

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
20. Oktober 2016 (20.10.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2016/166191 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/058181
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. April 2016 (14.04.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 004 648.9  
15. April 2015 (15.04.2015) DE
- (71) Anmelder: MAN DIESEL & TURBO SE [DE/DE];  
Stadtbachstr. 1, 86153 Augsburg (DE).
- (72) Erfinder: LEOPOLD, Lennart; Hadlichstrasse 26, 13187  
Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: GUIDE VANE ADJUSTMENT DEVICE AND TURBOMACHINE

(54) Bezeichnung : LEITSCHAUFELVERSTELLVORRICHTUNG UND STRÖMUNGSMASCHINE

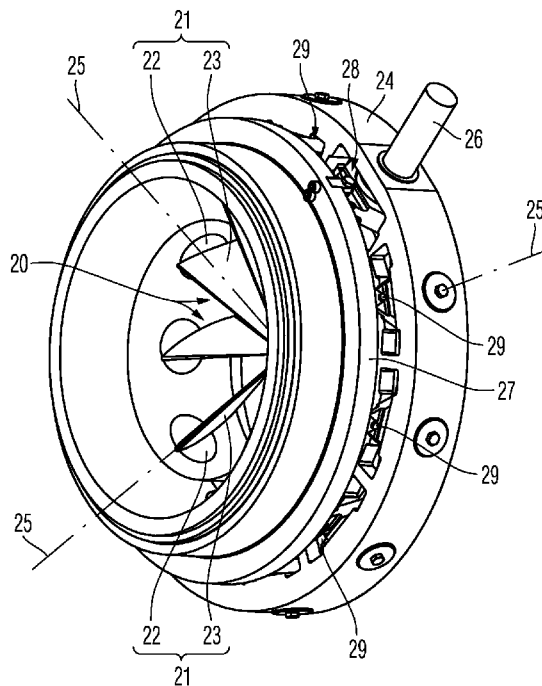


Fig. 1

perpendicular to the transmission levers (28, 29).

(57) Zusammenfassung:

(57) Abstract: The invention relates to a guide vane adjustment device for a turbomachine, namely for rotating a plurality of guide vanes, arranged in groups to give a vane ring, about a guide vane axis that runs in a radial direction of a rotor of the turbomachine. Said guide vane adjustment device comprises a driveshaft (26) to which a drive motor can be coupled and which can be driven by the drive motor; and a control ring (27) that transmits a rotation of the driveshaft (26) onto the guide vanes (21) of the vane ring (20) in order to rotate said guide vanes. The driveshaft (26) is directly coupled to one of the guide vanes (21) of the vane ring (20) such that said guide vane of the vane ring can be directly rotated without interposition of the control ring (27), starting from the driveshaft (26); The driveshaft (26) or the guide vane (21) that can be directly driven by the driveshaft (26) is coupled to the control ring (27) via a transmission lever (28) in an articulated manner. The driveshaft (26) is indirectly coupled to the other guide vanes (21) of the vane ring (20) such that the other guide vanes of the vane ring (20) can be indirectly rotated with the interposition of the control ring (27), starting from the driveshaft (26). The guide vanes (21) that can be indirectly driven by the driveshaft (26) are coupled to the control ring (27) via additional transmission levers (29) in an articulated manner. The control ring (27) can be moved in the circumferential direction and in the axial direction so that forces on the coupling points between the control ring (27) and the transmission levers (28, 29) that are coupled to the control ring (27) in an articulated manner run

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/166191 A2



---

Leitschaufelverstellvorrichtung für eine Strömungsmaschine, nämlich zur Verdrehung mehrerer zu einem Leitschaufelkranz gruppierter Leitschaufeln um eine sich in radialer Richtung eines Rotors der Strömungsmaschine erstreckende Leitschaufelachse, mit einer Antriebswelle (26), an die ein Antriebsmotor koppelbar ist und die über den Antriebsmotor antreibbar ist; und mit einem Steuerring (27), der eine Verdrehung der Antriebswelle (26) zur Verdrehung von Leitschaufeln (21) des Leitschaufelkranz (20) auf dieselben überträgt; wobei die Antriebswelle (26) mit einer der Leitschaufeln (21) des Leitschaufelkranzes (20) direkt gekoppelt ist, derart, dass diese Leitschaufel des Leitschaufelkranzes ausgehend von der Antriebswelle (26) ohne Zwischenschaltung des Steuerrings (27) direkt verdrehbar ist; wobei die Antriebswelle (26) oder die direkt von der Antriebswelle (26) antreibbare Leitschaufel (21) mit dem Steuerring (27) über einen Übertragungshebel (28) gelenkig gekoppelt ist; wobei die Antriebswelle (26) mit den anderen Leitschaufeln (21) des Leitschaufelkranzes (20) indirekt gekoppelt ist, derart, dass die anderen Leitschaufel des Leitschaufelkranzes ausgehend von der Antriebswelle (26) unter Zwischenschaltung des Steuerrings (27) indirekt verdrehbar sind; wobei die indirekt von der Antriebswelle (26) antreibbaren Leitschaufeln (21) mit dem Steuerring (27) über weitere Übertragungshebel (29) gelenkig gekoppelt sind; und wobei der Steuerring (27) in Umfangsrichtung und in Axialrichtung verlagerbar ist, sodass Kräfte an Kopplungspunkten zwischen dem Steuerring (27) und den gelenkig mit dem Steuerring (27) gekoppelten Übertragungshebeln (28, 29) senkrecht zu den Übertragungshebeln (28, 29) verlaufen.

## Leitschaufelverstellvorrichtung und Strömungsmaschine

- 5 Die Erfindung betrifft eine Leitschaufelverstellvorrichtung für eine Strömungsmaschine und eine Strömungsmaschine mit einer solchen Leitschaufelverstellvorrichtung.

10 Aus der Praxis bekannte Strömungsmaschinen verfügen über einen Rotor und einen Stator. Der Rotor einer Strömungsmaschine umfasst eine Welle sowie mehrere zusammen mit der Welle rotierende Laufschaufeln, wobei die Laufschaufeln zumindest einen Laufschaufelkranz ausbilden. Der Stator einer Strömungsmaschine umfasst ein Gehäuse sowie mehrere feststehende Leitschaufeln, wobei die Leitschaufeln mindestens einen Leitschaufelkranz ausbilden.

15

Aus der Praxis ist es bereits bekannt, die Leitschaufeln eines Laufschaufelkranzes einer Strömungsmaschine über eine Leitschaufelverstellvorrichtung derart zu verstellen, dass die Leitschaufeln um eine sich in radialer Richtung des Rotors erstreckende Leitschaufelachse drehbar sind.

20

Aus der Praxis bekannte Leitschaufelverstellvorrichtungen verfügen dabei über eine Antriebswelle, an die ein Antriebsmotor koppelbar ist und die über den Antriebsmotor antreibbar ist. Bei aus der Praxis bekannten Leitschaufelverstellvorrichtungen wird die Verdrehung der Antriebswelle über den Antriebsmotor mit Hilfe  
25 eines Steuerrings auf alle Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes übertragen, so dass demnach alle Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes indirekt unter Zwischenschaltung des Steuerrings ausgehend von der Antriebswelle verstellt bzw. verdreht werden. Dabei ist der Steuerring von aus der Praxis bekannten Leitschaufelverstellvorrichtungen in Umfangsrichtung verdrehbar, jedoch in Axialrichtung und Radialrichtung nicht verlagerbar.  
30

Aus der Praxis bekannte Leitschaukelverstellvorrichtungen verfügen über den Nachteil, dass an denselben relativ viel Reibung anfällt. Ferner sind dieselben einer hohen Torsionsbelastung ausgesetzt. Daher müssen aus der Praxis bekannte Leitschaukelverstellvorrichtungen entsprechend groß dimensioniert werden. Dies ist jedoch im Hinblick auf den limitierten Bauraum, der an Strömungsmaschinen zur Verfügung steht, von Nachteil.

