

(19)



(11)

EP 3 064 719 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.09.2016 Patentblatt 2016/36

(51) Int Cl.:
F01D 17/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15157554.5**

(22) Anmeldetag: **04.03.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

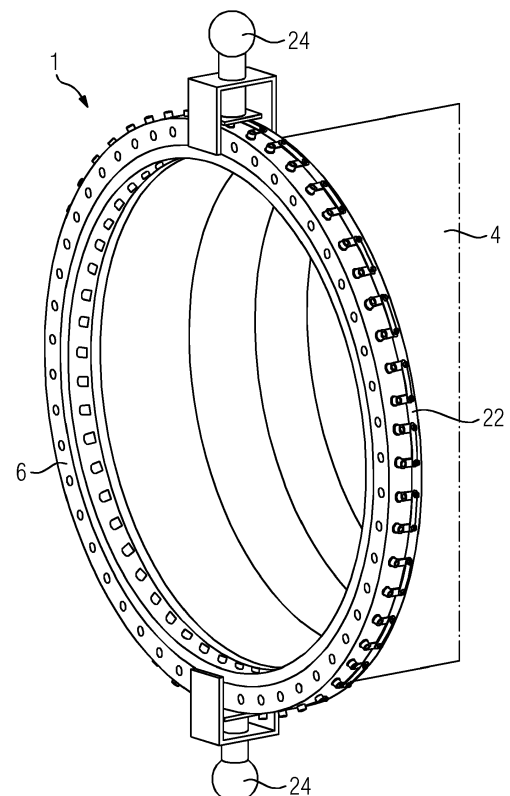
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Hofmann, Markus**
44581 Castrop-Rauxel (DE)
• **Purps, Florian**
68259 Mannheim (DE)

(54) **Leitschaufelreihe für eine axial durchströmte Strömungsmaschine**

(57) Eine Leitschaufelreihe (1) für eine axial durchströmte Strömungsmaschine (100), umfassend eine Mehrzahl von um jeweils eine Radiallinie (10) in einem Gehäuseteil (4) drehbar gelagerten Leitschaufeln (2), wobei jede Leitschaufel (2) jeweils einen Hebel (16) aufweist, und wobei die Hebel (16) unter Kopplung der Drehbewegung der Leitschaufeln (2) miteinander verbunden sind, soll technisch einfacher aufgebaut sein und dennoch eine zuverlässige gezielte Verstellung des Drehwinkels der Leitschaufeln erlauben. Dazu ist eine der Leitschaufeln (2) mit einem Drehantrieb (24) verbunden, der konzentrisch zur Radiallinie (10) der Leitschaufel (2) angeordnet ist.

FIG 3



EP 3 064 719 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leitschaufelreihe für eine axial durchströmte Strömungsmaschine, umfassend eine Mehrzahl von um jeweils eine Radiallinie in einem Gehäuseteil drehbar gelagerten Leitschaufeln, wobei jede Leitschaufel jeweils einen Hebel aufweist, und wobei die Hebel unter Kopplung der Drehbewegung der Leitschaufeln miteinander verbunden sind.

[0002] Eine Strömungsmaschine oder Turbomaschine ist eine Fluidenergiemaschine, bei der die Energieübertragung zwischen Fluid und Maschine in einem offenen Raum durch eine Strömung nach den Gesetzen der Fluidodynamik über den Umweg der kinetischen Energie erfolgt. Die Energieübertragung erfolgt normalerweise mittels kranzförmig, d. h. auf Radiallinien von einer Achse ausgehend angeordneten Rotorblättern, Flügeln oder Schaufeln, die derart profiliert sind, dass durch die Umströmung eine Druckdifferenz zwischen Vorder- und Rückseite entsteht (Tragflächenprofil).

[0003] Die Rotorblätter, Flügel oder Schaufeln sind Bestandteil des rotierenden Läufers oder Rotors der Strömungsmaschine. Bei axial durchströmten Strömungsmaschinen wie z. B. Gas- oder Dampfturbinen strömt das Fluid parallel zur Drehachse des Rotors. In derartigen Strömungsmaschinen sind häufig Leitschaufeln vorgesehen, die als Teil des Stators fluidströmungsseitig vor den rotierenden Laufschaufeln eingebaut sind und das Arbeitsmittel im optimalen Winkel auf die Laufschaufeln leiten.

[0004] Um bei wechselnden Betriebsbedingungen die Anströmung der Laufschaufeln optimieren zu können, sind Leitschaufeln häufig verstellbar ausgestaltet, d. h. sie sind um die Radiallinie drehbar angeordnet. Die Verstellung der Leitschaufeln erfolgt dabei insbesondere bei Gasturbinen derzeit mittels Hebeln und beweglichen Stangen, die ihrerseits an sehr massiven äußeren Ringen befestigt und darüber verbunden sind. Diese äußeren Ringe werden über tangential angeordnete Schubstangen verdreht.

