

(19)



(11)

EP 2 405 104 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.01.2012 Patentblatt 2012/02

(51) Int Cl.:
F01D 17/16^(2006.01) F04D 29/56^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10007062.2**

(22) Anmeldetag: **08.07.2010**

(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 SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
 • **Brandenburg, Thomas
 40217 Düsseldorf (DE)**
 • **Ecke, Daniel
 45478 Mülheim an der Ruhr (DE)**
 • **Hofmann, Markus
 44581 Castrop-Rauxel (DE)**

- **Matthias, Torsten
 45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Mertens, Bernward, Dr.
 51379 Leverkusen (DE)**
- **Mildner, Frank, Dr.
 47495 Rheinberg (DE)**
- **Paus, Markus
 46119 Oberhausen (DE)**
- **Schirmacher, Achim
 45663 Recklinghausen (DE)**
- **Shevchenko, Vadim
 44265 Dortmund (DE)**
- **Sieber, Uwe
 45476 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Wigger, Hubertus, Michael, Dr.
 50823 Köln (DE)**

(54) Verdichter und zugehöriges Gasturbinenkraftwerk

(57) Die Erfindung betrifft einen Axialverdichter (10) mit einem ringförmigen Strömungskanal (36), indem sich durch den Strömungskanal (36) erstreckende verstellbare Leitschaufeln (14) eines Leitschaufelkranzes drehgelagert gehalten sind, wobei jede Leitschaufeln (14) zur Halterung eines Innenrings (32) an seinem Schaufelblatt

(16) rotorseitig einen Zapfen (26) aufweist. Um einen verschleißarmen selbstzentrierenden Innenring (32) anzugeben, ist dieser als Spaltring mit zwei einander gegenüberliegenden Enden (44) ausgebildet und mit einem Federelement (52) zur Spreizung des Spaltrings versehen.

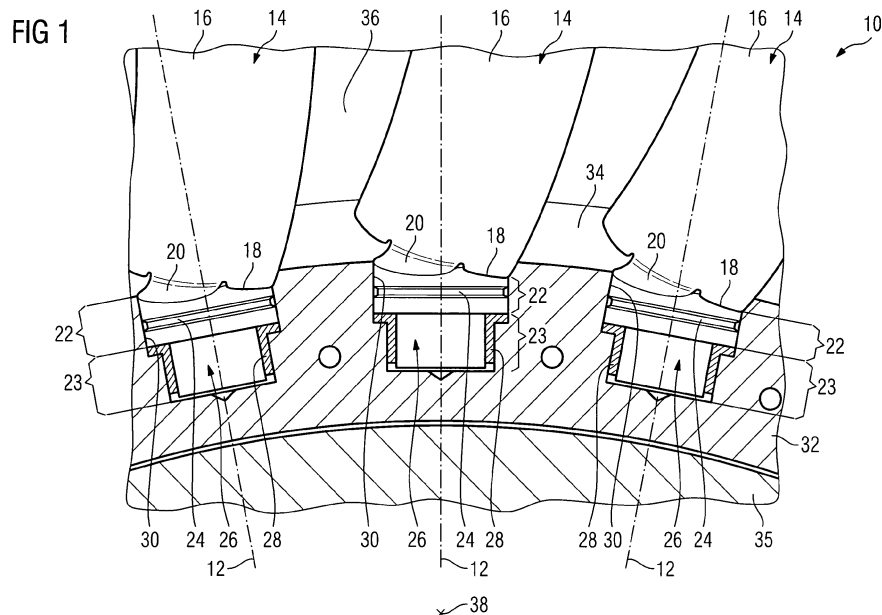
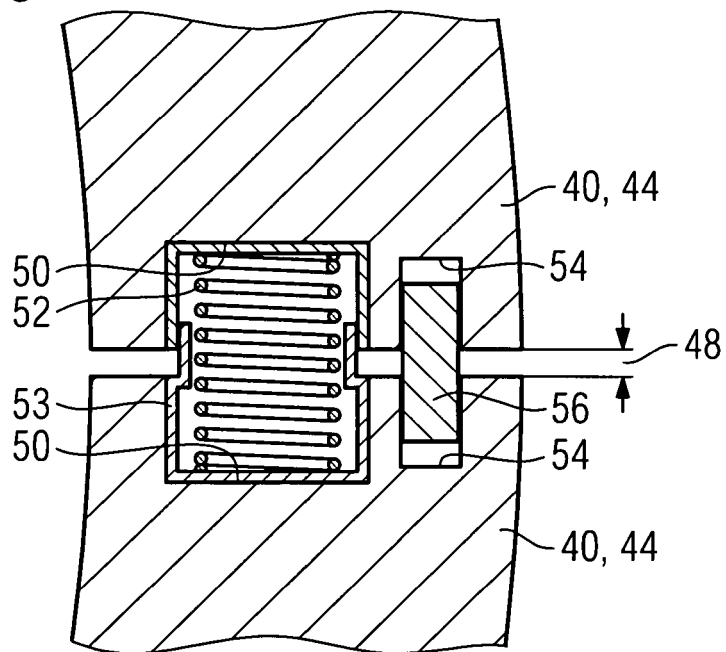
**EP 2 405 104 A1**

