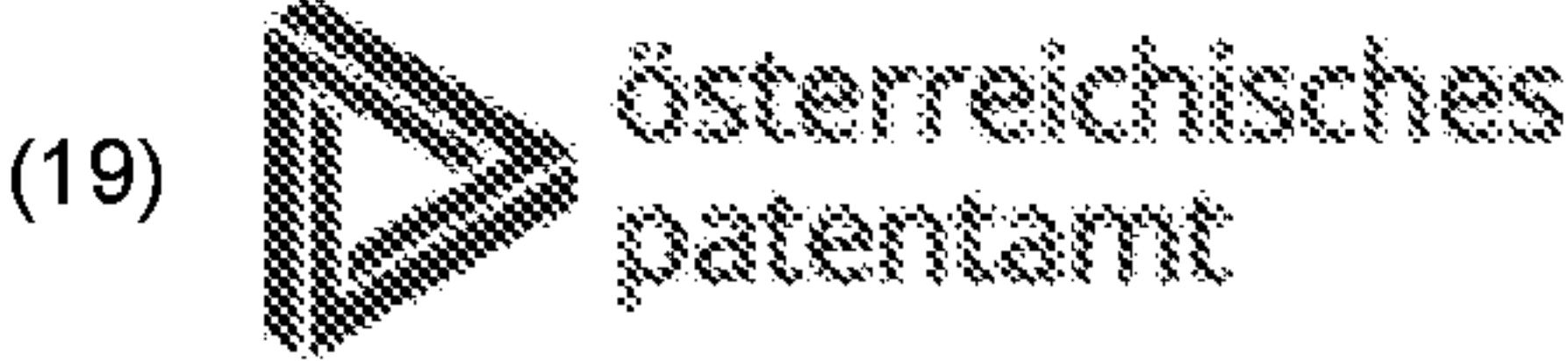




(10) **AT 522477 A4 2020-11-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50512/2019

(22) Anmeldetag: 06.06.2019

(43) Veröffentlicht am: 15.11.2020

(51) Int. Cl.: **F16C 27/02** (2006.01)

F16H 1/28 (2006.01)

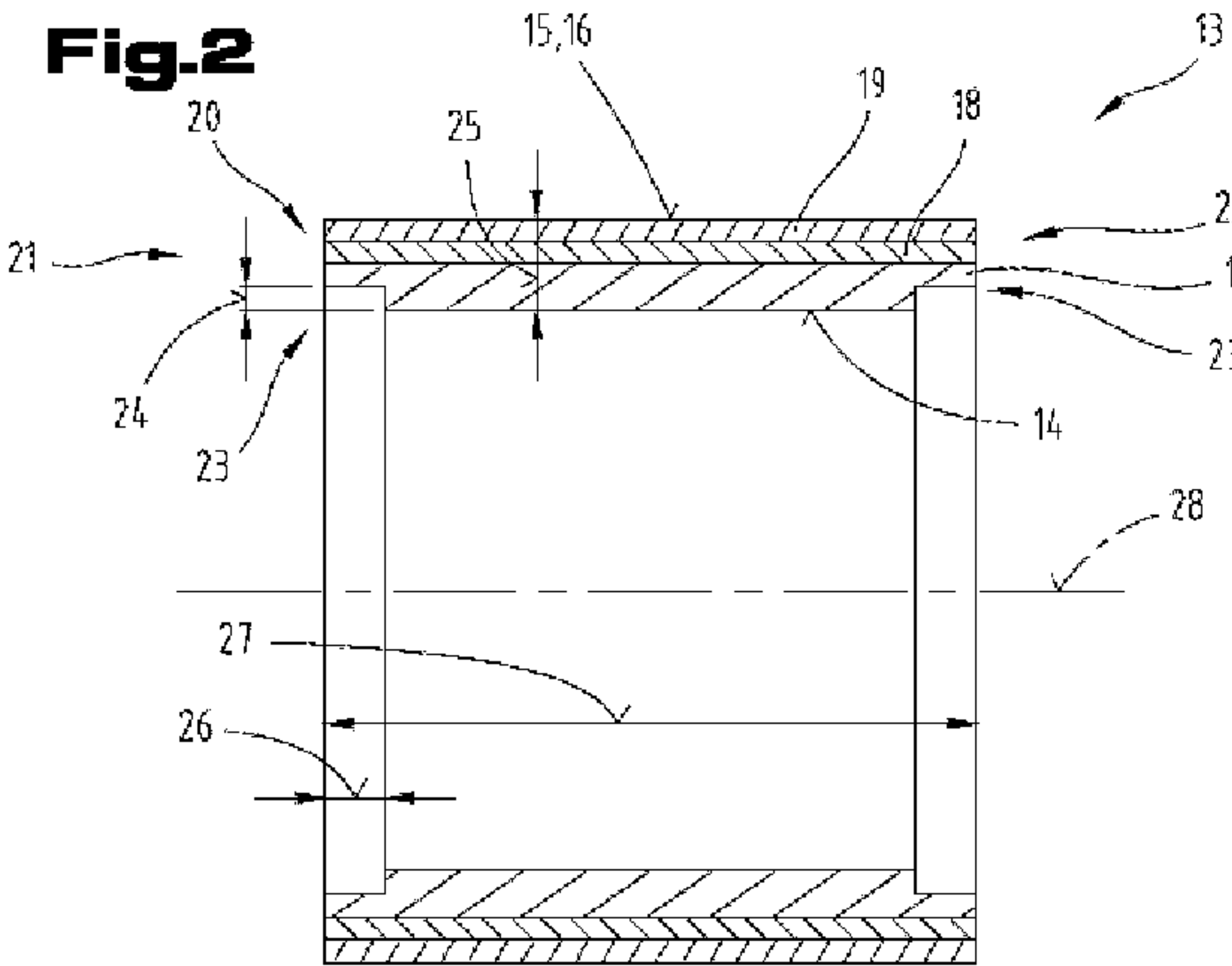
F03D 80/70 (2016.01)

F16H 57/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: EP 3404294 A1 DE 19730405 C1 WO 9920912 A1 DE 102007018794 A1 EP 1435475 A2 EP 2336583 A1 WO 2015058749 A1	(71) Patentanmelder: Miba Gleitlager Austria GmbH 4663 Laakirchen (AT) (72) Erfinder: Hufnagl Michael 4812 Pinsdorf (AT) (74) Vertreter: Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt GmbH 4580 Windischgarsten (AT)
--	--

(54) **Gleitlager mit einer Freistellung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Gleitlager (13), insbesondere Planetenradradialgleitlager (13) zur Lagerung eines Planetenrades (5) an einem Planetenradbolzen (6) in einem Planetengetriebe (1) einer Windkraftanlage, wobei das Gleitlager (13) eine Innenmantelfläche (14) und eine Außenmantelfläche (15) aufweist, wobei an zumindest einem ersten Längsende (21) des Gleitlagers (13) an der Innenmantelfläche (14) oder an der Außenmantelfläche (15) eine Freistellung (23) ausgebildet ist. Die Freistellung (23) ist an einer zu einer Gleitfläche (16) des Gleitlagers (13) gegenüberliegenden Fläche ausgebildet. Das Gleitlager (13) weist eine Wandstärke (25) auf und die Freistellung (23) weist eine Freistellungstiefe (24) auf, wobei die Freistellungstiefe (24) zwischen 0,1% und 5,0%, insbesondere zwischen 0,5% und 5,0%, bevorzugt zwischen 1,0% und 5,0% der Wandstärke (25) des Gleitlagers (13) beträgt.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Gleitlager 13, insbesondere Planetenradradialgleitlager zur Lagerung eines Planetenrades an einem Planetenradbolzen in einem Planetengetriebe einer Windkraftanlage, wobei das Gleitlager 13 eine Innenmantelfläche 14 und eine Außenmantelfläche 15 aufweist, wobei an zumindest einem ersten Längsende 21 des Gleitlagers 13 an der Innenmantelfläche 14 oder an der Außenmantelfläche 15 eine Freistellung 23 ausgebildet ist.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft ein Gleitlager, sowie ein mit dem Gleitlager ausgestattetes Planetengetriebe und eine damit ausgestattete Windkraftanlage.

Ein gattungsgemäßes Planetengetriebe ist etwa aus der WO 2011/127509 A1 derselben Anmelderin bekannt.

