

(19)



(11)

EP 2 194 235 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

09.06.2010 Patentblatt 2010/23

(51) Int Cl.:

F01D 11/00 (2006.01)

F01D 11/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08021217.8**

(22) Anmeldetag: **05.12.2008**

(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 MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**

80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- **Benkler, Francois, Dr.**
40880 Ratingen (DE)

• **Klein, Karl, Dr.**

45257 Essen (DE)

• **Matthias, Torsten**

45481 Mülheim an der Ruhr (DE)

• **Schirmmacher, Achim**

45663 Recklingshausen (DE)

• **Schneider, Oliver, Dr.**

46487 Wesel (DE)

• **Shevchenko, Vadim**

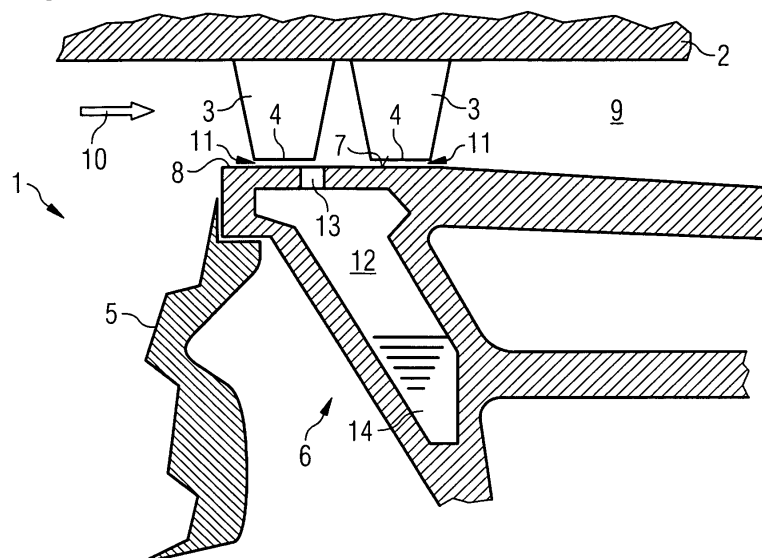
44265 Dortmund (DE)

(54) **Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine mit passiver Spaltkontrolle, Gasturbine mit der Gehäusekomponente und Verfahren zum Nachrüsten einer bestehenden Gehäusekomponente**

(57) Eine Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine weist einen Wandabschnitt, der eine Außenringfläche aufweist, mit der eine Nabenkontur eines Hauptströmungskanals der Axialturbomaschine definiert ist und, wenn die Gehäusekomponente in die Axialturbomaschine montiert ist, an der freistehende Schaufelspitzen von Leitschaufeln eines Leitschaufelgitters unmittelbar benachbart und unter Ausbilden eines Radial-

spalts angeordnet sind, und eine geschlossene Kavität auf, die radial innerhalb und auf Höhe der Schaufelspitzen angeordnet ist sowie mit einem Ausgleichsmaterial gefüllt ist, dessen Schmelztemperatur derart gewählt ist, dass beim Anfahren und/oder beim Abfahren der Axialturbomaschine das Ausgleichsmaterial einen Phasenübergang erfährt, wodurch die Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit der Gehäusekomponente an der Außenringfläche an die der Schaufelspitzen angenähert ist.

FIG 1



EP 2 194 235 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine mit passiver Spaltkontrolle, eine Gasturbine mit der Gehäusekomponente und ein Verfahren zum Nachrüsten einer bestehenden Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine mit einer Einrichtung zur passiven Spaltkontrolle.