FIG 3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verdichter mit einem ringförmigen Strömungskanal radial außen begrenzenden Gehäuse, in dem sich radial durch den Strömungskanal erstreckende Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes drehgelagert gehalten sind, wobei jede Leitschaufel gehäuseseitig einen sich durch das Gehäuse erstreckenden ersten Zapfen und rotorseitig einen sich in einen Innenring hineinragenden zweiten Zapfen aufweist.

[0002] Bekannte Verdichter moderner Gasturbinen weisen eine oder mehrere Verdichterstufen auf, deren Leitbeschaukelung verstellbar ist. Die einem entsprechenden Kranz zugeordneten Leitschaufeln sind dabei um ihre Längsachse verstellbar, um den Massenstrom zu regeln. Durch die Regelung des Massenstroms weist der Verdichter einen vergrößerten Arbeitsbereich auf. Um die Leitschaufeln solcher Verdichterstufen drehgelagert zu befestigen, sind an den beiden Schaufelblättern der Leitschaufeln jeweils Zapfen vorgesehen. Dabei werden der äußere Zapfen im ringförmigen Gehäuse und der innere Zapfen in einem sogenannten Innenring gelagert. Der Innenring wird dabei von allen Leitschaufeln gehalten. Die zentrische Positionierung des Innenrings zur Rotorachse erfolgt über die radiale Positionierung der äußeren Zapfen im Gehäuse. Dabei wird mit der radialen Verstellung der Schaufel jedoch nicht nur der Innenring gegenüber dem Rotor positioniert, sondern gleichzeitig werden auch die Spalte zwischen den Schaufelblättern der verstellbaren Leitschaufel und dem Außengehäuse bzw. dem Innenring so eingestellt, dass beim Verstellvorgang des Schaufelblatts dieses nicht an der Strömungskanal-Begrenzungswand anstreift.

[0003] Da die bekannte Konstruktion zum Halten des Innenrings einen radialen Formschluss zwischen den Leitschaufeln und dem

[0004] Innenring vorsieht, kann es zu erhöhten mechanischen Spannungen innerhalb der jeweiligen Innenring-Lagerung kommen, was erheblichen Verschleiß an den dort verwendeten Lagerschalen verursachen kann. Dabei können die mechanischen Spannungen während des Betriebs noch durch thermische Spannungen verstärkt werden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung eines Verdichters mit einer Befestigungsanordnung für um ihre Längsachse schwenkbaren Leitschaufeln, dessen Innenringabstützung vergleichsweise verschleißarm ist und gleichzeitig eine einfache Positionierung des Innenrings gegenüber dem Rotor zulässt.