Ein weiteres gattungsgemäßes Planetengetriebe ist aus der EP 2 383 480 B1 bekannt. Das aus der EP 2 383 480 B1 bekannte Planetengetriebe weist den Nachteil auf, dass die Gleitlager des Planetengetriebes einem großen Verschleiß unterliegen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Gleitlager, sowie ein Planetengetriebe für eine Windkraftanlage mit einer erhöhten Ausfallssicherheit anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

Die Erfindung betrifft ein Gleitlager, insbesondere Planetenradradialgleitlager zur Lagerung eines Planetenrades an einem Planetenradbolzen in einem Planetengetriebe einer Windkraftanlage, wobei das Gleitlager eine Innenmantelfläche und eine Außenmantelfläche aufweist, wobei an zumindest einem ersten Längsende des Gleitlagers an der Innenmantelfläche oder an der Außenmantelfläche eine Freistellung ausgebildet ist.

Das erfindungsgemäße Gleitlager bringt den Vorteil mit sich, dass durch die Freistellung die Innenmantelfläche des Gleitlagers oder die Außenmantelfläche des Gleitlagers nur in einem zentralen Bereich an einem Innenbauteil oder an einem

Außenbauteil anliegt und das Längsende des Gleitlagers somit bei Kraftaufbringung flexibel verformt werden kann. Dies bringt insbesondere dann Vorteile mit sich, wenn auf das Gleitlager eine unsymmetrische Krafteinwirkung bzw. eine nicht im rechten Winkel zu einer Rotationsachse des Gleitlagers wirkende Krafteinwirkung aufgebracht wird. Durch die Freistellung kann erreicht werden, dass sich das Gleitlager flexibel an das Planetenrad bzw. an das Innenbauteil oder an das Außenbauteil anpassen kann bzw. eine von einer Koaxialität abweichende Winkelfehlstellung zwischen dem Innenbauteil und dem Außenbauteil ausgleichen kann.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Freistellung an einer zu einer Gleitfläche des Gleitlagers gegenüberliegenden Fläche ausgebildet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass das Gleitlager einen Stützkörper mit einer Innenmantelfläche und eine am Stützkörper außenliegende Gleitschicht aufweist, wobei an einer Außenmantelfläche der Gleitschicht eine Gleitfläche ausgebildet ist. Am ersten Längsende des Stützkörpers kann an der Innenmantelfläche die Freistellung ausgebildet sein. Ein derart ausgebildetes Gleitlager bringt den Vorteil mit sich, dass durch die Freistellung die Innenmantelfläche des Stützkörpers nur in einem zentralen Bereich am Planetenradbolzen anliegt und das Längsende des Gleitlagers somit bei Kraftaufbringung flexibel verformt werden kann. Dies bringt insbesondere dann Vorteile mit sich, wenn durch die auftretenden Belastungen der Planetenradbolzen durchgebogen oder sonstig verformt wird, wodurch ohne der Freistellung am Längsende des Gleitlagers eine hohe Flächenpressung auftreten würde. Durch die Freistellung kann erreicht werden, dass sich der Planetenradbolzen durchbiegen kann. Weiters kann durch die Freistellung erreicht werden, dass sich der Stützkörper selbst an dessen Längsende verformen und somit flexibel an die auftretenden Kräfte anpassen kann. Insbesondere können durch die Freistellung und die daraus resultierende Flexibilität des Stützkörpers unsymmetrisch auftretende Kräfte ausgeglichen werden.

Besonders vorteilhaft sind die beschriebenen Effekte in Planetengetrieben von Windkraftanlagen, da ein verschleißbedingter Ausfall einer Windkraftanlage bzw. eine verschleißbedingte Wartung der Windkraftanlage mit außerordentlich hohen

Kosten verbunden ist. Das erfindungsgemäße Gleitlager kann natürlich auch in sämtlichen anderen industriellen Anwendungen eingesetzt werden.

In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass auch am zweiten Längsende des Stützkörpers an der Innenmantelfläche eine Freistellung ausgebildet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Freistellung am ersten Längsende des Stützkörpers und die Freistellung am zweiten Längsende des Stützkörpers bezüglich einer Längsmitte des Stützkörpers symmetrisch ausgebildet sind.

Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn die Freistellung an der vom ersten Längsende distanzierten Seite mit einem Freistich abschließt. Ein derartiger Freistich führt zu überraschend guten elastischen Eigenschaften bzw. zu einer überraschend langen Lebensdauer des Gleitlagers.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Freistellung durch ein spanabhebendes Bearbeitungsverfahren, wie etwa drehen, hergestellt ist.

In einer alternativen Ausführungsvariante kann auch vorgesehen sein, dass die Freistellung durch ein Umformverfahren, wie etwa ein Pressverfahren hergestellt ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Stützkörper einen beanspruchungsgerechten Faserverlauf aufweist, wodurch eine erhöhte Belastbarkeit bzw. eine erhöhte Lebensdauer des Gleitlagers erreicht werden kann.

Ein Freistich bringt darüber hinaus den Vorteil mit sich, dass die Kerbwirkung am Übergang zwischen der Freistellung und der Innenmantelfläche des Stützkörpers vermindert werden kann, wodurch eine erhöhte Lebensdauer des Gleitlagers erreicht werden kann.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Freistellung oder der Freistich an der vom ersten Längsende distanzierten Seite einen Übergangsradius aufweist, wobei der Übergangsradius zwischen 700% und 20%, insbesondere zwischen 500% und 70%, bevorzugt zwischen 250% und 150% einer Freistellungstiefe beträgt.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der Stützkörper eine Stützkörperaxialer Streckung und die Freistellung eine Freistellungsaxialer Streckung aufweist, wobei die Freistellungsaxialer Streckung zwischen 0,1% und 15,0%, insbesondere zwischen 1,0% und 10,0%, bevorzugt zwischen 3,0% und 8,0% der Stützkörperaxialer Streckung beträgt. Besonders bei einer Freistellungsaxialer Streckung im angegebenen Wertebereich kann eine überraschend hohe Lebensdauer des Gleitlagers erreicht werden.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass das Gleitlager eine Wandstärke aufweist und die Freistellung die Freistellungstiefe aufweist, wobei die Freistellungstiefe zwischen 0,1% und 60,0%, insbesondere zwischen 0,5% und 25,0%, bevorzugt zwischen 1,0% und 5,0% der Wandstärke beträgt.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass die Freistellung mit einem elastischen Füllmaterial ausgefüllt ist, wobei die Elastizität des Füllmaterials höher ist, als die Elastizität des Stützkörpers. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Tragfähigkeit des Gleitlagers verbessert werden kann und gleichzeitig eine verminderte Flächenpressung an den Längsenden erreicht werden kann.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das Füllmaterial aus einem Kunststoff gebildet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Füllmaterial aus einem elastomeren Kunststoff, wie etwa Gummi, gebildet ist.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn der Stützkörper als Segment, insbesondere als Halbschale, ausgebildet ist.

Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass der Stützkörper als Buchse ausgebildet ist.

Erfindungsgemäß ist eine Lageranordnung mit einem Gleitlager ausgebildet, welches eine Innenmantelfläche und eine Außenmantelfläche aufweist, welche sich zwischen einem ersten Längsende und einem zweiten Längsende erstrecken, wobei an der Innenmantelfläche ein Innenbauteil anliegt und an der Außenmantelfläche ein Außenbauteil anliegt. Das Gleitlager ist wie oben beschrieben ausgebildet.

und/oder das Innenbauteil und/oder das Außenbauteil weisen zumindest im Bereich des ersten Längsendes eine Bauteilfreistellung auf.

Erfindungsgemäß ist ein Planetengetriebe für eine Windkraftanlage ausgebildet, mit einem Planetenrad, welches mittels eines Planetenradradialgleitlagers an einem Planetenradbolzen gelagert ist. Das Planetenradradialgleitlager ist als obig beschriebenes Gleitlager ausgebildet.

Erfindungsgemäß ist eine Windkraftanlage umfassend ein Planetengetriebe mit einem Planetenrad ausgebildet, welches mittels eines Planetenradradialgleitlagers an einem Planetenradbolzen gelagert ist. Das Planetenradradialgleitlager ist als obig beschriebenes Gleitlager ausgebildet.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine Schnittansicht einer Ausführungsvariante eines Planetengetriebes;
- Fig. 2 eine Längsschnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines Gleitlagers;
- Fig. 3 eine Längsschnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Gleitlagers;
- Fig. 4 eine Längsschnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines Gleitlagers;
- Fig. 5 eine Längsschnittansicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines Gleitlagers;
- Fig. 6 ein Längsschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels einer Lageranordnung;
- Fig. 7 ein Längsschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Lageranordnung;

Fig. 8 ein Längsschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels einer Lageranordnung.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Planetengetriebes 1 in einer Schnittansicht gemäß einem Querschnitt entlang einer Mittellinie 2 des Planetengetriebes 1. Die Ansicht nach Fig. 1 ist schematisch dargestellt und dient zur allgemeinen Erklärung des Aufbaues des Planetengetriebes und zur Darstellung der in einem Planetengetriebe verbauten Teile.

