

(19)



(11)

EP 2 685 051 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.01.2014 Patentblatt 2014/03

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 (2006.01) **F01D 9/06** (2006.01)
F01D 25/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12176161.3**

(22) Anmeldetag: **12.07.2012**

(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

(72) Erfinder:
• **Förster, Ingo**
45468 Mülheim/Ruhr (DE)
• **Musch, Christian**
45259 Essen (DE)
• **Zander, Uwe**
45475 Mülheim an der Ruhr (DE)

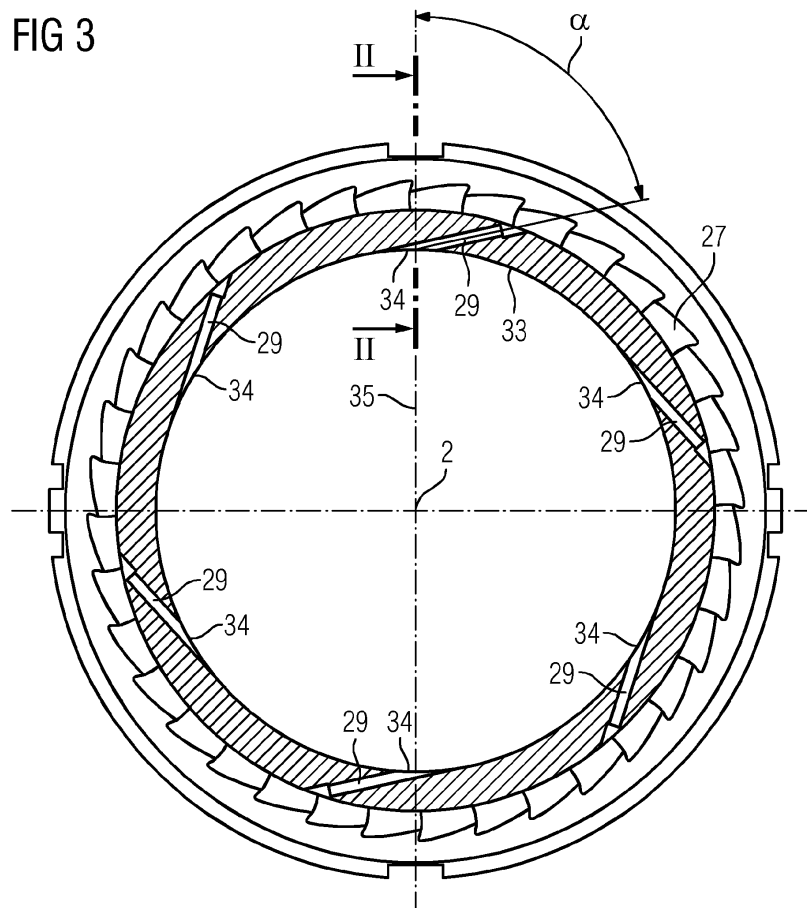
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) Einströmsegment für eine Strömungsmaschine

(57) Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine umfassend ein Einströmsegment (21), das eine Einströmsegment-Leitschaufel (27) trägt und Bohrungen

(29), wobei durch diese Bohrungen (29) ein Teilmassenstrom (M_1) zu einem Entlastungsraum (30) gelangt und zu einer Kühlung führt.

FIG 3



EP 2 685 051 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, umfassend einen Rotor, der drehbar um eine Rotationsachse gelagert ist, Laufschaufeln, die auf dem Rotor angeordnet sind, ein Gehäuse, das um den Rotor angeordnet ist, Leitschaufeln, die am Gehäuse angeordnet sind, einen Strömungskanal, der zwischen dem Rotor und dem Gehäuse ausgebildet ist, eine Zuströmung, die im Gehäuse angeordnet ist und zum Zuströmen von Dampf ausgebildet ist, ein Einströmsegment, das im Gehäuse angeordnet ist, Einströmsegment-Leitschaufeln, die im Einströmsegment angeordnet sind.