[0006] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird mit einem Verdichter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 gelöst, bei dem der Innenring als Spaltring mit zwei einander gegenüberliegenden Enden ausgebildet und mit einem Federelement zur Spreizung des Ringspalts versehen ist. Dazu wird vorgeschlagen, im Bereich des Ringspalts ein vorzugsweise gekapseltes Federelement einzubauen. Hierdurch wird im zusammengebauten

Zustand von Gehäuseoberteil und Gehäuseunterteil eine radiale Vorspannung des Innenrings erzielt. Durch die radiale Vorspannung wird der Innenring an die zweiten Zapfen der Leitschaufeln gedrückt. Dadurch kann die radiale Fixierung des Innenrings an allen Leitschaufeln entfallen. Das heißt, dass die in den Innenring hineinragenden zweiten Zapfen von außen in die jeweiligen Bohrungen oder Ausnehmungen nur eingesteckt sind - der bisher vorhandene radiale Formschluss kann entfallen. Folglich können die Leitschaufeln mit einem radial innen angeordneten, zweiten Zapfen ausgestattet sein, der rein zylindrisch ausgebildet ist. Gleiches gilt für die den Zapfen aufnehmenden Bohrungen im Innenring, welche erfindungsgemäß nunmehr keinen endlos umlaufenden Bund für den Formschluss mehr aufweisen. Besonders von Vorteil ist dabei, dass potentielle Verspannungen des Innenrings aufgrund der nunmehr fehlenden radialen Verhakung vermieden werden. Die vereinfachte Ausführung der inneren Lagerung der Leitschaufeln reduziert darüber hinaus die Montagezeit.

[0007] Zudem werden im thermisch transienten Betrieb die Wärmedehnungen des Innenrings und aller Leitschaufeln vom Federelement kompensiert, was die Spannungen zwischen Innenring und den inneren Lagern mindert.

[0008] Durch das Einbringen eines Federelements kann folglich der Innenring als selbsttragendes und selbstzentrierendes System ausgeführt werden, wobei dann lediglich die in der unteren Hälfte des Leitschaufelkranzes angeordneten verstellbaren Leitschaufeln den Innenring sozusagen schwimmend tragen.

[0009] Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass aufgrund der selbstzentrierenden Lagerung des Innenrings die Verstellvorrichtung zur radialen Positionierung der Leitschaufeln im Gehäuse gegebenenfalls sogar entfallen kann. Dies vereinfacht den Verdichter und verringert die Ausfallwahrscheinlichkeit des Verdichters aufgrund der geringeren Anzahl an verwendeten Komponenten.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen die beiden Enden des Spaltrings einander gegenüberliegende erste Aufnahmen auf, die sacklochartig sind und in denen das Federelement sitzt. Damit kann eine vergleichsweise einfache Konstruktion zur Spreizung des Spaltrings angegeben werden, wobei beispielsweise das Federelement als Schraubenfeder ausgebildet ist. Ein Verrutschen der Schraubenfeder ist aufgrund ihres Sitzes in den Aufnahmen ausgeschlossen.

[0012] Um das Federelement vor Verschmutzung zu schützen, ist es von Vorteil, wenn dieses gekapselt ausgebildet ist. Relativbewegungen der beiden Enden des Innenrings in axialer Richtung können verhindert werden, wenn diese axial arretiert sind. Dies kann beispielsweise mit Passfedern erfolgen, die die axiale Positionierung der beiden einander gegenüberliegenden Enden

des Spaltrings vorgeben. Dazu sind beispielsweise ebenfalls die Passfedern in dafür vorgesehene Aufnahmen beidenseitig im Spalt des Innenrings angeordnet.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst der Innenring zumindest zwei Segmente. Die Segmente erstrecken sich dabei vorzugsweise über eine Bogenlänge von 180°. Dies erlaubt eine vergleichsweise einfache Montage von Leitschaufeln in einen Verdichter.

[0014] Als ein verschleißbares Gleitmittel kann zwischen den zweiten Zapfen und den die Zapfen aufnehmenden Bohrungen des Innenrings jeweils eine Bundbuchse vorgesehen sein. Um das Verschmutzen der Gleitlagerung des Zapfens in der jeweiligen Bohrung des Innenrings zu verhindern, ist vorgesehen, dass an dem zweiten Zapfen eine endlos umlaufende Nut vorgesehen ist, in welchem ein darin sitzender Dichtring, beispielsweise ein O-Ring, angeordnet ist. Dies senkt den Verschleiß an der radial innen vorgesehen Lagerung.