[0005] Nachteilig bei einer derartigen Ausführung ist die inhomogene tangential Krafteinleitung. Durch die tangential angreifende Kraft müssen die äußeren Ringe technisch aufwändig sehr stabil aufgeführt werden, um einer Verformung entgegenzuwirken. Zudem erfordert eine derartige Ausführung eine hohe Anzahl beweglicher Teile, was den Wartungs- und Reparaturaufwand erhöht.

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Leitschaufelreihe der eingangs genannten Art anzugeben, welche technisch einfacher aufgebaut ist und dennoch eine zuverlässige gezielte Verstellung des Drehwinkels der Leitschaufeln erlaubt.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem eine der Leitschaufeln mit einem Drehantrieb verbunden ist, der konzentrisch zur Radiallinie der Leitschaufel angeordnet ist.

[0008] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass die bislang existierende technisch aufwändige

und sehr massiv ausgeführte Verstellmechanik dadurch bedingt ist, dass die Kraft zur Verstellung der einzelnen Leitschaufeln tangential auf jede der Leitschaufeln aufgebracht wird. Hierdurch ist eine Lagerung zum Auffang der teilweise erheblichen Gegenkräfte erforderlich. Wird hingegen ein Drehantrieb verwendet, d. h. ein Antrieb, der ein Drehmoment auf einer Welle anstatt einer linear wirkenden Kraft erzeugt, und dieser Drehantrieb coaxial zur Drehachse einer der Leitschaufeln angeordnet, ist eine präzise Verstellung dieser Leitschaufel möglich. Eine Lagerung des Motors ist lokal am Gehäuse um den Drehantrieb herum einfach möglich. Über die Verbindung der Hebel der Leitschaufeln untereinander wird die Bewegung der direkt angetriebenen Leitschaufel auf die übrigen Leitschaufeln übertragen. Somit werden sämtliche Leitschaufeln gemeinsam verdreht.

[0009] In vorteilhafter Ausgestaltung sind die Leitschaufeln im Wesentlichen identisch ausgebildet und/oder radiärsymmetrisch angeordnet. Unter Radiärsymmetrie wird hierbei eine Form der Symmetrie verstanden, bei der die Drehung eines Objektes (hier: der Leitschaufelreihe) um einen gewissen Winkel (hier: Winkelabstand zweier Leitschaufeln) um eine Gerade (hier: Achse der Strömungsmaschine) das Objekt wieder mit sich selbst zur Deckung bringt. Dies entspricht dem bekannten Aufbau einer Strömungsmaschine und ermöglicht eine einfache Konstruktion.

[0010] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist eine Mehrzahl von Drehantrieben in Bezug auf die Achse der Strömungsmaschine radiärsymmetrisch angeordnet. Eine Anordnung mehrerer Drehantriebe kann von Vorteil sein, wenn die zu übertragende Kraft zur Verstellung der Leitschaufeln vergleichsweise groß ist. In einem derartigen Fall kann sie auf mehrere Drehantriebe, die auf unterschiedliche Leitschaufeln wirken, verteilt werden. Zur gleichmäßigen Verteilung der Krafteinleitung entlang des Umfangs sind die Drehantriebe radiärsymmetrisch verteilt, wobei die Zähligkeit der Radiärsymmetrie der Anzahl der Drehantriebe entspricht. Unter einer n-zähligen Radiärsymmetrie wird verstanden, dass eine Drehung um $360^\circ/n$ das Objekt auf sich selbst abbildet.

[0011] Die Drehantriebe sind dabei vorteilhafterweise in einer Master-Slave-Konfiguration geschaltet, d. h. dass einer der Drehantriebe der von außen gesteuerte Master-Drehantrieb ist, während die anderen Drehantriebe als Slave-Drehantriebe lediglich den Verdrehwinkel des Master-Drehantriebs gleichbewegend abbilden. Hierdurch werden gleichbleibende Verdrehwinkel gewährleistet.

[0012] Ein besonders einfacher Aufbau, der dennoch eine gleichmäßige Krafteinleitung erlaubt, ergibt sich, indem die Leitschaufelreihe vorteilhafterweise genau zwei Drehantriebe aufweist. Diese sind um 180° versetzt und damit gegenüberliegend angeordnet.

[0013] Dadurch, dass die Hebel der jeweiligen Leitschaufeln bei der vorliegenden Ausgestaltung nicht mehr zur Krafteinleitung dienen, sondern nur noch zur Kraftübertragung an die benachbarten Leitschaufeln, können

die Verbindungen wesentlich einfacher ausgestaltet werden. Dazu sind die Hebel zweier benachbarter Leitschaukeln vorteilhafterweise über ein stabförmiges Verbindungselement miteinander verbunden.

