringfläche ist aus dem linken Teil der [Fig. 1](#) ersichtlich, in welchem die Schwimmscheibe um  $90^\circ$  gedreht, so dass in einer Aufsicht die eine der Stirnseiten der Schwimmscheibe zu sehen ist.

**[0025]** Die profilierte Kreisringfläche dient der Optimierung des für die Tragkraft des Axiallagers entscheidenden Druckaufbaus im Schmierspalt zwischen den Tragflächen. Zur Verteilung des im radial innen liegenden Bereichs der profilierten Kreisringfläche zugeführten Schmieröls sind radial nach aussen führende Schmiernuten **33** vorgesehen. Entgegen der mit dem schwarzen Pfeil angedeuteten Rotationsrichtung der profilierten Kreisringfläche sind den Schmiernuten **33** benachbart den Schmierspalt in Umfangsrichtung verengende Keilflächen **34** ausgebildet, über welche das in die Schmiernuten **33** eingebrachte Schmieröl gemäss den dicken Pfeilen austritt. Das Schmieröl wird dabei möglichst über die gesamte radiale Höhe der Schmiernuten **33** in die Keilfläche **34** geführt. Der für die Tragfähigkeit des Axiallagers notwendige Druckaufbau erfolgt im Wesentlichen im Bereich der Keilflächen. In Umfangsrichtung an die Keilflächen **34** angrenzend sind Rastflächen **35** ausgebildet, welche eine ebene Fläche umfassen, die den geringsten Abstand zur Gegenkontur, als der oben beschriebenen Gleitfläche aufweisen. Die axiale Ausdehnung (Dicke) des Schmierspalt kann somit als Abstand zwischen den Rastflächen **35** und der gegenüberliegenden Gleitfläche beschrieben werden. Zur Optimierung des Druckaufbaus in radialer Richtung in der Schmiernut sowie über den Keilflächen können Schmiernut und Keilfläche radial nach aussen mit einem den Schmierspalt verengenden Steg abgeschlossen sein. Der Steg kommt dabei typischerweise bis auf die Höhe der Rastfläche zu liegen, so dass Rastfläche und Steg in einer Ebene liegen. Für die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen wird die Ausbildung der Schmiernut und der Keilfläche vernachlässigt. Vielmehr wird die Ebene

der Rastflächen als für die Lagerung entscheidende, wirksame Tragfläche betrachtet. Entsprechend werden nachfolgend die Begriffe der profilierten Kreisringfläche und der Gleitfläche nicht mehr verwendet. Für die praktische Umsetzung wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Schmierspalt, wie oben beschrieben, vorteilhafterweise jeweils von einer profilierten Kreisringfläche und einer ebenen Gleitfläche begrenzt sind.

**[0026]** Wie in [Fig. 1](#) und im vergrösserte dargestellten Detail gemäss [Fig. 2](#) angedeutet, sind die Tragflächen der Axiallagerungen im kalten Zustand, also im Stillstand des Rotors, senkrecht zur Rotationsachse des Rotors oder aber zumindest parallel zueinander ausgebildet. Im Betrieb kann sich die Tragfläche im Lagerkamm wegen Temperaturgradienten, Flieh-, Schub- und weiteren Kräften verformen. Der gegenüber der Welle radial hervorstehende Kamm verformt sich aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen der für das Axiallager relevanten Tragfläche und der dieser abgewandten Rückseite schirmförmig. Diese Verformung, in der [Fig. 2](#) mit gestrichelten Linien angedeutet, kann zum Anstreifen des Kammlagers an der Schwimmscheibe im radial inneren Bereich führen, da die Tragkraft des Schmierspalt aufgrund der radial nach aussen divergierenden Tragflächen **31** und **11'** des Axiallagers und dem damit verbundenen ungehinderten Austreten des Schmieröls nachlässt, besonders bei tiefem Ölversorgungsdruck, bei welchem nicht ausreichend Schmieröl nachgeführt werden kann.

**[0027]** [Fig. 3](#) zeigt ein schematisch dargestelltes hydrodynamisches Axialgleitlager gemäss einer ersten, erfindungsgemässen Ausführungsform. Dabei ist die wirksame Tragfläche **31** auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite der Schwimmscheibe **30** streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtet. Die Tragfläche **11** des Lagerkamms hingegen, ist zur Schwimmscheibe **30** hin geneigt geformt, so dass sich im radial äusseren Bereich des Schmierspalt **52** eine Verengung in axialer Richtung ergibt. Die Neigung der Tragfläche **11** des Lagerkamms kann in dieser Ausführungsform, ebenso wie in den nachfolgend beschriebenen, weiteren Ausführungsformen durch eine gleichmässige, gerade Neigung oder durch eine kurvenförmige Neigung realisiert sein. In den Figuren sind die Verformungen der rotierenden Bauteile sowie die Verengungen der Schmierspalt stark übertrieben dargestellt. Tatsächlich bewegen sich die erfindungsgemäss vorgesehenen Neigungswinkel über dem gesamten Radius des geneigten Bauteils im Bereich einiger hundertstel Grad, wodurch sich etwa bei einer Scheibe mit einem Durchmesser von 200 Millimeter eine Verengung des Schmierspalt am radial äusseren Rand von einigen hundertstel Millimeter ergibt. Im Betrieb ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung der