[0002] Strömungsmaschinen, wie z.B. Dampfturbinen, werden beispielsweise in der Energieversorgung eingesetzt. Im Wesentlichen umfassen solche Strömungsmaschinen einen drehbar gelagerten Rotor und ein um den drehbar gelagerten Rotor angeordnetes Gehäuse. In der Regel wird das Gehäuse in ein Innengehäuse und ein um das Innengehäuse angeordnetes Außengehäuse eingeteilt. Die Rotoren solch ausgeführter Strömungsmaschinen umfassen Laufschaufeln, die zwischen am Innengehäuse angeordneten Leitschaufeln angeordnet sind und einen Strömungskanal bilden, durch den ein Strömungsmedium strömt. In einer als Dampfturbine ausgebildeten Ausführungsform der Strömungsmaschine ist Dampf das Strömungsmedium.

[0003] Das in eine Strömungsmaschine einströmende Strömungsmedium weist vergleichsweise hohe Temperaturen auf. So ist bei Dampfturbinen als Ausführungsform einer Strömungsmaschine der Dampf derart erhitzt, dass der Dampf Temperaturen von über 600 C aufweisen kann. Solch hohe Temperaturen führen zu großen thermischen Belastungen der Strömungsmaschine. Insbesondere werden die Bauteile der Strömungsmaschine thermisch belastet, die im Einströmbereich des Strömungsmediums angeordnet sind. Darüber hinaus ist der Rotor ebenfalls besonders an der Stelle an der das Strömungsmedium in die Strömungsmaschine einströmt besonders thermisch belastet. Die Materialien müssen geeignet gewählt werden, damit die Strömungsmaschine betrieben werden kann.

[0004] Allerdings sind dadurch die Einsatzgrenzen eines Rotors begrenzt, da die thermische Belastung nur bis zu einem Grenzwert zulässig und möglich ist. Beispielsweise lassen die maßgeblichen Festigkeitskennwerte der eingesetzten Materialien bei zu hohen Temperaturen überproportional nach. Aus der Temperatur, die das Material des Rotors aufweist, ergeben sich beispielsweise die maximal zulässigen Wellendurchmesser, bezogen auf die Auslastung im Welleninneren oder auch maximal zulässige Fliehkräfte im randnahen Bereich von Rotoren, die besonders bei 60 Hz Anwendungen zur Einschränkung führen können. Abhilfe wird geschaffen durch Temperaturabsenkung, die durch Kühlung der Oberfläche erfolgen kann oder durch Kühlung des Welleninneren, die entweder eine Erweiterung der mechanischen Einsatzgrenzen des Rotors bei gegeb-

nem Werkstoff erzielen oder in anderen Fällen ein Wechsel zu hochwertigeren und teureren Werkstoffen vermeiden.

[0005] Derzeitige Strömungsmaschinen weisen ein Einströmsegment auf, das im Zuströmungskanal der Strömungsmaschine angeordnet ist. Dieses Einströmsegment weist einen Leitschaufelring auf. Der in die Strömungsmaschine zuströmende Frischdampf trifft zunächst auf die Leitschaufeln dieses Einströmsegments. In der Regel wird dieses Einströmsegment am Innengehäuse angeordnet. Ein physikalischer Effekt, der mit dem Einströmsegment erzielt werden kann, ist, dass der Frischdampf einen erhöhten Drall aufweist und dadurch zu Temperaturabsenkungseffekten der Einströmmentlastungsnut führt. Dadurch wird eine moderate Kühlung erreicht, die die thermische Auslastung der ersten Turbinenschaufelfüße als auch des Welleninneren reduziert. Solche Einströmsegmente werden auch als Diagonalstufen bezeichnet.

[0006] Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine verbesserte Strömungsmaschine anzugeben.

[0007] Erreicht wird dies durch eine Strömungsmaschine gemäß Anspruch 1.

[0008] Ein wesentliches Merkmal hierbei ist, dass Bohrungen ausgeführt werden, die im Einströmsegment angeordnet sind und eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmung und einem Entlastungsraum, der zwischen dem Einströmsegment und dem Rotor angeordnet ist, herstellt.