[0014] Vorteilhafterweise ist dabei jede Leitschaukel mit jeder ihr benachbarten Leitschaukel über jeweils ein solches stabförmiges Verbindungselement verbunden. Hierdurch ergibt sich ein geschlossener Verstellring, in dem die einzelnen Verbindungselemente als Kettenglieder oder Doppelgelenkstangen ausgebildet sind. Der Verstellring ist nicht gelagert, sondern wird durch die Hebel gehalten. Er verbindet alle Hebel miteinander.

[0015] Ein radialer Versatz, der bei der Verstellung aufgrund der unterschiedlichen Bewegungsbahnen von Hebel und Verstellring auftritt, wird vorteilhafterweise durch Gelenklager im Hebel ausgeglichen. Hierbei ist das jeweilige Verbindungselement vorteilhafterweise mittels eines Gelenklagers am jeweiligen Hebel befestigt.

[0016] Alternativ ist der Hebel vorteilhafterweise so ausgeführt, dass er eine Torsion zulässt, d. h. innerhalb eines vorgegebenen Rahmens elastisch. Er ist dazu vorteilhafterweise für eine Torsion von mehr als 5° ausgelegt.

[0017] In vorteilhafter Ausgestaltung sind die Leitschaukeln in radialer Richtung formschlüssig fixiert. Dies kann z. B. über eine umlaufende Nut erreicht werden oder aber durch einen Flansch im Bereich von Innen- und Außenseite des Gehäuses. Ein Verdichter für eine axial durchströmte Strömungsmaschine umfasst vorteilhafterweise eine hier beschriebene Leitschaukelreihe.

[0018] Eine axial durchströmte Strömungsmaschine umfasst vorteilhafterweise einen derartigen Verdichter. Sie ist vorteilhafterweise als Gasturbine ausgelegt.

[0019] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Nutzung eines Drehantriebes zu Verstellung von Leitschaukeln insbesondere in Verbindung mit einer Kopplung der Leitschaukeln durch einen aus einfachen Verbindungselementen bestehenden Verstellring eine technisch einfache und zuverlässige Einstellung des Verstellwinkels der Leitschaukeln ermöglicht wird. Die beschriebene Ausgestaltung ermöglicht eine einfachere und schnellere Montage und Wartung. Die Verstellringlagerung kann hierbei vollständig entfallen.

[0020] Durch die leichtere Kopplung der Verstellhebel wird eine Funktionsverbesserung erreicht, da eine Reduzierung der zur Verstellung erforderlichen Kraft erzielt und damit eine Reduktion der Verformung erreicht wird. Eine weitere Funktionsverbesserung wird dadurch erreicht, dass bekannte Drehantriebe bereits konstruktionsbedingt eine genaue Positionsüberwachung ermöglichen und damit die Position der Leitschaukeln ohne zusätzliche Messung jederzeit bekannt ist. Nicht zuletzt wird auch eine Kostenreduzierung durch Materialeinsparung erreicht.

[0021] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen Längsschnitt durch den Lagerbereich einer verstellbaren Leitschaukel einer Leitschaukelreihe eines Verdichters,

5 FIG 2 eine Ansicht eines Teils des Gehäuses eines Verdichters im Lagerbereich der Leitschaukeln,

FIG 3 eine Ansicht der gesamten Leitschaukelreihe mit montierten Drehantrieben, und

10 FIG 4 einen Längsschnitt durch eine Gasturbine.

[0022] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

15 **[0023]** Die FIG 1 zeigt einen Teil einer Leitschaukelreihe 1, hier einen Längsschnitt durch den Lagerbereich einer verstellbaren Leitschaukel 2 eines Verdichters einer Gasturbine. Verdichter, Gasturbine und deren grundsätzliche Funktionsweise werden in Bezug auf FIG 4 im Folgenden noch näher beschrieben. Längsschnitt meint hierbei einen Längsschnitt in Bezug auf die Gasturbine bzw. den Verdichter. In der FIG 1 ist die Achse der Gasturbine von links nach rechts gerichtet und unterhalb der Abbildung angeordnet.

25 **[0024]** Gezeigt ist ein Gehäuseteil 4 des Verdichters. Das Gehäuseteil 4 weist einen einteiligen Flansch 6 auf, in den eine Vielzahl zylindrischer Öffnungen 8 in bezogen auf den Verdichter und die Gasturbine radialer Richtung eingebracht sind, d. h. auf die Achseweisend. Aufgrund der Schnittdarstellung in FIG 1 ist nur eine Öffnung 8 sichtbar. Die Zylinderachse der Öffnung 8 bildet somit bezogen auf die Achse von Verdichter und Gasturbine eine Radiallinie 10.