Bekanntlich umfassen Windkraftanlagen einen Turm an dessen oberen Ende eine Gondel angeordnet ist, in der der Rotor mit den Rotorblättern gelagert ist. Dieser Rotor ist über das Planetengetriebe 1 mit einem Generator, der sich ebenfalls in der Gondel befindet, wirkungsverbunden, wobei über das Planetengetriebe 1 die niedrige Drehzahl des Rotors in eine höhere Drehzahl des Generatorrotors übersetzt wird. Da derartige Ausführungen von Windkraftanlagen zum Stand der Technik gehören, sei an dieser Stelle an die einschlägige Literatur hierzu verwiesen.

Das Planetengetriebe 1 weist ein Sonnenrad 3 auf, das mit einer Welle 4, die zum Generatorrotor führt, bewegungsgekoppelt ist. Das Sonnenrad 3 ist von mehreren Planetenrädern 5, beispielsweise zwei, vorzugsweise drei, umgeben. Sowohl das Sonnenrad 3 als auch die Planetenräder 5 weisen außenliegende Stirnverzahnungen auf, die in kämmenden Eingriff miteinander stehen, wobei diese Stirnverzahnungen in Fig. 1 schematisch dargestellt sind.

Die Planetenräder 5 sind jeweils mittels eines Planetenradbolzens 6 in einem Planetenträger 7 gelagert. Weiters kann vorgesehen sein, dass der Planetenradbolzen 6 kraft- bzw. formschlüssig in einer ersten Planetenträgerwange 8 und einer zweiten Planetenträgerwange 9 fixiert bzw. aufgenommen ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Planetenradbolzen 6 über ein nicht explizit dargestelltes beliebiges Sicherungselement gegen Verdrehen gesichert wird. Die beiden Planetenträgerwangen 8, 9 sind Teil des Planetenträgers 7.

Die Planetenräder 5 umgebend ist ein Hohlrad 10 angeordnet, welches eine Innenverzahnung aufweist, die in kämmendem Eingriff mit der Stirnverzahnung der Planetenräder 5 steht. Das Hohlrad 10 kann in einem ein- oder mehrteiligen Planetengetriebegehäuse 11 ausgebildet sein, bzw. mit diesem gekoppelt sein.

Weiters kann vorgesehen sein, dass zur Lagerung der Planetenräder 5 an den Planetenradbolzen 6 je Planetenrad 5 zumindest ein Planetenradradialgleitlager 12 ausgebildet ist. Als Planetenradradialgleitlager 12 wird ein erfindungsgemäßes Gleitlager 13 eingesetzt.

Entsprechend einer ersten Ausführungsvariante ist das Planetenradradialgleitlager 12 mittels einer Innenmantelfläche 14 auf dem Planetenradbolzen 6 befestigt. An einer Außenmantelfläche 15 des Planetenradradialgleitlagers 12 ist eine Gleitfläche 16 ausgebildet.

In der Figur 2 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gleitlagers 13 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in der vorangegangenen Fig. 1 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Fig. 1 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Die Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des Gleitlagers 13 in einer schematischen Längsschnittdarstellung.

In einem Getriebe für Windkraftanlagen, insbesondere im Planetengetriebe 1, können die Planetenradradialgleitlager 12 und natürlich auch weitere Gleitlager den in

Fig. 2 beschriebenen Aufbau aufweisen. Natürlich können auch andere, nicht in einer Windkraftanlage verbaute, Gleitlager den erfindungsgemäßen Aufbau aufweisen. Der Einfachheit halber wird die Gesamtheit der Gleitlager, welche den erfindungsgemäßen Aufbau aufweisen können daher in diesem Dokument allgemein auch als Gleitlager 13 bezeichnet. Der in Fig. 2 beschriebene Aufbau des Gleitlagers 13 kann insbesondere für das Planetenradradialgleitlager 12 eingesetzt werden. Daher wird das Planetenradradialgleitlager 12 im Detail beschrieben, wobei jedoch darauf verwiesen wird, dass der erfindungsgemäße Aufbau analog auf alle Gleitlager 13, insbesondere in einem Getriebe für Windkraftanlagen verwendete Gleitlager 13, ausgeführt werden kann.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass das Gleitlager 13 einen Stützkörper 17, eine Lagermetallschicht 18 sowie eine Polymerschicht 19 umfasst. An der Polymerschicht 19 kann die Gleitfläche 16 ausgebildet sein.

Der Stützkörper 17 besteht vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff, üblicherweise aus Stahl, kann aber auch aus einem Werkstoff bestehen, mit dem dieselbe bzw. eine ähnliche Funktion, nämlich die Bereitstellung der mechanischen Festigkeit des Gleitlagers 13 realisiert werden kann. Beispielsweise können auch verschiedenste Kupferlegierungen, wie z.B. Messing, Bronzen, Verwendung finden.

Die Lagermetallschicht 18 ist durch eine Lagermetalllegierung gebildet. Derartige Lagermetalllegierungen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise kann die Lagermetalllegierung durch eine Legierung auf Zinn-, Wismut-, Indium-, Blei- oder Aluminiumbasis sowie Legierungen auf, gegebenenfalls hochbleihaltiger, CuPb- oder auf AlSn- bzw. auf AlBi-Basis gebildet sein.

Obwohl in Fig. 1 das Gleitlager 13 als Dreischichtlagerelement dargestellt ist, kann das Gleitlager 13 auch weniger oder mehr als drei Schichten aufweisen. Beispielsweise kann die Polymerschicht 19 direkt auf den Stützkörper 17 aufgebracht sein. Ebenso können übliche Zwischenschichten, wie z.B. zumindest eine Bindeschicht oder zumindest eine Diffusionssperrschicht, bei Bedarf angeordnet sein. Diese zu-

mindest eine Bindschicht kann zwischen dem Stützkörper 17 und der Lagermetallschicht 18 und/oder zwischen der Lagermetallschicht 18 und der Polymerschicht 19 angeordnet sein. Die zumindest eine Diffusionssperrschicht kann zwischen dem Stützkörper 17 und der Lagermetallschicht 18 und/oder zwischen der Lagermetallschicht 18 und der Polymerschicht 19 angeordnet sein.

Der Einfachheit halber wird der am Stützkörper 17 applizierte Schichtaufbau, welcher beispielsweise die Lagermetallschicht 18 und die Polymerschicht 19 aufweisen kann, als Gleitschicht 20 bezeichnet.

Die Polymerschicht 19 kann Festschmierstoffpartikel und Metalloxidpartikel und als Polymer ausschließlich ein Polyimidpolymer oder ein Polyamidimidpolymer aufweisen bzw. vorzugsweise aus diesen Bestandteilen bestehen.

Das Polyimidpolymer kann beispielsweise ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend oder bestehend aus Polyimid (PI), Polysuccinimid (PSI), Polybismaleimid (PBMI), Polybenzimidazol (PBI), Polyoxadiazobenzimidazol (PBO) und Polyimidsulfon (PISO) sowie Mischungen daraus.

Bevorzugt ist das Polymer ein Polyamidimid. Das Polyamidimid kann zumindest teilweise aromatische Gruppen aufweisen, vorzugsweise ist es ein vollaromatisches Polyamidimid.

Wie aus Fig. 2 weiters ersichtlich, weist das Gleitlager 13 ein erstes Längsende 21 und ein zweites Längsende 22 auf. Zumindest am ersten Längsende 21 ist eine Freistellung 23 ausgebildet. Die Freistellung 23 ist an der Innenmantelfläche 14 des Stützkörpers 17 ausgebildet. Wie aus Fig. 2 weiters ersichtlich, kann weiters vorgesehen sein, dass am zweiten Längsende 22 ebenfalls eine Freistellung 23 ausgebildet ist. Die Freistellung 23 weist eine Freistellungstiefe 24 auf, welche geringer ist als eine Wandstärke 25 des Gleitlagers 13. Darüber hinaus weist die Freistellung 23 eine Freistellungsaxialerstreckung 26 auf, welche geringer ist als eine Stützkörperaxialerstreckung 27. Die Freistellungstiefe 24 wird ausgehend von

der Innenmantelfläche 14 des Gleitlagers 13 zum tiefsten Einschnitt der Freistellung 23 gemessen. Die Freistellungsaxialer Streckung 26 wird ausgehend vom ersten Längsende 21 bzw. vom zweiten Längsende 22 des Gleitlagers 13 gemessen.