[0009] Erfindungsgemäß wird somit vorgeschlagen, die Temperatur an der Wellenoberfläche stärker abzusinken, indem Bohrungen, die als Tangentialbohrungen ausgeführt sind, angeordnet werden. Dadurch wird der Strömung des Strömungsmediums unterhalb des Einströmsegments eine vorgegebene Umfangsgeschwindigkeit aufgeprägt. Dadurch ergibt sich an der Wellenoberfläche der gewünschte Kühlungseffekt. Durch eine Benetzung des Bereichs der Wellenoberfläche in der Entlastungsnut mit Temperaturen unter der Frischdampf-Temperatur ergibt sich auch eine Temperaturabsenkung im Bereich der Wellenachse unter der ersten Laufschaufelklausur.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] So sind in einer ersten vorteilhaften Weiterbildung die Bohrungen derart ausgebildet, dass ein Teil eines Zuströmdampfes durch die Bohrungen und ein Teil des Zuströmdampfes durch die Einströmsegment-Leitschaufeln geführt wird.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung weist das Einströmsegment ein nabenseitiges Ringsegment auf, in dem die Bohrungen ausgebildet sind.

[0013] Vorteilhafterweise sind die Bohrungen in Strömungsrichtung des Zuströmdampfes gesehen, vor den Einströmsegment-Leitschaufeln angeordnet. Dadurch kann ein Teil des Dampfes direkt vor dem Durchströmen durch den Einströmrings abgeleitet werden. Dadurch ist eine bessere Kühlung möglich.

[0014] Vorteilhafterweise sind die Bohrungen um einen Winkel α , der zwischen 40° und 80° liegt, gegenüber einer radialen Richtung, die durch die Rotationsachse geht, geneigt. Dadurch lassen sich optimale Kühleffekte erzielen, da der Drall des unter dem Einströmsegment einströmenden Dampfes wesentlich ist für eine möglichst effektive Kühlung.

[0015] In einer vorteilhaften Weiterbildung sind sechs Bohrungen ausgebildet, wobei die Anzahl von der jeweiligen Geometrie, Thermodynamik und Höhe des gewünschten Kühleffekts beeinflusst wird.

[0016] Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels anhand der schematisierten Zeichnungen näher erläutert.

[0017] Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht durch einen Teil einer Strömungsmaschine;

Figur 2 eine teilperspektivische Ansicht eines Einströmrings;

Figur 3 eine Schnittansicht durch den Einströmring.

[0018] Die Figur 1 zeigt einen Ausschnitt einer Strömungsmaschine. Die in Figur 1 gezeigte Strömungsmaschine ist als eine Dampfturbine 1 ausgebildet. Die Dampfturbine 1 weist einen um eine Rotationsachse 2 drehbar gelagerten Rotor 3 auf. Der Rotor 3 weist verschiedene Durchmesser auf. Auf einer Rotoroberfläche 4 sind Laufschaufeln 5 angeordnet. Der Übersichtlichkeit wegen ist lediglich eine Laufschaufel 5 dargestellt. Die Laufschaufel 5 weist einen Laufschaufelfuß 6 auf, der in einer entsprechenden Rotornut 7 angeordnet ist. Das unmittelbar zum Laufschaufelfuß 6 benachbarte Rotormaterial wird auch als Laufschaufelklausen bezeichnet.

[0019] Um den Rotor 3 ist ein Innengehäuse 8 angeordnet, das im Wesentlichen und je nach Bauform aus einem oberen Innengehäuseteil und einem unteren Innengehäuseteil bei horizontaler Teilfuge oder entsprechend aus linkem und rechtem Innengehäuseteil bei vertikaler Teilfuge ausgebildet ist. Um das Innengehäuse 8 ist ein Außengehäuse 9 angeordnet. Zwischen dem Innengehäuse 8 und dem Außengehäuse 9 ist ein Dichtelement 10 angeordnet.