30 **[0025]** In die Öffnung 8 ist ein Schaft 12 für die Leitschaukel 2 eingepasst. Dieser ist ebenfalls zylindrisch ausgebildet und mit einer umlaufenden Nut 14 versehen, die in eine entsprechende umlaufende Feder in der Öffnung 8 eingreift, so dass der Schaft 12 gegen eine Bewegung entlang der Radiallinie 10 formschlüssig fixiert ist. Er ist jedoch um die Radiallinie 10 herum drehbar. An der Innenseite des Gehäuseteils 4 (FIG 1 unten) ist am Schaft 12 das nicht mehr dargestellte Schaufelblatt der Leitschaukel 2 befestigt. Das Schaufelblatt ist somit um die Radiallinie 10 herum drehbar.

35 **[0026]** An der Außenseite des Gehäuseteils 4 (FIG 1 oben) ist ein senkrecht zur Radiallinie und parallel zur Achse des Verdichters und der Gasturbine ausgerichteter Hebel 16 angeordnet. Dieser ist fest mit dem Schaft 14 verbunden und dient zur Betätigung der Drehbewegung der Leitschaukel 2 in der Art einer Kurbel. Am Ende des Hebels 16 ist mittels eines Gelenklagers 18 ein stabförmiges Verbindungselement 20 angeordnet, welches sich bezogen auf die Achse der Gasturbine in Umfangsrichtung erstreckt und benachbarte Hebel 16 verbindet. Dies wird anhand der FIG 2 näher erläutert.

50 **[0027]** FIG 2 zeigt eine Ansicht der in FIG 1 dargestellten Anordnung. Die zylindermantelförmige Form des Gehäuses 4 ist erkennbar. Aus Gründen der Übersichtlichkeit

keit sind keine Leitschaufelblätter dargestellt, sondern nur die Schäfte 12 der Leitschaufeln 2. In dem in den FIG 1 bis FIG 3 dargestellten Ausführungsbeispiel sind insgesamt 50 Leitschaufeln 2 vorgesehen, die identisch ausgebildet sind und eine 50-zählige radiärsymmetrische Anordnung bilden.

[0028] Jeweils benachbarte Hebel 16 der Leitschaufeln 2 sind über jeweils ein Verbindungselement 20 verbunden. Wie bereits beschrieben sind die Verbindungselemente 20 mittels Gelenklagern 18 an den Hebeln 16 befestigt. Die Verbindungselemente 20 sind in der Form eines flachen Stabes ausgestaltet und bilden somit einen umlaufenden Ring 22 aus in der Art von Kettengliedern angeordneten Verbindungselementen 20. Durch die Verbindungselemente 20 und die symmetrische Anordnung ist die Winkelposition der Schäfte 12 in den Öffnung 8 synchronisiert, so dass alle Hebel 16 stets in gleichem Winkel zur Axialrichtung stehen.

[0029] In einer nicht dargestellten, alternativen Ausführungsform sind keine Gelenklager vorgesehen, sondern die Hebel 16 sind für eine Torsion von mehr als 5° in der axial-azimuthalen Ebene ausgelegt.

[0030] Die Krafteinleitung zur aktiven Verstellung des Winkels ist in FIG 3 dargestellt, in der aus Gründen der Übersichtlichkeit die Bezugszeichen der einzelnen Bauteile der Leitschaufeln 2 und der Verbindungselemente 20 nicht mehr dargestellt sind. Hierfür sind zwei elektrische Drehantriebe 24 vorgesehen. Diese sind symmetrisch gegenüberliegend mittels jeweils einer klammerartigen Befestigung 26 am Flansch 6 fixiert. Die Drehantriebe 24 sind mit ihrer Drehachse coaxial zur Radiallinie 10 jeweils eines Schaftes 12 angeordnet und an dem jeweiligen Schaft 12 befestigt. Dadurch erfolgt eine Krafteinleitung coaxial auf jeweils eine der Leitschaufeln 2. Die Winklereinstellung der beiden von den Drehantrieben 24 angetriebenen Leitschaufeln 2 wird über den Ring 22 auf alle anderen Leitschaufeln 2 übertragen. Die Drehantriebe 24 sind in Master-Slave-Konfiguration geschaltet, d. h. ein Drehantrieb 24 empfängt als Master eine Sollposition von einer Steuereinrichtung, während der andere Drehantrieb 24 als Slave stets die Winkelposition des Master-Drehantriebs 22 nachfährt.