genannten Kräfte eine Verformung des Lagerkamms, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss streckt sich die im kalten Zustand zur Schwimmscheibe hin geneigte Tragfläche **11** des Lagerkamms derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierspalt **52'** verringert und die beiden Tragflächen **31** und **11'** des Lagers parallel zueinander oder, unter Aufrechterhaltung einer gegenüber dem kalten Zustand weniger stark ausgeprägten Schmierspaltverengung, zumindest nahezu parallel zueinander verlaufen. Dass im kalten Zustand, also im Stillstand und auch bei kleinen Drehzahlen, die erfindungsgemässe Ausbildung des Axialgleitlagers zu einer Verengung des Schmierspalt im radial äusseren Bereich führt, ist kein Problem, da das aufgestaute Schmieröl für einen zusätzlichen Druckaufbau sorgt.

**[0028]** **Fig. 4** zeigt ein schematisch dargestelltes hydrodynamisches Axialgleitlager gemäss einer zweiten, erfindungsgemässen Ausführungsform. Dabei ist die Tragfläche **11** des Lagerkamms streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtet. Dafür ist die Tragfläche **31** auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite der Schwimmscheibe **30** in dieser Ausführungsform zum Lagerkamm **10** hin geneigt ausgebildet, so dass sich im radial äusseren Bereich des Schmierspalt **52** wiederum die Verengung in axialer Richtung ergibt. Die Schwimmscheibe ist somit auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite konusförmig ausgebildet, während sie auf der anderen, dem Axialanschlag am Lagergehäuse zugewandten Seite senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtet ist. Im Betrieb ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung der genannten Kräfte eine Verformung des Lagerkamms, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss biegt sich die im kalten Zustand senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtete Tragfläche **11** des Lagerkamms derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierspalt **52'** verringert und die beiden Tragflächen **31** und **11'** des Lagers parallel oder nahezu parallel zueinander verlaufen.

**[0029]** In den Ausführungsformen gemäss den **Fig. 5** bis **Fig. 8** ist neben dem Schmierspalt **52** zwischen der Schwimmscheibe **30** und dem Lagerkamm **10** auch der Schmierspalt **51** zwischen dem Axialanschlag **21** und der Schwimmscheibe **30** mit einer Verengung in axialer Richtung im radial äusseren Bereich ausgebildet.

**[0030]** **Fig. 5** zeigt ein schematisch dargestelltes hydrodynamisches Axialgleitlager gemäss einer dritten, erfindungsgemässen Ausführungsform. Dabei ist die Tragfläche **31** auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite der Schwimmscheibe **30** streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle **40**

ausgerichtet. Die Tragfläche **11** des Lagerkamms hingegen, ist zur Schwimmscheibe **30** hin geneigt geformt, so dass sich im radial äusseren Bereich des Schmierspalt **52** eine Verengung in axialer Richtung ergibt. Der zweite, ebenfalls mit einer Verengung in axialer Richtung im radial äusseren Bereich versehene Schmierspalt erstreckt sich zwischen der streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle **40**, ausgerichteten Tragfläche **32** auf der dem Axialanschlag zugewandten Seite der Schwimmscheibe **30** und der zur Schwimmscheibe **30** hin geneigten Tragfläche **22** des Axialanschlags **21** an dem Lagergehäuse. Die Schwimmscheibe ist somit mit zwei senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichteten, parallel zueinander verlaufenden Seiten versehen. Im Betrieb ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung der genannten Kräfte eine Verformung des Lagerkamms **10**, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss streckt sich die im kalten Zustand zur Schwimmscheibe hin geneigte Tragfläche **11** des Lagerkamms derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierspalt **52'** verringert und die beiden Tragflächen **31** und **11'** des Lagers parallel zueinander oder nahezu parallel zueinander verlaufen.

