

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50969/2016
 (22) Anmeldetag: 21.10.2016
 (45) Veröffentlicht am: 15.07.2018

(51) Int. Cl.: F16C 23/04 (2006.01)
 F16C 17/10 (2006.01)
 F16C 17/26 (2006.01)
 F03D 80/70 (2016.01)

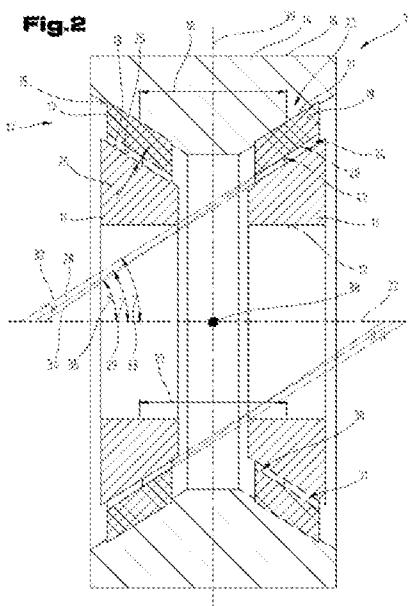
(56) Entgegenhaltungen:
 EP 2657519 A1
 DE 102014205637 A1
 US 2006115191 A1
 DE 102013221265 A1
 DE 29512636 U1
 US 6296391 B1
 JP 2004122087 A
 JP 2002122134 A
 US 4245870 A

(73) Patentinhaber:
 Miba Gleitlager Austria GmbH
 4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:
 Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
 GmbH
 4580 Windischgarsten (AT)

(54) Lagerelement

(57) Die Erfindung betrifft ein Lagerelement (7), mit zumindest einem inneren Ringelement (11) und zumindest einem äußeren Ringelement (14), wobei zwischen dem inneren Ringelement (11) und dem äußeren Ringelement (14) eine Gleitlagerung (17) ausgebildet ist, die durch zumindest zwei Gleitlager (19) gebildet ist. Die Gleitlager (19) weisen eine Gleitfläche (24) auf. Im Neuzustand des Gleitlagers (19) weist die Gleitfläche (24) des Gleitlagers (19) im Querschnitt gesehen zumindest einen ersten Teilabschnitt (30) und einen zweiten Teilabschnitt (31) auf, wobei eine an den ersten Teilabschnitt (30) angelegte Tangente (32) in einem ersten Winkel (33) und eine an den zweiten Teilabschnitt (31) angelegte Tangente (34) in einem zweiten Winkel (35) zur zentralen Längsachse (22) steht, wobei der erste Winkel (33) unterschiedlich groß ist wie der zweite Winkel (35), wobei der erste Teilabschnitt (30) und der zweite Teilabschnitt (31) im Querschnitt gesehen durch Geraden gebildet sind, welche durch einen Übergangsradius (42) miteinander verbunden sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lagerelement für die Lagerung eines Bauteils.

[0002] Aus der AT 509 625 B1 ist ein Lagerelement für die Lagerung der Rotornabe einer Windkraftanlage bekannt. Das Lagerelement umfasst einen Außenring, einen Innenring und mehrere Gleitlager-Pads, welche zwischen dem Außenring und dem Innenring angeordnet sind. Das Lagerelement ist für eine radiale bzw. eine axiale Kraftbelastung ausgelegt und kann ein überlagertes Kippmoment nur bedingt aufnehmen.

[0003] Die EP 2657519 A1 offenbart ein Lagerelement, welches ein äußeres Ringelement und zwei innere Ringelemente aufweist. Zwischen den beiden Ringelementen ist eine Gleitlagerung ausgebildet, die durch zwei in axialem Abstand zueinander angeordnete Gleitlager gebildet ist.

[0004] Aus der DE 10 2014 205 637 A1, der US 2006115191 A1, der DE 10 2013 221 265 A1, der DE 29512636 U1 und der US 6296391 B1 sind weitere Lagerungen bekannt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Lagerelement zur Verfügung zu stellen, mittels welchem ein mit einer Radialkraft, einer Axialkraft und einem Kippmoment belasteter Bauteil gelagert werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß den Ansprüchen gelöst.

[0007] Erfindungsgemäß ist ein Lagerelement, insbesondere Rotornabenlagerung, für die Lagerung eines mit einer Radialkraft, einer Axialkraft und einem Kippmoment zu belastenden Bauteils ausgebildet. Das Lagerelement umfasst zumindest ein inneres Ringelement und zumindest ein äußeres Ringelement, welche im unbelasteten Zustand koaxial bezüglich einer zentralen Längsachse zueinander angeordnet sind, wobei zwischen dem inneren Ringelement und dem äußeren Ringelement eine Gleitlagerung ausgebildet ist, die durch zumindest zwei in axialem Abstand zueinander angeordnete Gleitlager gebildet ist. Die Gleitlager sind an einer Aufnahmeseite mit einem der Ringelemente gekoppelt und gegenüberliegend der Aufnahmeseite ist eine Gleitfläche ausgebildet, welche mit einer Lauffläche des gegenüberliegenden Ringelementes zusammenwirkt. Im Neuzustand des Gleitlagers weist die Gleitfläche des Gleitlagers im Querschnitt gesehen zumindest einen ersten Teilabschnitt und einen zweiten Teilabschnitt auf, wobei eine an den ersten Teilabschnitt angelegte Tangente in Bezug zur zentralen Längsachse in einem ersten Winkel angeordnet ist und eine an den zweiten Teilabschnitt angelegte Tangente in Bezug zur zentralen Längsachse in einem zweiten Winkel angeordnet ist, wobei der erste Winkel unterschiedlich groß ist wie der zweite Winkel.

[0008] Von Vorteil an der erfindungsgemäßen Ausbildung des Lagerelementes ist, dass der erste Teilabschnitt derart ausgebildet sein kann, dass eine am Lagerelement wirkende Axialkraft bzw. eine Radialkraft gut aufgenommen werden können und der zweite Teilabschnitt des Gleitlagers derart ausgebildet sein kann, dass ein am Lagerelement wirkendes Kippmoment gut aufgenommen werden kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Gleitlagern kommt es durch das erfindungsgemäße Lagerelement bei einer Verkipfung des inneren Ringelementes relativ zum äußeren Ringelement nicht zu einer punktförmigen Belastung, sondern kann auch bei einer Verkipfung des inneren Ringelementes relativ zum äußeren Ringelement zumindest eine linienförmige Auflage der Gleitfläche an der Lauffläche erreicht werden. Dadurch kann die Flächenpressung gegenüber herkömmlichen Lagerelementen minimiert werden, wodurch auch der Verschleiß an den Lagerelementen minimiert werden kann.

[0009] Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn eine Tangente, welche an die Lauffläche des mit dem Gleitlager zusammenwirkenden Ringelementes angelegt ist, in Bezug zur zentralen Längsachse in einem dritten Winkel angeordnet ist, wobei im unbelasteten Zustand der dritte Winkel der Lauffläche gleich groß ist wie der erste Winkel des ersten Teilabschnittes der Gleitfläche. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme in einem mit einer radialen Kraft bzw. axialen Kraft belasteten Lagerelement, welches keine Verkipfung zwischen innerem Ringelement und äußerem Ringelement aufweist und nicht mit Kippmomenten belastet ist, eine

linienförmige Berührung ausgebildet sein kann.