[0020] Das Innengehäuse 8 ist derart ausgebildet, dass durch eine nicht näher dargestellte Dampfzuführung eine Zuströmung 11 ausgebildet ist. Durch diese Zuströmung 11 wird Frischdampf, der Temperaturen bis 650°C oder mehr aufweisen kann, zugeführt. Das Innengehäuse 8 trägt zudem Leitschaufeln 12, die über Laufschaufelfüße 13 in entsprechende Innengehäusenuten 14 angeordnet sind.

[0021] Der Übersichtlichkeit wegen ist lediglich eine Leitschaufel 12 dargestellt. Zwischen dem Innengehäuse 8 und dem Rotor 3 ist ein Strömungskanal 15 ausgebildet, der durch die Leitschaufeln 12 und Laufschaufeln 5 gebildet ist. Der Rotor 3 ist mit einem Schubausgleichs-

kolben 16 ausgebildet, der im Wesentlichen einen größeren Durchmesser aufweist. Zwischen der Oberfläche 17 des Schubausgleichskolbens 16 und dem Innengehäuse 8 ist eine Wellendichtung 18 ausgebildet. In Rotationsrichtung gesehen vor dem Schubausgleichskolben 16 weist der Rotor 2 einen geringeren Durchmesser auf, wobei in diesem Abschnitt eine zweite Wellendichtung 19 angeordnet ist.

[0022] Die Zuströmung 11 ist zum Zuströmen von Dampf vorgesehen und dementsprechend ausgebildet. Das Innengehäuse 8 weist in diesem Bereich einen Vorsprung 20 auf, an dem ein Einströmsegment 21 angeordnet ist. Das Einströmsegment 21 ist im Wesentlichen als Ring ausgebildet und in das Innengehäuse 8 eingebaut. Am äußeren Durchmesser des Einströmsegmentes 21 ist das Einströmsegment 21 in eine Nut 22 eingepasst. Das Einströmsegment 21 weist ein nabenseitiges Ringsegment 23 auf, das über ein zweites Dichtelement 24 mit dem Innengehäuse 8 verbunden ist. Dazu weist das nabenseitige Ringsegment 23 eine Dichtnut 25 auf, in die das zweite Dichtelement 24 eingepasst ist. Des Weiteren weist das Innengehäuse 8 ebenfalls eine Nut 26 auf, in der das andere Ende des zweiten Dichtelementes 24 angeordnet ist. Das Einströmsegment 21 weist Einströmsegment-Leitschaufeln 27 auf, die integral mit dem Einströmsegment 21 ausgebildet sind. Der Rotor 3 ist mit einer Entlastungsnut 28 ausgebildet, die sich im Wesentlichen durch einen geringeren Durchmesser auszeichnet und einen gewissen radialen Abstand zum Einströmsegment 21 aufweist, um den Entlastungsraum 30 auszubilden. Das Einströmsegment 21 im eingebauten Zustand stellt über die Dichtelemente und Einbausituation eine technisch dampfdichte Separierung des Zuströmkanals 11 zum Entlastungsraum 30 sicher. Bohrungen 29 sind im nabenseitigen Ringsegment 23 im Einströmsegment 21 angeordnet. Diese Bohrungen 29 stellen eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmung 11 und einem Entlastungsraum 30 her, der zwischen dem Einströmsegment 21 und dem Rotor 3 ausgebildet ist.

[0023] Im Betrieb strömt ein Massenstrom (M_{ges}) in die Zuströmung 11. Dieser Massenstrom teilt sich in einen kleineren Massenstrom (M_1), der durch die Bohrungen 29 führt und in den Entlastungsraum 30 gelangt und in einen größeren Massenstrom (M_2), der durch die Einströmsegment-Leitschaufel 27 strömt und danach durch den Strömungskanal 15 führt. Es gilt $M_{\text{ges}} = M_1 + M_2$, wobei $M_1 \ll M_2$. Des Weiteren teilt sich der Massenstrom M_1 , der durch die Bohrungen 29 führt, in einen Massenstrom M_{11} auf, der über die zweite Wellendichtung 19 in einen Schubausgleichskolben-Vorraum 31 gelangt. Ein anderer Teil des Massenstroms M_1 gelangt als zweiter Massenstrom M_{12} am nabenseitigen Ringsegment 23 entlang in den Strömungskanal 15.