**[0031]** **Fig. 6** zeigt ein schematisch dargestelltes hydrodynamisches Axialgleitlager gemäss einer vierten, erfindungsgemässen Ausführungsform, welches sich von der vorhergehenden dadurch unterscheidet, dass die Tragfläche **11** des Lagerkamms streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtet und dafür die Tragfläche **31** auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite der Schwimmscheibe **30** zum Lagerkamm **10** hin geneigt ausgebildet ist. Der zweite, ebenfalls mit einer Verengung in axialer Richtung im radial äusseren Bereich versehene Schmierspalt erstreckt sich wiederum zwischen der streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichteten Tragfläche **32** auf der dem Axialanschlag zugewandten Seite der Schwimmscheibe und der zur Schwimmscheibe **30** hin geneigten Tragfläche **22** des Axialanschlags **21** an dem Lagergehäuse. Die Schwimmscheibe ist somit auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite konusförmig ausgebildet, während sie auf der anderen, dem Axialanschlag am Lagergehäuse zugewandten Seite senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtet ist. Im Betrieb ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung der genannten Kräfte eine Verformung des Lagerkamms, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss biegt sich die im kalten Zustand senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtete Tragfläche **11** des Lagerkamms derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierspalt **52'** verringert und die beiden Tragflächen **31** und **11'** des La-

gers parallel zueinander oder nahezu parallel zueinander verlaufen.

**[0032]** Fig. 7 zeigt ein schematisch dargestelltes hydrodynamisches Axialgleitlager gemäss einer fünften, erfindungsgemässen Ausführungsform. Dabei ist die Tragfläche 11 des Lagerkamms streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtet. Die Tragfläche 31 auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite der Schwimmscheibe 30 hingegen ist zum Lagerkamm 10 hin geneigt ausgebildet, so dass sich im radial äusseren Bereich des Schmierpalts 52 eine Verengung in axialer Richtung ergibt. Der zweite, ebenfalls mit einer Verengung in axialer Richtung im radial äusseren Bereich versehene Schmierpalt erstreckt sich zwischen der streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtet Tragfläche des Axialanschlags 21 an dem Lagergehäuse und der zum Axialanschlag hin geneigten Tragfläche 32 auf der dem Axialanschlag zugewandten Seite der Schwimmscheibe. Die Schwimmscheibe 30 ist somit beidseitig konusförmig ausgebildet. Im Betrieb ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung der genannten Kräfte eine Verformung des Lagerkamms 10, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss biegt sich die im kalten Zustand senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtete Tragfläche 11 des Lagerkamms derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierpalts 52' verringert und die beiden Tragflächen 31 und 11' des Lagers parallel zueinander oder nahezu parallel zueinander verlaufen.

**[0033]** Fig. 8 zeigt ein schematisch dargestelltes hydrodynamisches Axialgleitlager gemäss einer sechsten, erfindungsgemässen Ausführungsform, welches sich von der vorhergehenden dadurch unterscheidet, dass die Tragfläche 31 auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite der Schwimmscheibe 30 streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtet und dafür die Tragfläche 11 des Lagerkamms, zur Schwimmscheibe 30 hin geneigt geformt ist, so dass sich im radial äusseren Bereich des Schmierpalts 52 wiederum eine Verengung in axialer Richtung ergibt. Der zweite, ebenfalls mit einer Verengung in axialer Richtung im radial äusseren Bereich versehene Schmierpalt erstreckt sich wiederum zwischen der streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtet Tragfläche 22 des Axialanschlags 21 an dem Lagergehäuse und der zum Axialanschlag hin geneigten Tragfläche 32 auf der dem Axialanschlag zugewandten Seite der Schwimmscheibe. Die Schwimmscheibe ist somit auf der dem Axialanschlag am Lagergehäuse zugewandten Seite konusförmig ausgebildet, während sie auf der anderen, dem Lagerkamm zugewandten Seite senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtet ist. Im Betrieb

ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung der genannten Kräfte eine Verformung des Lagerkamms, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss streckt sich die im kalten Zustand zur Schwimmscheibe hin geneigte Tragfläche 11 des Lagerkamms derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierpalts 52' verringert und die beiden Tragflächen 31 und 11' des Lagers parallel zueinander oder nahezu parallel zueinander verlaufen.

**[0034]** Die beiden letzten Figuren zeigen jeweils ein hydrodynamisches Axialgleitlager ohne Schwimmscheibe, bei denen eine Tragfläche 12 auf dem rotierenden Lagerkamm 10 und eine Tragfläche 22 auf dem Axialanschlag 21 des Lagergehäuses 20 angeordnet ist. Der sich dazwischen ergebende Schmierpalt 53 ist erfindungsgemäss wiederum radial nach aussen konvergierend ausgebildet, das heisst, dass sich der Schmierpalt im radial äusseren Bereich verjüngt.