Hievon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine neuartige Leitschaukelverstellvorrichtung für eine für eine Strömungsmaschine und eine Strömungsmaschine mit einer solchen Leitschaukelverstellvorrichtung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine Leitschaukelverstellvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

15

Die Antriebswelle ist mit einer der Leitschaukeln des Leitschaukelkranzes direkt gekoppelt, derart, dass diese Leitschaukel des Leitschaukelkranzes ausgehend von der Antriebswelle ohne Zwischenschaltung des Steuerrings direkt verdrehbar ist. Die Antriebswelle oder die direkt von der Antriebswelle antreibbare Leitschaukel ist mit dem Steuerring über einen Übertragungshebel gelenkig gekoppelt. Die Antriebswelle ist mit den anderen Leitschaukeln des Leitschaukelkranzes indirekt gekoppelt, derart, dass die anderen Leitschaukeln des Leitschaukelkranzes ausgehend von der Antriebswelle unter Zwischenschaltung des Steuerrings indirekt verdrehbar sind. Die indirekt von der Antriebswelle antreibbaren Leitschaukeln sind mit dem Steuerring über weitere Übertragungshebel gelenkig gekoppelt. Der Steuerring ist in Umfangsrichtung und in Axialrichtung verlagerbar, sodass Kräfte an Kopplungspunkten zwischen dem Steuerring und den gelenkig mit dem Steuerring gekoppelten Übertragungshebeln senkrecht zu den Übertragungshebeln verlaufen.

30

Die obigen Merkmale ermöglichen es, in Kombination miteinander, den Anfall an Reibung sowie die Torsionsbelastung zu reduzieren. Eine der Leitschaukeln eines Leitschaukelkranzes ist direkt von der Antriebswelle ohne Zwischenschaltung des Steuerrings verdrehbar. Die anderen Leitschaukeln des Leitschaukelkranzes sind  
5 unter Zwischenschaltung des Steuerrings indirekt ausgehend von der Antriebswelle verdrehbar. Die direkt verdrehbare bzw. direkt mit der Antriebswelle gekoppelte Leitschaukel ist mit dem Steuerring über einen Übertragungshebel gelenkig gekoppelt. Ferner sind die indirekt verdrehbaren bzw. indirekt mit der Antriebswelle gekoppelten Leitschaukeln des Leitschaukelkranzes mit dem Steuerring über Über-  
10 tragungshebel gelenkig gekoppelt. Der Steuerring ist dabei in Umfangsrichtung und in Axialrichtung verlagerbar und ausschließlich in Radialrichtung nicht verlagerbar geführt. Hierdurch kann letztendlich gewährleistet werden, dass Kräfte an den Kopplungspunkten zwischen dem Steuerring und den gelenkig mit dem Steuerring gekoppelten Übertragungshebeln stets senkrecht zu den Übertragungshe-  
15 beln verlaufen, sodass Lager der Leitschaukeln nicht durch parasitäre Kraftkomponenten belastet werden. Letztendlich kann hierdurch eine Leitschaukelverstellvorrichtung geringer dimensioniert werden, sodass dieselbe einen geringeren Bau-  
raumbedarf aufweist.

20 Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Antriebswelle oder die direkt von der Antriebswelle antreibbare Leitschaukel mit dem Steuerring über einen mehrteiligen Übertragungshebel gelenkig gekoppelt, wobei ein erstes Segment des mehrteiligen Übertragungshebels starr mit der Antriebswelle oder mit der direkt von der Antriebswelle antreibbaren Leitschaukel gekoppelt ist, und wobei ein  
25 zweites Segment des mehrteiligen Übertragungshebels gelenkig mit dem Steuerring gekoppelt ist. Vorzugsweise ist das erste Segment des mehrteiligen Übertragungshebels mit dem zweiten Segment des mehrteiligen Übertragungshebels unter Ausbildung eines zweiteiligen Übertragungshebels gelenkig gekoppelt. Dies erlaubt eine besonders vorteilhafte Kopplung der Antriebswelle oder der direkt von  
30 der Antriebswelle antreibbaren Leitschaukel mit dem Steuerring.

Nach einer ersten Variante der Erfindung sind die indirekt von der Antriebswelle antreibbaren Leitschaukeln mit dem Steuerring über einteilige, elastisch verformbare Übertragungshebel gelenkig gekoppelt. Alternativ sind nach einer zweiten Variante der Erfindung die indirekt von der Antriebswelle antreibbaren Leitschaukeln mit dem Steuerring über mehrteilige Übertragungshebel gelenkig gekoppelt, wobei ein erstes Segment jedes dieser mehrteiligen Übertragungshebel starr mit der jeweiligen Leitschaukel gekoppelt ist, und wobei ein zweites Segment jedes dieser mehrteiligen Übertragungshebel gelenkig mit dem Steuerring gekoppelt ist. In der zweiten Variante ist dann vorzugsweise das erste Segment des jeweiligen mehrteiligen Übertragungshebels mit dem zweiten Segment des jeweiligen mehrteiligen Übertragungshebels unter Ausbildung eines zweiteiligen Übertragungshebels gelenkig gekoppelt. Diese beiden Varianten erlauben eine vorteilhafte Kopplung der indirekt verdrehbaren Leitschaukeln mit dem Steuerring. Die erste Variante mit den einteiligen Übertragungshebeln zwischen dem Steuerring und den indirekt von der Antriebswelle antreibbaren Leitschaukeln ist konstruktiv einfacher als die zweite Variante mit den mehrteiligen Übertragungshebeln. Die zweite Variante mit den mehrteiligen Übertragungshebeln baut jedoch kompakter.

Die Strömungsmaschine ist in Anspruch 10 definiert.

20

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

25

Fig. 1 einen perspektivischen Ausschnitt aus einer Strömungsmaschine im Bereich eines Leitschaukelkranzes und einer Leitschaukelverstellvorrichtung für die Leitschaukeln des Leitschaukelkranzes;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Anordnung der Fig. 1 in einem ersten Zustand;

30 Fig. 3 eine ausschnittsweise Seitenansicht der Fig. 2;

- Fig. 4 eine Draufsicht auf die Anordnung der Fig. 1 in einem zweiten Zustand;
- Fig. 5 eine ausschnittsweise Seitenansicht der Fig. 4;
- Fig. 6 einen teilweisen Querschnitt durch eine alternative Leitschaufelverstellvorrichtung;
- 5 Fig. 7 einen gegenüber Fig. 1 um 90° versetzten teilweisen Querschnitt durch die Leitschaufelverstellvorrichtung der Fig. 6;
- Fig. 8 die Anordnung der Fig. 7 ohne Gehäuse in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 9 ein Detail der Fig. 8;
- Fig. 10 ein Detail der Leitschaufelverstellvorrichtungen;
- 10 Fig. 11 eine Alternative zum Detail der Fig. 10;
- Fig. 12 eine Alternative zur Anordnung der Fig. 8;
- Fig. 13 ein Detail der Fig. 12; und
- Fig. 14 eine Alternative zum Detail der Fig. 13.
- 15 Die hier vorliegende Erfindung betrifft eine Leitschaufelverstellvorrichtung für eine Strömungsmaschine und eine Strömungsmaschine mit mindestens einer solchen Leitschaufelverstellvorrichtung.

Der grundsätzliche Aufbau einer Strömungsmaschine ist dem hier angesprochenen Fachmann geläufig. Es sei an dieser Stelle der Vollständigkeit halber ausgeführt, dass eine Strömungsmaschine einen Rotor mit rotorseitigen Laufschaufeln und einen Stator mit statorseitigen Leitschaufeln umfasst.

Die Laufschaufeln des Rotors bilden mindestens einen Laufschaufelkranz, wobei der oder jeder Laufschaufelkranz zusammen mit einer Welle des Rotors rotiert.

25 Die Leitschaufeln des Stators bilden mindestens einen Leitschaufelkranz, der an einem statorseitigen Gehäuse angebunden ist.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Strömungsmaschine im Bereich eines Leitschaufelkranzes 20 aus mehreren Leitschaufeln 21. Jede der Leitschaufeln 21 verfügt über einen Schaufelfuß bzw. Schaufelzapfen 22 und ein Schaufelblatt 23, wobei der Schaufelzapfen 22 der jeweiligen Leitschaufel 21 radial außen positioniert ist und an einer Gehäusestruktur 24 der Strömungsmaschine angreift.

Die hier vorliegende Erfindung betrifft nun eine Leitschaufelverstellvorrichtung für die Leitschaufeln 21 eines solchen Leitschaufelkranzes 20, mit Hilfe derer die Leitschaufeln 21 um sich in radialer Richtung des nicht gezeigten Rotors der Strömungsmaschine erstreckende Leitschaufelachsen 25 der Leitschaufeln 20 verdreht werden können.

Die Schaufelfüße 22 der Leitschaufeln 21 sind demnach verdrehbar in der Gehäusestruktur 24 gelagert, nämlich derart, dass jede der Leitschaufeln 21 um die jeweilige sich in radialer Richtung erstreckende Leitschaufelachse 25 verdreht werden kann.

Die Leitschaufelverstellvorrichtung zur Verdrehung der Leitschaufeln 21 des Leitschaufelkranzes 20 um ihre sich in radialer Richtung erstreckenden Leitschaufelachsen 25 umfasst eine Antriebswelle 26, die an einen nicht gezeigten Antriebsmotor koppelbar ist und die vom Antriebsmotor aus antreibbar ist.