[0024] Der Massenstrom $M_{11} + M_{12}$ weist eine vergleichsweise geringere Temperatur auf als der von M_{ges} und führt daher zu einer Abkühlung der Rotoroberfläche in der Entlastungsnut 28.

[0025] Die Bohrungen 29 sind in Strömungsrichtung 32 des Zuströmdampfes gesehen, vor den Einströmsegment-Leitschaufeln 27 angeordnet.

[0026] Die Figur 2 zeigt eine Teilansicht des Einströmsegments 21. In der in Figur 2 dargestellten Perspektive erfolgt ein Blick von der Rotationsachse 2 aus in radialer Richtung nach außen. In der dargestellten Perspektive sind mehrere Einströmsegment-Leitschaufeln 27 zu erkennen. Das nabenseitige Ringsegment 23 ist im Wesentlichen dreieckförmig ausgebildet und weist die Nut 25 zur Aufnahme des Dichtelementes 24 auf. Die Figur 2 zeigt eine Perspektive des Einströmelements 21, wobei eine innenseitige Oberfläche 33 des nabenseitigen Ringsegments 23 zu sehen ist. Der Austritt 34 der Bohrungen 29 ist auf dieser innenseitigen Oberfläche 33 ausgebildet.

[0027] Die Figur 3 zeigt eine Schnittansicht durch das Einströmsegment 21. Der Übersichtlichkeit wegen ist lediglich eine Einströmsegment-Leitschaufel mit dem Bezugszeichen 27 versehen. Im gewählten Ausführungsbeispiel sind sechs Bohrungen 29 ausgeführt, die in einer tangentialen Richtung zum Entlastungsraum 30 im Winkel α ausgebildet sind. Die Drehrichtung des Rotors 3 erfolgt gegen den Uhrzeigersinn. Beispielfhaft wird an der Bohrung 29 in der Zwölf-Uhr-Position der Winkel α erläutert. Von der Rotationsachse 2 aus ist in radialer Richtung eine Bezugslinie 35 dargestellt. Unter einem Winkel α , der zwischen 40° und 80° liegt, wird eine Bohrung 29 ausgeführt. Durch diese Bohrung 29 strömt der Massenstrom M_1 . Durch den ausgeübten Drall erfährt der Dampf eine Geschwindigkeitsänderung und damit eine Absenkung der statischen Temperatur des Dampfes bezogen auf das rotierende System, was dann zu einer Abkühlung der Oberfläche des Rotors 3 gegenüber der Temperatur des Massenstroms M_{ges} führt.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine, umfassend

- einen Rotor (3), der drehbar um eine Rotationsachse (2) gelagert ist, Laufschaufeln (5), die auf dem Rotor (3) angeordnet sind,
 - ein Gehäuse (8, 9), das um den Rotor (3) angeordnet ist, Leitschaufeln (12), die im Gehäuse (8, 9) angebracht sind,
 - einen Strömungskanal (15), der zwischen dem Rotor (3) und dem Gehäuse (8, 9) ausgebildet ist,
 - eine Zuströmung (11), die im Gehäuse (8, 9) angeordnet ist und zum Zuströmen von Dampf ausgebildet ist,
 - ein Einströmsegment (21), das im Gehäuse (8, 9) angeordnet ist,
 - Einströmsegment-Leitschaufeln (27), die im Einströmsegment (21) angeordnet sind,
- gekennzeichnet durch,**

Bohrungen (29), die im Einströmsegment (21) angeordnet sind und eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmung (11) und einem Entlastungsraum (30), der zwischen dem Einströmsegment (21) und dem Rotor (3) angeordnet ist, herstellt.

2. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, wobei die Bohrungen (29) derart ausgebildet sind, dass ein Teil eines Zuströmdampfes durch die Bohrungen (29) und ein Teil des Zuströmdampfes durch die Einströmsegment-Leitschaufeln (27) geführt sind.
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Einströmsegment (21) ein nabenseitiges Ringsegment (23) aufweist, in dem die Bohrungen (29) ausgebildet sind.
4. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Bohrungen (29) in Strömungsrichtung (32) des Zuströmdampfes gesehen vor den Einströmsegment-Leitschaufeln (27) angeordnet sind.
5. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bohrungen (29) um einen Winkel α , der einen Betrag zwischen 40° - 80° aufweist, gegenüber einer radialen Richtung, die durch die Rotationsachse (2) führt, geneigt ist.
6. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sechs Bohrungen (29) ausgebildet sind.
7. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse als Innengehäuse (8) ausgebildet ist und um das Innengehäuse (8) ein Außengehäuse (9) angeordnet ist.
8. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ausgebildet als Dampfturbine (1).

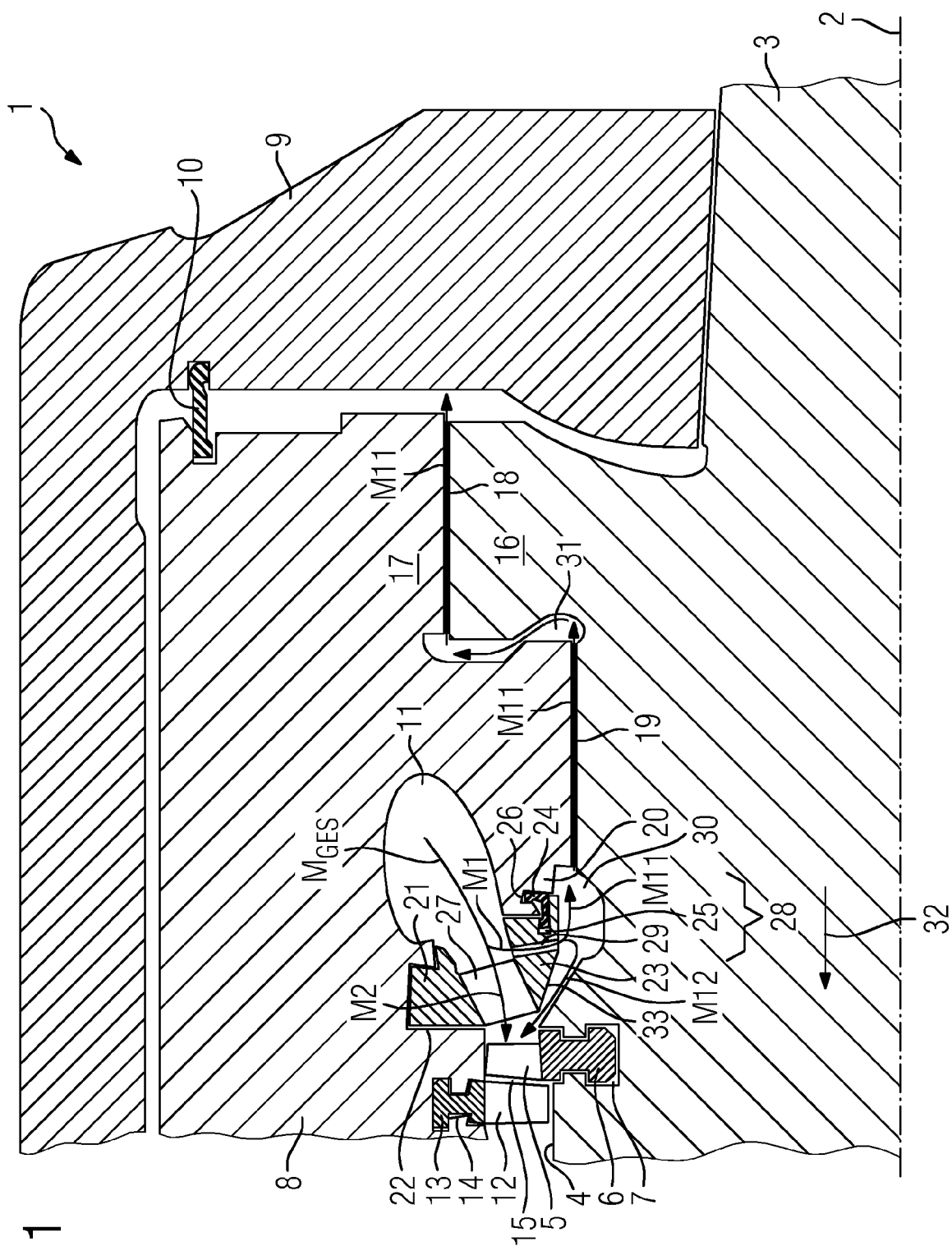


FIG 1

FIG 2

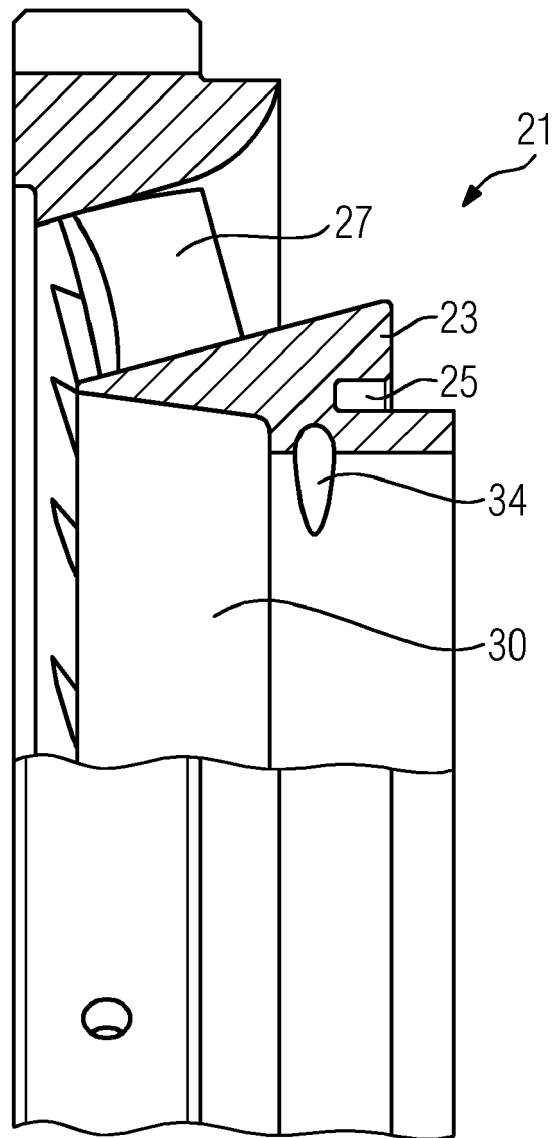
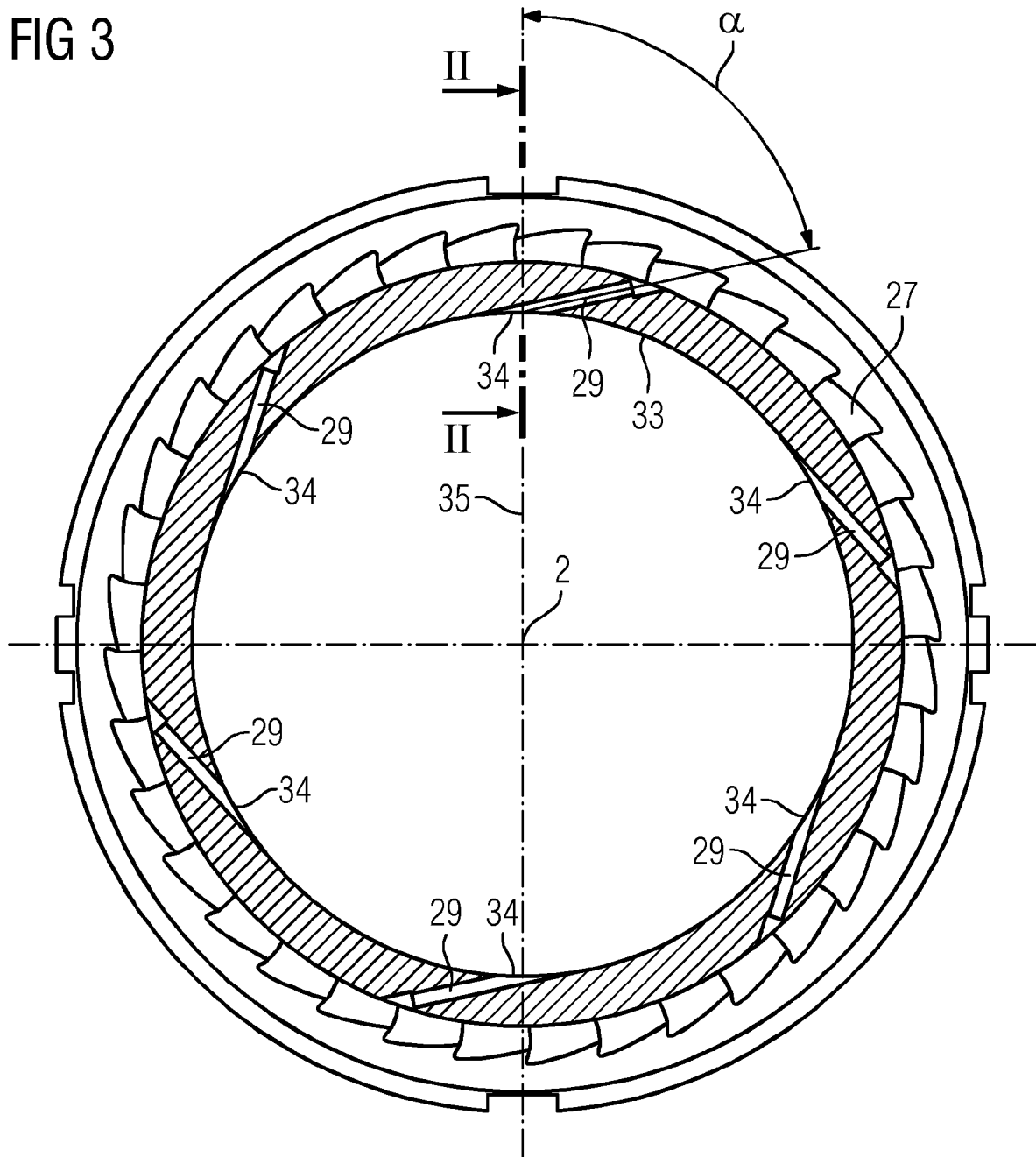