**[0035]** Die in der Fig. 9 gezeigte, siebte erfindungsgemässe Ausführungsform eines hydrodynamischen Axialgleitlagers weist eine Tragfläche 12 des Lagerkamms 10 auf, welche zum Axialanschlag 21 des Lagergehäuses 20 hin geneigt geformt ist, so dass sich im radial äusseren Bereich des Schmierpalts 53 die Verengung in axialer Richtung ergibt. Die Tragfläche 22 des Axialanschlags 21 des Lagergehäuses 20 ist in dieser Ausführungsform streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtet. Im Betrieb ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung der genannten Kräfte wiederum eine Verformung des Lagerkamms, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss streckt sich die im kalten Zustand zur Tragfläche des Axialanschlags 21 hin geneigte Tragfläche 12 des Lagerkamms derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierpalts 53' verringert und die beiden Tragflächen 12' und 22 des Lagers parallel zueinander oder nahezu parallel zueinander verlaufen.

**[0036]** Die in der Fig. 10 gezeigte, achte erfindungsgemässe Ausführungsform eines hydrodynamischen Axialgleitlagers weist eine Tragfläche 12 des Lagerkamms 10 auf, welche streng radial, das heisst senkrecht zur Drehachse der Welle 40 ausgerichtet ist. Dafür ist die Tragfläche 22 des Axialanschlags 21 am Lagergehäuse 20 in dieser Ausführungsform zum Lagerkamm 10 hin geneigt ausgebildet, so dass sich im radial äusseren Bereich des Schmierpalts 53 wiederum die Verengung in axialer Richtung ergibt. Der Axialanschlag ist somit auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite konusförmig ausgebildet. Im Betrieb ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Erwärmung des Lagerkamms sowie durch Einwirkung

der genannten Kräfte wiederum eine Verformung des Lagerkamms, welche wiederum mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäss biegt sich die im kalten Zustand senkrecht zur Drehachse der Welle **40** ausgerichtete Tragfläche **12** des Lagerkamms **10** derart, dass sich im Nennbetrieb der Winkel der Verengung des Schmierspalt **53'** verringert und die beiden Tragflächen **12'** und **22** des Lagers parallel zueinander oder nahezu parallel zueinander verlaufen.

**[0037]** In allen Ausführungsformen ist jeweils eine der Tragflächen als von der Ebene abweichend, welche senkrecht zur Drehachse der Welle ausgerichtet ist und die andere Tragfläche als streng radial, also entlang ebendieser Ebene verlaufend, welche senkrecht zur Drehachse der Welle ausgerichtet ist, beschrieben. Erfindungsgemäss können die sich verengenden Schmierspalt auch realisiert werden, indem die jeweiligen Tragflächen beide von jeweiligen Ebenen, welche senkrecht zur Drehachse der Welle ausgerichtet sind, abweichen, jedoch in einem Winkel zueinander stehen. Beispielsweise können in der Ausführungsform mit einer Schwimmscheibe sowohl die Tragfläche auf der dem Lagerkamm zugewandten Seite der Schwimmscheibe als auch die Tragfläche auf dem Lagerkamm zum Schmierspalt hin geneigt gegenüber der Ebene, welche senkrecht zur Drehachse der Welle ausgerichtet ist, verlaufen und so den sich verengenden Schmierspalt begrenzen.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Lagerkamm
<b>11, 12</b>	Tragfläche am Lagerkamm
<b>11', 12'</b>	Tragfläche am Lagerkamm (im Betriebszustand)
<b>20</b>	Lagergehäuse
<b>21</b>	Axialanschlag
<b>22</b>	Gleitfläche
<b>30</b>	Schwimmscheibe
<b>31, 32</b>	Tragfläche der Schwimmscheibe
<b>33</b>	Schmiernut
<b>34</b>	Keilfläche
<b>35</b>	Rastfläche
<b>40</b>	Welle
<b>51</b>	Schmierspalt zwischen Axialanschlag und Schwimmscheibe
<b>52</b>	Schmierspalt zwischen Schwimmscheibe und Lagerkamm
<b>52'</b>	Schmierspalt zwischen Schwimmscheibe und Lagerkamm (im Betriebszustand)
<b>53</b>	Schmierspalt zwischen Axialanschlag und Lagerkamm
<b>53'</b>	Schmierspalt zwischen Axialanschlag und Lagerkamm (im Betriebszustand)

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- GB 1095999 [[0003](#)]
- EP 0840027 [[0003](#), [0003](#)]
- EP 1199486 [[0003](#), [0003](#)]
- EP 1644647 [[0003](#)]



