

(19)



(11)

EP 2 206 891 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.07.2010 Patentblatt 2010/28

(51) Int Cl.:

F01D 17/16 ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **09000365.8**(22) Anmeldetag: **13.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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 SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA RS(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft****80333 München (DE)**

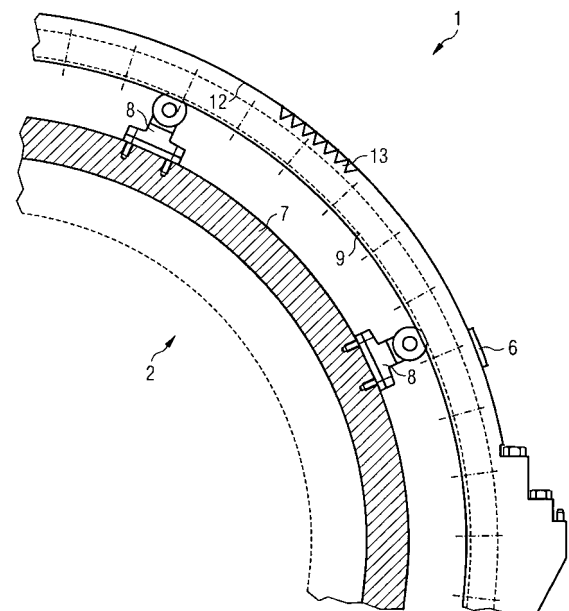
(72) Erfinder:

- **Bryk, Roderich**
52349 Düren (DE)

• **Buchholz, Björn****47137 Duisburg (DE)**• **Sander, Jens****46236 Bottrop (DE)**• **Shevchenko, Vadim****44265 Dortmund (DE)**• **Sonnen, Stephan****45289 Essen (DE)**• **Strohmeier, Oliver, Dr.****47167 Duisburg (DE)**(54) **Leitschaufelverstelleinrichtung**

(57) Eine Leitschaufelverstelleinrichtung (1) für eine Turbomaschine, die ein Gehäuse (2) und einen Leitschaufelkranz (3) bildende Leitschaufeln (4) aufweist, die in dem Gehäuse (2) von außerhalb zugänglich um ihre Längsachse verschwenkbar gelagert sind, die im wesentlichen radial zur Drehachse der Turbomaschine verläuft, weist einen Verstellring (6), der das Gehäuse (2) konzentrisch umgreift und um sein Zentrum verdrehbar an dem Gehäuse (2) abgestützt ist, ein Verstellringgetriebe und für jede Leitschaufel vorgesehen (4) eine Verschwenkhebeleinrichtung auf, die außerhalb des Gehäuses (2) an der ihr zugeordneten Leitschaufel (4) angreift und an dem Verstellring (6) festgelegt ist, der ein in seine Umfangsrichtung sich erstreckendes Verzahnungssegment (13) aufweist, in das das Verstellringgetriebe eingreift, so dass von dem Verstellringgetriebe der Verstellring (6) in eine vorbestimmte Drehposition bringbar und in dieser haltbar ist, wodurch der Anstellwinkel der Leitschaufeln (4) einstellbar ist.

FIG 1

**EP 2 206 891 A1**

Beschreibung

[0001] Eine moderne Turbomaschine, beispielsweise eine Gasturbine, hat eine hohe Leistungsdichte. Dadurch sind die einzelnen Bauteile der Gasturbine hinsichtlich Festigkeit und aerodynamischer Funktion ausgereizt. Insbesondere der Verdichter der Gasturbine ist aerodynamisch hoch belastet, so dass die Strömung durch den Verdichter empfindlich gegenüber stationären und instationären Störungen ist, die beispielsweise durch eine Ungleichförmigkeit der Zuströmung im Geschwindigkeitsfeld und/oder Temperaturfeld hervorgerufen werden können. Derartige Störungen können zu einer Absenkung des Pumpgrenzabstands führen, so dass der Betrieb des Verdichters instabil werden kann. Abhilfe schafft hier den Verdichter auf einer Arbeitslinie mit großem Pumpgrenzabstand zu betreiben. Den ausreichenden Pumpgrenzabstand für mögliche Betriebsszenarien vorzuhalten würde die aerodynamische Belastung des Verdichters verringern, mit der allerdings eine Erniedrigung des Wirkungsgrads des Verdichters einhergeht.