Die Antriebswelle 26 ist mit einer der Leitschaufeln 21 des Leitschaufelkranzes 20 direkt gekoppelt, nämlich derart, dass diese Leitschaufel 21 des Leitschaufelkranzes 20, ausgehend von der Antriebswelle 26 direkt verdrehbar ist.

Die Antriebswelle 26 verläuft vorzugsweise koaxial zum Schaufelzapfen 22 dieser direkt verdrehbaren Leitschaufel 21 bzw. koaxial zur Schaufelachse 25 dieser direkt verdrehbaren Leitschaufel 21.

Die Leitschaukelverstellvorrichtung umfasst weiterhin einen Steuerring 27. Die Antriebswelle 26 oder die direkt von der Antriebswelle 26 antreibbare Leitschaukel 21 ist mit dem Steuerring 27 über einen Übertragungshebel 28 gelenkig gekoppelt.

- 5 Die Antriebswelle 26 ist mit den anderen Leitschaukeln 21 des Leitschaukelkranzes 20 über den Steuerring 27 indirekt gekoppelt, sodass die übrigen Leitschaukeln 21 des Leitschaukelkranzes 20 von der Antriebswelle 26 aus indirekt verdrehbar sind, nämlich unter Zwischenschaltung des Steuerrings 27, der die Verdrehung der Antriebswelle 26 auf die übrigen Leitschaukeln 21 des Leitschaukelrings 20 überträgt.
- 10 Diese indirekt von der Antriebswelle 26 aus antreibbaren bzw. verdrehbaren Leitschaukeln 21 des Leitschaukelrings 20 sind mit dem Steuerring 27 über weitere Übertragungshebel 29 gelenkig gekoppelt.

Der Steuerring 27, an welchem einerseits die direkt von der Antriebswelle 26 aus verstellbare Leitschaukel 21 über den Übertragungshebel 28 und andererseits die indirekt von der Antriebswelle 26 aus verdrehbaren Leitschaukeln 21 über die Übertragungshebel 29 angebunden sind, ist in Umfangsrichtung U und in Axialrichtung A verlagerbar. Durch diese Verlagerbarkeit des Steuerrings 27 in Umfangsrichtung U und in Axialrichtung A sowie durch die gelenkige Anbindung der Übertragungshebel 28 und 29 an den Steuerring 27 verlaufen Kräfte, die während des Verdrehens der Leitschaukeln 21 an den Kopplungspunkten zwischen dem Steuerring 27 und den gelenkig mit dem Steuerring 27 gekoppelten Übertragungshebeln 28, 29 angreifen, stets senkrecht zu den Übertragungshebeln 27, 28.

- 25 Durch die obigen Merkmale der Leitschaukelverstellvorrichtung wird eine Reibung an derselben reduziert, parasitäre Kraftkomponenten, die nach dem Stand der Technik auf die Übertragungshebel einwirken, werden vermieden. Hierdurch werden Lager 30 der Leitschaukeln, über welche dieselben in der Gehäusestruktur 24 drehbar gelagert sind, weniger stark belastet. Jede Leitschaukel ist dabei gemäß
- 30 Fig. 6 durch zwei Lager 30 an zwei Stellen radial und axial gelagert.

Die Antriebswelle 26 oder die direkt von der Antriebswelle antreibbare Leitschaufel 21, insbesondere der Schaufelzapfen 22 derselben, ist mit dem Steuerring 27 über einen mehrteiligen Übertragungshebel 28 gelenkig gekoppelt. Diese mehrteilige Übertragungshebel 28 verfügt zumindest über ein erstes Segment 31, welches

5 starr mit der Antriebswelle 26 oder mit der direkt von der Antriebswelle 26 antreibbaren Leitschaufel 21 gekoppelt ist, sowie ein zweites Segment 32, welches gelenkig mit dem Steuerring 27 gekoppelt ist. Vorzugsweise ist dieser Übertragungshebel 28, der der Kopplung der direkt verdrehbaren Leitschaufel 21 bzw. der Antriebswelle 26 mit dem Steuerring 27 dient, als zweiteiliger Übertragungshebel

10 ausgebildet, wobei dann das erste Segment 31 und das zweite Segment 32 desselben gelenkig gekoppelt sind. Im gezeigten, bevorzugten Ausführungsbeispiel sind zwischen dem ersten Segment 31 des zweiteiligen Übertragungshebels 28 und dem zweiten Segment 32 desselben zwei sphärische Gelenklager 33 ausgebildet. Ferner ist zwischen dem zweiten Segment 32 dieses Übertragungshebels

15 28 und dem Steuerring 27 ein weiteres sphärisches Gelenklager 34 ausgebildet.

In den in Fig. 1 bis 9 gezeigten Ausführungsbeispielen der Leitschaufelverstellvorrichtung sind die indirekt von der Antriebswelle 26 aus antreibbaren Leitschaufeln 21 mit dem Steuerring 27 über die Übertragungshebel 29 gekoppelt, die in den

20 Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 9 ebenfalls als mehrteilige Übertragungshebel 29 ausgeführt sind. Jeder dieser Übertragungshebel 29 verfügt über ein erstes Segment 35, welches mit der jeweiligen Leitschaufel 21 starr gekoppelt ist, sowie über ein zweites Segment 36, welches mit dem Steuerring 27 gelenkig gekoppelt ist, wobei in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 9 auch diese Übertragungshebel 29 ebenso wie der Übertragungshebel 28 als zweiteilige Übertragungshebel

25 29 ausgebildet sind. In diesem Fall ist dann das erste Segment 35 des jeweiligen Übertragungshebels 29 mit dem zweiten Segment 36 desselben gelenkig verbunden, wobei gemäß den gezeigten Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 9 zwischen dem ersten Segment 35 des jeweiligen Übertragungshebels 29 und dem jewei-

30 ligen zweiten Segment 36 desselben zwei sphärische Gelenklager 37 und zwischen dem zweiten Segment 36 des jeweiligen Übertragungshebels 29 und dem Steuerring 27 ein sphärisches Gelenklager 38 ausgebildet ist.

Wie bereits oben ausgeführt, ist der Steuerring 27 in Umfangsrichtung und Axialrichtung relativ zur Gehäusestruktur 24 verlagerbar und lediglich in Radialrichtung geführt bzw. fixiert. Fig. 10 und 11 zeigen einen derartigen Steuerring 27 in Allein-  
5 darstellung, wobei eine innere Lauffläche 39 des Steuerrings 27 der Fig. 10 vorzugsweise mit Gleitlack oder einem PTFE-Gewebe beschichtet ist, um die Reibung an demselben zu reduzieren.

Fig. 11 zeigt eine alternative Ausgestaltung des Steuerrings 27, der im Unterschied zur Fig. 10 nicht einteilig, sondern vielmehr mehrteilig ausgebildet ist und  
10 mehrere sogenannte Gleitpads 40 umfasst, die mit einem Grundkörper 41 des Steuerrings 27 der Fig. 11 lösbar verbunden sind. Die Gleitpads 40 verhindern ein Verkanten des Steuerrings 27 bei der Bewegung desselben in Axialrichtung und Umfangsrichtung und erlauben eine spielfreie Montage des Steuerrings 27 auf der  
15 Gehäusestruktur 24. Die Gleitpads 40 sind austauschbar und vorzugsweise aus einem Werkstoff mit guten Gleiteigenschaften und demnach geringen Reibwerten gefertigt. Die Gleitpads 40 sind über Gleitpad-Halter 40a mit dem Grundkörper 41 gelenkig verbunden, derart, dass sie jeweils um eine Achse drehbar gelagert sind, welche tangential zum Umfang und senkrecht zur Rotationsachse des Steuerrings  
20 27 liegen.

Wie oben bereits ausgeführt, sind in den in Fig. 1 bis 9 gezeigten Ausführungsbeispielen sämtliche Übertragungshebel 28, 29, also einerseits der Übertragungshebel 28, welcher die Antriebswelle 26 bzw. die direkt von der Antriebswelle 26 angetriebene Leitschaukel 21 mit dem Steuerring 27 koppelt, sowie die Übertra-  
25 gungshebel 29, welche den Steuerring 27 mit den indirekt von der Übertragungswelle 26 aus angetriebenen Leitschaukeln 21 koppeln, jeweils zweiteilig ausgeführt, wobei im Bereich jedes der Übertragungshebel 28, 29 jeweils drei sphärische Gelenklager ausgebildet sind, wodurch es, wie insbesondere einem Vergleich der Fig. 3 und 5 entnommen werden kann, möglich ist, einen sich bei der  
30 Verdrehung und axialen Verlagerung des Steuerrings 27 verändernden Höhenver-

satz bzw. Radialversatz zwischen dem jeweiligen Übertragungshebel 28, 29 und dem Steuerring 27 auszugleichen.