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 17 6161

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 294 983 A (ROBERT HERTL) 8. September 1942 (1942-09-08) * das ganze Dokument *	1-8	INV. F01D9/04 F01D9/06 F01D25/24
A	JP H09 125909 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 13. Mai 1997 (1997-05-13) * Abbildungen 1,2 *	1-8	
A	US 3 429 557 A (BRANDON RONALD E ET AL) 25. Februar 1969 (1969-02-25) * Seite 1; Abbildung 1 *	1,8	
A	EP 2 343 443 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 13. Juli 2011 (2011-07-13) * Absätze [0013] - [0025]; Abbildung 1 *	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 2013	Prüfer Chatziapostolou, A
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 : nichtschriftliche 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 17 6161

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

23-05-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2294983	A	08-09-1942	KEINE		

JP H09125909	A	13-05-1997	KEINE		

US 3429557	A	25-02-1969	CH	469185 A	28-02-1969
			DE	1551184 A1	05-02-1970
			GB	1174170 A	17-12-1969
			SE	348795 B	11-09-1972
			US	3429557 A	25-02-1969

EP 2343443	A2	13-07-2011	CN	102128054 A	20-07-2011
			EP	2343443 A2	13-07-2011
			JP	2011144704 A	28-07-2011
			US	2011171005 A1	14-07-2011

EPO FORM P0461

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