[0002] Der Verdichter in Axialbauweise weist Reihen von Laufschaufeln und Leitschaufeln auf. Mit den Laufschaufeln wird die Strömung durch den Verdichter mit Energie beaufschlagt. Mit den Leitschaufeln wird die Zuströmung der Laufschaufeln definiert, woraus sich die aerodynamische Wirkung der Laufschaufeln ergibt. So kann beispielsweise durch eine Variation des Anstellwinkels der Leitschaufeln der Pumpgrenzabstand beeinflusst werden. Bei der Variation des Anstellwinkels der Leitschaufeln ist deren Schaufelblatt entsprechend zu verschwenken, was mit einer bekannten Leitschaufelverstelleinrichtung bewerkstelligt werden kann.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es eine Leitschaufelverstelleinrichtung und eine Turbomaschine mit der Leitschaufelverstelleinrichtung zu schaffen, wobei der Anstellwinkel der Leitschaufeln sicher einstellbar ist, wobei die Leitschaufelverstelleinrichtung einfach und platzsparend in der Konstruktion ist.

[0004] Die erfindungsgemäße Leitschaufelverstelleinrichtung für eine Turbomaschine, die ein Gehäuse und einen Leitschaufelkranz bildende Leitschaufeln aufweist, die in dem Gehäuse von außerhalb zugänglich um ihre Längsachse verschwenkbar gelagert sind, die im wesentlichen radial zur Drehachse der Turbomaschine verläuft, weist einen Verstellring, der das Gehäuse konzentrisch umgreift und um sein Zentrum verdrehbar an dem Gehäuse abgestützt ist, ein Verstellringgetriebe und für jede Leitschaufel vorgesehen eine Verschwenkhebel- einrichtung auf, die außerhalb des Gehäuses an der ihr zugeordneten Leitschaufel angreift und an dem Verstellring festgelegt ist, der ein in seine Umfangsrichtung sich erstreckendes Verzahnungssegment aufweist, in das das Verstellringgetriebe eingreift, so dass von dem Verstellringgetriebe der Verstellring in eine vorbestimmte Drehposition bringbar und in dieser haltbar ist, wodurch der Anstellwinkel der Leitschaufeln einstellbar ist. Die erfindungsgemäße Turbomaschine weist die Leitschaufel-

verstelleinrichtung auf.

[0005] Dadurch, dass das Verstellringgetriebe in das Verzahnungssegment eingreift, sind der Verstellring und das Verstellringgetriebe in Umfangsrichtung formschlüssig miteinander gekoppelt. Somit ist der Verstellring von dem Verstellringgetriebe in Umfangsrichtung verriegelt, so dass die Drehposition des Verstellrings von dem Verstellringgetriebe festgelegt ist. Greift eine Umfangskraft an dem Verstellring an, beispielsweise hervorgerufen von Gaskräften, die beim Betrieb der Turbomaschine auf die Leitschaufeln wirken und von der Verstellhebeleinrichtung auf den Verstellring übertragen werden, so hält das Verstellringgetriebe den Verstellring in der vorliegenden Umfangsposition fest. Wird hingegen das Verstellringgetriebe zum Verstellen der Drehposition des Verstellrings angetrieben, so wird der Verstellring von Verstellringgetriebe angetrieben. Somit ist der Verstellring nur via das Verstellringgetriebe und das Verzahnungssegment verdrehbar, wenn das Verstellringgetriebe entsprechend angetrieben wird. Dadurch hat das Verstellringgetriebe einerseits die Funktion eines Verstellantriebs und andererseits die Funktion einer Umfangerschließung für den Verstellring. Als Folge hiervon braucht bei der erfindungsgemäßen Leitschaufelverstelleinrichtung beispielsweise ein Hydraulikantrieb mit einer Schubstange nicht vorgesehen zu werden, wie es gemäß einer herkömmlichen Leitschaufelverstelleinrichtung notwendig wäre. Dadurch ist die erfindungsgemäße Leitschaufelverstelleinrichtung einfach im Aufbau und platzsparend in der Konstruktion.