Fig. 12 bis 14 zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung, in welcher die Übertragungshebel 29, die der Kopplung der indirekt von der Antriebswelle 26 angetriebenen Leitschaukeln 21 mit dem Steuerring 27 dienen, als einteilige, biegeelastisch verformbare Übertragungshebel 29 ausgebildet sind. So sind in den Ausführungsbeispielen der Fig. 12 bis 13 die einteiligen, elastisch verformbaren Übertragungshebel 29 an einem Ende fest mit der jeweiligen Leitschaukel 21 und an einem gegenüberliegenden Ende über ein sphärisches Gelenklager 42 mit dem Steuerring 27 gekoppelt. In einem Übergangsabschnitt 43 zwischen diesen beiden Enden des jeweiligen Übertragungshebels 29 ist derselbe biegeelastisch verformbar, um einen sich bei der Umfangsverlagerung und Axialverlagerung des Steuerrings 27 zwischen dem Steuerring 27 und den indirekt verlagerbaren Leitschaukeln 21 verändernden Höhenversatz bzw. Radialversatz zu kompensieren.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 14 unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel der Fig. 12 und 13 durch die konkrete Ausführung der Übertragungshebel 28 und 29.

20

Sind beim Ausführungsbeispiel der Fig. 12 und 13 ebenso wie bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 9 die Segmente 31 und 32 des Übertragungshebels 28 im Wesentlichen axial hintereinander positioniert, so sind in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 14 diese Segmente 31 und 32 des Übertragungshebels 28 im Wesentlichen in Radialrichtung übereinander positioniert.

25

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Ausführungsbeispiel der Fig. 14 und dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 und 3 besteht in der geometrischen Konturierung der einteiligen Übertragungshebel 29, die in dem Übergangsabschnitt 43 zwischen den beiden Enden derselben biegeelastisch verformbar sind und daher in diesem

30

Übergangsabschnitt 43 im Vergleich zu den anderen Abschnitten derselbe relativ dünnwandig ausgeführt sind.

Allen Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, dass eine Leitschaukel 21 des Leitschaukelkranzes 20 direkt von einer Antriebswelle 26 aus antreibbar ist. Dabei ist die Antriebswelle 26 bzw. die direkt angetriebene Leitschaukel 21 mit einem Steuerring 27 gekoppelt. Diese Kopplung erfolgt vorzugsweise über einen zweiteiligen Schwenkhebel 28 mit vorzugsweise drei sphärischen Gelenklagern. Alle übrigen Leitschaukeln 21 des Leitschaukelrings 20 sind über den Steuerring 27 indirekt von der Antriebswelle 26 aus antreibbar, wobei diese Leitschaukeln 21 über weitere Übertragungshebel 29 mit dem Steuerring 27 gekoppelt sind. Der Steuerring 27 ist koaxial zur Drehachse eines nicht gezeigten Rotors radial gelagert und kann eine axiale Linearbewegung und eine Rotationsbewegung in Umfangsrichtung überlagert ausführen. Die Übertragungshebel 29, die der Kopplung der indirekt verstellbaren Leitschaukeln mit dem Steuerring 27 dienen, können ebenso wie der Übertragungshebel 28, welcher der Anbindung der direkt verstellbaren Leitschaukel 21 an den Steuerring 27 dient, mehrteilig oder alternativ einteilig ausgeführt sein. Die Verwendung von sphärischen Gelenklagern im Bereich der Übertragungshebel 28, 29 ist zwar bevorzugt, es können jedoch auch Scharniergelenke zum Einsatz kommen.

In Fig. 1 bis 5 greifen die Übertragungshebel 28, 29 außerhalb der Gehäusestruktur 24 an den radial äußeren Enden der Schaukel Füße an. In Fig. 6 und 7 greifen die Übertragungshebel 28, 29 zwischen den Lagerstellen 30 der Übertragungshebel 28, 29 an.

Mit der erfindungsgemäßen Leitschaukelverstellvorrichtung ist es möglich, Leitschaukeln eines Leitschaukelkranzes optimal zu verstellen, und zwar unter Gewährleistung einer geringen Gesamtreibung und einer geringen Torsionsbelastung unter Vermeidung parasitärer Kräfte. Die Leitschaukelverstellvorrichtung der hier vorliegenden Erfindung stellt eine effiziente Kinematik zur Verlagerung der Leit-

schaufeln eines Leitschaufelkranzes bei geringen Bauteilbelastungen bereit, wodurch in einer Strömungsmaschine, welche die Leitschaufelverstellvorrichtung nutzt, hohe Saugdrücke genutzt werden können.

## Patentansprüche

1. Leitschaufelverstellvorrichtung für eine Strömungsmaschine, nämlich zur Verdrehung mehrerer zu einem Leitschaufelkranz gruppierter Leitschaufeln um sich in radialer Richtung eines Rotors der Strömungsmaschine erstreckende Leitschaufelachsen der Leitschaufeln des Leitschaufelkranzes, mit
- 5 einer Antriebswelle (26), an die ein Antriebsmotor koppelbar ist und die über den Antriebsmotor antreibbar ist;
- 10 einem Steuerring (27), der eine Verdrehung der Antriebswelle (26) zur Verdrehung von Leitschaufeln (21) des Leitschaufelkranz (20) auf dieselben überträgt;
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- 15 die Antriebswelle (26) mit einer der Leitschaufeln (21) des Leitschaufelkranzes (20) direkt gekoppelt ist, derart, dass diese Leitschaufel des Leitschaufelkranzes ausgehend von der Antriebswelle (26) ohne Zwischenschaltung des Steuerrings (27) direkt verdrehbar ist;
- 20 die Antriebswelle (26) oder die direkt von der Antriebswelle (26) antreibbare Leitschaufel (21) mit dem Steuerring (27) über einen Übertragungshebel (28) gelenkig gekoppelt ist;
- die Antriebswelle (26) mit den anderen Leitschaufeln (21) des Leitschaufelkranzes (20) indirekt gekoppelt ist, derart, dass die anderen Leitschaufel des Leitschaufelkranzes ausgehend von der Antriebswelle (26) unter Zwischenschaltung des Steuerrings (27) indirekt verdrehbar sind;
- 25 die indirekt von der Antriebswelle (26) antreibbaren Leitschaufeln (21) mit dem Steuerring (27) über weitere Übertragungshebel (29) gelenkig gekoppelt sind;
- 30 der Steuerring (27) in Umfangsrichtung und in Axialrichtung verlagerbar ist, sodass Kräfte an Kopplungspunkten zwischen dem Steuerring (27) und den gelenkig mit dem Steuerring (27) gekoppelten Übertragungshebeln (28, 29) senkrecht zu den Übertragungshebeln (28, 29) verlaufen.

2. Leitschaukelverstellvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle (26) oder die direkt von der Antriebswelle (26) antreibbare Leitschaukel (21) mit dem Steuerring (27) über einen mehrteiligen Übertragungshebel (28) gelenkig gekoppelt ist, wobei ein erstes Segment (31) des mehrteiligen Übertragungshebels starr mit der Antriebswelle (26) oder mit der direkt von der Antriebswelle (26) antreibbaren Leitschaukel (21) gekoppelt ist, und wobei ein zweites Segment (32) des mehrteiligen Übertragungshebels (28) gelenkig mit dem Steuerring (27) gekoppelt ist.
3. Leitschaukelverstellvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Segment (31) des mehrteiligen Übertragungshebels (28) mit dem zweiten Segment (32) des mehrteiligen Übertragungshebels (28) gelenkig gekoppelt ist.
4. Leitschaukelverstellvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Segment (31) des mehrteiligen Übertragungshebels (28) und dem zweiten Segment (32) des mehrteiligen Übertragungshebels (28) zwei Gelenklager (33) ausgebildet sind, und dass zwischen dem zweiten Segment (32) des mehrteiligen Übertragungshebels (28) und dem Steuerring (27) ein einziges Gelenklager (34) ausgebildet ist.
5. Leitschaukelverstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die indirekt von der Antriebswelle (26) antreibbaren Leitschaukeln (21) mit dem Steuerring (27) über einteilige, elastisch verformbare Übertragungshebel (29) gelenkig gekoppelt sind.

6. Leitschaufelverstellvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen jedem der einteiligen Übertragungshebel (29) und dem Steuerring (27) ein Gelenklager (42) ausgebildet ist, und dass jeder der einteiligen Übertragungshebel (29) mit der jeweiligen Leitschaufel (21) starr gekoppelt ist.

5

7. Leitschaufelverstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die indirekt von der Antriebswelle (26) antreibbaren Leitschaufeln (21) mit dem Steuerring (27) über mehrteilige Übertragungshebel (29) gelenkig gekoppelt sind, wobei ein erstes Segment (35) jedes dieser mehrteiligen Übertragungshebel (29) starr mit der jeweiligen Leitschaufel (21) gekoppelt ist, und wobei ein zweites Segment (36) jedes dieser mehrteiligen Übertragungshebel (29) gelenkig mit dem Steuerring (27) gekoppelt ist.

10

8. Leitschaufelverstellvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Segment (35) jedes dieser mehrteiligen Übertragungshebel (29) mit dem zweiten Segment (36) des jeweiligen mehrteiligen Übertragungshebels (29) gelenkig gekoppelt ist.

15

9. Leitschaufelverstellvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Segment (35) des jeweiligen mehrteiligen Übertragungshebels (29) und dem zweiten Segment (36) des jeweiligen mehrteiligen Übertragungshebels (29) zwei Gelenklager (37) ausgebildet sind, und dass zwischen dem zweiten Segment (36) des jeweiligen mehrteiligen Übertragungshebels (29) und dem Steuerring (27) ein einziges Gelenklager (38) ausgebildet ist.

20

25

10. Strömungsmaschine, mit einem Laufschaufeln aufweisenden Rotor und mit einem Leitschaufeln aufweisenden Stator, wobei die Leitschaufeln mindestens einen Leitschaufelkranz bilden, und wobei mindestens die Leitschaufeln mindestens eines Leitschaufelkranzes durch eine Leitschaufelverstellvorrichtung verstellbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufelverstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.