Durch die Freistellung 23 kann erreicht werden, dass das Gleitlager 13 nur an dessen Innenmantelfläche 14 an einem Trägerkörper, insbesondere dem Planetenradbolzen 6, aufliegt. Das Längsende 21, 22 kann durch die Freistellung 23 flexibel verformt werden, sodass bei Aufbringung einer Radialkraft auf die Gleitfläche 16 im Bereich der Freistellung 23 der Bereich um das Längsende 21, 22 flexibel zur Rotationsachse 28 hin des Gleitlagers 13 nachgeben kann. Dadurch wird eine übermäßige Flächenpressung an der Gleitfläche 16 des Gleitlagers 13, insbesondere am Längsende 21, 22 unterbunden.

In der Figur 3 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gleitlagers 13 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 und 2 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Figuren 1 und 2 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass im Bereich der Freistellung 23 ein Freistich 29 ausgebildet ist. Der Freistich 29 kann einen Übergangsradius 30 aufweisen. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 wird die Freistellungstiefe 24 durch den Freistich 29 definiert.

In der Figur 4 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gleitlagers 13 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 3 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Figuren 1 bis 3 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass direkt in der Freistellung 23 der Übergangsradius 30 ausgebildet ist.

In der Figur 5 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gleitlagers 13 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 4 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Figuren 1 bis 4 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Freistellung 23 mit Füllmaterial 31 ausgefüllt ist, welches aus einem elastischen Werkstoff gebildet ist. Durch das Füllmaterial 31 kann die Tragfähigkeit des Gleitlagers 13 bei gleichzeitiger flexibler Anpassbarkeit des Gleitlagers 13 erhöht werden.

In der Figur 6 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gleitlagers 13 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 5 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Figuren 1 bis 5 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 6 ersichtlich kann vorgesehen sein, dass das Gleitlager 13 in einer Lageranordnung 32 verbaut ist. Hierbei liegt die Innenmantelfläche 14 des Gleitlagers 13 an einem Innenbauteil 33 an und die Außenmantelfläche 15 des Gleitlagers 13 liegt an einem Außenbauteil 34 an. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Freistellung 23 an der Außenmantelfläche 15 des Gleitlagers 13 ausgebildet. Das Innenbauteil 33 kann in diesem Ausführungsbeispiel natürlich als Planetenradbolzen 6 ausgebildet sein und das Außenbauteil 34 kann in diesem Ausführungsbeispiel als Planetenrad 5 ausgebildet sein. Der Stützkörper 17, welcher in diesem Ausführungsbeispiel nicht exakt dargestellt ist, kann bei einer derartigen Anordnung am Gleitlager 13 außenliegend angeordnet sein und die Gleitschicht 20, welche in diesem Ausführungsbeispiel nicht exakt dargestellt ist, kann bei einer derartigen Anordnung am Gleitlager 13 innenliegend angeordnet sein.

In der Figur 7 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gleitlagers 13 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche

Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 6 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Figuren 1 bis 6 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass am Innenbauteil 33 im Bereich des ersten Längsendes 21 des Gleitlagers 13 und im Bereich des zweiten Längsendes 22 des Gleitlagers 13 eine Bauteilfreistellung 35 angeordnet ist. In einem derartigen Ausführungsbeispiel kann die Gleitfläche 16 an der Außenmantelfläche 15 des Gleitlagers 13 angeordnet sein.

In der Figur 8 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gleitlagers 13 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Figuren 1 bis 7 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 8 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass am Außenbauteil 34 im Bereich des ersten Längsendes 21 des Gleitlagers 13 und im Bereich des zweiten Längsendes 22 des Gleitlagers 13 die Bauteilfreistellung 35 angeordnet ist. In einem derartigen Ausführungsbeispiel kann die Gleitfläche 16 an der Innenmantelfläche 14 des Gleitlagers 13 angeordnet sein.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenliste

1	Planetengetriebe	31	Füllmaterial
2	Mittellinie Planetengetriebe	32	Lageranordnung
3	Sonnenrad	33	Innenbauteil
4	Welle	34	Außenbauteil
5	Planetenrad	35	Bauteilfreistellung
6	Planetenradbolzen		
7	Planetenträger		
8	erste Planetenträgerwange		
9	zweite Planetenträgerwange		
10	Hohlrad		
11	Planetengetriebegehäuse		
12	Planetenradradialgleitlager		
13	Gleitlager		
14	Innenmantelfläche Gleitlager		
15	Außenmantelfläche Gleitlager		
16	Gleitfläche Gleitlager		
17	Stützkörper		
18	Lagermetallschicht		
19	Polymerschicht		
20	Gleitschicht		
21	erstes Längsende		
22	zweites Längsende		
23	Freistellung		
24	Freistellungstiefe		
25	Wandstärke		
26	Freistellungsaxialer Streckung		
27	Stützkörperaxialer Streckung		
28	Rotationsachse		
29	Freistich		
30	Übergangsradius		

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Gleitlager (13), insbesondere Planetenradradialgleitlager (12) zur Lagerung eines Planetenrades (5) an einem Planetenradbolzen (6) in einem Planetengetriebe (1) einer Windkraftanlage, wobei das Gleitlager (13) eine Innenmantelfläche (14) und eine Außenmantelfläche (15) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass an zumindest einem ersten Längsende (21) des Gleitlagers (13) an der Innenmantelfläche (14) oder an der Außenmantelfläche (15) eine Freistellung (23) ausgebildet ist.
2. Gleitlager (13) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (13) einen Stützkörper (17) mit einer Innenmantelfläche (14) und eine am Stützkörper (17) außenliegende Gleitschicht (20) aufweist, wobei an einer Außenmantelfläche (15) der Gleitschicht (20) eine Gleitfläche (16) ausgebildet ist, wobei am ersten Längsende (21) des Stützkörpers (17) an der Innenmantelfläche (14) die Freistellung (23) ausgebildet ist.
3. Gleitlager (13) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Freistellung (23) an der vom ersten Längsende (21) distanzierten Seite mit einem Freistich (29) abschließt.
4. Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Freistellung (23) oder der Freistich (29) an der vom ersten Längsende (21) distanzierten Seite einen Übergangsradius (30) aufweist, wobei der Übergangsradius (30) zwischen 700% und 20%, insbesondere zwischen 500% und 70%, bevorzugt zwischen 250% und 150% einer Freistellungstiefe (24) beträgt.
5. Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (17) eine Stützkörperaxialerstreckung (27) und die Freistellung (23) eine Freistellungsaxialerstreckung (26) aufweist, wobei

die Freistellungsaxialerstreckung (26) zwischen 0,1% und 15,0%, insbesondere zwischen 1,0% und 10,0%, bevorzugt zwischen 3,0% und 8,0% der Stützkörperaxialerstreckung (27) beträgt.

6. Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (13) eine Wandstärke (25) aufweist und die Freistellung (23) die Freistellungstiefe (24) aufweist, wobei die Freistellungstiefe (24) zwischen 0,1% und 60,0%, insbesondere zwischen 0,5% und 25,0%, bevorzugt zwischen 1,0% und 5,0% der Wandstärke (25) beträgt.

7. Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Freistellung (23) mit einem elastischen Füllmaterial (31) ausgefüllt ist, wobei die Elastizität des Füllmaterials (31) höher ist, als die Elastizität des Stützkörpers (17).

8. Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (17) als Segment, insbesondere als Halbschale, ausgebildet ist.

9. Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (17) als Buchse ausgebildet ist.

10. Lageranordnung (32) mit einem Gleitlager (13), welches eine Innenmantelfläche (14) und eine Außenmantelfläche (15) aufweist, welche sich zwischen einem ersten Längsende (21) und einem zweiten Längsende (22) erstrecken, wobei an der Innenmantelfläche (14) ein Innenbauteil (33) anliegt und an der Außenmantelfläche (15) ein Außenbauteil (34) anliegt, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist und/oder dass das Innenbauteil (33) und/oder das Außenbauteil (34) zumindest im Bereich des ersten Längsendes (21) eine Bauteilfreistellung (35) aufweist.

11. Planetengetriebe (1) für eine Windkraftanlage, mit einem Planetenrad (5), welches mittels eines Planetenradradialgleitlagers (12) an einem Planetenradbolzen (6) gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetenradradialgleitlager (12) als Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 1-9 ausgebildet ist.

12. Windkraftanlage umfassend ein Planetengetriebe (1) mit einem Planetenrad (5), welches mittels eines Planetenradradialgleitlagers (12) an einem Planetenradbolzen (6) gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetenradradialgleitlager (12) als Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 1-9 ausgebildet ist.