[0015] Ein vergleichsweise einfach herzustellender Innenring bzw. Segment kann angegeben werden, wenn diese axial teilbar sind. Die Teile des Segments oder des Innenrings können beispielsweise miteinander verschraubt oder auch miteinander verschweißt werden. Vorzugsweise ist jedoch das Segment oder der Innenring axial ungeteilt.

[0016] Erfindungsgemäß ist insbesondere eine zur Energieerzeugung vorgesehene stationäre Gasturbine mit einem hälftig teilbaren Gehäuse mit einem erfindungsgemäßen Verdichter gemäß vorgenannten Ausgestaltungen ausgestattet.

[0017] Die weitere Erläuterung der Erfindung erfolgt anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels. Im Einzelnen zeigen:

FIG 1 einen Querschnitt durch einen Ausschnitt des Verdichters mit beidenseitig drehgelagerten um ihre Längsachse schwenkbaren Verdichterleitschaufeln;

FIG 2 schematisch einen als Spaltring ausgebildeten Innenring und

FIG 3 exemplarisch ein im Spalt zwischen den beiden einander gegenüberliegenden Enden des Spaltrings angeordnetes Federelement.

[0018] Die FIG 1 zeigt einen Querschnitt durch einen Verdichter 10 axialer Bauart im axialen Abschnitt von um deren Längsachse 12 schwenkbaren Leitschaufeln 14. Die Leitschaufeln 14 können beispielsweise die Einlassleitschaufeln des Verdichters 10 sein. Sie können aber auch davon stromab gelegenen Leitschaufelkränzen nachgeordneter Verdichterstufen zugehörig sein. Die Leitschaufeln 14 weisen ein nur teilweise dargestelltes aerodynamisch gekrümmtes Schaufelblatt 16 auf, an dessen radial innerem Ende 18 eine kreisrunde Plattform 20 angeordnet ist. Die Plattform 20 geht in einen ersten

zylindrischen Abschnitt 22 über, in der eine umlaufende Nut 24 zur Aufnahme eines dichtenden O-Rings angeordnet ist. An den ersten Abschnitt 22 schließt sich ein konzentrischer zweiter Abschnitt 23 mit geringerem Durchmesser an. Beide Abschnitte 22, 23 sind Teil eines Zapfens 26 und jeweils zylindrisch ausgebildet. Um den zweiten Abschnitt 23 herum ist eine Bundbuchse 28 angeordnet. Der erste Abschnitt 22 sowie die Bundbuchse 28 sitzen in einer zu deren Kontur entsprechenden Aufnahme 30, welche als gestufte Bohrung ausgebildet ist. Die Bohrung ist dabei im sogenannten Innenring 32 angeordnet. Die äußere Mantelfläche 34 des Innenrings 32 begrenzt einen ringförmigen Strömungskanal 36 des Verdichters 10 radial innen. Dabei umgreift der Innenring 32 einen Rotor 35 des Verdichters 10. An den nicht dargestellten, radial äußeren Enden der Leitschaufeln 14 sind in analoger Weise zum inneren Ende 18 Zapfen in einem den Strömungskanal 36 außen begrenzenden Gehäuse vorgesehen.

[0019] Aufgrund der gewählten Konstruktion sind prinzipiell die Leitschaufeln 14 lediglich von außen in die Aufnahmen 30 radial eingesetzt. Die Radialrichtung bezieht sich dabei auf die Maschinenachse 38 des Verdichters 10, entlang welcher sich dieser erstreckt.