[0010] Ferner kann vorgesehen sein, dass das Gleitlager mit dem äußeren Ringelement gekoppelt ist und die Gleitfläche an der Innenseite des Gleitlagers ausgebildet ist und die Lauffläche an der Außenseite des inneren Ringelementes ausgebildet ist. Eine derartige Ausbildung des Lagerelementes ist vorteilhaft, wenn das äußere Ringelement als sich drehender Bauteil ausgeführt ist und das innere Ringelement als feststehender Bauteil ausgeführt ist, da dies zu einem verminderten Verschleiß am Lagerelement führt.

[0011] In einer alternativen Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass das Gleitlager mit dem inneren Ringelement gekoppelt ist und die Gleitfläche an der Außenseite des Gleitlagers ausgebildet ist und die Lauffläche an der Innenseite des äußeren Ringelementes ausgebildet ist. Eine derartige Ausbildung des Lagerelementes ist vorteilhaft, wenn das innere Ringelement als sich drehender Bauteil ausgeführt ist und das äußere Ringelement als feststehender Bauteil ausgeführt ist, da dies zu einem verminderten Verschleiß am Lagerelement führt.

[0012] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass zumindest eines der Gleitlager durch in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Gleitlager-Pads gebildet ist. Von Vorteil ist hierbei, dass derartige Gleitlagerpads im Wartungsfall einfach zu wechseln bzw. herauszunehmen sind, ohne dass dabei das komplette Lagerelement zerlegt werden muss.

[0013] Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass bei einem Gleitlager mit einer an der Innenseite angeordneten Gleitfläche der erste Winkel der an den ersten Teilabschnitt angelegten Tangente in Bezug zur zentralen Längsachse kleiner ist als der zweite Winkel der an den zweiten Teilabschnitt angelegten Tangente in Bezug zur zentralen Längsachse und dass bei einem Gleitlager mit einer an der Außenseite angeordneten Gleitfläche der erste Winkel der an den ersten Teilabschnitt angelegten Tangente in Bezug zur zentralen Längsachse größer ist als der zweite Winkel der an den zweiten Teilabschnitt angelegten Tangente in Bezug zur zentralen Längsachse.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass bei einem durch eine Radialkraft oder eine Axialkraft belasteten Lagerelement die Lauffläche des Ringelementes am ersten Teilabschnitt der Gleitfläche des Gleitlagers, insbesondere entlang einer ersten Berührlinie, anliegt und das Ringelement und das Gleitlager um die zentrale Längsachse zueinander relativverdrehbar sind und dass bei einem durch ein Kippmoment belasteten Lagerelement die Lauffläche des Ringelementes am zweiten Teilabschnitt der Gleitfläche des Gleitlagers, insbesondere entlang einer zweiten Berührlinie, anliegt und das Ringelement und das Gleitlager um die zentrale Längsachse zueinander relativverdrehbar sind. Von Vorteil ist hierbei, dass jeder der beiden Teilabschnitte zur Lastaufnahme eines speziellen Belastungszustandes ausgebildet ist und dadurch die mögliche Lebensdauer des Lagerelementes erhöht werden kann.

[0015] Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die Tangente des zweiten Teilabschnittes derart ausgebildet ist beziehungsweise einen derartigen Winkel aufweist, dass im unbelasteten Zustand des Lagerelementes die Tangente der Lauffläche um den Mittelpunkt des Lagerelementes gedreht deckungsgleich zur Tangente des zweiten Teilabschnittes ist. Von Vorteil ist hierbei, dass bei einer Belastung des Lagerelementes mit einem Kippmoment und daher im verkippten Zustand des äußeren Ringelementes relativ zum inneren Ringelement die Lauffläche und die Gleitfläche an einer zweiten Berührlinie aneinander aufliegen.

[0016] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der erste Teilabschnitt und der zweite Teilabschnitt im Querschnitt gesehen durch Geraden gebildet ist, welche durch einen Übergangsradius miteinander verbunden sind. Von Vorteil ist hierbei, dass die im Querschnitt gesehen durch Geraden gebildeten Teilabschnitte mit entsprechenden im Querschnitt gesehen ebenfalls als Geraden ausgebildeten Gegenflächen zusammenwirken können und dabei eine linienförmige Berührung ausgebildet ist. Der Übergangsradius ist vorzugsweise möglichst klein gewählt. Vorzugsweise kann der Übergangsradius annähernd null sein und die Geraden daher direkt einander schneiden und eine Spitze bilden.

[0017] Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Öffnungswinkel zwischen der an den ersten

Teilabschnitt angelegten Tangente und der an den zweiten Teilabschnitt angelegten Tangente zwischen 175° und 179,99°, insbesondere zwischen 178° und 179,99°, bevorzugt zwischen 179° und 179,99°, beträgt. Von Vorteil ist hierbei, dass durch Realisierung eines derartigen Öffnungswinkels entsprechend geringe Lagerspiele erreicht werden können.

[0018] Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Windkraftanlage mit einer Rotornabe und einer Gondel ausgebildet ist, wobei die Rotornabe mittels dem beschriebenen Lagerelement an der Gondel gelagert ist.

[0019] Eine Tangente kann sowohl an eine gekrümmte Kurve, wie etwa einen Kreis, als auch an eine Gerade angelegt werden. Im besonderen Fall einer Geraden liegt die Tangente an die Gerade auf der gesamten Länge auf der Geraden.

[0020] Das Lagerelement weist die geometrische Ausbildung im Neuzustand auf. Dies ist insbesondere von Vorteil, da dadurch ein übermäßiger Verschleiß des Gleitlagers möglichst vermieden wird.

[0021] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0022] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0023] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Windkraftanlage;

[0024] Fig. 2 eine Querschnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Lagerelements im unbelasteten Zustand;

[0025] Fig. 3 eine Querschnittdarstellung des ersten Ausführungsbeispiels des Lagerelements im mit einem Kippmoment belasteten Zustand;

[0026] Fig. 4 eine schematische Detaildarstellung des ersten Ausführungsbeispiels des Lagerelements im unbelasteten Zustand;

[0027] Fig. 5 eine schematische Detaildarstellung des ersten Ausführungsbeispiels des Lagerelements im mit einer Axialkraft und/oder einer Radialkraft belasteten Zustand;

[0028] Fig. 6 eine schematische Detaildarstellung des ersten Ausführungsbeispiels des Lagerelements im mit einem Kippmoment belasteten Zustand;

[0029] Fig. 7 eine schematische Detaildarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels des Lagerelements im unbelasteten Zustand;

[0030] Fig. 8 eine schematische Detaildarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels des Lagerelements im mit einer Axialkraft und/oder einer Radialkraft belasteten Zustand;

[0031] Fig. 9 eine schematische Detaildarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels des Lagerelements im mit einem Kippmoment belasteten Zustand.

[0032] 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.

[0033] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Windkraftanlage 1 zum Erzeugen von elektrischer Energie aus Windenergie. Die Windkraftanlage 1 umfasst eine Gondel 2, welche an einem Turm 3 drehbar aufgenommen ist. In der Gondel 2 sind die elektrotechnischen Komponenten wie etwa ein Generator der Windkraftanlage 1 angeordnet.