[0002] In einer Axialturbomaschine führen Radialspalte zwischen Laufschaufeln und dem Gehäuse zu erheblichen Einbußen im thermischen Wirkungsgrad. Um einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzielen, ist es erstrebenswert, die Radialspalte in allen Betriebspunkten der Axialturbomaschine möglichst klein zu halten. Die Axialturbomaschine ist beispielsweise eine Gasturbine. Beim Anfahren und Abfahren der Gasturbine verändern sich die Radialspalte über die Zeit. Außerdem verändern sich die Radialspalte beim Wechsel vom Teillastbetrieb zum Volllastbetrieb der Gasturbine. Herkömmlich ist die Gasturbine derart ausgelegt, dass die Radialspalte für den Betriebsfall, in dem sich die Radialspalte als am kleinsten einstellen, ausreichend groß dimensioniert sind, so dass es so gut wie zu keiner Berührung zwischen den Laufschaufeln und dem Gehäuse kommt. Dies hat zur Folge, dass im Dauerbetrieb der Gasturbine für diesen Betriebszustand unnötig große Radialspalte vorgehalten werden müssen, womit ein erheblicher Wirkungsgradverlust einhergeht.

[0003] Die zeitliche Veränderung der Radialspalte ist die Folge von unterschiedlichem thermischem Trägheitsverhalten der einzelnen Komponenten der Gasturbine, insbesondere von Rotor und Gehäuse. Außerdem verursacht die zeitliche Veränderung der Radialspalte die Fliehkraftdehnung insbesondere der Laufschaufeln, eine Querkontraktion des Rotors, ein eventuelles Spiel im Axiallager des Rotors, insbesondere im Zusammenhang mit der Umkehr von Axialschub bei entsprechenden Betriebsbedingungen der Gasturbine, eine eventuell auftretende Ovalisierung des Gehäuses infolge von montagebedingter Vorspannung und ungleichmäßiger Erwärmung des Gehäuses.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es eine Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine, eine Gasturbine mit der Gehäusekomponente und ein Verfahren zum Nachrüsten einer bestehenden Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine zu schaffen, wobei die Axialturbomaschine und die Gasturbine einen hohen thermischen Wirkungsgrad haben.

[0005] Die erfindungsgemäße Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine weist einen Wandabschnitt, der eine Außenringfläche aufweist, mit der eine Nabenkontur eines Hauptströmungskanals der Axialturbomaschine definiert ist und, wenn die Gehäusekomponente in die Axialturbomaschine montiert ist, an der freistehende Schaufelspitzen von Leitschaufeln eines Leitschaufelgitters unmittelbar benachbart und unter Ausbilden eines Radialspalts angeordnet sind, und eine geschlossene Kavität auf, die radial innerhalb und im axialen Ab-

schnitt der Schaufelspitzen angeordnet ist sowie mit einem Ausgleichsmaterial gefüllt ist, dessen Schmelztemperatur derart gewählt ist, dass beim Anfahren und/oder beim Abfahren der Axialturbomaschine das Ausgleichsmaterial einen Phasenübergang erfährt, wodurch die Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit der Gehäusekomponente an der Außenringfläche an die der Schaufelspitzen angenähert ist.

[0006] Dadurch, dass die Schmelztemperatur des Ausgleichsmaterials derart gewählt ist, dass beim Anfahren und/oder beim Abfahren der Axialturbomaschine das Ausgleichsmaterial den Phasenübergang erfährt, wird beim Anfahren und/oder beim Abfahren der Axialturbomaschine von dem Ausgleichsmaterial Wärme aufgenommen bzw. abgegeben. Somit wird beispielsweise eine Erwärmung der Gehäusekomponente verzögert, wodurch die Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit der Gehäusekomponente verringert ist.

[0007] Dies ist beispielsweise dann vorteilhaft, wenn insbesondere die Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit an der Schaufelspitze geringer ist als an der Außenringfläche der Gehäusekomponente, so dass der Radialspalt entsprechend groß vorzuhalten wäre, um ein Berühren der Schaufelspitze mit der Außenringfläche beim Betrieb der Axialturbomaschine zu unterbinden. Durch die verzögernde Wirkung auf die Ausdehnungsgeschwindigkeit der Gehäusekomponente hervorgerufen durch den Phasenübergang des Ausgleichsmaterials sind die Ausdehnungsgeschwindigkeiten der Gehäusekomponente an der Außenringfläche und an der Schaufelspitze angeglichen, so dass der Radialspalt als klein vorgesehen werden kann, wobei dennoch die Axialturbomaschine sicher betreibbar ist. Der Radialspalt kann vorteilhaft beim stationären Betrieb der erfindungsgemäßen Axialturbomaschine verglichen mit einer herkömmlichen Axialturbomaschine verringert sein. Außerdem ist die Anstreifproblematik beim Heißstart reduziert. Ferner ist durch eine entsprechend geeignete Auswahl der Ausgleichsmaterialien eine Feinjustierung des Radialspalts denkbar.