Fig.1

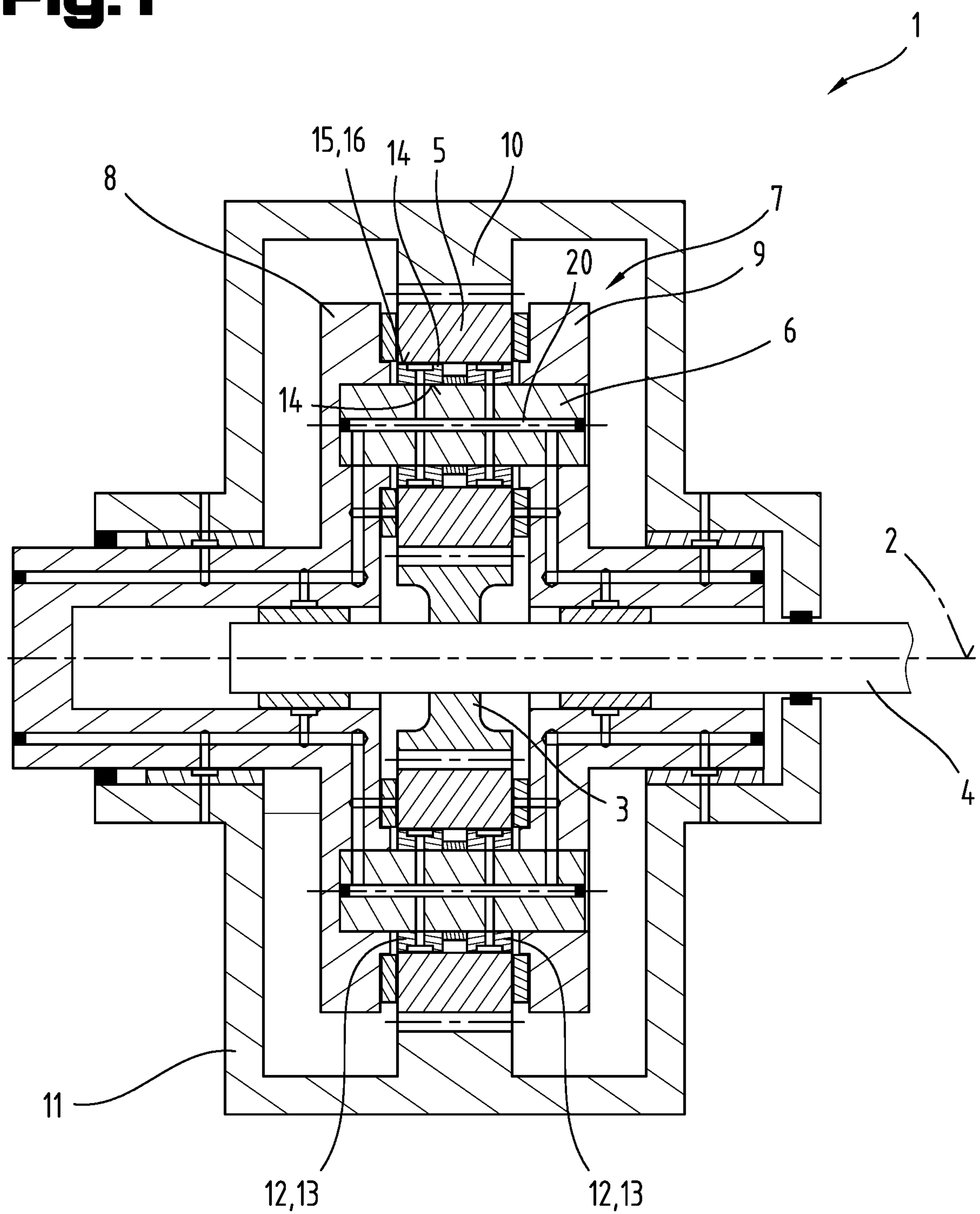


Fig.2

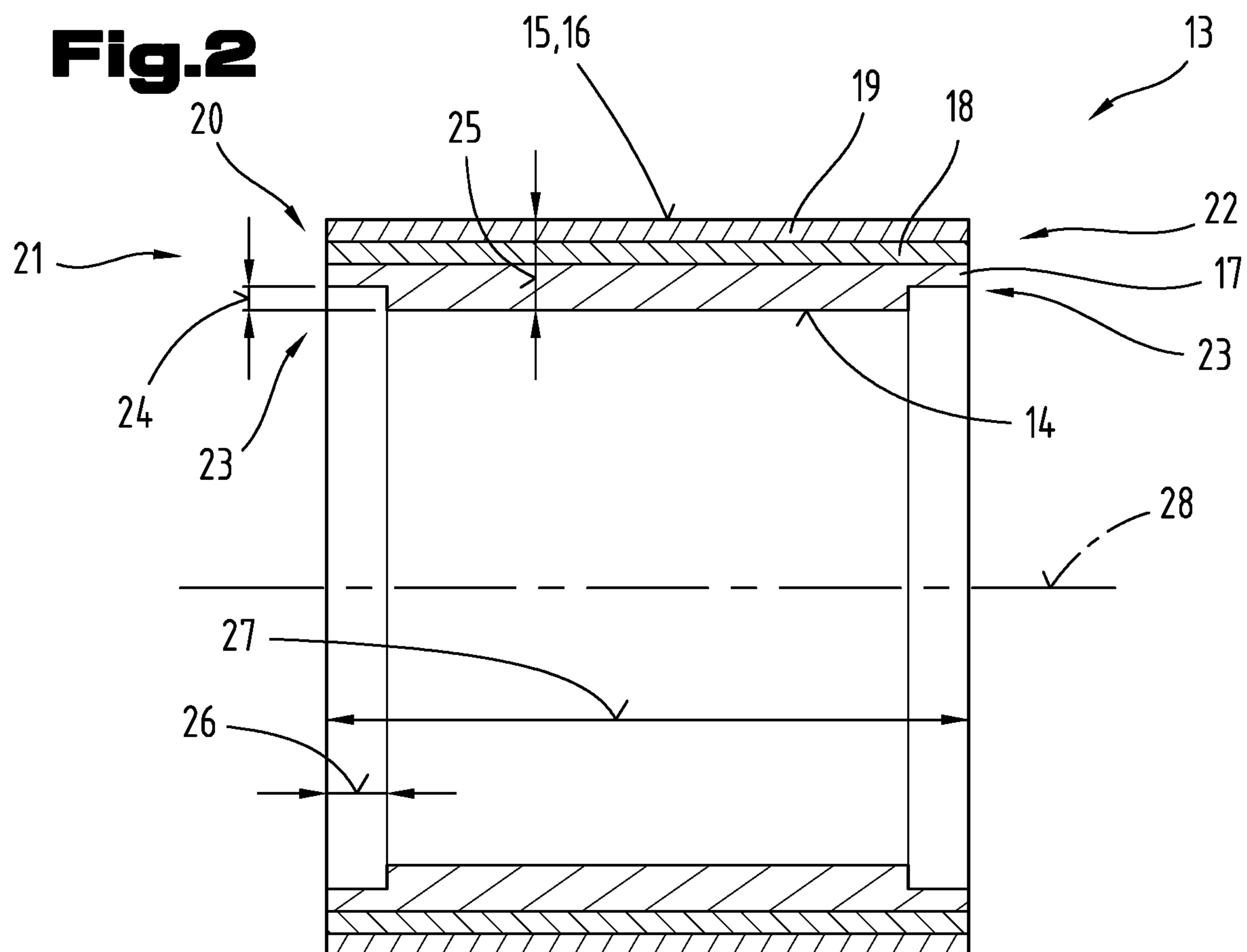


Fig.3

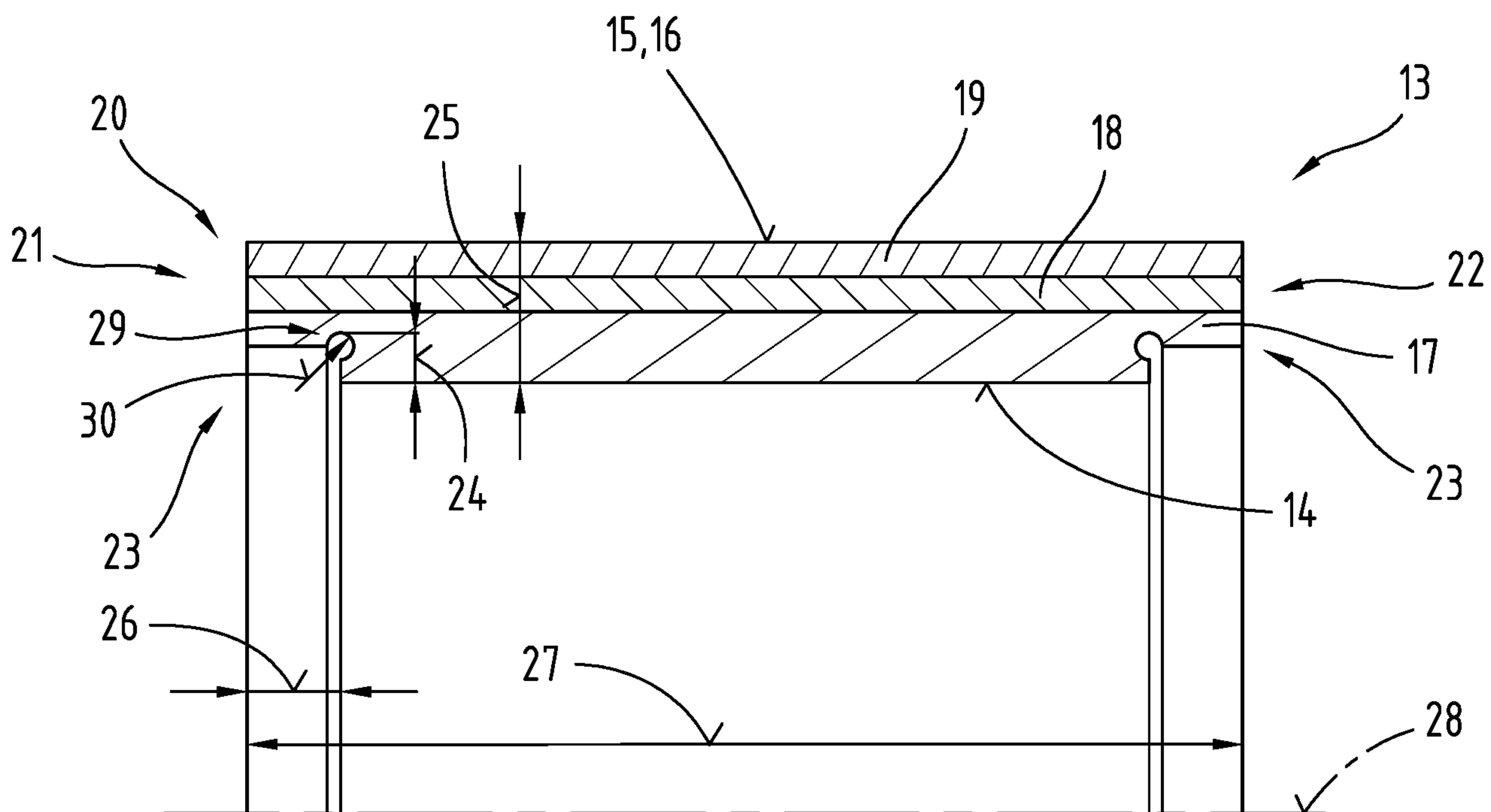


Fig.4

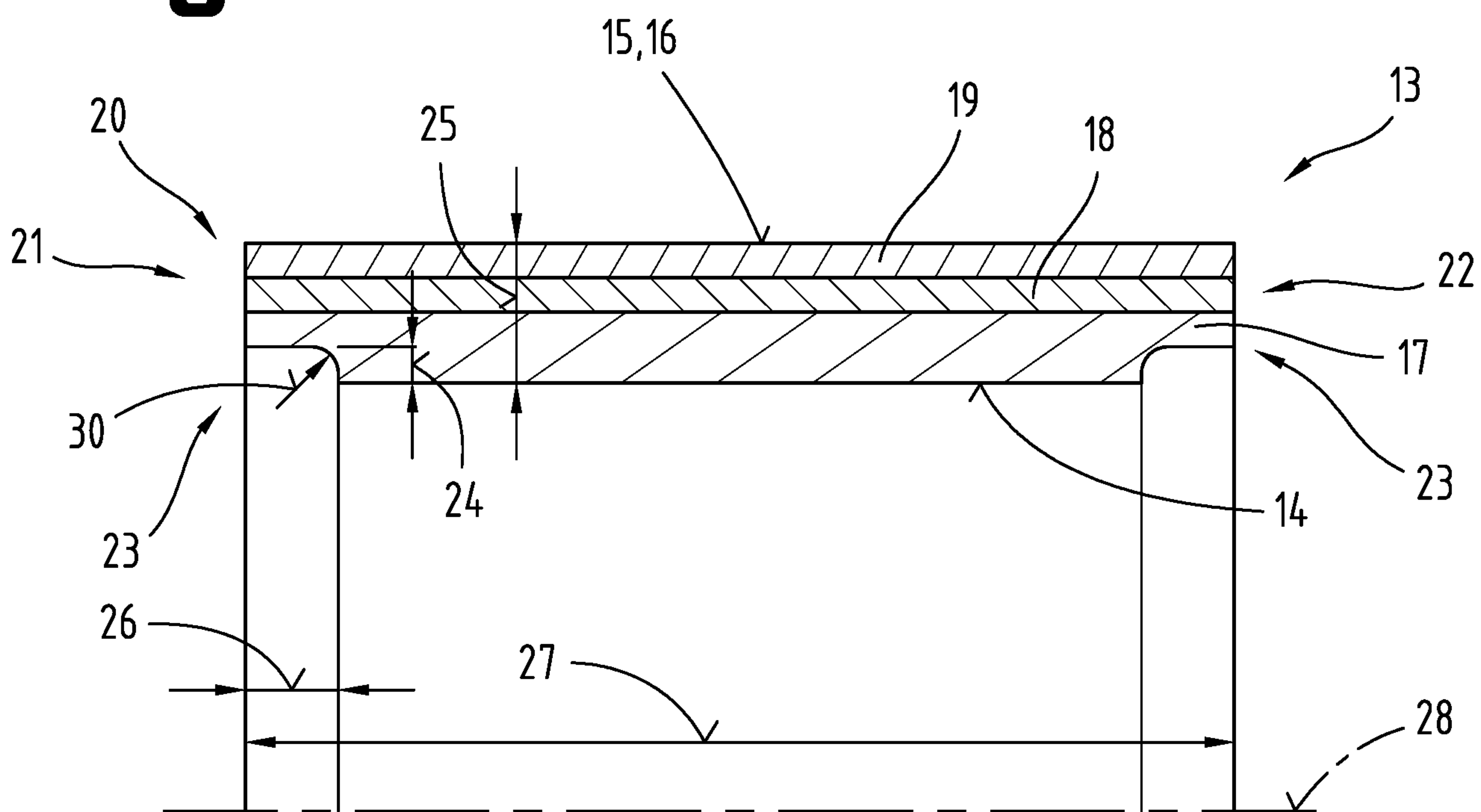


Fig.5

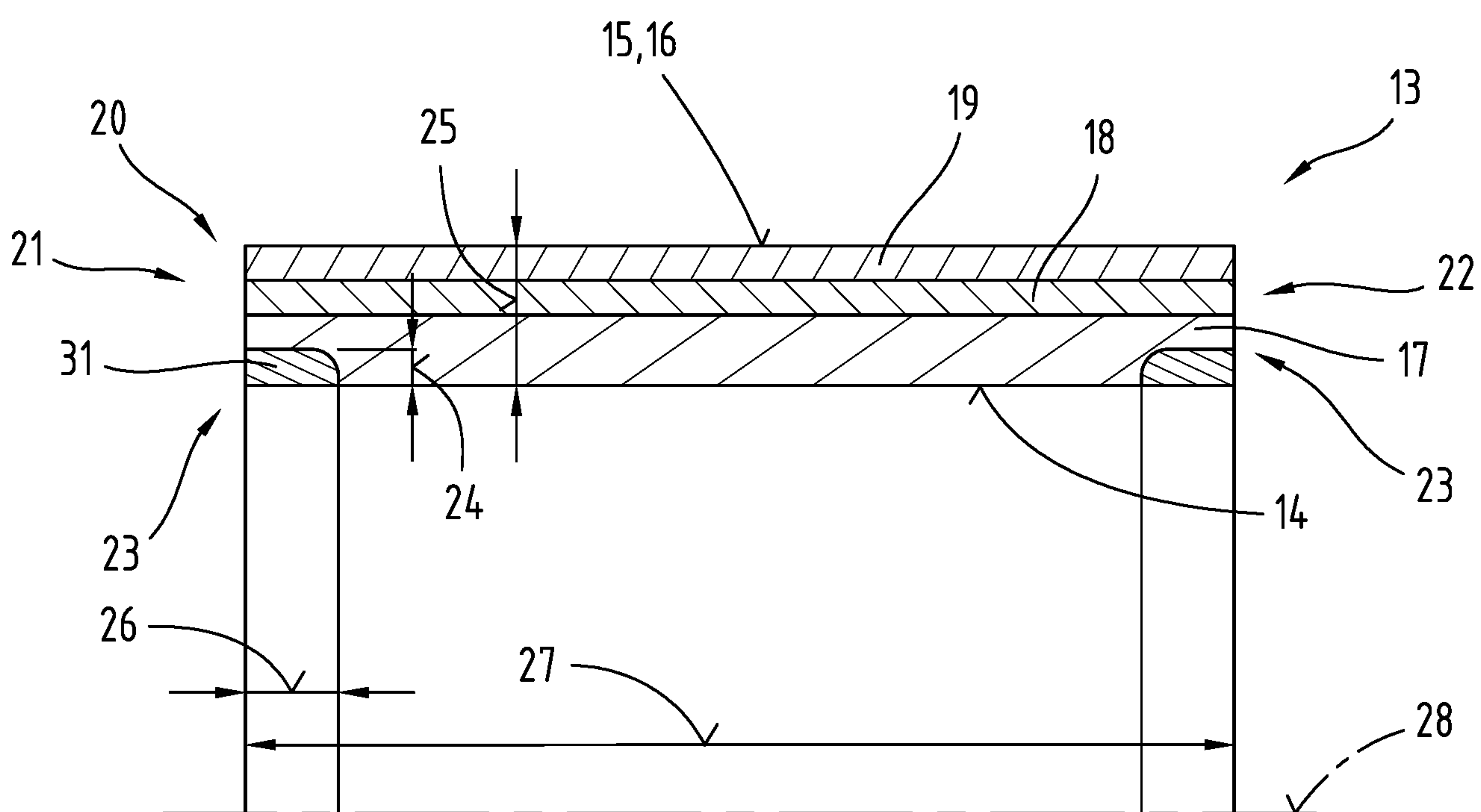


Fig.6

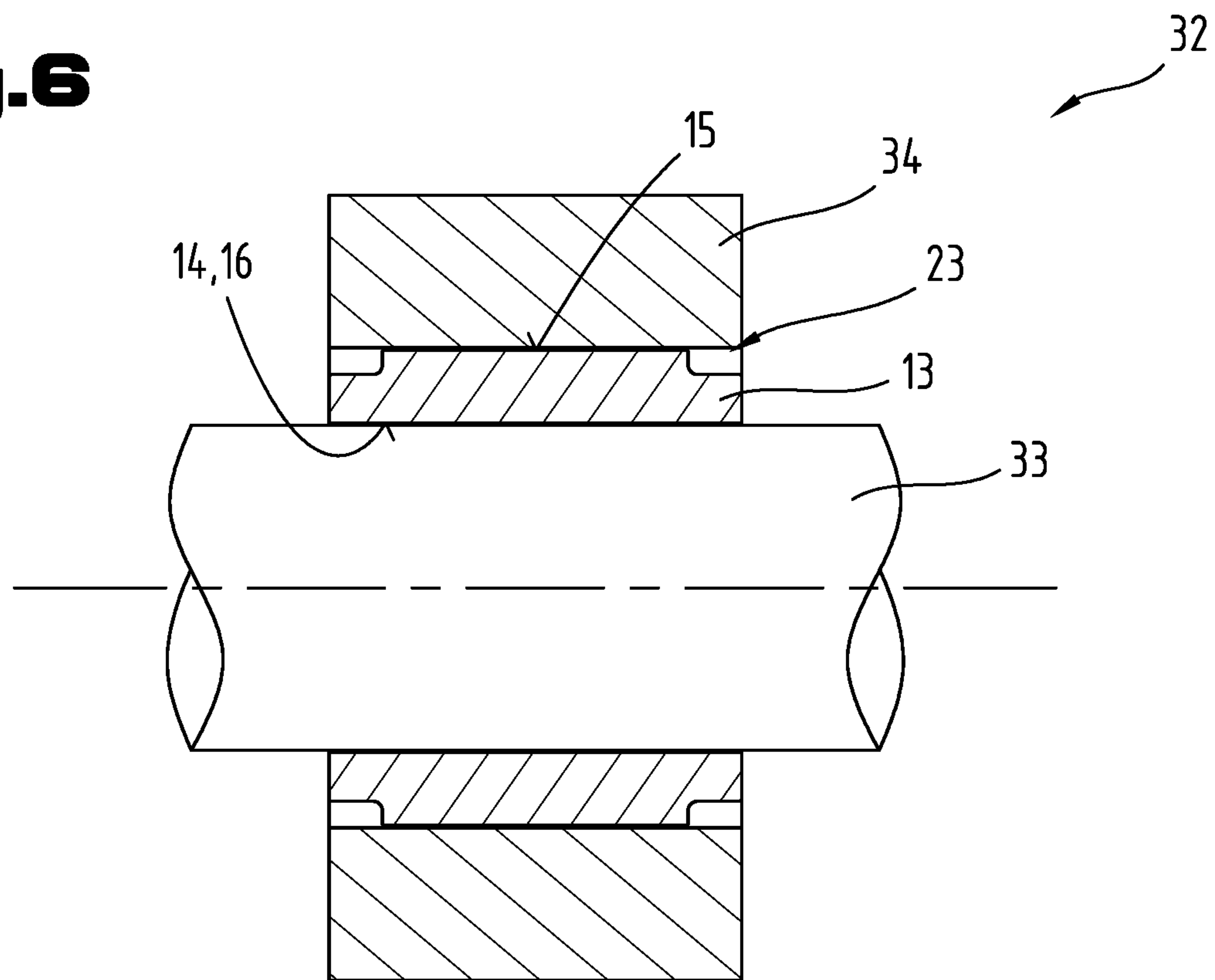


Fig.7

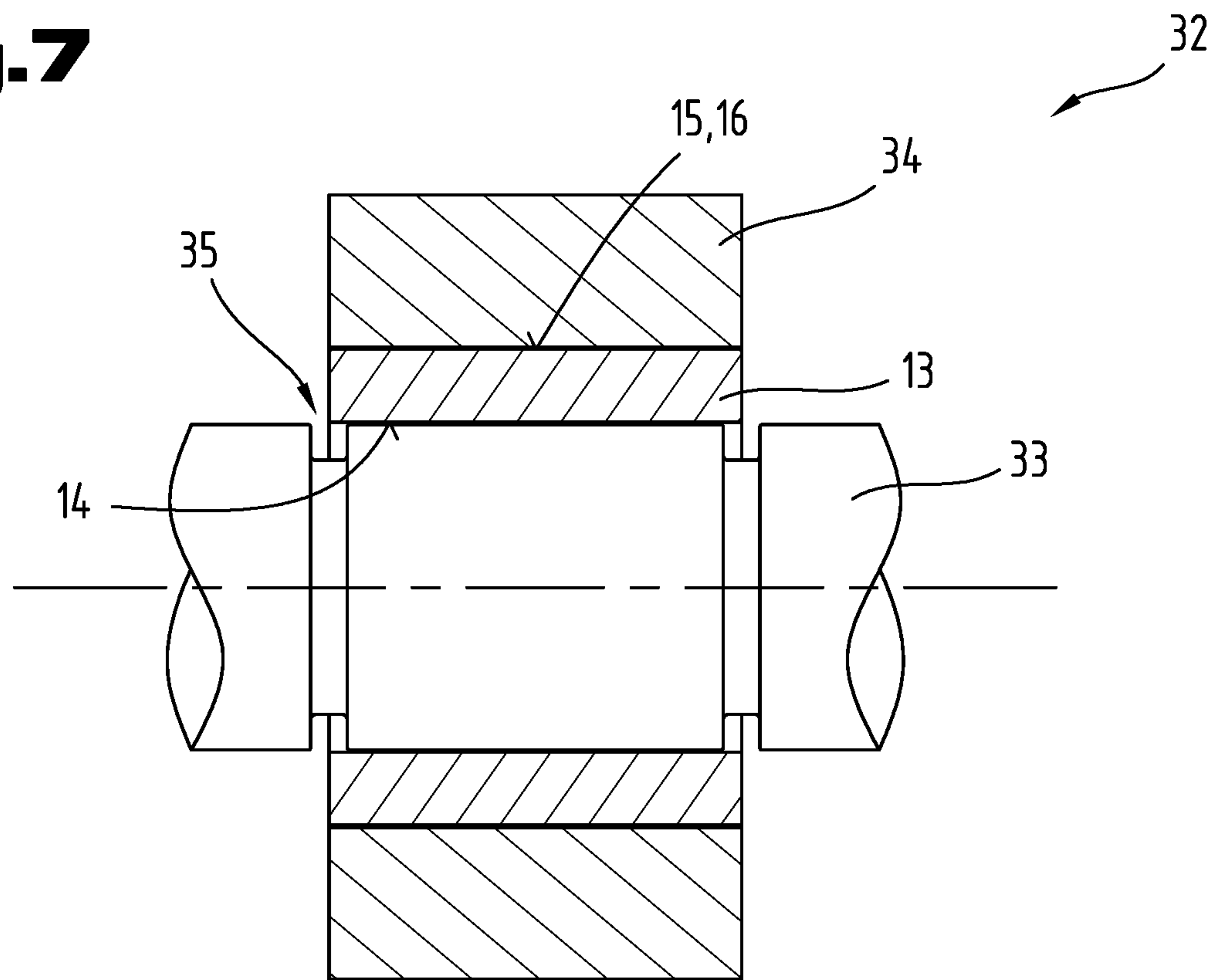
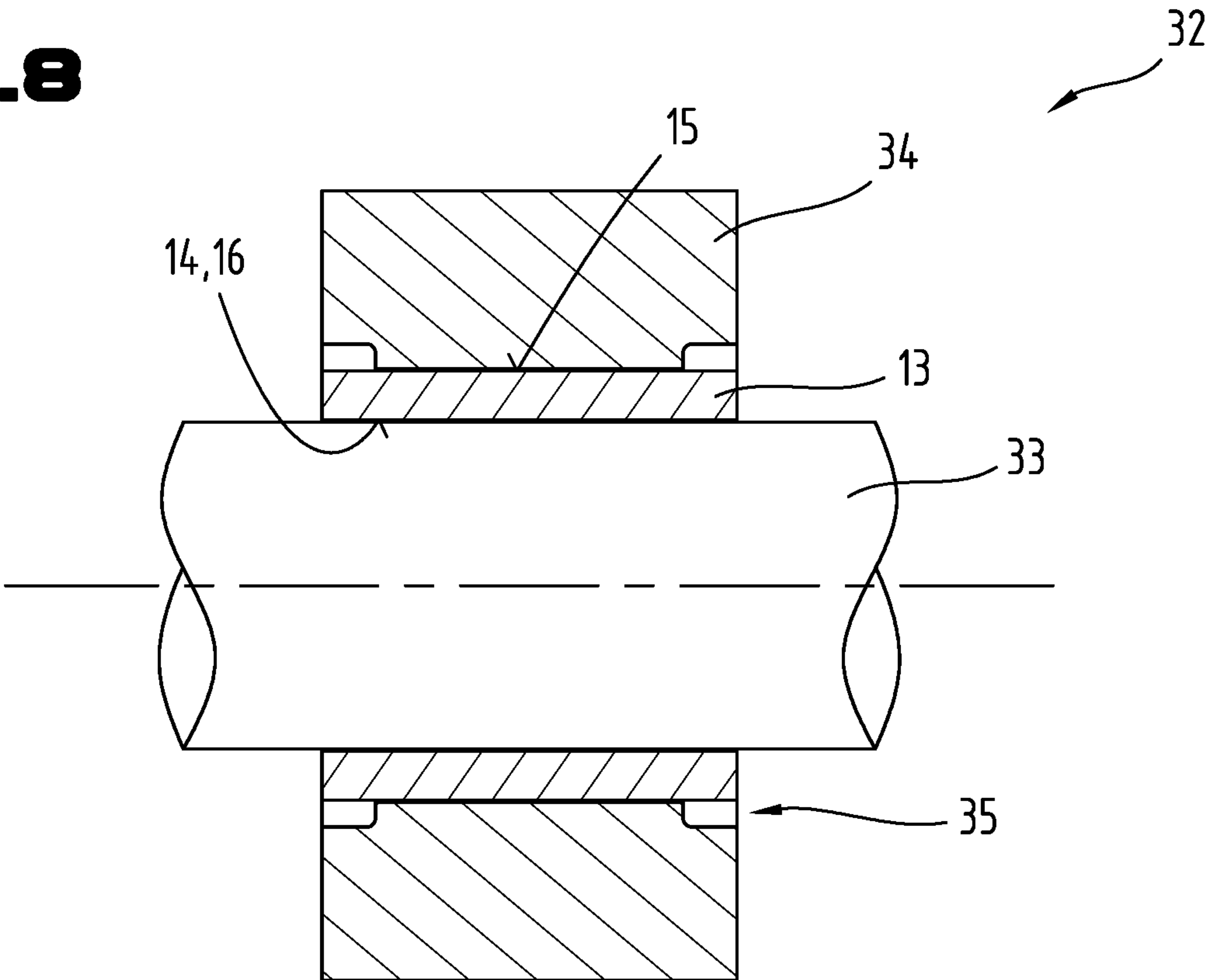


Fig.8



Patentansprüche

1. Gleitlager (13), insbesondere Planetenradradialgleitlager (12) zur Lagerung eines Planetenrades (5) an einem Planetenradbolzen (6) in einem Planetengetriebe (1) einer Windkraftanlage, wobei das Gleitlager (13) eine Innenmantelfläche (14) und eine Außenmantelfläche (15) aufweist, wobei an zumindest einem ersten Längsende (21) des Gleitlagers (13) an der Innenmantelfläche (14) oder an der Außenmantelfläche (15) eine Freistellung (23) ausgebildet ist, wobei die Freistellung (23) an einer zu einer Gleitfläche (16) des Gleitlagers (13) gegenüberliegenden Fläche ausgebildet ist, wobei das Gleitlager (13) eine Wandstärke (25) aufweist und die