[0034] Weiters ist ein Rotor 4 ausgebildet, welcher eine Rotornabe 5 mit daran angeordneten

Rotorblättern 6 aufweist. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Rotornabe 5 mittels einem Lagerelement 7 drehbeweglich an der Gondel 2 aufgenommen ist.

[0035] Von besonderem Vorteil ist es, wenn das Lagerelement 7 entsprechend den in diesem Dokument beschriebenen Ausführungen ausgebildet ist, da besonders beim Einsatz von nur einem Lagerelement 7 zur Lagerung der Rotornabe 5 an der Gondel 2 sowohl eine Radialkraft 8 als auch eine Axialkraft 9 und ein Kippmoment 10 vom Lagerelement 7 aufgenommen werden müssen. Die Axialkraft 9 ergibt sich durch die Kraft des Windes. Die Radialkraft 8 entspricht der Gewichtskraft des Rotors 4 und greift am Schwerpunkt des Rotors 4 an. Da der Schwerpunkt des Rotors 4 außerhalb des Lagerelementes 7 liegt, wird im Lagerelement 7 durch die Radialkraft 8 das Kippmoment 10 hervorgerufen. Das Kippmoment 10 kann ebenfalls durch eine ungleichmäßige Belastung der Rotorblätter 6 hervorgerufen werden.

[0036] Alternativ zum Einsatz des Lagerelementes 7 in einer Windkraftanlage 1 ist es auch denkbar, dass ein derartig ausgebildetes Lagerelement 7 beispielsweise an einem Drehkratz eines Baggers eingesetzt wird oder an einer sonstigen Anwendung wo sowohl eine Radialkraft 8 und/oder eine Axialkraft 9, als auch ein Kippmoment 10 auf das Lagerelement 7 wirken.

[0037] Die erfindungsgemäßen Lagerelemente 7 können beispielsweise einen Durchmesser zwischen 0,5 m und 5 m aufweisen. Natürlich ist es auch denkbar, dass die Lagerelemente 7 kleiner oder größer sind.

[0038] In der Fig. 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel des Lagerelementes 7 in einem unbelasteten Zustand dargestellt. In der Fig. 3 ist das erste Ausführungsbeispiel des Lagerelementes 7 aus Fig. 2 in einem mit einem Kippmoment 10 belasteten Zustand dargestellt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in der vorangegangenen Fig. 2 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird das Lagerelement 7 auf Basis einer Zusammenschau der Figuren 2 und 3 beschrieben.

[0039] Das Lagerelement 7 umfasst zumindest ein inneres Ringelement 11, welches eine Innenseite 12 und eine Außenseite 13 aufweist. Weiters ist ein äußeres Ringelement 14 vorgesehen, welches eine Innenseite 15 und eine Außenseite 16 aufweist. Außerdem ist zwischen dem inneren Ringelement 11 und dem äußeren Ringelement 14 eine Gleitlagerung 17 ausgebildet, die zumindest zwei in einem axialen Abstand 18 zueinander beabstandete Gleitlager 19 umfasst. Die beiden Gleitlager 19 weisen jeweils eine Innenseite 20 und eine Außenseite 21 auf.

[0040] In der Darstellung der Fig. 2 ist das Lagerelement 7 in einem unbelasteten Zustand dargestellt. Als unbelasteter Zustand wird hierbei jener Zustand definiert, in welchem keine Kräfte daher auch keine Schwerkkräfte auf das Lagerelement 7 wirken. Dieser Zustand ist fiktional und wird daher lediglich zur Veranschaulichung der Bauteile bzw. der Funktion des Lagerelementes 7 dargestellt. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind im unbelasteten Zustand des Lagerelementes 7 das innere Ringelement 11 und das äußere Ringelement 14 und die Gleitlager 19 konzentrisch bezüglich einer gemeinsamen zentralen Längsachse 22 angeordnet.

[0041] Im ersten Ausführungsbeispiel des Lagerelementes 7, wie es in den Figuren 2 bis 6 dargestellt ist, sind die Gleitlager 19 mit dem äußeren Ringelement 14 gekoppelt. Die Seite des Gleitlagers 19, welche mit dem äußeren Ringelement 14 gekoppelt ist, wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Aufnahmeseite 23 des Gleitlagers bezeichnet. An der Aufnahmeseite 23 des Gleitlagers 19 findet keine Relativbewegung zwischen dem Gleitlager 19 und dem äußeren Ringelement 14 statt. Eine derartige Kopplung des Gleitlagers 19 mit dem äußeren Ringelement 14 kann beispielsweise durch Maßnahmen wie sie schon in der AT 509 625 B1 beschrieben wurden, erreicht werden.

[0042] Weiters ist es auch denkbar, dass das Gleitlager 19 beispielsweise mittels einer Klebeverbindung im äußeren Ringelement 14 aufgenommen ist. In wieder einem anderen Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, dass das Gleitlager 19 beispielsweise formschlüssig im äußeren Ringelement 14 aufgenommen ist.

[0043] Das Gleitlager 19 kann dabei in mehrere auf den Umfang verteilte Ringsegmente aufge-

teilt sein. Weiters ist es auch denkbar, dass das Gleitlager 19 als einzelner umlaufender Ring ausgebildet ist. Ein derartiger umlaufender Ring kann beispielsweise in das äußere Ringelement 14 eingelegt sein, wobei durch eine Reibverbindung ein Mitdrehen des Gleitlagers 19 relativ zum äußeren Ringelement 14 unterbunden wird.

[0044] Gegenüberliegend der Aufnahmeseite 23 des Gleitlagers 19 ist eine Gleitfläche 24 ausgebildet, welche mit einer Lauffläche 25 des inneren Ringelementes 11 zusammenwirkt. Im ersten Ausführungsbeispiel ist die Außenseite 13 des inneren Ringelementes 11 als Lauffläche 25 ausgebildet.

[0045] Insbesondere ist im ersten Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass sich das Gleitlager 19 relativ zum inneren Ringelement 11 verdreht und eine Gleitbewegung zwischen der Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 und der Lauffläche 25 des inneren Ringelementes 11 ermöglicht wird. Dadurch kann die Funktion des Lagerelementes 7 realisiert werden. Die genaue Funktion bzw. die genauen Zusammenhänge des Lagerelementes 7 werden in den Fig. 4 bis 6 im Detail gezeigt bzw. dienen diese Darstellungen als Ergänzung zum Verständnis des ersten Ausführungsbeispiels des Lagerelementes 7.

[0046] Zwischen dem inneren Ringelement 11 und dem Gleitlager 19 ist, wie in der Fig. 2 dargestellt, ein Lagerspiel 26 ausgebildet.

[0047] An dieser Stelle sei erwähnt, dass sowohl in den Figuren 2 und 3, als auch in den Figuren 4 bis 6 und 7 bis 9 das Lagerspiel 26 zur Veranschaulichung übertrieben groß dargestellt ist. Insbesondere in den Figuren 4 bis 6 und 7 bis 9 ist auch die Geometrie der Gleitlagerung stark übertrieben dargestellt, um die Funktion und die technischen Effekte anschaulich darstellen zu können.