### Patentansprüche

1. Hydrodynamisches Axiallager zur Lagerung einer drehbar in einem Lagergehäuse (20) gelagerten Welle (40), umfassend einen Axialanschlag (21) des Lagergehäuses (20) sowie einen mit der Welle drehenden Lagerkamm (10), wobei zwischen dem Axialanschlag (21) und dem Lagerkamm (10) mindestens ein durch zwei Tragflächen (11, 12, 22, 31, 32) begrenzter, mit Schmieröl beaufschlagter Schmierspalt (51, 52, 53) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei mindestens einem Schmierspalt (51, 52, 53) die Tragflächen (11, 12, 22, 31, 32) derart ausgebildet sind, dass sich der durch die Tragflächen begrenzte Schmierspalt (52) radial nach aussen bezüglich der axialen Richtung verengt.

2. Hydrodynamisches Axiallager nach Anspruch 1, wobei die Tragfläche (22) des Axialanschlags, welche den sich radial nach aussen verengenden Schmierspalt (51, 53) begrenzt, zumindest in einem radial äusseren Teil abweichend von der Ebene, welche senkrecht zur Rotationsachse steht, zum Lagerkamm (10) hin geneigt ausgebildet ist.

3. Hydrodynamisches Axiallager nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Tragfläche (11, 12) des Lagerkamms (10), welche den sich radial nach aussen verengenden Schmierspalt (52, 53) begrenzt, abweichend von der Ebene, welche senkrecht zur Rotationsachse steht, zum Axialanschlag (21) hin geneigt ausgebildet ist.

4. Hydrodynamisches Axiallager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei axial zwischen dem Axialanschlag (21) und dem Lagerkamm (10) eine Schwimmscheibe (30) angeordnet ist, und wobei ein durch zwei Tragflächen (11, 31) begrenzter und sich radial nach aussen verengender Schmierspalt (52) zwischen der Schwimmscheibe (30) und dem Lagerkamm (10) ausgebildet ist.

5. Hydrodynamisches Axiallager nach Anspruch 4, wobei die Tragfläche (31) der Schwimmscheibe (30), welche den sich radial nach aussen verengenden Schmierspalt (52) begrenzt, zumindest in einem radial äusseren Teil abweichend von der Ebene, welche senkrecht zur Rotationsachse steht, zum Lagerkamm (10) hin geneigt ausgebildet ist.

6. Hydrodynamisches Axiallager nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei von dem Axialanschlag (21) und der Schwimmscheibe (30) ein weiterer Schmierspalt (51) begrenzt ist, wobei die diesen weiteren Schmierspalt (51) begrenzende Tragfläche (22) des Axialanschlags (21), abweichend von der Ebene, welche senkrecht zur Rotationsachse steht, zur Schwimmscheibe (30) hin geneigt ausgebildet ist.

7. Hydrodynamisches Axiallager nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei von dem Axialanschlag (21) und der Schwimmscheibe (30) ein weiterer Schmierspalt (51) begrenzt ist, wobei die diesen weiteren Schmierspalt (51) begrenzende, dem Axialanschlag (21) zugewandte Tragfläche (32) der Schwimmscheibe (30) abweichend von der Ebene, welche senkrecht zur Rotationsachse steht, zum Axialanschlag (21) hin geneigt ausgebildet ist.

8. Strömungsmaschine, umfassend eine in einem Gehäuse (20) drehbar gelagerte Welle (40), mit einem hydrodynamischen Axiallager nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

9. Abgasturbolader, umfassend eine in einem Gehäuse (20) drehbar gelagerte Welle (40), mit einem hydrodynamischen Axiallager nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

10. Abgasturbolader nach Anspruch 9, wobei der Lagerkamm (10) und die Welle (40) stoffschlüssig verbunden oder aus einem Stück gefertigt sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