[0020] Der sich aus zwei Segmenten 40 zusammensetzende Innenring 32 ist in FIG 2 schematisch dargestellt. Die beiden Segmente 40 weisen jeweils eine Bogenlänge von 180° auf. In einem ersten Verbindungsbereich 42 sind die beiden Segmente 40 endseitig miteinander spaltfrei verschraubt. Die beiden anderen Enden 44 der Segmente 40 liegen in einem zweiten Verbindungsbereich 46 unter Bildung eines Ringspalts einander gegenüber. Der Ringsspalt wird nachfolgend kurz als Spalt 48 bezeichnet. Der zweite Verbindungsbereich 46 ist in FIG 3 im Detail gezeigt. In den beiden Enden 44 ist jeweils eine erste Aufnahme 50 vorgesehen, die jeweils von einem Sackloch gebildet sind. Die beiden ersten Aufnahmen 50 liegen einander gegenüber, so dass in diesen ein gekapseltes Federelement 52 sitzt. Das Federelement 52 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel als Schraubenfeder mit einer Kapsel 53 ausgestaltet. Das Federelement 52 sitzt vorgespannt im Spalt 48, so dass die beiden Enden 44 auseinander gedrückt werden. Im eingebauten Zustand wird dadurch der Innenring 32 an die Zapfen 26 der Leitschaufeln 14 gedrückt. Hierdurch kann eine Selbstzentrierung des Innenrings 32 erreicht werden.

[0021] In analoger Weise zu den ersten Aufnahmen 50 sind in den beiden Enden 44 zweite Aufnahmen 54 vorgesehen, die einander ebenfalls fluchtend gegenüberliegen. In den zweiten Aufnahmen 54 sitzt ein Zentrierelement 56, welches beispielsweise als Passfeder ausgestaltet sein kann. Diese Anordnung kann eine relative Verschiebung der beiden Enden 44 in axialer Richtung verhindern, wodurch die beiden Enden 44 arretiert sind. Eine Scherbeanspruchung des Federelements 52 wird dadurch vermieden.

[0022] Insgesamt betrifft die Erfindung somit einen

Axialverdichter 10 mit einem ringförmigen Strömungskanal 36, indem sich durch den Strömungskanal 36 erstreckende verstellbare Leitschaufeln 14 eines Leitschaufelkranzes drehgelagert gehalten sind, wobei jede Leitschaufeln 14 zur Halterung eines Innenrings 32 an seinem Schaufelblatt 16 rotorseitig einen Zapfen 26 aufweist. Um einen verschleißarmen selbstzentrierenden Innenring 32 anzugeben, ist dieser als Spaltring mit zwei einander gegenüberliegenden Enden 44 ausgebildet und mit einem Federelement 52 zur Spreizung des Spaltrings versehen.

8. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der Innenring (32) beziehungsweise die Segmente (40) axial teilbar sind.

9. Gasturbine mit einem Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Patentansprüche

1. Verdichter (10) mit einem einen ringförmigen Strömungskanal (36) radial außen begrenzenden Gehäuse, in dem sich radial durch den Strömungskanal (36) erstreckende Leitschaufeln (14) eines Leitschaufelkranzes drehgelagert gehalten sind, wobei jede Leitschaufel (14) gehäuseseitig einen sich durch das Gehäuse erstreckenden ersten Zapfen (26) und rotorseitig einen sich in einen Innenring (32) hineinragenden zweiten Zapfen (26) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (32) als Spaltring mit zwei einander gegenüberliegenden Enden (44) ausgebildet ist und mit einem Federelement (52) zur Spreizung des Spaltrings versehen ist.
2. Verdichter (10) nach Anspruch 1, bei dem die beiden Enden (44) des Spaltrings einander gegenüberliegende erste Aufnahmen (50) aufweisen, in denen das Federelement (52) sitzt.
3. Verdichter (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Federelement (52) gekapselt ist.
4. Verdichter (10) nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei dem die Enden (44) axial arretiert sind.
5. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der Innenring (32) zumindest zwei Segmente (40) umfasst.
6. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem an den zweiten Zapfen (26) jeweils eine Bundbuchse (28) angeordnet ist.
7. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der zweite Zapfen (26) eine endlos umlaufende Nut (24) mit einem darin sitzenden Dichtring aufweist.