[0048] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass zwei innere Ringelemente 11 ausgebildet sind, welche in einem Abstand 27 zueinander angeordnet sind. Die Außenseiten 13 der inneren Ringelemente 11 sind jeweils konisch ausgebildet und einander zugewandt. Durch den Abstand 27 der beiden inneren Ringelemente 11 zueinander kann das Lagerspiel 26 eingestellt werden.

[0049] Die Lauffläche 25 ist eine bezüglich der zentralen Längsachse 22 rotationssymmetrisch ausgebildete Fläche, welche die spezielle Form eines Kegelstumpfes aufweisen kann. Im Querschnitt des Lagerelementes 7 gesehen, wie in Fig. 2 dargestellt, bildet die Lauffläche 25 eine Gerade. Legt man an die Lauffläche 25 eine Tangente 28 an, so ist diese Tangente 28 in einem Winkel 29 bezüglich der zentralen Längsachse 22 ausgebildet.

[0050] Wie aus Fig. 2 und besonders gut in der übertriebenen Darstellung nach Fig. 4 ersichtlich, ist vorgesehen, dass das Gleitlager 19 an dessen Gleitfläche 24 einen ersten Teilabschnitt 30 und einen zweiten Teilabschnitt 31 aufweist.

[0051] Eine an den ersten Teilabschnitt 30 angelegte Tangente 32 ist in einem Winkel 33 zur zentralen Längsachse 22 angeordnet. Eine an den zweiten Teilabschnitt 31 angelegte Tangente 34 ist in einem Winkel 35 zur zentralen Längsachse 22 angeordnet.

[0052] Insbesondere ist vorgesehen, dass der Winkel 35 des zweiten Teilabschnittes 32 und der Winkel 33 des ersten Teilabschnittes 30 unterschiedlich groß sind. Weiters ist vorgesehen, dass der Winkel 29 der Lauffläche 25 und der Winkel 33 des ersten Teilabschnittes 30 gleich groß sind und somit in unbelastetem Zustand des Lagerelementes 7 die Tangente 28 der Lauffläche 25 und die Tangente 32 des ersten Teilabschnittes 30 parallel zueinander liegen. In der dreidimensionalen Darstellung betrachtet weisen daher die Lauffläche 25 und der erste Teilabschnitt 30 eine Mantelfläche eines Kegelstumpfes mit gleichem Öffnungswinkel auf.

[0053] Wenn das Lagerelement 7, wie in Fig. 5 dargestellt, mit einer Axialkraft 9 und/oder einer Radialkraft 8 belastet wird, so kommen der erste Teilabschnitt 30 der Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 und die Lauffläche 25 des inneren Ringelementes 11 an einer ersten Berührlinie 36 aneinander zum Anliegen. Die Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 und die Lauffläche 25 des inneren Ringelementes 11 berühren sich deswegen an der ersten Berührlinie 36 aneinander, da

es durch die Radialkraft 8 bzw. durch die Axialkraft 9 zu einer Parallelverschiebung der beiden Bauteile zueinander kommt. Die Parallelverschiebung bewegt sich natürlich im hundertstel bis zehntel Millimeter Bereich und ist stark übertrieben dargestellt.

[0054] Wenn jedoch entsprechend der Darstellung in den Figuren 3 und 6 in das Lagerelement 7 ein Kippmoment 10 eingeleitet wird, so kommt es zu einer Verkipfung des äußeren Ringelementes 14 relativ zum inneren Ringelement 11, wodurch der zweite Teilabschnitt 31 der Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 an der Lauffläche 25 des inneren Ringelementes 11 an einer zweiten Berührlinie 37 anliegt.

[0055] Wie aus Fig. 3 ersichtlich, liegen hierbei die beiden Gleitlager 19 diagonal gegenüberliegend an den inneren Ringelementen 11 auf. Bei dieser beschriebenen Verkipfung kommt es insbesondere zu einer Verdrehung des äußeren Ringelementes 14 relativ zum inneren Ringelement 11 bezüglich einem Drehpunkt 38, welcher im Schnittpunkt zwischen der zentralen Längsachse 22 und einer Längsmittelachse 39 liegt.

[0056] Ideal ist es natürlich, wenn nach der besprochenen Verkipfung des äußeren Ringelementes 14 die Tangente 28 der Lauffläche 25 und die Tangente 34 des zweiten Teilabschnittes 31 der Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 deckungsgleich aufeinander liegen. Dadurch kommt es somit auch bei einer Belastung des Lagerelementes 7 durch ein Kippmoment 10 zu einer linienförmigen Berührung zwischen der Gleitfläche 24 und der Lauffläche 25, wodurch die Flächenpressung und somit der Verschleiß an der Gleitfläche 24 verringert werden kann.

[0057] Die Deckungsgleichheit der Tangente 24 des zweiten Teilabschnittes 31 und der Tangente 28 der Lauffläche 25 nach dem Verkippen kann dadurch erreicht werden, dass bei der Konstruktion des Gleitlagers 19 im unbelasteten Zustand entsprechend Fig. 2 die Tangente 28 an die Lauffläche 25 genommen wird und bezüglich dem Drehpunkt 38 um einen bestimmten Winkel verdreht wird, sodass diese die Tangente 34 des zweiten Teilabschnittes 31 bildet und sich mit der Tangente 32 des ersten Teilabschnittes 30 in etwa mittig des Gleitlagers 19 schneidet. Die Größe dieses Winkels, um welchen bei der Konstruktion des Gleitlagers 19 die Tangente 28 an die Lauffläche 25 verdreht wird, bestimmt anschließend den maximalen Auslenkwinkel 40.

[0058] Zwischen der Tangente 34 des zweiten Teilabschnittes 31 und der Tangente 32 des ersten Teilabschnittes 30 ist ein Öffnungswinkel 41 ausgebildet, welcher einem Winkel von 180° minus dem maximalen Auslenkwinkel 40 entspricht. Bei entsprechend geringem Lagerspiel 26, welches sich im hundertstel Millimeter bis zehntel Millimeterbereich bewegt, ist dementsprechend auch der maximale Auslenkwinkel 40 im hundertstel bis zehntel Gradbereich angesiedelt.

[0059] Weiters kann vorgesehen sein, dass zwischen dem ersten Teilabschnitt 30 und dem zweiten Teilabschnitt 31 ein Übergangsradius 42 ausgebildet ist, welcher fertigungsbedingt ist. Bevorzugt wird der Übergangsradius 42 möglichst gering ausfallen, sodass die erste Berührlinie 36 bzw. die zweite Berührlinie 37 möglichst lang sind und somit eine möglichst geringe Flächenpressung zwischen der Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 und der Lauffläche 25 des inneren Ringelementes 11 auftritt. Mit anderen Worten ausgedrückt werden im Idealfall der erste Teilabschnitt 30 und der zweite Teilabschnitt 31 direkt bzw. möglichst ohne Übergangsradius 42 aneinander anschließen.

[0060] In den Figuren 7 bis 9 ist in einem zweiten Ausführungsbeispiel eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Lagerelementes 7 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 2 bis 6 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 2 bis 6 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[0061] In dem zweiten Ausführungsbeispiel des Lagerelementes 7 kann vorgesehen sein, dass das Gleitlager 19 mit dem inneren Ringelement 11 gekoppelt ist und eine Gleitbewegung zwischen dem Gleitlager 19 und dem äußeren Ringelement 14 stattfindet.