b

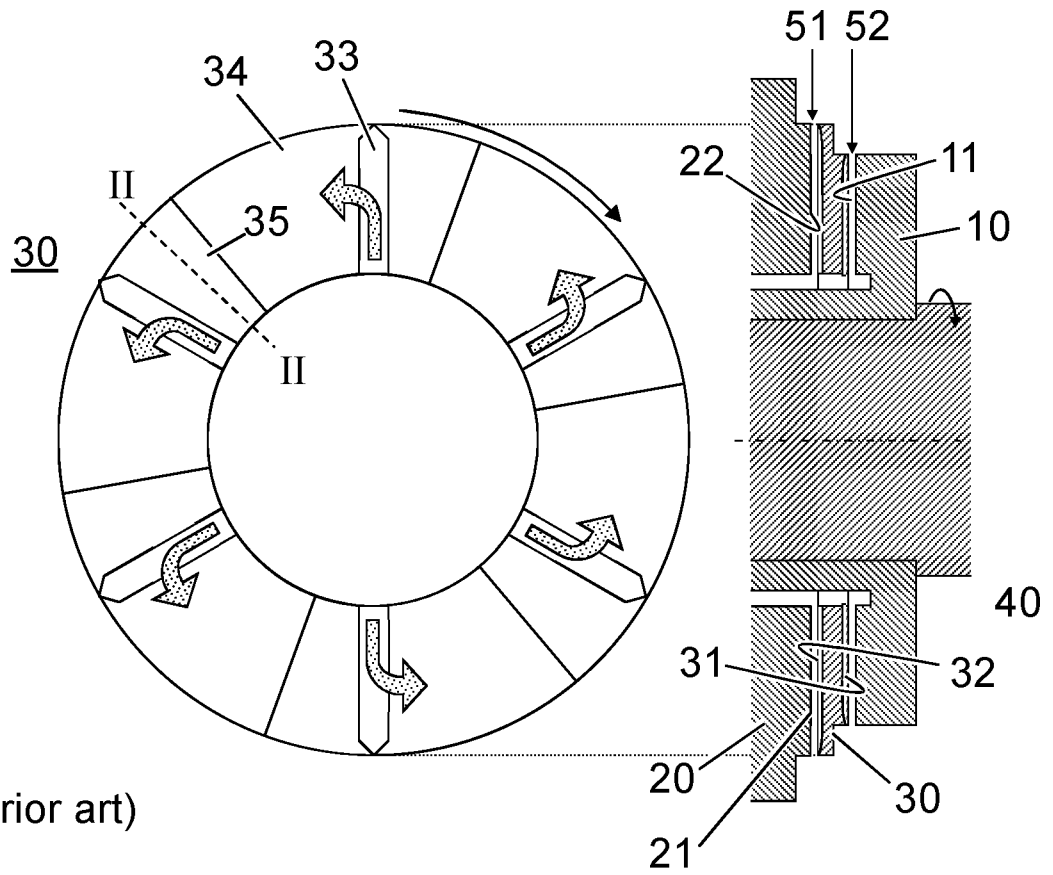


Fig. 1 (prior art)

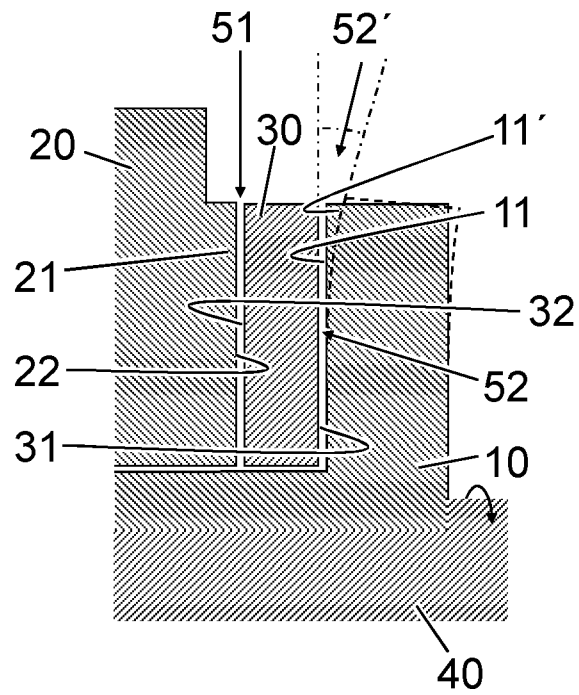


Fig. 2 (prior art)