Freistellung (23) eine Freistellungstiefe (24) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Freistellungstiefe (24) zwischen 0,1% und 5,0%, insbesondere zwischen 0,5% und 5,0%, bevorzugt zwischen 1,0% und 5,0% der Wandstärke (25) beträgt.
2. Gleitlager (13) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (13) einen Stützkörper (17) mit einer Innenmantelfläche (14) und eine am Stützkörper (17) außenliegende Gleitschicht (20) aufweist, wobei an einer Außenmantelfläche (15) der Gleitschicht (20) eine Gleitfläche (16) ausgebildet ist, wobei am ersten Längsende (21) des Stützkörpers (17) an der Innenmantelfläche (14) die Freistellung (23) ausgebildet ist.
3. Gleitlager (13) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Freistellung (23) an der vom ersten Längsende (21) distanzierten Seite mit einem Freistich (29) abschließt.
4. Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Freistellung (23) oder der Freistich (29) an der vom ersten Längsende (21) distanzierten Seite einen Übergangsradius (30) aufweist, wobei der Übergangsradius (30) zwischen 700% und 20%, insbesondere zwischen

500% und 70%, bevorzugt zwischen 250% und 150% einer Freistellungstiefe (24) beträgt.

5. Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (17) eine Stützkörperaxialer Streckung (27) und die Freistellung (23) eine Freistellungsaxialer Streckung (26) aufweist, wobei die Freistellungsaxialer Streckung (26) zwischen 0,1% und 15,0%, insbesondere zwischen 1,0% und 10,0%, bevorzugt zwischen 3,0% und 8,0% der Stützkörperaxialer Streckung (27) beträgt.

6. Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Freistellung (23) mit einem elastischen Füllmaterial (31) ausgefüllt ist, wobei die Elastizität des Füllmaterials (31) höher ist, als die Elastizität des Stützkörpers (17).

7. Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (17) als Segment, insbesondere als Halbschale, ausgebildet ist.

8. Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützkörper (17) als Buchse ausgebildet ist.

9. Lageranordnung (32) mit einem Gleitlager (13), welches eine Innenmantelfläche (14) und eine Außenmantelfläche (15) aufweist, welche sich zwischen einem ersten Längsende (21) und einem zweiten Längsende (22) erstrecken, wobei an der Innenmantelfläche (14) ein Innenbauteil (33) anliegt und an der Außenmantelfläche (15) ein Außenbauteil (34) anliegt, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist und dass das Innenbauteil (33) oder das Außenbauteil (34) zumindest im Bereich des ersten Längsendes (21) eine Bauteilfreistellung (35) aufweist.

10. Planetengetriebe (1) für eine Windkraftanlage, mit einem Planetenrad (5), welches mittels eines Planetenradradialgleitlagers (12) an einem Planetenradbolzen (6) gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetenradradialgleitlager (12) als Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

11. Windkraftanlage umfassend ein Planetengetriebe (1) mit einem Planetenrad (5), welches mittels eines Planetenradradialgleitlagers (12) an einem Planetenradbolzen (6) gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetenradradialgleitlager (12) als Gleitlager (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.