[0062] Wie aus dem zweiten Ausführungsbeispiel ersichtlich, kann das Gleitlager 19 mit dem inneren Ringelement 11 gekoppelt sein und somit die Aufnahmeseite 23 des Gleitlagers 19 an dessen Innenseite 20 ausgebildet sein. Entsprechend dazu ist in diesem Ausführungsbeispiel die Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 an dessen Außenseite 21 ausgebildet und wirkt mit der Innenseite 15 des äußeren Ringelementes 14 zusammen, welches in diesem Ausführungsbeispiel als Lauffläche 25 ausgebildet ist.

[0063] Die Zusammenhänge zwischen dem ersten Teilabschnitt 30 und dem zweiten Teilabschnitt 31 der Gleitfläche 24 des Gleitlagers 19 und der damit zusammenwirkenden Lauffläche 25 des äußeren Ringelementes 14 verhalten sich analog zum bereits in den Fig. 2 bis 6 beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel. Der kürze halber wird das zweite Ausführungsbeispiel deshalb nicht gesondert detailliert beschrieben, sondern ist dem Fachmann auf Basis der Beschreibung zu dem in den Figuren 2 bis 6 beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel bzw. auf Basis der Figuren 7 bis 9 die Funktion klar ersichtlich.

[0064] Ein derartiges zweites Ausführungsbeispiel des Lagerelementes 7 mit einem innen angeordneten Gleitlager 19, wie es in den Fig. 7 bis 9 dargestellt ist, wird vorzugsweise dann verwendet, wenn das äußere Ringelement 14 ortsfest ausgebildet ist und das innere Ringelement 11 mitsamt dem Gleitlagerelement 19 relativ zum äußeren Ringelement 14 verdrehbar ist.

[0065] 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 | Windkraftanlage | 27 | Abstand innere Ringelemente |
| 2 | Gondel | 28 | Tangente Lauffläche |
| 3 | Turm | 29 | Winkel Lauffläche |
| 4 | Rotor | 30 | erster Teilabschnitt |
| 5 | Rotornabe | 31 | zweiter Teilabschnitt |
| 6 | Rotorblatt | 32 | Tangente erster Teilabschnitt |
| 7 | Lagerelement | 33 | Winkel erster Teilabschnitt |
| 8 | Radialkraft | 34 | Tangente zweiter Teilabschnitt |
| 9 | Axialkraft | 35 | Winkel zweiter Teilabschnitt |
| 10 | Kippmoment | 36 | erste Berührlinie |
| 11 | inneres Ringelement | 37 | zweite Berührlinie |
| 12 | Innenseite inneres Ringele- ment | 38 | Drehpunkt |
| 13 | Außenseite inneres Ringele- ment | 39 | Längsmittelachse |
| 14 | äußeres Ringelement | 40 | maximaler Auslenkwinkel |
| 15 | Innenseite äußeres Ringelement | 41 | Öffnungswinkel |
| 16 | Außenseite äußeres Ringelement | 42 | Übergangsradius |
| 17 | Gleitlagerung | | |
| 18 | axialer Abstand | | |
| 19 | Gleitlager | | |
| 20 | Innenseite Gleitlager | | |
| 21 | Außenseite Gleitlager | | |
| 22 | zentrale Längsachse | | |
| 23 | Aufnahmeseite Gleitlager | | |
| 24 | Gleitfläche Gleitlager | | |
| 25 | Lauffläche | | |
| 26 | Lagerspiel | | |

Patentansprüche

1. Lagerelement (7), insbesondere Rotornabenlagerung, für die Lagerung eines mit einer Radialkraft (8) und einer Axialkraft (9) und einem Kippmoment (10) zu belastenden Bau- teils, mit zumindest einem inneren Ringelement (11) und zumindest einem äußeren Rin- gelement (14), welche im unbelasteten Zustand koaxial bezüglich einer zentralen Längs- achse (22) zueinander angeordnet sind, wobei zwischen dem inneren Ringelement (11) und dem äußeren Ringelement (14) eine Gleitlagerung (17) ausgebildet ist, die durch zu- mindest zwei in axialem Abstand (18) zueinander angeordnete Gleitlager (19) gebildet ist, wobei die Gleitlager (19) an einer Aufnahmeseite (23) jeweils mit einem der Ringelemente (11, 14) gekoppelt sind und gegenüberliegend der Aufnahmeseite (23) jeweils eine Gleit- fläche (24) ausbilden, welche mit einer Lauffläche (25) des gegenüberliegenden Ringele- mentes (11, 14) zusammenwirkt, wobei eine Tangente (28), welche an die Lauffläche (25) des mit den Gleitlagern (19) zusammenwirkenden Ringelementes (11, 14) angelegt ist, in Bezug zur zentralen Längsachse (22) in einem dritten Winkel (29) angeordnet ist, wobei die Lauffläche (25) bezüglich der zentralen Längsachse (22) rotationssymmetrisch ausge- bildet ist, und die Form eines Kegelstumpfes aufweist, wobei im unbelasteten Zustand der dritte Winkel (29) der Lauffläche (25) gleich groß ist wie der erste Winkel (33) des ersten Teilabschnittes (30) der Gleitfläche (24), **dadurch gekennzeichnet**, dass im Neuzustand jedes Gleitlagers (19) die Gleitfläche (24) des Gleitlagers (19) im Querschnitt gesehen zu- mindest einen ersten Teilabschnitt (30) und einen zweiten Teilabschnitt (31) aufweist, wo- bei eine an den ersten Teilabschnitt (30) angelegte Tangente (32) in Bezug zur zentralen Längsachse (22) in einem ersten Winkel (33) angeordnet ist und eine an den zweiten Teil- abschnitt (31) angelegte Tangente (34) in Bezug zur zentralen Längsachse (22) in einem zweiten Winkel (35) angeordnet ist, wobei der erste Winkel (33) unterschiedlich groß ist wie der zweite Winkel (35), wobei der erste Teilabschnitt (30) und der zweite Teilabschnitt (31) im Querschnitt gesehen durch Geraden gebildet sind, welche durch einen Übergangsra- dius (42) miteinander verbunden sind.
2. Lagerelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gleitlager (19) mit dem äußeren Ringelement (14) gekoppelt ist und die Gleitfläche (24) an der Innenseite (20) des Gleitlagers (19) ausgebildet ist und die Lauffläche (25) an der Außenseite (13) des inneren Ringelementes (11) ausgebildet ist.
3. Lagerelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eines der Gleitlager (19) durch in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Gleitlager-Pads gebildet ist.
4. Lagerelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei jenen Gleitlagern (19) mit einer an der Innenseite (20) angeordneten Gleitfläche (24) der erste Winkel (33) der an den ersten Teilabschnitt (30) angelegten Tangente (32) in Bezug zur zentralen Längsachse (22) kleiner ist als der zweite Winkel (35) der an den zweiten Teilabschnitt (31) angelegten Tangente (34) in Bezug zur zentralen Längsachse (22) und dass bei jenen Gleitlagern (19) mit einer an der Außenseite (21) angeordneten Gleitfläche (24) der erste Winkel (33) der an den ersten Teilabschnitt (30) angelegten Tan- gente (32) in Bezug zur zentralen Längsachse (22) größer ist als der zweite Winkel (35) der an den zweiten Teilabschnitt (31) angelegten Tangente (34) in Bezug zur zentralen Längsachse (22), wobei der erste Teilabschnitt (30) der Gleitflächen (24) einer Längsmitt- telachse (39) jeweils näherliegend angeordnet ist, als der zweite Teilabschnitt (31) der Gleitflächen (24).
5. Lagerelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem durch eine Radialkraft (8) oder eine Axialkraft (9) belasteten Lagerelement (7) die Lauffläche (25) des Ringelementes (11, 14) am ersten Teilabschnitt (30) der Gleit- fläche (24) des Gleitlagers (19), insbesondere entlang einer ersten Berührlinie (36), anliegt und das Ringelement (11, 14) und das Gleitlager (19) um die zentrale Längsachse (22) zu- einander relativverdrehbar sind und dass bei einem durch ein Kippmoment (10) belasten