[0006] Das Verstellringgetriebe weist bevorzugt ein Schneckenrad auf, das von einem Motor drehantreibbar ist. Ferner ist es bevorzugt, dass das Verzahnungssegment und das Schneckenrad derart ausgelegt sind, dass der Verstellring von dem Schneckenrad an dem Verzahnungssegment durch Selbsthemmung in seiner Umfangsrichtung festgehalten ist. Dadurch ist der Verstellring von dem Schneckenrad, das mit dem Verzahnungssegment in Eingriff steht, in Umfangsrichtung verriegelt, sowohl wenn das Schneckenrad drehangetrieben zum Drehverstellen des Verstellrings ist als auch wenn das Schneckenrad im Stillstand ist. Ferner braucht das Schneckenrad in seine Umfangsrichtung nicht festgehalten zu werden, da es aufgrund der Selbsthemmung von dem Verstellring nicht in Drehung gebracht werden kann.

[0007] Das Verzahnungssegment weist bevorzugt eine gerade Stirnverzahnung am Außenumfangsrand des Verstellrings auf. Dadurch kann vorteilhaft das Schneckenrad am Außenumfangsrand in das Verzahnungssegment eingreifen. Bevorzugt ist der Verstellring an seinem Innenrand an dem Gehäuse radial nach außen umfangersbeweglich abgestützt. Wenn das Schneckenrad am Außenumfang in das Verzahnungssegment eingreift, kann es in Position durch eine radial nach innen wirkende Andrückkraft gehalten werden. Dadurch, dass der Verstellring radial nach außen an seinem Innenrand abgestützt ist, kann diese Andrückkraft vorteilhaft von dem Gehäuse aufgenommen werden.

[0008] Die Größe des von dem Verzahnungssegment aufgespannten Winkels entspricht bevorzugt dem maximalen Anstellwinkelverstellbereich der Leitschaufelverstellung. Dadurch ist vorteilhaft die Länge des Verzahnungssegments auf den maximalen Anstellwinkelverstellbereich der Leitschaufelverstelleinrichtung abgestimmt, wodurch eine unnötige Schwächung des Verstellrings durch ein zu großes Verzahnungssegment vermieden ist.

[0009] Der Motor ist bevorzugt ein Elektromotor, wobei bevorzugt das Schneckenrad direkt von dem Elektromotor angetrieben ist. Ferner ist bevorzugt der Elektromotor an dem Gehäuse abgestützt. Dadurch ist die Leitschaufelverstelleinrichtung einfach und kompakt ausgeführt. Weiter vorzugsweise können an einem Verstellring auch mehrere Verzahnungssegmente, in welche Schneckenräder mehrerer Verstellringgetriebe eingreifen, vorgesehen sein, wobei dann die Verstellringgetriebe von jeweiligen Antrieben synchron betätigt werden.

[0010] Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leitschaufelverstelleinrichtung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

FIG 1 einen Ausschnitt eines schematischen Querschnitts einer erfindungsgemäßen Ausführungsform der Leitschaufelverstelleinrichtung,

FIG 2 einen Ausschnitt eines schematischen Querschnitts einer herkömmlichen Leitschaufelverstelleinrichtung und

FIG 3 einen Ausschnitt einer Seitenansicht der Leitschaufelverstelleinrichtung aus FIG 2.

[0011] In FIG 1 bis 3 sind Leitschaufelverstelleinrichtungen 1 gezeigt, die an einem Turboverdichtergehäuse 2 eines Turboverdichters angebaut sind. In dem Turboverdichtergehäuse 2 ist ein Leitschaufelkranz 3 eingebaut, der von einer Mehrzahl an Leitschaufeln 4 gebildet ist, die über den Umfang des Turboverdichtergehäuses 2 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Die Leitschaufeln 4 weisen ein Schaufelblatt, das an einem Schaufelfuß befestigt ist, auf. Mit dem Schaufelblatt ist die Leitschaufel 4 aerodynamisch wirksam, so dass auf das Schaufelblatt beim Betrieb des Turboverdichters Gaskräfte wirken.