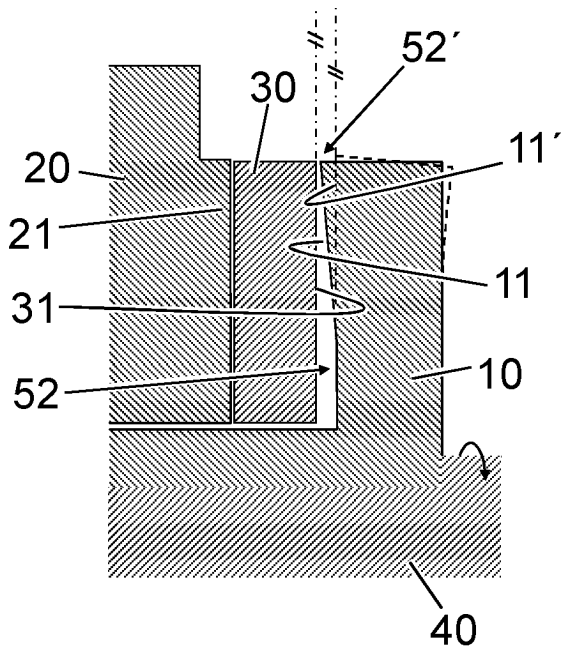


Fig. 3

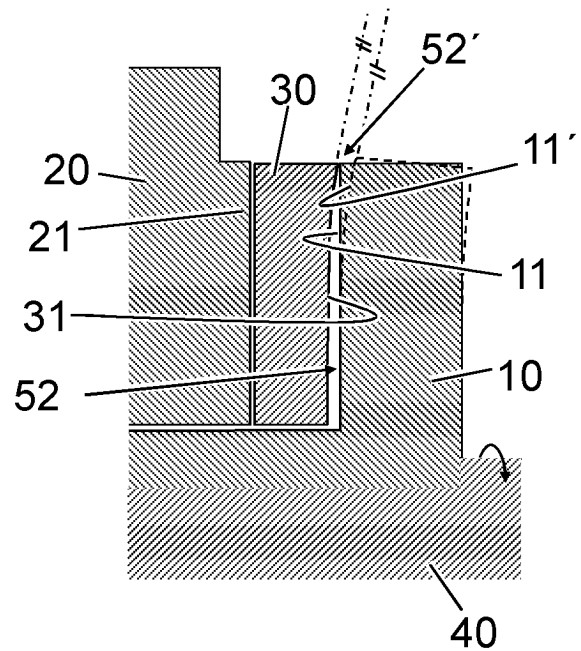


Fig. 4

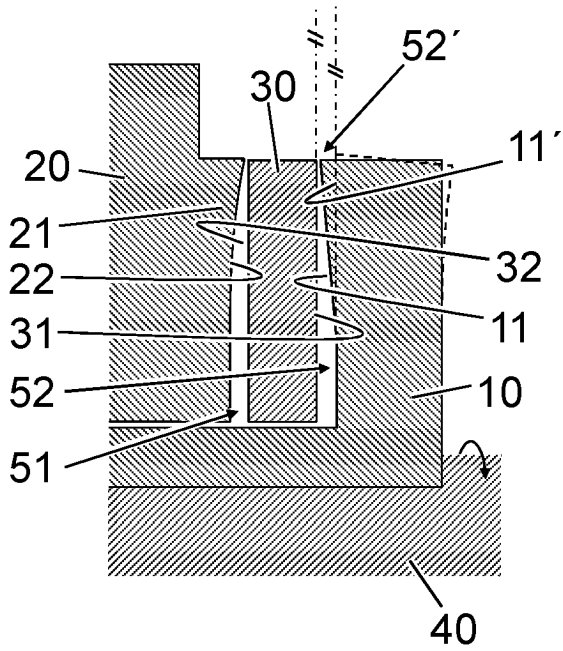


Fig. 5

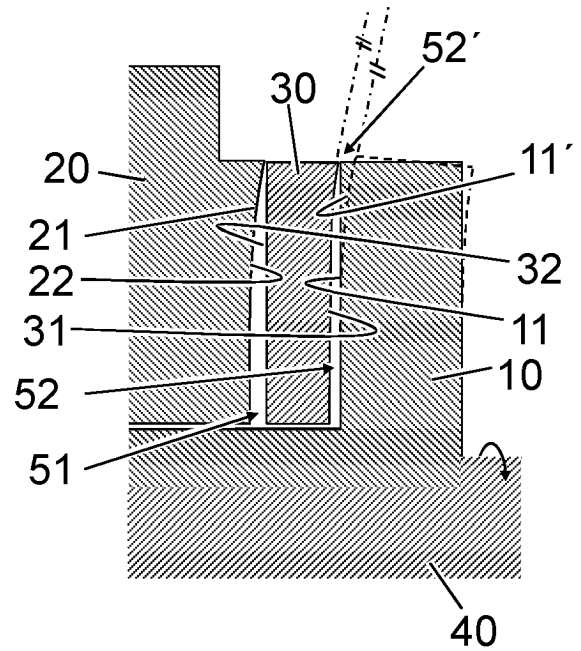


Fig. 6