Lagerelement (7) die Lauffläche (25) des Ringelementes (11, 14) am zweiten Teilabschnitt (31) der Gleitfläche (24) des Gleitlagers (19), insbesondere entlang einer zweiten Berührlinie (37), anliegt und das Ringelement (11, 14) und das Gleitlager (19) um die zentrale Längsachse (22) zueinander relativverdrehbar sind.

6. Lagerelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tangente (34) des zweiten Teilabschnittes (31) derart ausgebildet ist beziehungsweise einen derartigen Winkel (35) aufweist, dass im unbelasteten Zustand des Lagerelementes (7) die Tangente (28) der Lauffläche (25) um den Mittelpunkt des Lagerelementes (7) gedreht deckungsgleich zur Tangente (34) des zweiten Teilabschnittes (31) ist.
7. Lagerelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Öffnungswinkel (41) zwischen der an den ersten Teilabschnitt (30) angelegten Tangente (32) und der an den zweiten Teilabschnitt (31) angelegten Tangente (34) zwischen 175° und $179,99^\circ$, insbesondere zwischen 178° und $179,99^\circ$, bevorzugt zwischen 179° und $179,99^\circ$, beträgt.
8. Windkraftanlage (1) mit einer Rotornabe (5) und einer Gondel (2), wobei die Rotornabe (5) mittels einem Lagerelement (7) an der Gondel (2) gelagert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lagerelement (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