[0012] Der Schaufelfuß der Leitschaufel 4 weist einen Schaufelfußzapfen 5 auf, dessen Längsachse sich in Radialrichtung des Turboverdichtergehäuses 2 erstreckt. Der Schaufelfußzapfen 5 ist in ein in dem Turboverdichtergehäuse 2 vorgesehenes Durchgangsloch eingesetzt, wodurch die Leitschaufel 4 um ihre Längsachse drehbar ist. Die Leitschaufel 4 ist somit in dem Turboverdichtergehäuse 2 so drehbar gelagert, dass durch Verdrehen der Leitschaufel 4 an dem Schaufelfußzapfen 5 der Anstellwinkel des Schaufelblatts einstellbar ist. Das Verdrehen aller den Leitschaufelkranz 3 bildenden Leit-

schaufeln 4 wird mit der Leitschaufelverstelleinrichtung 1 bewerkstelligt.

[0013] Die Leitschaufelverstelleinrichtung 1 weist einen Verstellring 6 auf, der sich um das Turboverdichtergehäuse 2 konzentrisch erstreckt und auf Höhe des Leitschaufelkranzes 3 angeordnet ist. An dem Turboverdichtergehäuse 2 ist ein Stützring 7 vorgesehen, an dem über den Umfang des Turboverdichtergehäuses 2 gleichmäßig verteilt Rollenlager 8 angebaut sind. Die Rollenlager 8 weisen jeweils einen radial außen liegenden Rollenkörper auf, an dem der Verstellring 6 mit seiner Innenrollfläche 9 abgestützt ist. Dadurch ist der Verstellring 6 in Radialrichtung von den Rollenkörpern 8 festgelegt und in Umfangsrichtung beweglich gelagert. Die Leitschaufelverstelleinrichtung 1 weist ferner für jede Leitschaufel 4 eine Klinke 10 auf, die langgestreckt ausgebildet ist. Die Klinke 10 ist mit ihrem einen Längsende außerhalb des Turboverdichtergehäuses 2 stirnseitig an dem Schaufelfußzapfen 5 befestigt. Mit dem einen Längsende abgewandten, anderen Längsende zeigt die Klinke 10 entlang der Längsrichtung des Turboverdichtergehäuses 2 in Richtung zu dem Verstellring 6. An dem anderen Längsende ist ein Hebel 11 mit seinem einen Längsende verschwenkbar angebracht, wobei der Hebel 11 mit seinem anderen Längsende an dem Verstellring 6 ebenfalls verschwenkbar festgelegt ist. Der Hebel 11 ist in Umfangsrichtung des Turboverdichtergehäuses 2 geneigt angeordnet, so dass, wenn der Verstellring 6 gedreht wird, auf die Klinke 10 via den Hebel 11 eine Schubkraft oder eine Zugkraft übertragbar ist, je nach dem in welche Richtung der Verstellring 6 gedreht wird. Die Schubkraft oder die Zugkraft wird von der Klinke 10 auf den Schaufelfußzapfen 5 als ein Drehmoment übertragen, so dass die Leitschaufel 4 entsprechend verdreht wird.

[0014] In FIG 2 und 3 ist eine herkömmliche Leitschaufelverstelleinrichtung 1 gezeigt. Die herkömmliche Leitschaufelverstelleinrichtung 1 weist an dem Verstellring 6 ein Verstellringauge 101 auf, das an dem Außenrand des Verstellrings 6 radial vorsteht. An dem Verstellringauge 101 verschwenkbar angebracht ist eine Schubstange 102, die in Umfangsrichtung des Verstellrings 6 sich erstreckt. Ferner weist die herkömmliche Leitschaufelverstelleinrichtung 1 ein Hydraulikantrieb 103 auf, der an einer den Turboverdichter abstützenden Verdichterstütze 104 abgestützt ist und mit dem die Schubstange 102 längsverschiebar ist. Die Schubstange 102 ist mit dem Hydraulikantrieb 103 via eine Gelenkgabel 105 und einen Gelenkkopf 106 gekuppelt. Durch Längsverschieben der Schubstange 102 kann der Verstellring 6 in Umfangsrichtung verdreht werden.