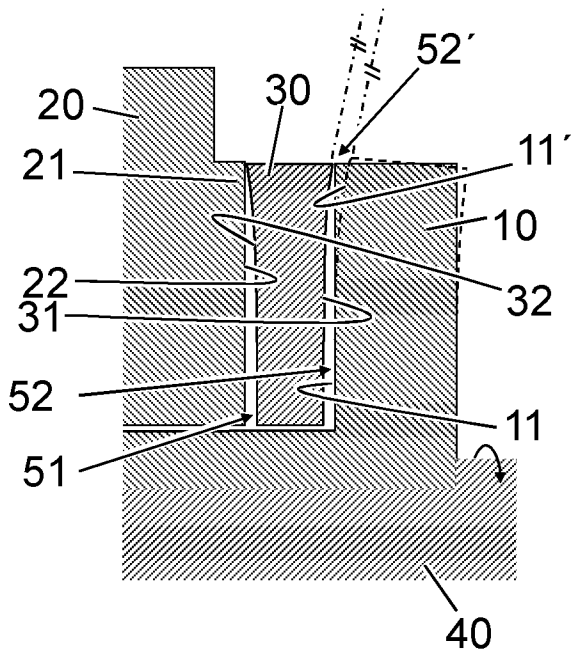


Fig. 7

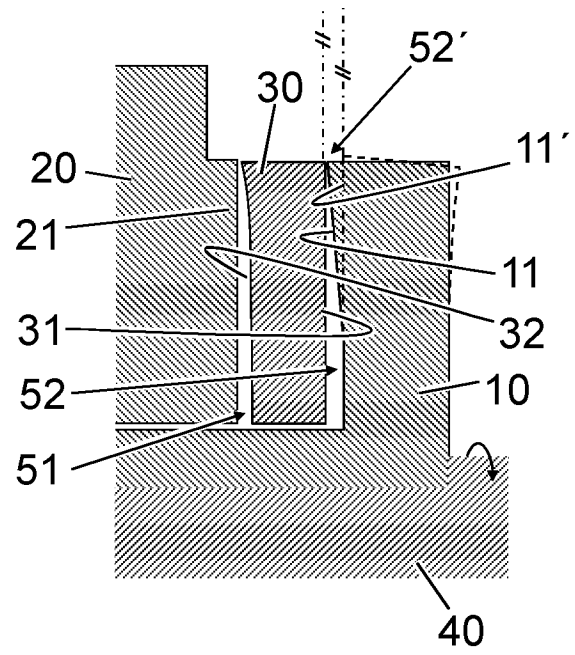


Fig. 8

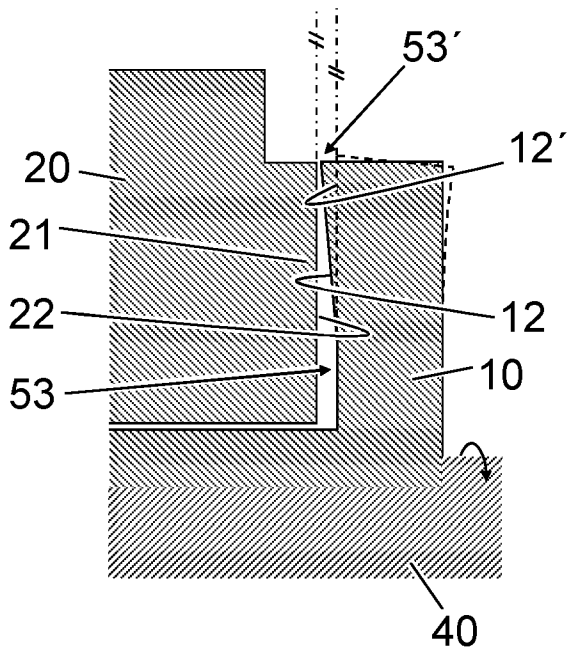


Fig. 9

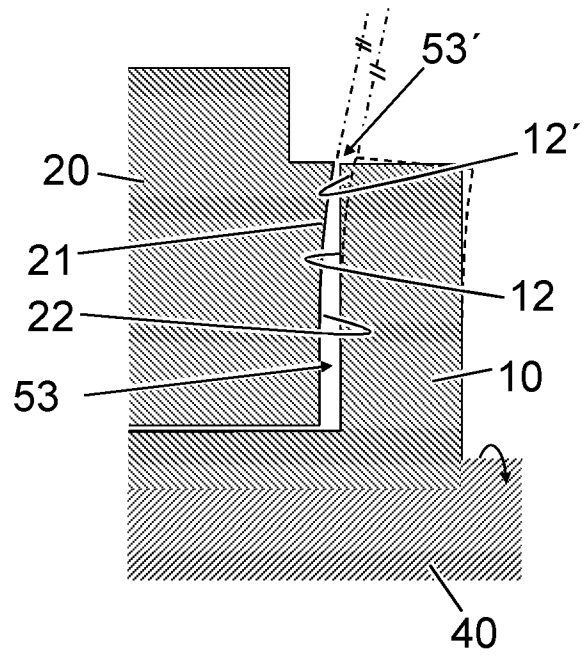


Fig. 10