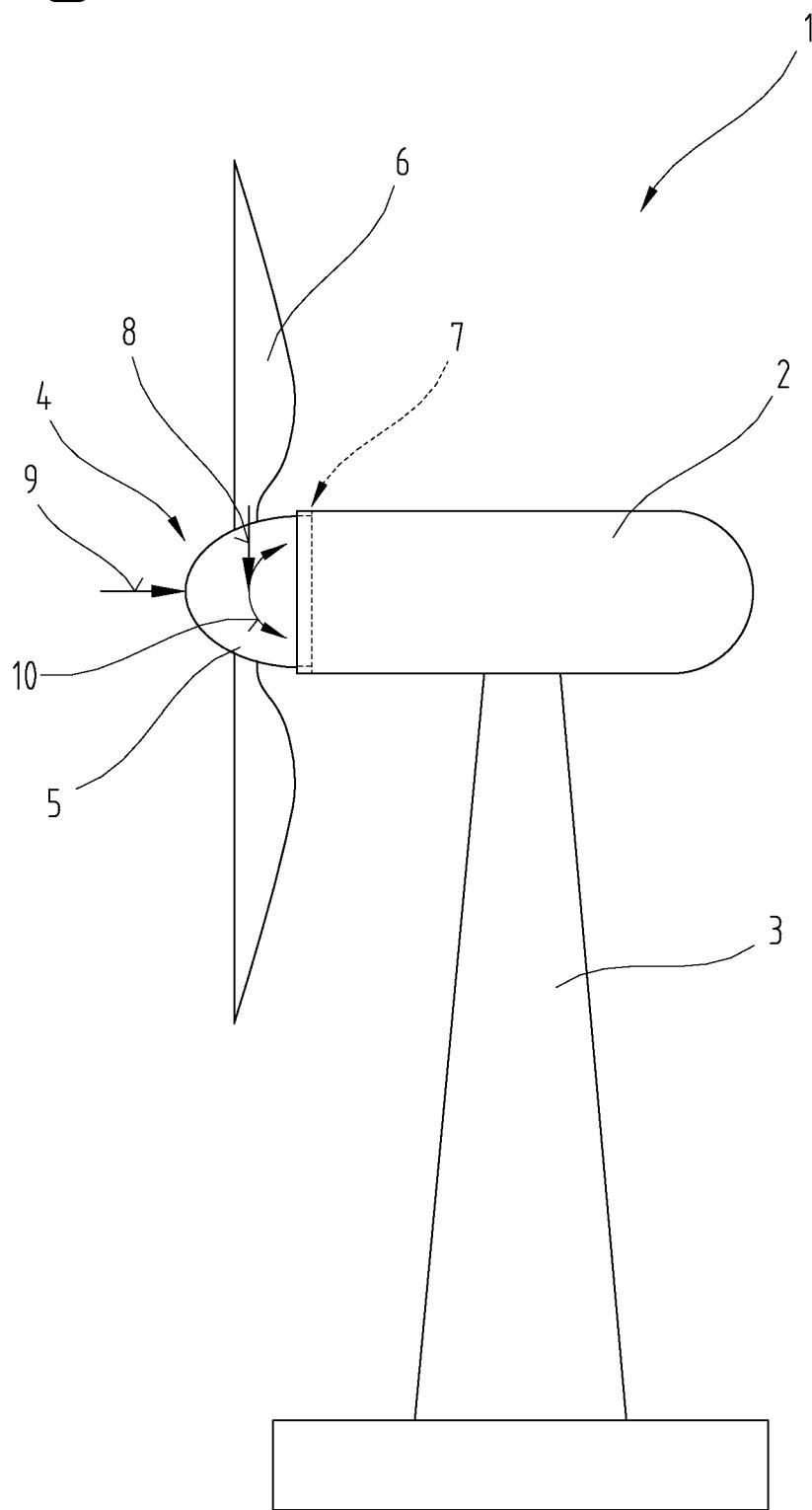
Fig.1

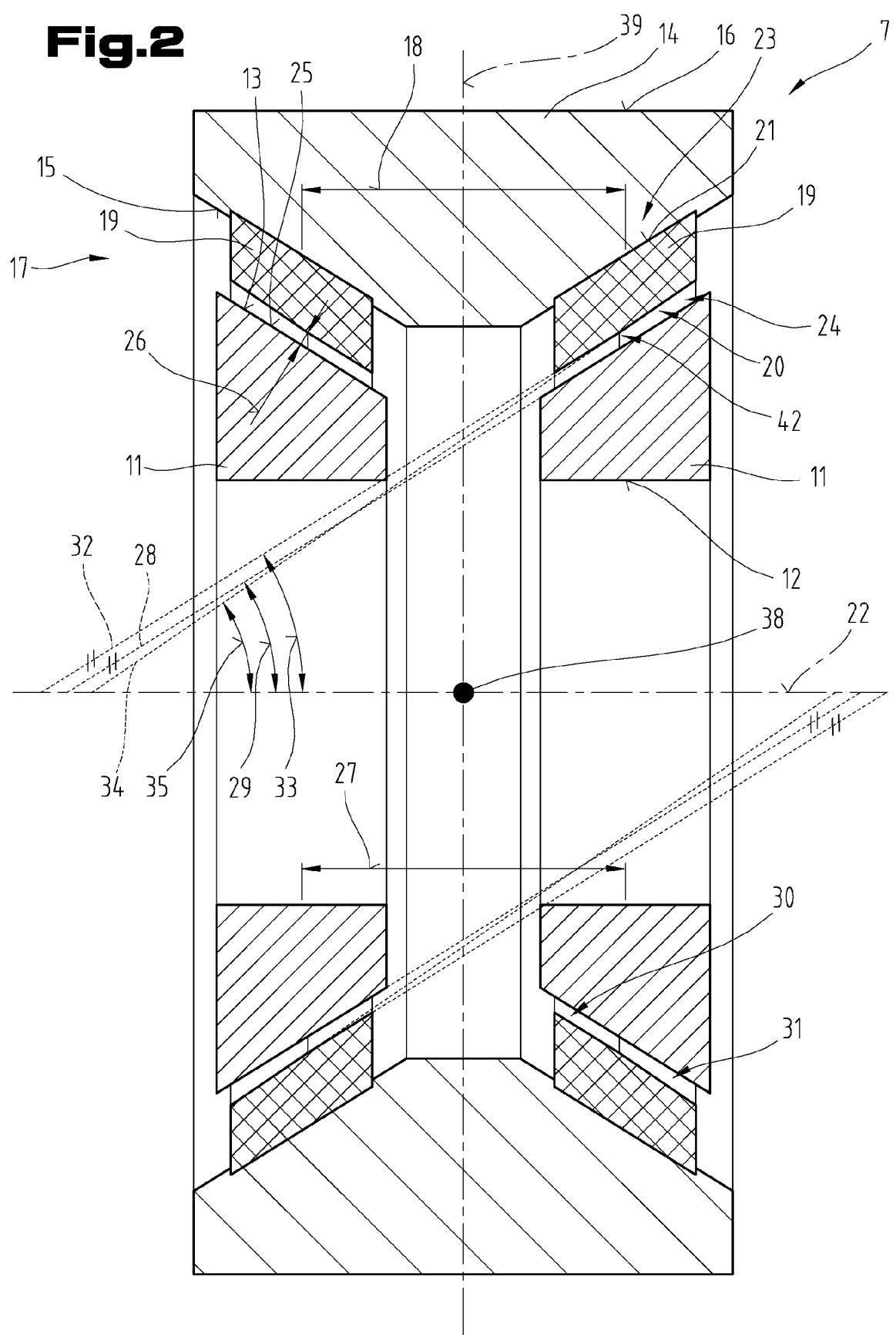
Fig.2

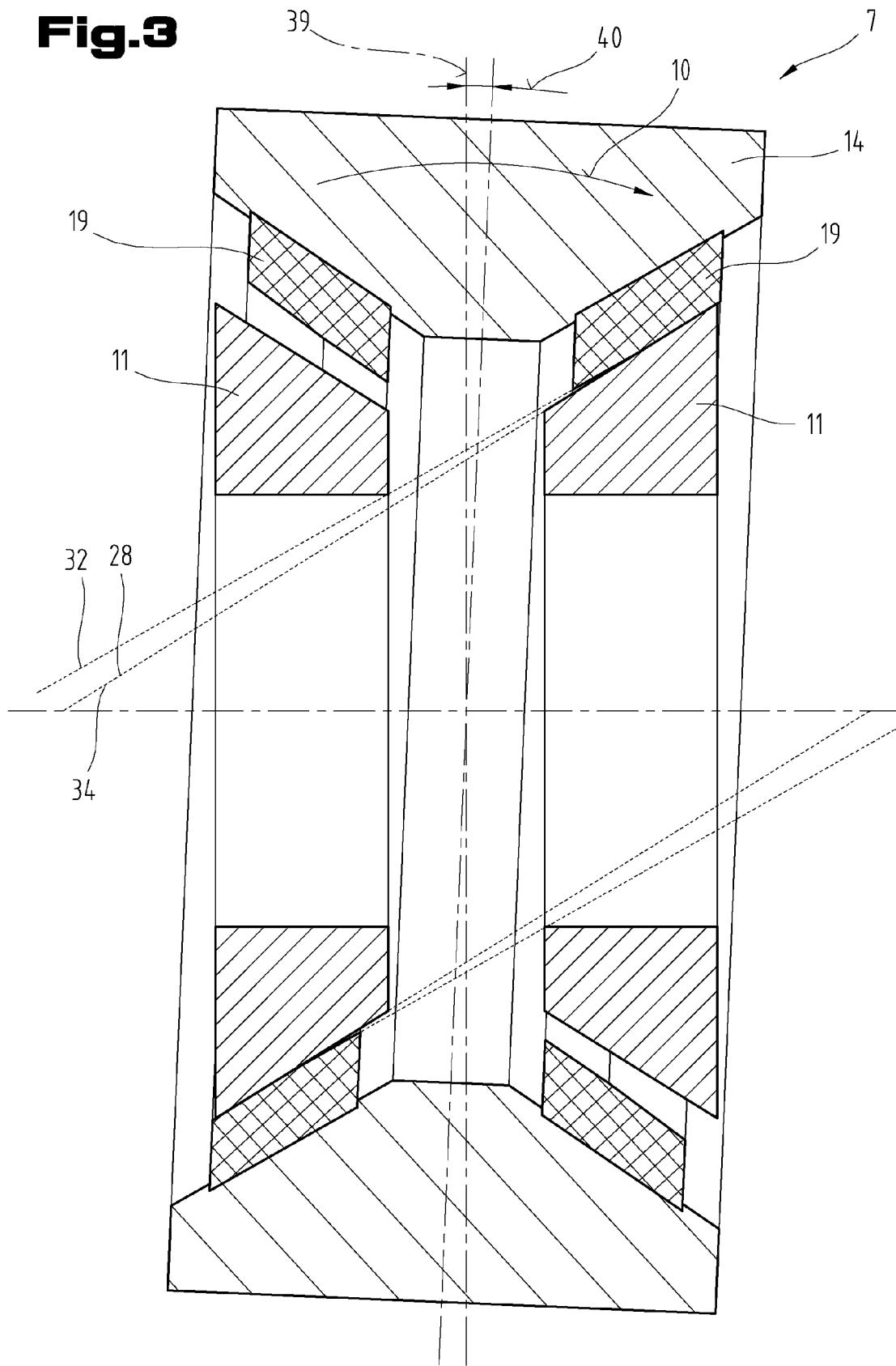
Fig.3

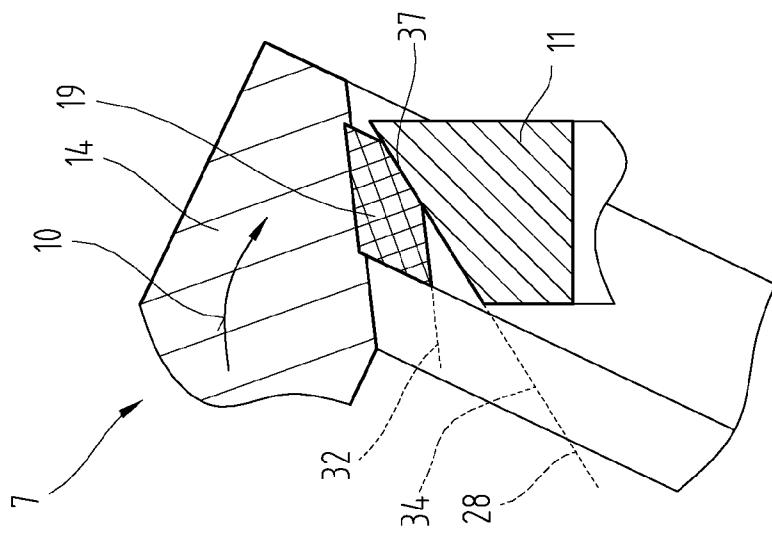