[0015] In FIG 1 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leitschaufelverstelleinrichtung 1 gezeigt. Die Ausführungsform weist an dem Außenrand 12 des Verstellrings 6 eine Außenverzahnung 13 auf, die als eine Stirnverzahnung ausgebildet ist. In die Außenverzahnung 13 eingreifend ist ein von einem Elektromotor (nicht gezeigt) direkt angetriebenes Schneckenrad

(nicht gezeigt) angeordnet. Der Elektromotor ist an dem Turboverdichtergehäuse 2 angebaut. Die Außenverzahnung 13 und das Schneckenrad sind derart ausgelegt, dass der Verstellring 6 von dem Schneckenrad an der Außenverzahnung 13 durch Selbsthemmung in seiner Umfangsrichtung festgehalten ist. Die Außenverzahnung 13 erstreckt sich in Umfangsrichtung des Verstellrings 6 und spannt somit einen Winkel auf. Die Größe des von der Außenverzahnung 13 aufgespannten Winkels entspricht dem gewünschten maximalen Anstellwinkelverstellbereich des Schaufelblattes.

Patentansprüche

1. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) für eine Turbomaschine, die ein Gehäuse (2) und einen Leitschaufelkranz bildende Leitschaufeln (4) aufweist, die in dem Gehäuse (2) von außerhalb zugänglich um ihre Längsachse verschwenkbar gelagert sind, die im wesentlichen radial zur Drehachse der Turbomaschine verläuft, wobei die Leitschaufelverstelleinrichtung (1)

- einen Verstellring (6), der das Gehäuse (2) konzentrisch umgreift und um sein Zentrum verdrehbar an dem Gehäuse (2) abgestützt ist,
- ein Verstellringgetriebe und
- für jede vorgesehene Leitschaufel (4) eine Verschwenkhebeleinrichtung (10, 11)

aufweist, wobei die Verschwenkhebeleinrichtung (10, 11) außerhalb des Gehäuses (2) an der ihr zugeordneten Leitschaufel (4) angreift und an dem Verstellring (6) festgelegt ist, welcher ein in seine Umfangsrichtung sich erstreckendes Verzahnungssegment (13) aufweist, in das das Verstellringgetriebe eingreift, so dass von dem Verstellringgetriebe der Verstellring (6) in eine vorbestimmte Position bringbar und in dieser haltbar ist, wodurch der Anstellwinkel der Leitschaufeln (4) einstellbar ist.

2. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei das Verstellringgetriebe ein Schneckenrad aufweist, das von einem Motor drehantreibbar ist.
3. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß Anspruch 2, wobei das Verzahnungssegment (13) und das Schneckenrad derart ausgelegt sind, dass der Verstellring (6) von dem Schneckenrad an dem Verzahnungssegment (13) durch Selbsthemmung in seiner Umfangsrichtung festgehalten ist.
4. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß Anspruch 1, 2 oder 3,

wobei das Verzahnungssegment (13) eine gerade Stirnverzahnung am Außenumfangsrand (12) des Verstellrings (6) aufweist.

5. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Verstellring (6) an seinem Innenrand (9) an dem Gehäuse (2) radial nach außen umfangsbeweglich abgestützt ist.
6. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Größe des von dem Verzahnungssegment (13) aufgespannten Winkels dem maximalen Anstellwinkelverstellbereich der Leitschaufelverstellung entspricht.
7. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Motor ein Elektromotor ist.
8. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß Anspruch 7, wobei das Schneckenrad direkt von dem Elektromotor angetrieben ist.
9. Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß Anspruch 8, wobei der Elektromotor an dem Gehäuse (2) abgestützt ist.
10. Turbomaschine mit einer Leitschaufelverstelleinrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.