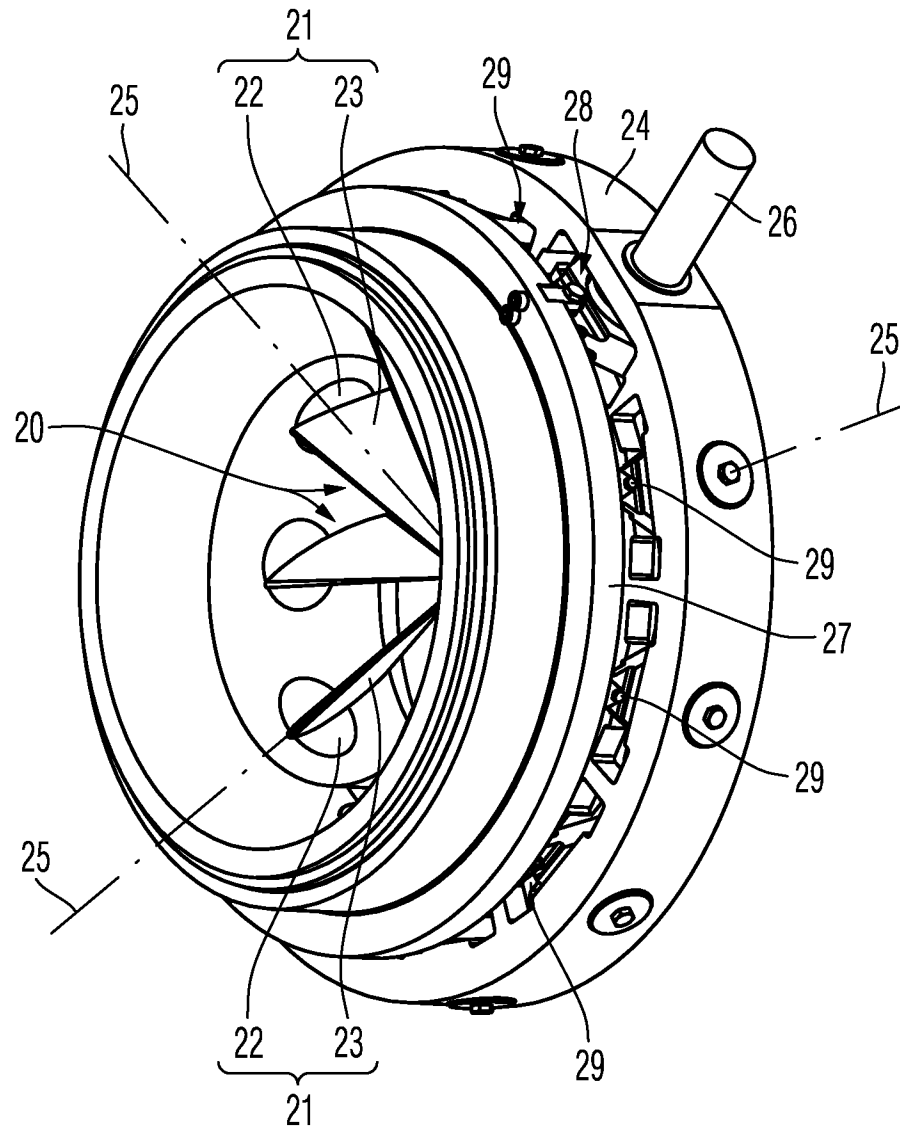


Fig. 1

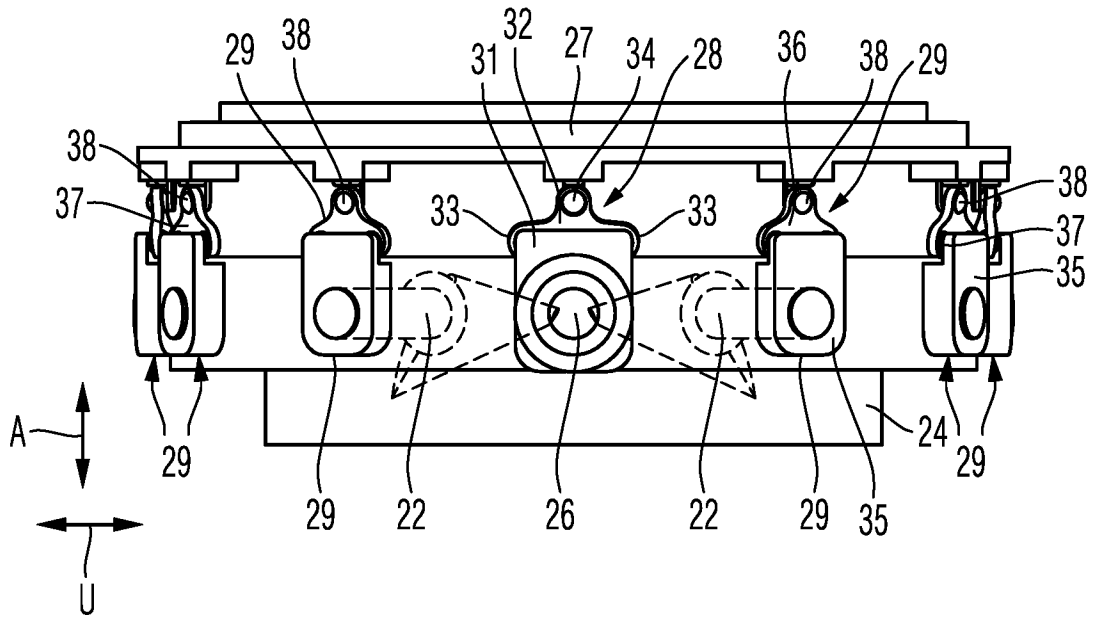


Fig. 2

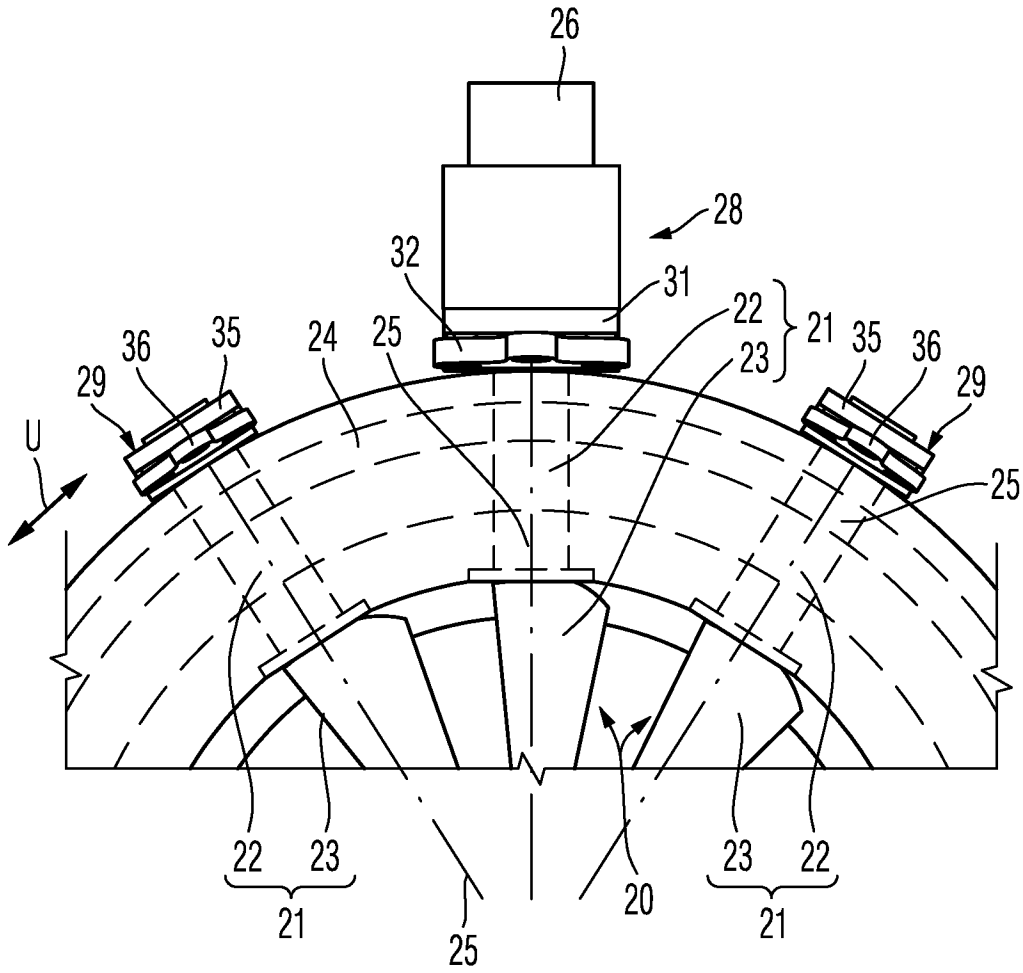


Fig. 3

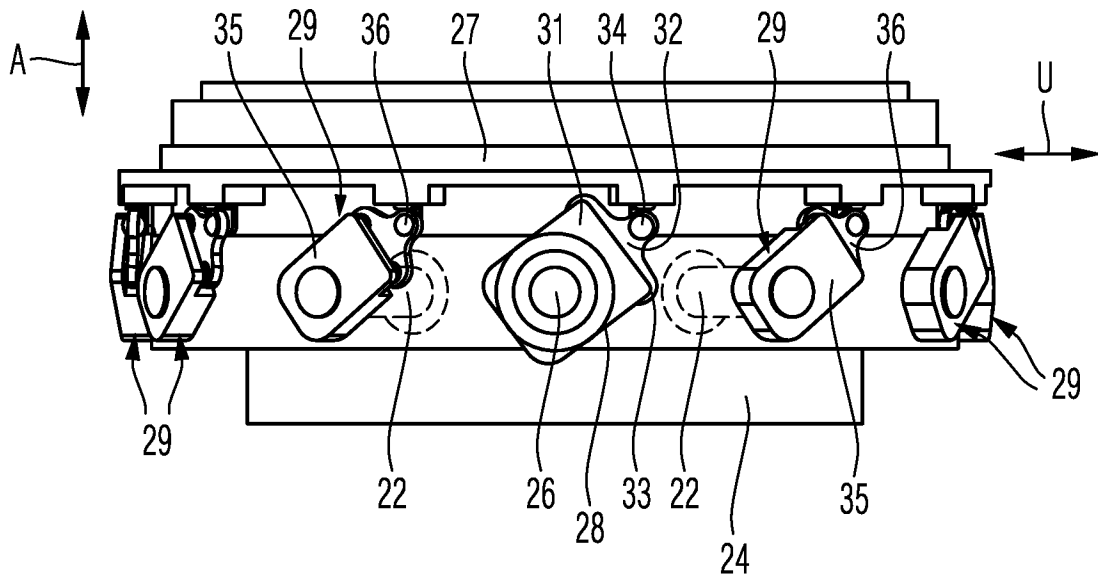


Fig. 4



6/14