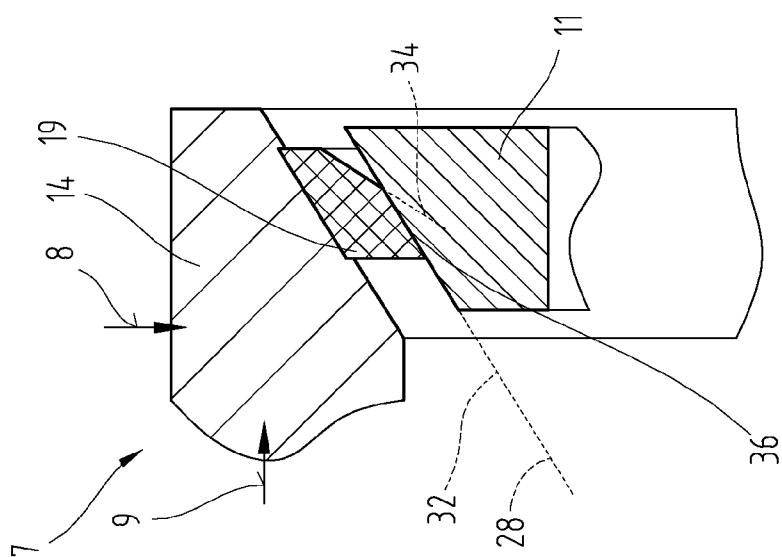
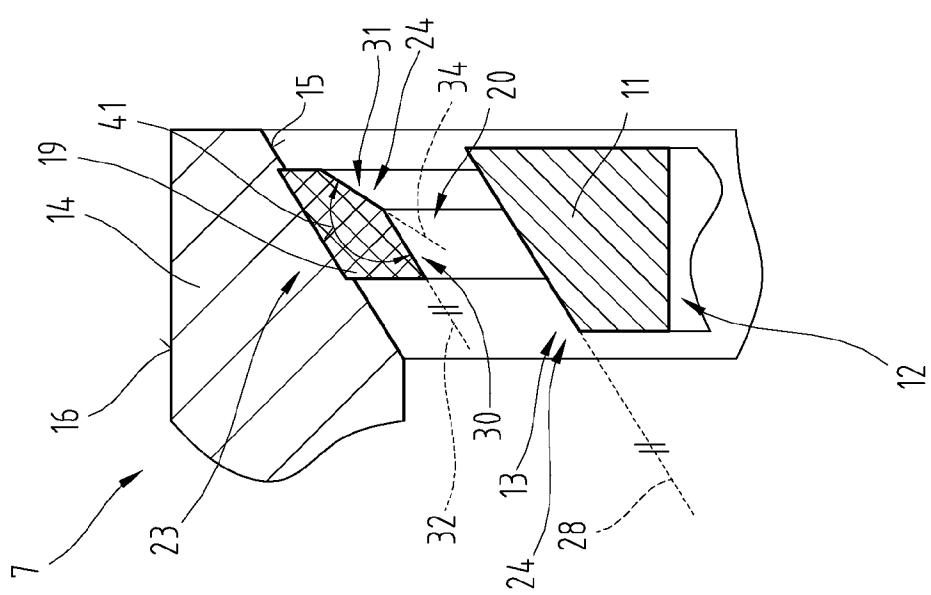
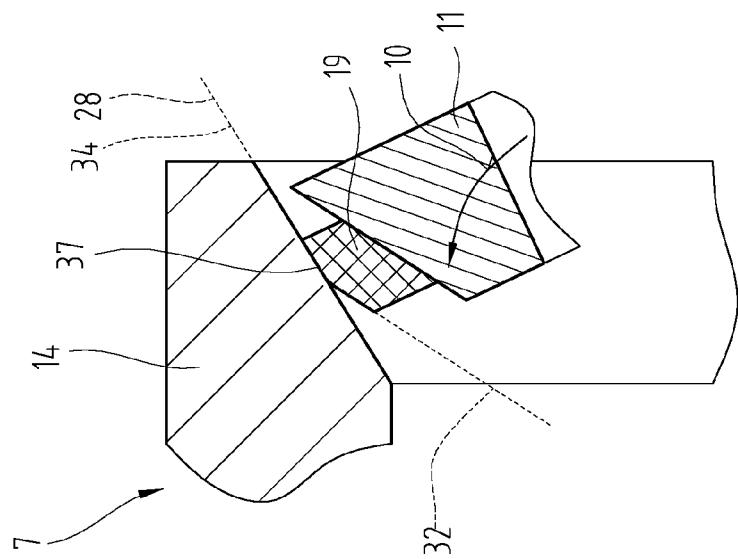
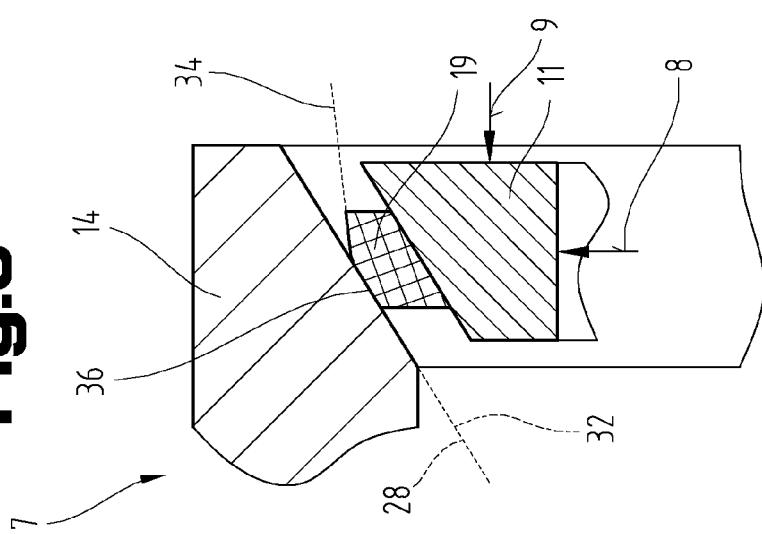
Fig.6**Fig.5****Fig.4**

Fig.9**Fig.8****Fig.7**