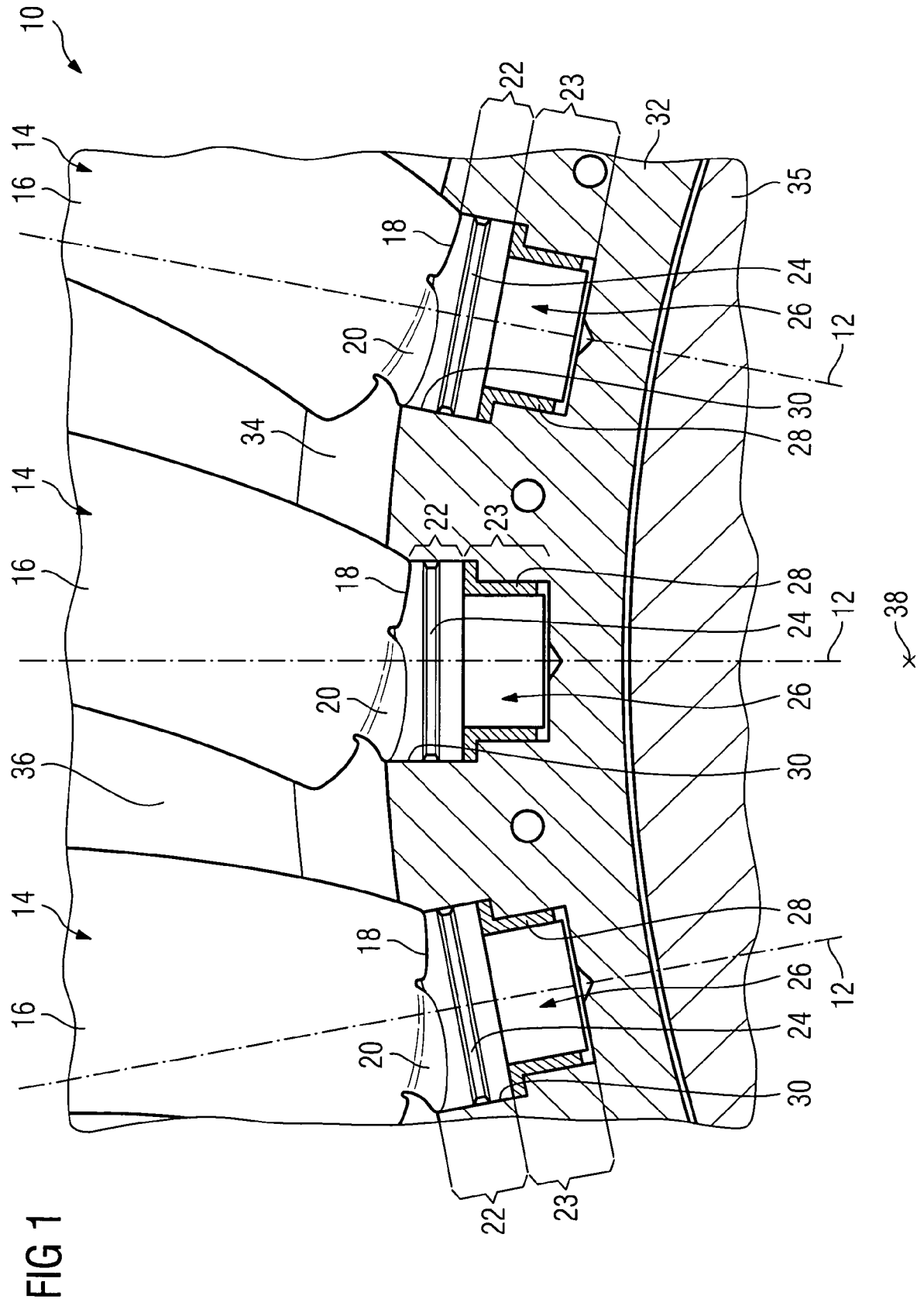


FIG 2

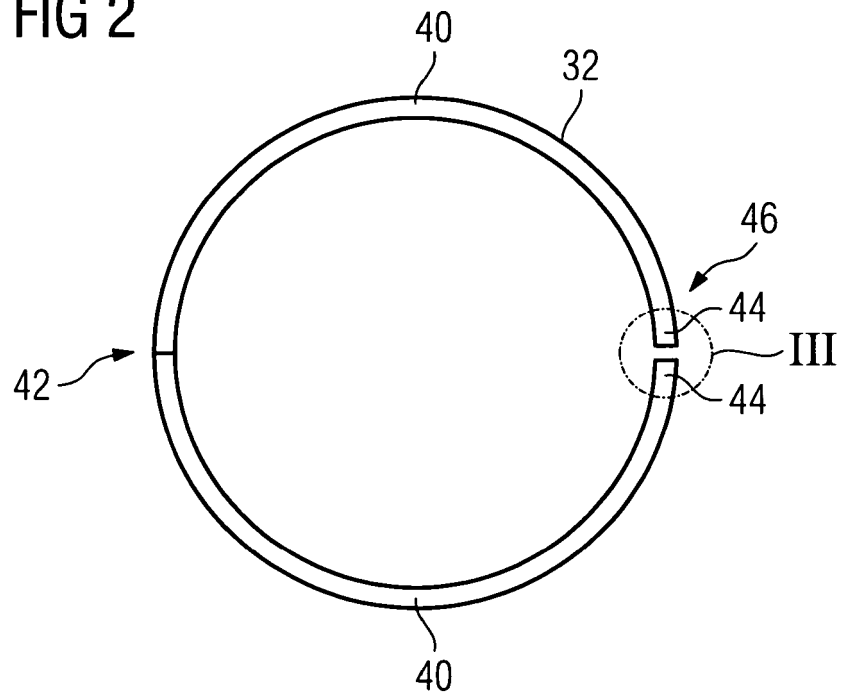
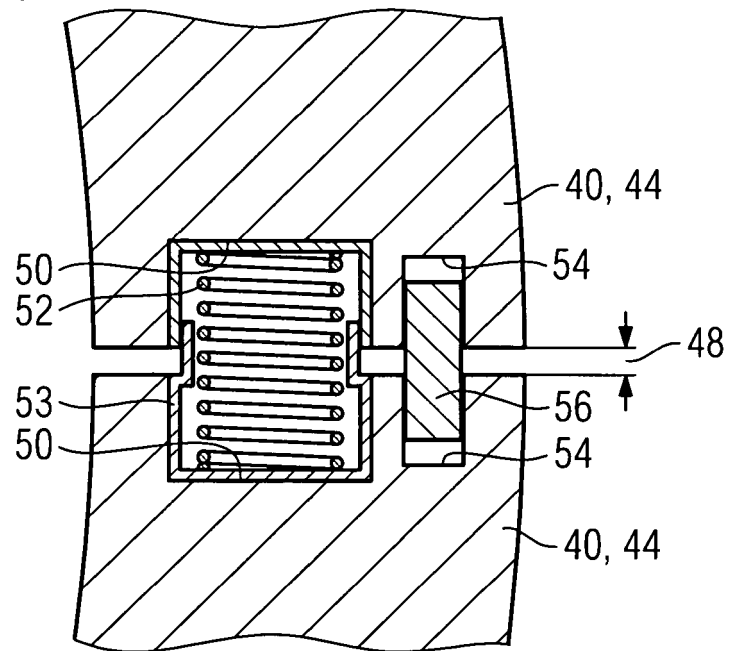


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 10 00 7062

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 671 634 A (WALTON MORLEY FREDERICK WILLIA) 9. März 1954 (1954-03-09) * Spalte 3, Zeile 24 - Zeile 54 * * Spalte 4, Zeile 65 - Zeile 69 * * Abbildungen 5,6 *	1-9	INV. F01D17/16 F04D29/56
A	DE 102 25 679 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 18. Dezember 2003 (2003-12-18) * Abbildungen *	1-9	
A	EP 1 586 744 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 19. Oktober 2005 (2005-10-19) * Abbildungen *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Dezember 2010	Prüfer Raspo, Fabrice
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 Patentedokument, 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	

2
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 10 00 7062

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.

03-12-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 2671634	A	09-03-1954	BE 496713 A	
			CH 288242 A	15-01-1953
			FR 1021872 A	25-02-1953
			GB 676784 A	06-08-1952

DE 10225679	A1	18-12-2003	KEINE	

EP 1586744	A2	19-10-2005	CA 2503930 A1	14-10-2005
			JP 2005299667 A	27-10-2005
			US 2005232756 A1	20-10-2005

EPO FORM P0461

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