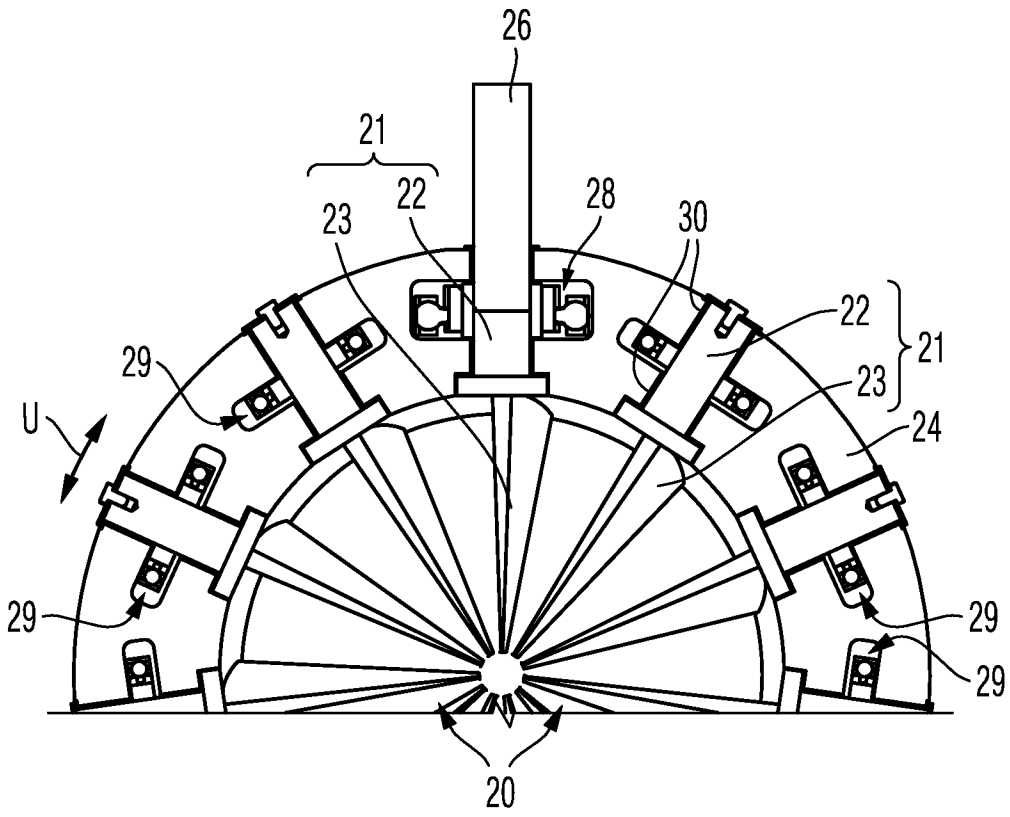


Fig. 6

7/14

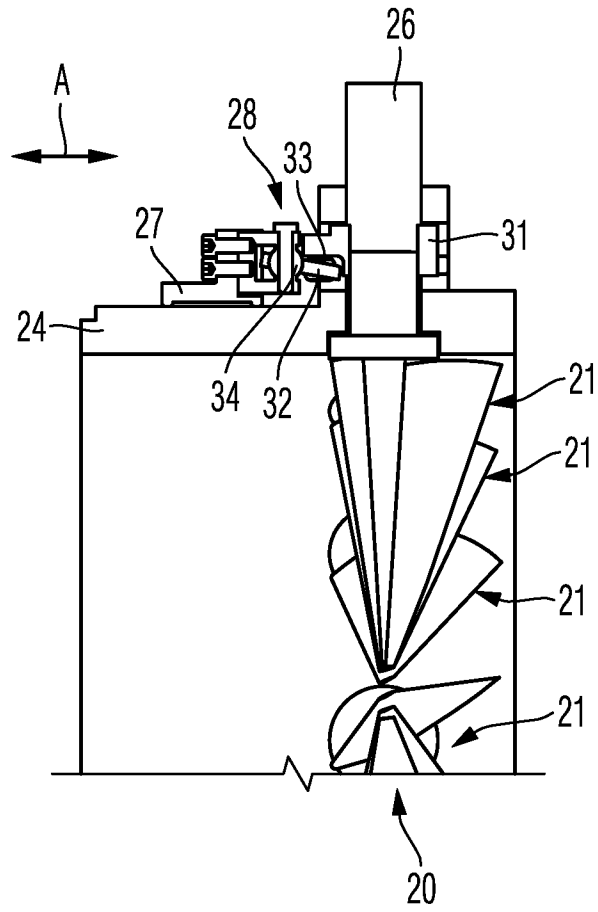


Fig. 7

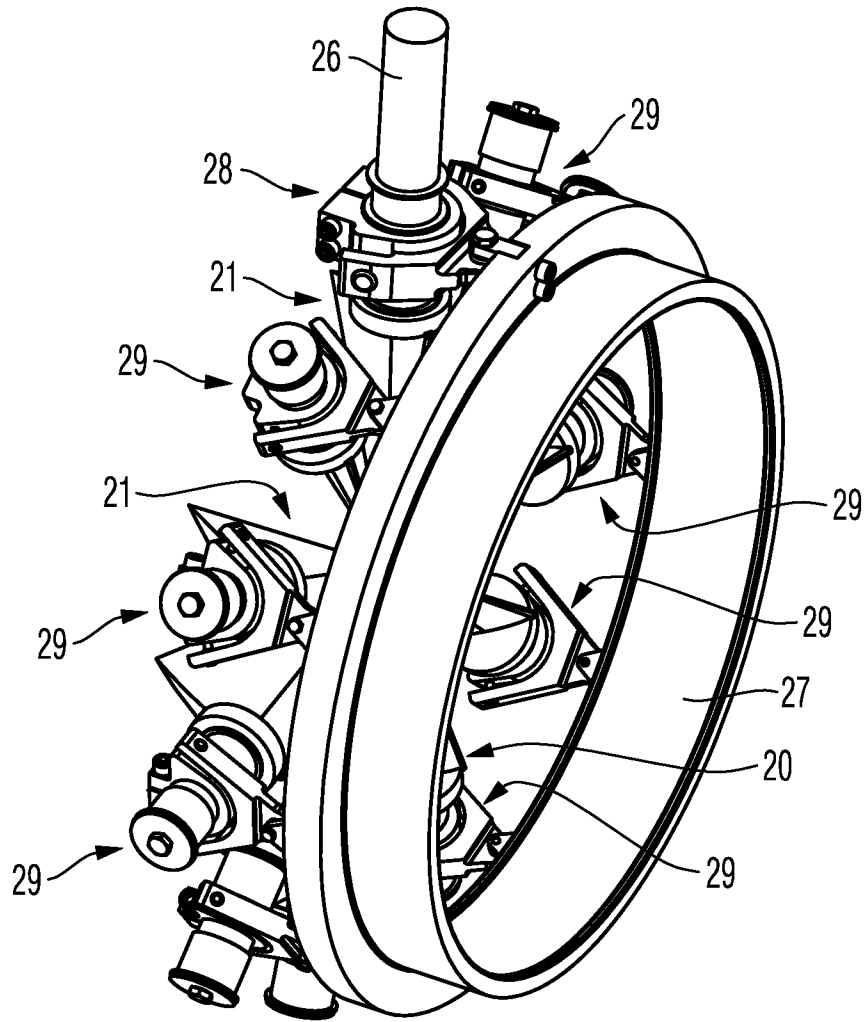


Fig. 8

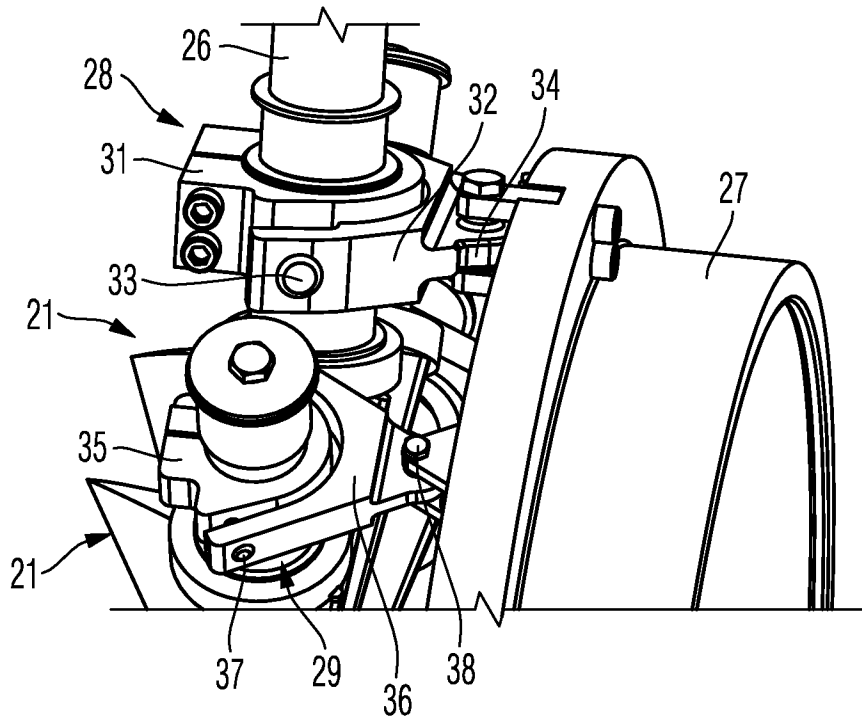


Fig. 9

10/14

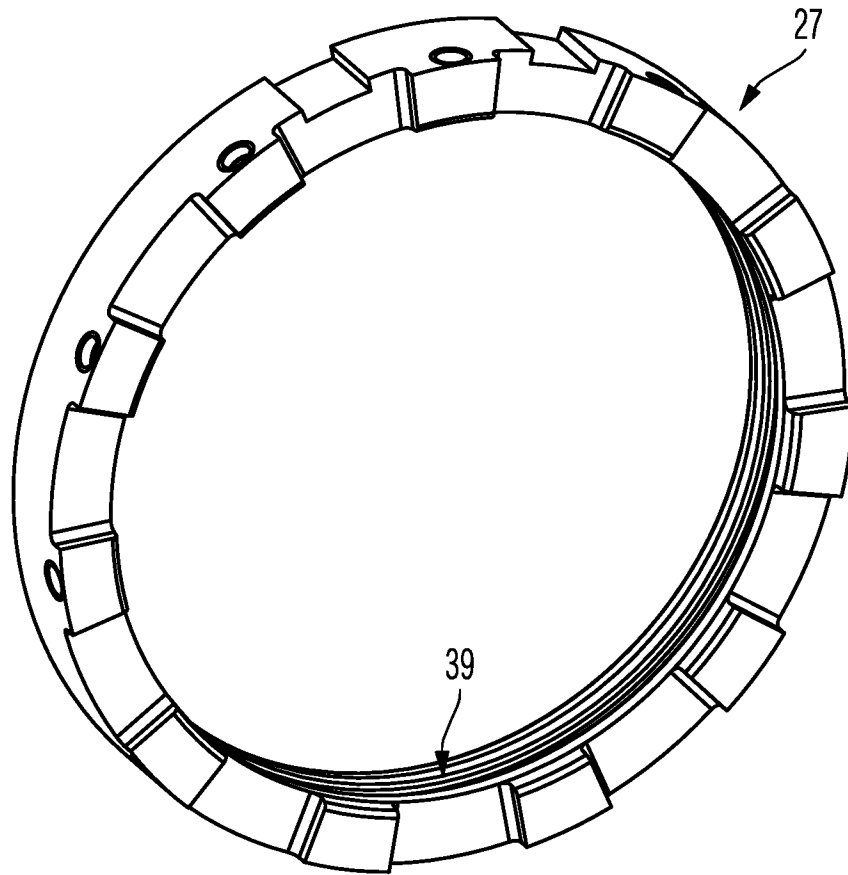