[0031] Da der Ring 22 an den Hebeln 16 hängt, ist keine Lagerung erforderlich. Außerdem ist die Handhabung durch die wesentlich leichtere Ausführung des Rings 22 in Form der Verbindungselemente 20 einfacher. Montage und Wartung werden dadurch einfacher und schneller.

[0032] Die FIG 4 zeigt schließlich eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt als Beispiel einer axial durchströmten Strömungsmaschine, in der die anhand der FIG 1 bis FIG 3 oben beschriebene Verstellmechanik zur Anwendung kommt. In der Gasturbine 100 wird die innere Energie (Enthalpie) eines strömenden Fluids (Flüssigkeit oder Gas) in Rotationsenergie und letztlich in mechanische Antriebsenergie umgewandelt.

[0033] Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 (Axialrichtung) drehgelagerten

Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren coaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

[0034] Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108. Jede Turbinenstufe 112 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125. Die Schaufeln 120, 130 sind leicht gekrümmt profiliert, ähnlich einer Flugzeugtragfläche. Eine ebensolche Anordnung findet sich analog zur Turbine 108 im Verdichter. Auch hier folgen Laufschaufelreihen 125 auf Leitschaufelreihen 115. Die eintrittsseitig erste Leitschaufelreihe 1 des Verdichters 105 ist gemäß der in FIG 1 bis FIG 3 dargestellten Ausführung ausgebildet.

[0035] Die Leitschaufeln 130 sind dabei am Stator 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind. Die Laufschaufeln 120 bilden somit Bestandteile des Rotors oder Läufers 103. An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0036] Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120.

[0037] Dem Fluidstrom wird durch die möglichst wirbelfreie laminare Umströmung der Turbinenschaufeln 120, 130 ein Teil seiner inneren Energie entzogen, der auf die Laufschaufeln 120 der Turbine 108 übergeht. Über diese wird dann der Rotor 103 in Drehung versetzt, wodurch zunächst der Verdichter 105 angetrieben wird. Die nutzbare Leistung wird an die nicht dargestellte Arbeitsmaschine abgegeben.

Patentansprüche

1. Leitschaufelreihe (1) für eine axial durchströmte Strömungsmaschine (100), umfassend eine Mehrzahl von um jeweils eine Radiallinie (10) in einem Gehäuseteil (4) drehbar gelagerten Leitschaufeln (2), wobei jede Leitschaufel (2) jeweils einen Hebel (16) aufweist, und wobei die Hebel (16) unter Kopplung der Drehbewegung der Leitschaufeln (2) miteinander

der verbunden sind, wobei eine der Leitschaufeln (2) mit einem Drehantrieb (24) verbunden ist, der konzentrisch zur Radiallinie (10) der Leitschaufel (2) angeordnet ist.

Anspruch 12,
die als Gasturbine (100) ausgelegt ist.

- 5
2. Leitschaufelreihe (1) nach Anspruch 1,
bei der die Leitschaufeln (2) im Wesentlichen identisch ausgebildet und/oder radiärsymmetrisch angeordnet sind.
10
3. Leitschaufelreihe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der eine Mehrzahl von Drehantrieben (24) in Bezug auf die Achse der Strömungsmaschine (100) radiärsymmetrisch angeordnet ist.
15
4. Leitschaufelreihe (1) nach Anspruch 3,
bei der die Drehantriebe (24) in einer Master-Slave-Konfiguration geschaltet sind.
20
5. Leitschaufelreihe (1) nach Anspruch 3 oder 4,
die zwei Drehantriebe (24) aufweist.
6. Leitschaufelreihe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der die Hebel (16) zweier benachbarter Leitschaufeln (2) über ein stabförmiges Verbindungselement (20) miteinander verbunden sind.
25
7. Leitschaufelreihe (1) nach Anspruch 6,
bei der der Hebel (16) jeder Leitschaufel (2) mit den Hebeln (16) der jeweils benachbarten Leitschaufeln (2) über jeweils ein stabförmiges Verbindungselement (20) verbunden ist.
30
8. Leitschaufelreihe (1) nach Anspruch 6 oder 7,
bei dem das jeweilige Verbindungselement (20) mittels eines Gelenklagers (18) am jeweiligen Hebel (16) befestigt ist.
35
9. Leitschaufelreihe (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem der jeweilige Hebel (16) für eine Torsion von mehr als 5° ausgelegt ist.
40
10. Leitschaufelreihe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der die Leitschaufeln (2) in radialer Richtungsform schlüssig fixiert sind.
45
11. Verdichter (105) für eine axial durchströmte Strömungsmaschine (100),
umfassend eine Leitschaufelreihe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
50
12. Axial durchströmte Strömungsmaschine (100) mit einem Verdichter (105) nach Anspruch 11.
55
13. Axial durchströmte Strömungsmaschine (100) nach