[0008] Das Ausgleichsmaterial erfährt bevorzugt beim Anfahren der Axialturbomaschine den Phasenübergang von fest nach flüssig, wodurch eine Erwärmung der Gehäusekomponente verzögert ist, und/oder beim Abfahren den Phasenübergang von flüssig nach fest, wodurch eine Abkühlung der Gehäusekomponente verzögert ist. Dadurch ist beispielsweise eine Annäherung des thermischen Verhaltens des Gehäuses an einen Rotor möglich. Gleiches gilt beispielsweise auch bei einer Wellenabdeckung und einem Leitschaufelträger der Axialturbomaschine. Die Kavität weist bevorzugt eine dicht verschlossene Öffnung auf, durch die, wenn sie geöffnet ist, das Ausgleichsmaterial einfüllbar ist. Die Öffnung ist bevorzugt zugeschweißt und/oder mit einer Verschlusschraube zugeschraubt und/oder mit einem Deckel verschlossen. Bevorzugt ist die Kavität als ein um die Achse der Axialturbomaschine umlaufender Ringraum ausgebildet.

[0009] Die Gehäusekomponente ist bevorzugt von einer Gusskonstruktion gebildet. Dabei ist bevorzugt die

Kavität mit Hilfe eines Gusskerns hergestellt. Alternativ ist es bevorzugt, dass die Gehäusekomponente von einer Blechkonstruktion gebildet ist. Hierbei ist bevorzugt in der Blechkonstruktion die Kavität mit einer Doppelschale gebildet. Alternativ ist es bevorzugt, dass die Kavität durch Materialabtragung, insbesondere Bohren, Drehen oder Fräsen, hergestellt ist.

[0010] Außerdem ist es bevorzugt, dass die Kavität von einem in der Gehäusekomponente vorgesehenen Entlüftungskanal und/oder einem Innenhohlraum einer Hohlstrebe gebildet ist.

[0011] Die erfindungsgemäße Gasturbine weist die Gehäusekomponente auf.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Nachrüsten einer bestehenden Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine mit einer Einrichtung zur passiven Spaltkontrolle weist die Schritte auf: Bereitstellen der bestehenden Gehäusekomponente, die einen Wandabschnitt aufweist, der eine Außenringfläche aufweist, mit der eine Nabenkontur eines Hauptströmungskanals der Axialturbomaschine definiert ist und, wenn die Gehäusekomponente in die Axialturbomaschine montiert ist, an der freistehende Schaufelspitzen von Leitschaufeln eines Leitschaufelgitters unmittelbar benachbart und unter Ausbilden eines Radialspalts angeordnet sind; Fertigen einer Kavität in die Gehäusekomponente, wobei die Kavität radial innerhalb und auf Höhe der Schaufelspitzen angeordnet ist und eine Öffnung aufweist, durch die die Kavität von außen her zugänglich ist, und/oder, wenn die Gehäusekomponente einen Entlüftungskanal und/oder einen Innenhohlraum einer Hohlstrebe aufweist, Auswahl des Entlüftungskanals und/oder des Innenhohlraums für die Kavität; Einfüllen eines Ausgleichsmaterials in die Kavität, wobei die Schmelztemperatur des Ausgleichsmaterials derart gewählt ist, dass beim Anfahren und/oder beim Abfahren der Axialturbomaschine das Ausgleichsmaterial einen Phasenübergang erfährt; Verschließen der Öffnung, so dass die Kavität gegen Austreten des Ausgleichsmaterials abgedichtet ist.

[0013] Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform einer Axialturbomaschine mit einer erfindungsgemäßen Gehäusekomponente anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

FIG 1 einen Ausschnitt eines Längsschnitts durch die Axialturbomaschine und

FIG 2 einen Ausschnitt eines Längsschnitts durch eine herkömmliche Axialturbomaschine.