Fig. 10

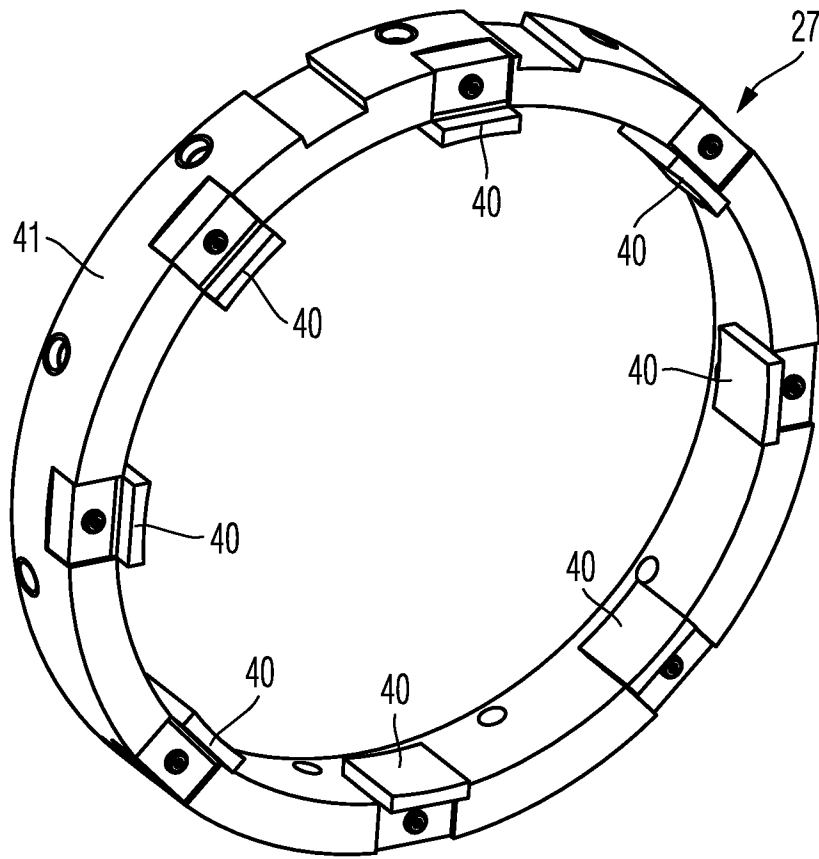


Fig. 11

12/14

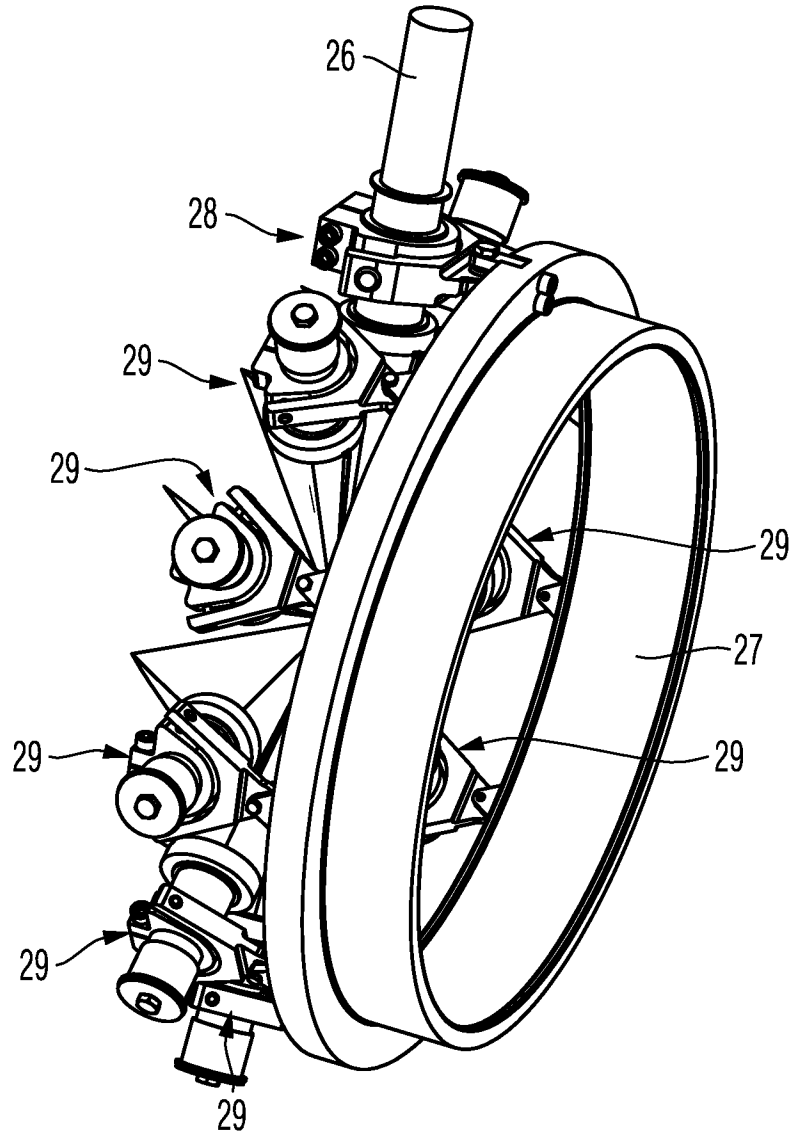


Fig. 12

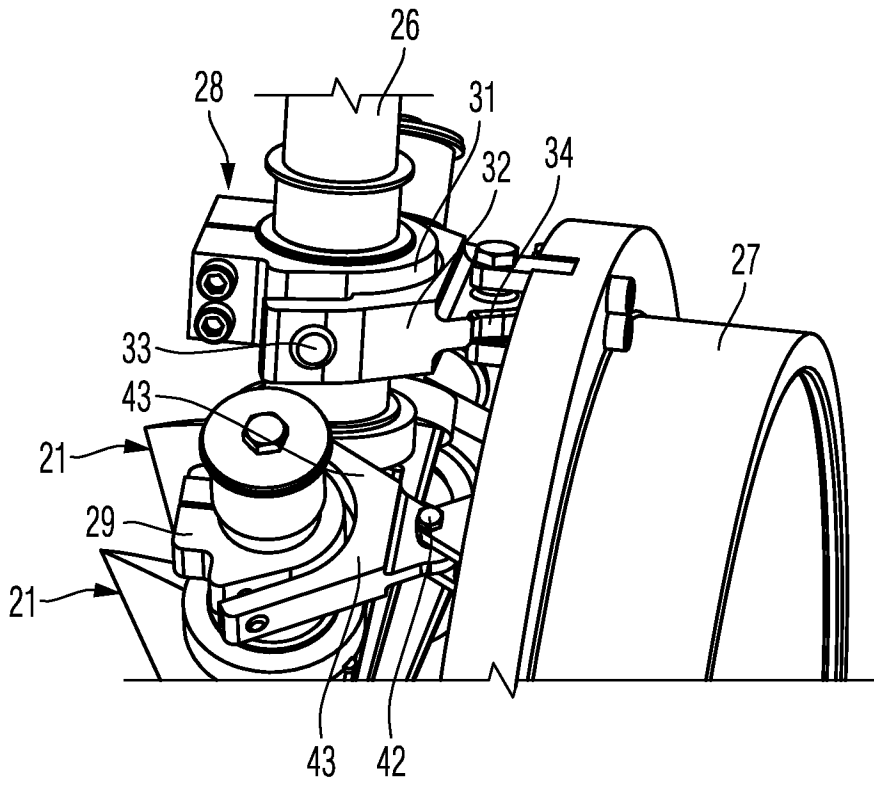


Fig. 13

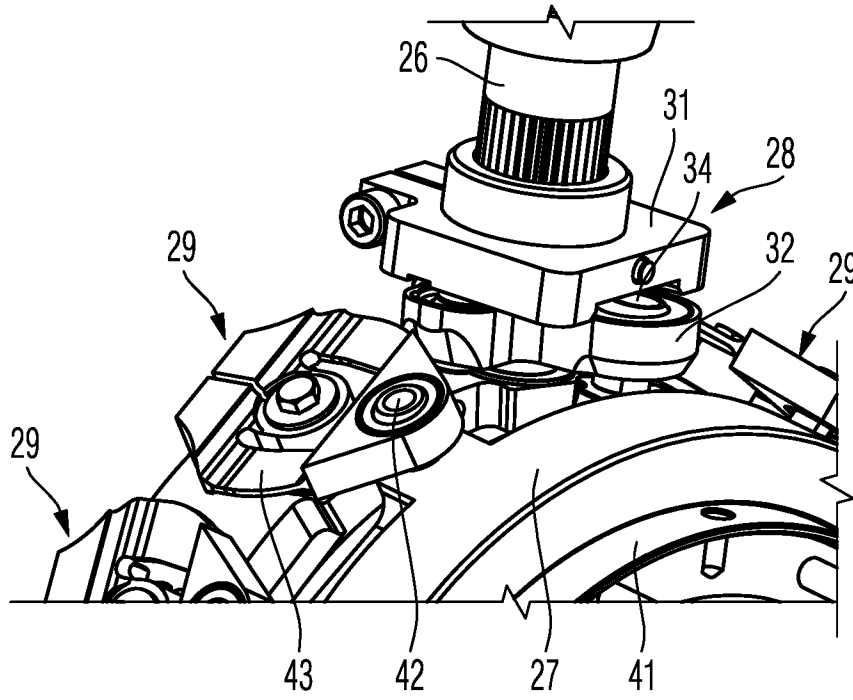


Fig. 14