FIG 1

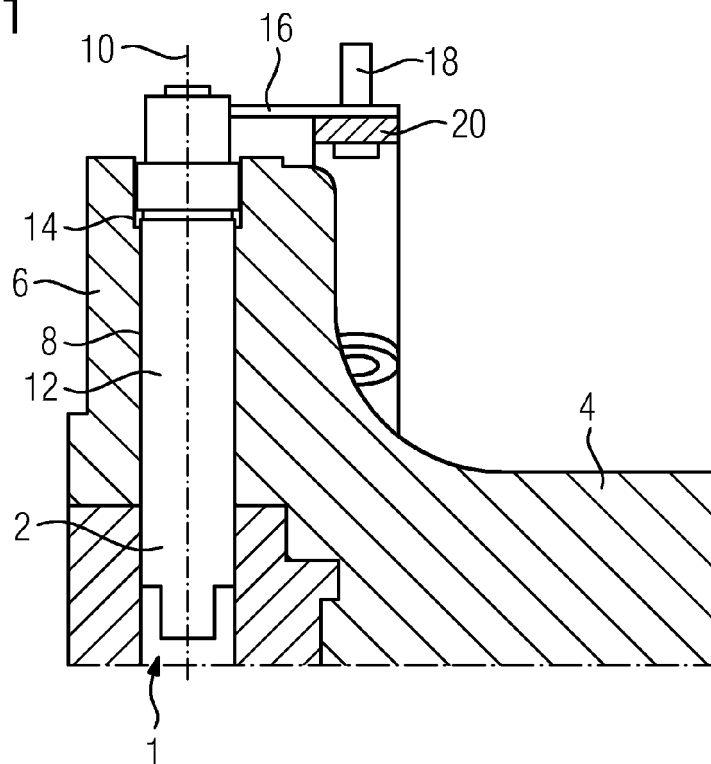


FIG 2

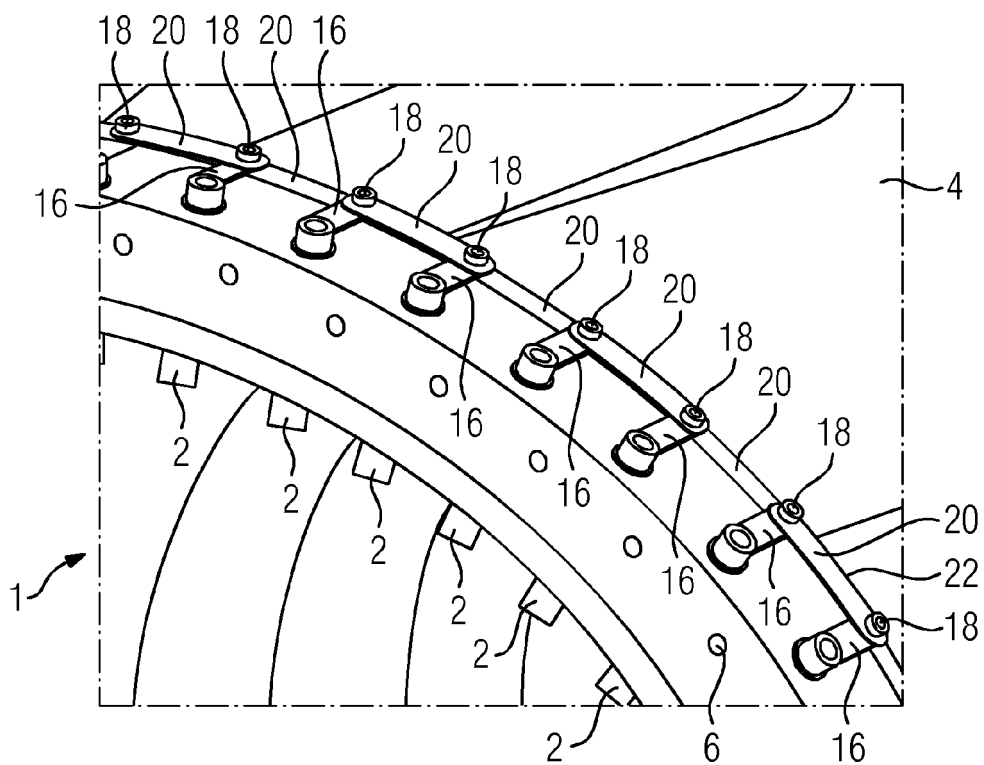