FIG 1

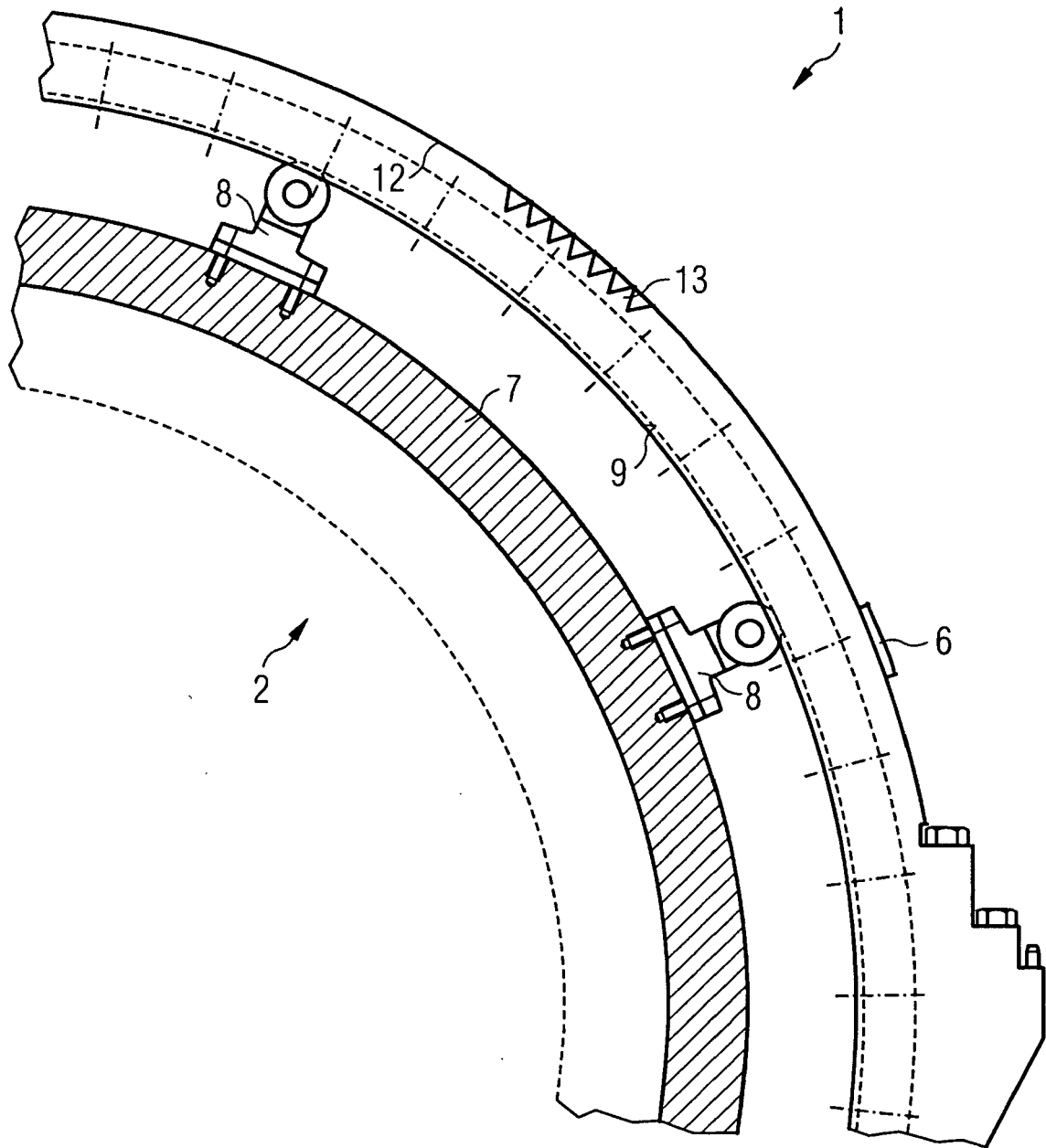


FIG 2 Stand der Technik