FIG 3

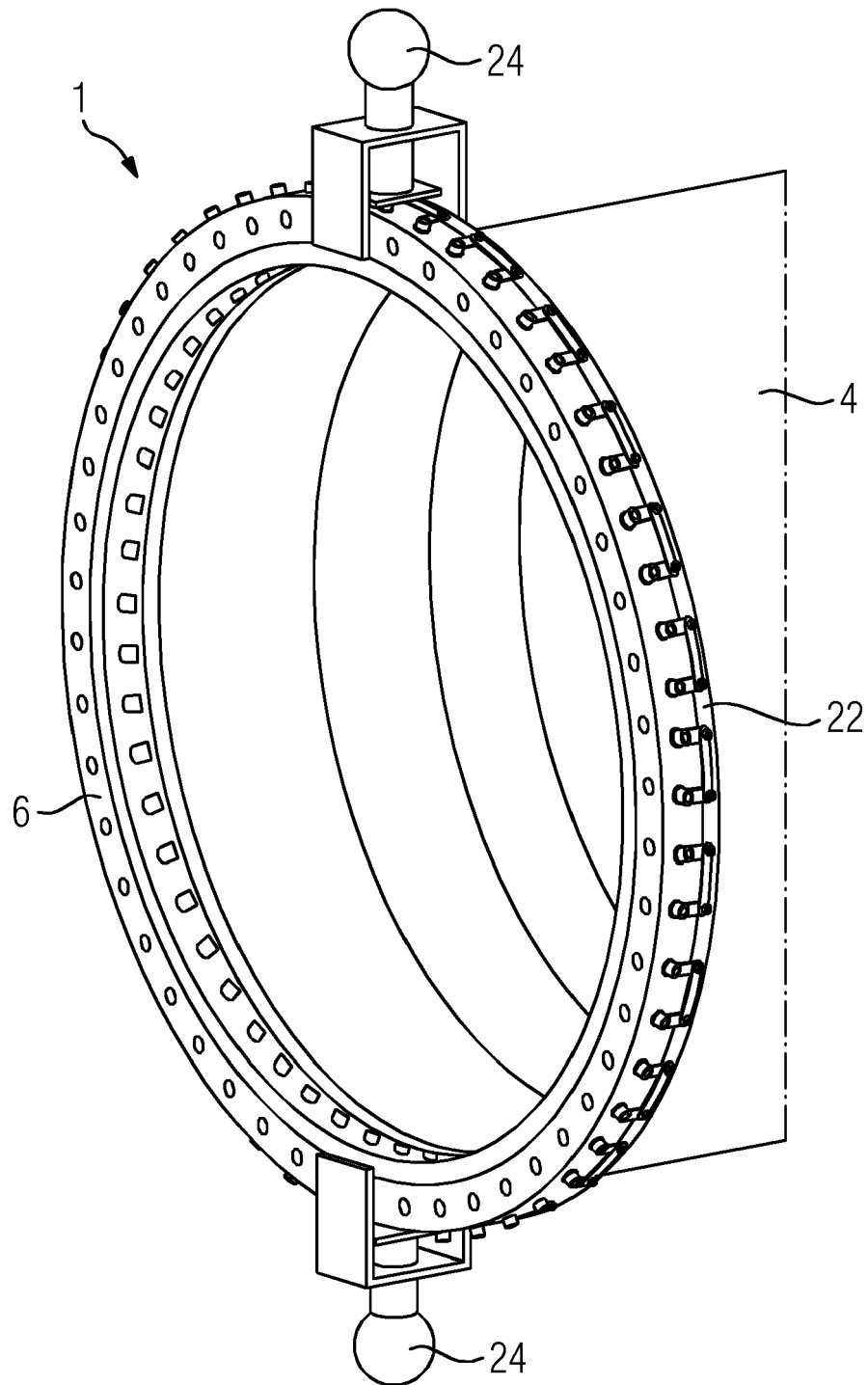
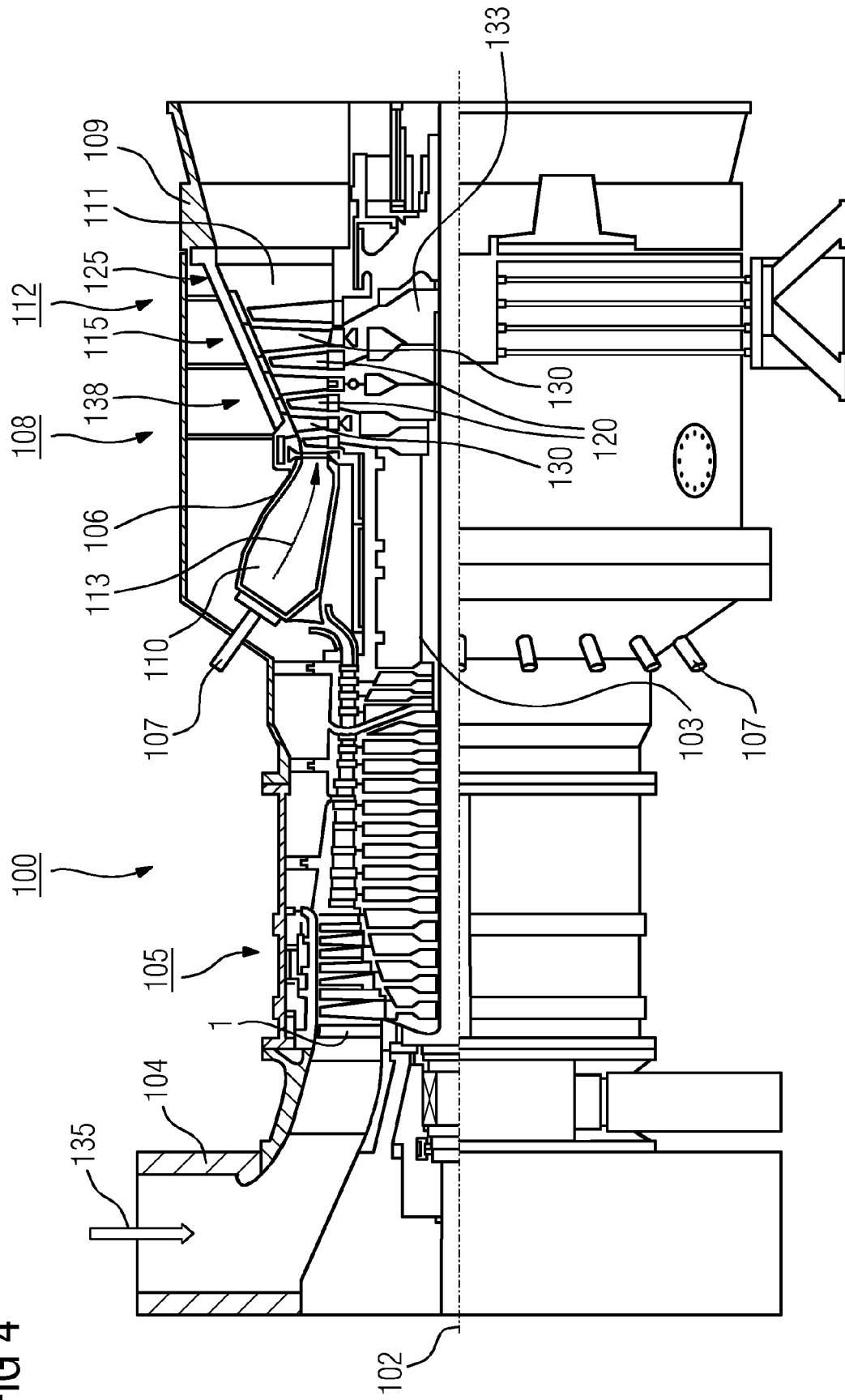