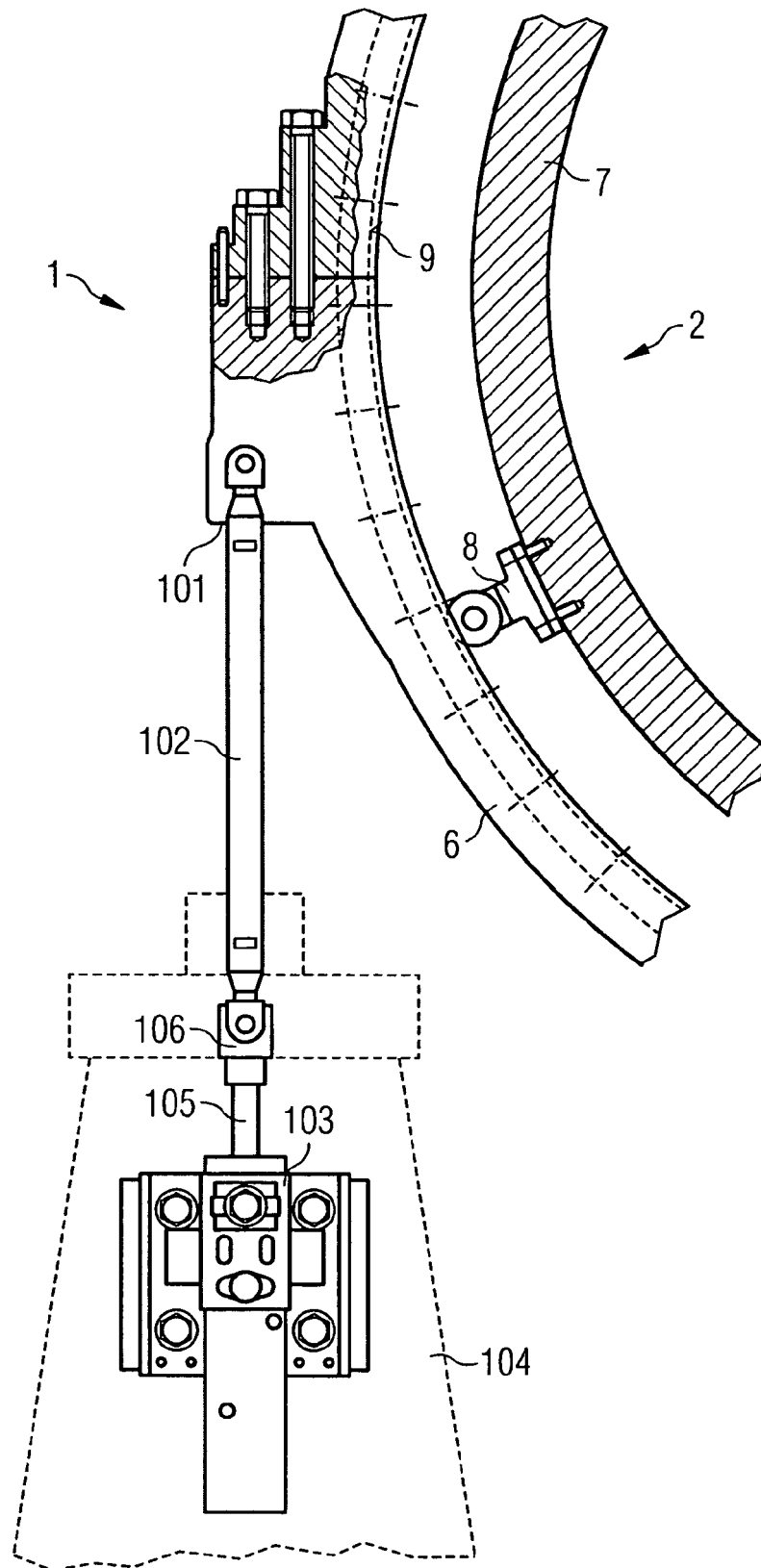
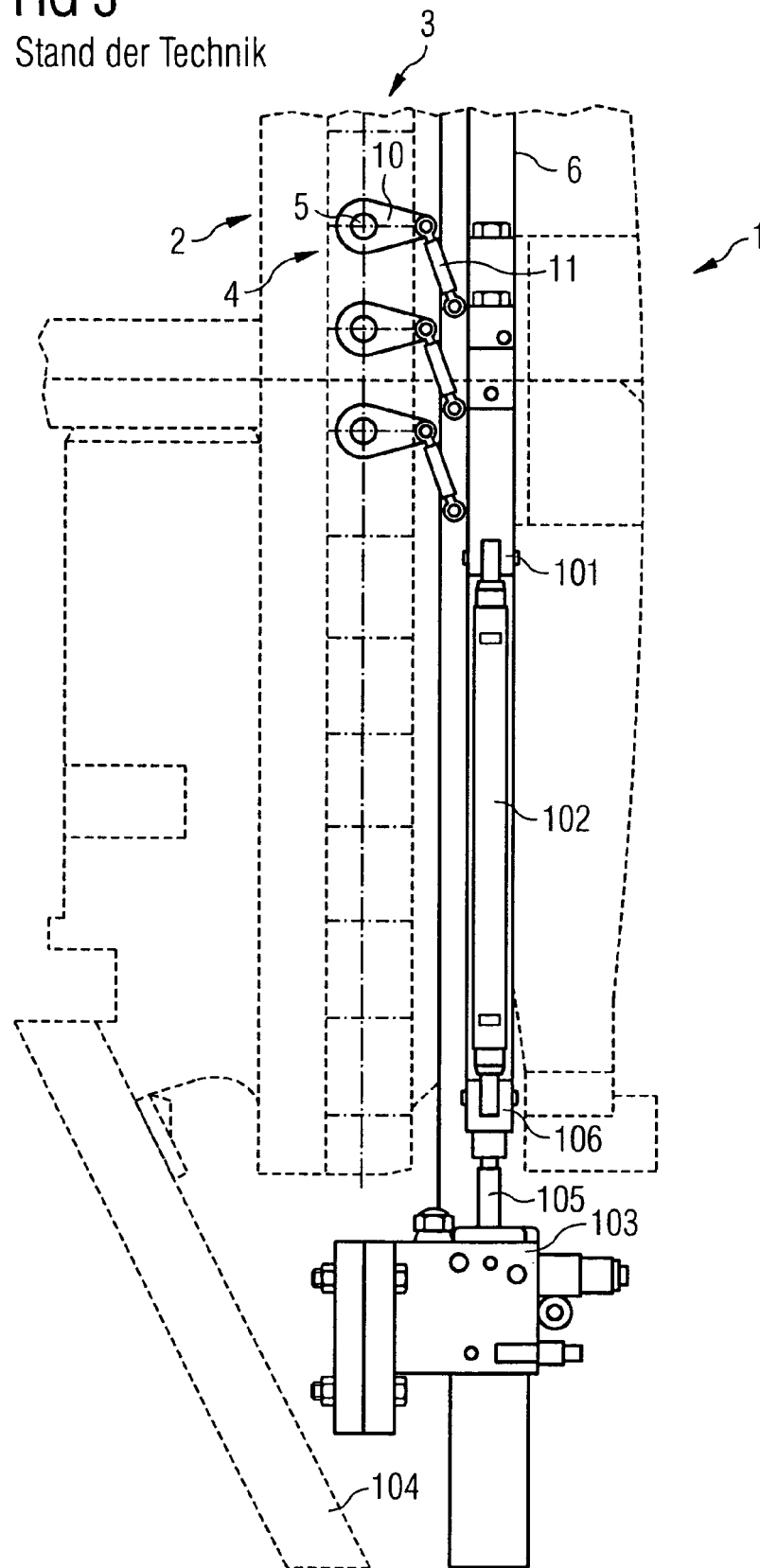