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 15 7554

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2011/011338 A1 (CAMERON INT CORP [US]; CLEMONS JONATHAN D [US]; SABIN MARK R [US]; GER) 27. Januar 2011 (2011-01-27) * Absätze [0018], [0034], [0039]; Abbildungen 7A, 7B, 8, 9 *	1-13	INV. F01D17/16
X	EP 2 113 637 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 4. November 2009 (2009-11-04) * Absatz [0022]; Abbildung 2 *	1-13	
A	US 2011/176913 A1 (WASSYNGER STEPHEN PAUL [US] ET AL) 21. Juli 2011 (2011-07-21) * Absatz [0016]; Abbildungen 2-4 *	1-13	
A	US 2014/169948 A1 (KAY CYRON FRANK [US] ET AL) 19. Juni 2014 (2014-06-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 2, 3 *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. September 2015	Prüfer Avramidis, Pavlos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 7554

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-09-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011011338 A1	27-01-2011	CN 102575684 A	11-07-2012
		EP 2456983 A1	30-05-2012
		EP 2799717 A1	05-11-2014
		RU 2012104524 A	27-08-2013
		US 2012121403 A1	17-05-2012
		WO 2011011338 A1	27-01-2011

EP 2113637 A2	04-11-2009	DE 102008021683 A1	05-11-2009
		EP 2113637 A2	04-11-2009
		US 2009274547 A1	05-11-2009

US 2011176913 A1	21-07-2011	CH 702603 A2	29-07-2011
		CN 102128179 A	20-07-2011
		DE 102011000182 A1	21-07-2011
		JP 2011149425 A	04-08-2011
		US 2011176913 A1	21-07-2011
		US 2014003909 A1	02-01-2014

US 2014169948 A1	19-06-2014	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82