FIG 3

Stand der Technik





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 00 0365

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 688 827 A (SNECMA [FR]) 24. September 1993 (1993-09-24) * Seite 6, Absatz 5 - Seite 8, Absatz 3 * -----	1-10	INV. F01D17/16
X	EP 1 672 180 A (SNECMA [FR]) 21. Juni 2006 (2006-06-21) * Absätze [0030], [0031]; Abbildungen 1,3,5 * -----	1-10	
X	GB 1 466 613 A (NISSAN MOTOR) 9. März 1977 (1977-03-09) * Seite 2, Zeilen 10-47; Abbildungen 2,3 * -----	1,4-7,9, 10	
X	DE 24 48 572 A1 (SIGMA LUTIN) 22. April 1976 (1976-04-22) * Seite 4, Absätze 1,2 * -----	1-3,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Juni 2009	Prüfer Oechsner de Coninck
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 00 0365

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.

18-06-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2688827	A	24-09-1993	KEINE
EP 1672180	A	21-06-2006	CA 2530131 A1 16-06-2006 CN 1811136 A 02-08-2006 DE 602005004737 T2 05-03-2009 FR 2879687 A1 23-06-2006 JP 2006194243 A 27-07-2006 US 2006133926 A1 22-06-2006
GB 1466613	A	09-03-1977	JP 50050511 A 07-05-1975
DE 2448572	A1	22-04-1976	KEINE

EPO FORM P0461

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