[0014] FIG 2 zeigt eine herkömmliche Axialturbomaschine 101, die ein Außengehäuse 2 aufweist. An dem Außengehäuse 2 sind in Kränzen Leitschaufeln 3 befestigt, die radial nach innen jeweils mit einer Schaufelspitze 4 abgegrenzt sind. Unmittelbar benachbart zu den Schaufelspitzen 4 ist radial innerhalb eine Wellenabdeckung 103 angeordnet, die mit ihrer Außenringfläche 7

den Schaufelspitzen 4 zugewandt angeordnet ist. Zwischen der Außenringfläche 4 und den Schaufelspitzen 4 ist jeweils ein Radialspalt 11 vorgesehen. In FIG 2 wird ein Hauptströmungskanal 9 der Axialturbomaschine 1 von links nach rechts in einer Hauptströmungsrichtung 10 durchströmt, wobei der Hauptströmungskanal 9 von einer von der Außenringfläche 7 definierten Nabenkontur 8 begrenzt ist. Stromab der Wellenabdeckung 103 ist ein Nabengehäuse 102 angeordnet. Stromauf der Wellenabdeckung 103 ist eine Rotorscheibe 5 angeordnet, welche in bekannter Art und Weise Laufschaufeln trägt.

[0015] In FIG 1 ist eine erfindungsgemäße Axialturbomaschine 1 gezeigt, die verglichen mit der herkömmlichen Axialturbomaschine 101 gemäß FIG 2 sich darin unterscheidet, dass die erfindungsgemäße Axialturbomaschine 1 statt dem Nabengehäuse 102 und der Wellenabdeckung 103 eine Gehäusekomponente 6 aufweist. Die Gehäusekomponente 6 weist an den Schaufelspitzen 4 unmittelbar benachbart die Außenringfläche 7 auf, mit der zu den Schaufelspitzen 4 hin der Radialspalt 11 definiert ist. Radial innerhalb der Außenringfläche 7 ist eine Kavität 12 in der Gehäusekomponente 6 vorgesehen, die an der Außenringfläche 7 eine verschlossene Öffnung 13 aufweist. Die Kavität 12 ist mit einem Ausgleichsmaterial 14 gefüllt, wobei das Ausgleichsmaterial 14 etwa ein Drittel des Volumens der Kavität 12 einnimmt. Die Kavität 12 könnte auch vollständig gefüllt sein.

[0016] Das Ausgleichsmaterial 14 kann Blei, Zink oder Zinn sein. Die Schmelztemperatur des Ausgleichsmaterials 14 ist derart, dass beim Anfahren der Axialturbomaschine 1 das Ausgleichsmaterial 14 einen Phasenübergang nach fest nach flüssig und beim Abfahren der Axialturbomaschine 1 einen Phasenübergang von flüssig nach fest erfährt. Beim Phasenübergang von fest nach flüssig nimmt das Ausgleichsmaterial 14 Wärme auf, wodurch eine Erwärmung der Gehäusekomponente 6 verzögert ist. Beim Abfahren der Axialturbomaschine 1 erfährt das Ausgleichsmaterial 14 einen Phasenübergang von flüssig nach fest, wodurch das Ausgleichsmaterial 14 Wärme freisetzt, wodurch eine Abkühlung der Gehäusekomponente 6 verzögert ist.

[0017] Durch die Öffnung 13 wurde das Ausgleichsmaterial 14 in die Kavität 12 gefüllt, wobei zum Betrieb der Axialturbomaschine 1 die Öffnung 13 so dicht verschlossen ist, dass das Ausgleichsmaterial 14 aus der Kavität 12 nicht austreten kann.

50 Patentansprüche

1. Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine (1), mit einem Wandabschnitt, der eine Außenringfläche (7) aufweist, mit der eine Nabenkontur (8) eines Hauptströmungskanals (9) der Axialturbomaschine (1) definiert ist und, wenn die Gehäusekomponente (6) in die Axialturbomaschine (1) montiert ist, an der

- freistehende Schaufelspitzen (4) von Leitschaufeln (3) eines Leitschaufelgitters unmittelbar benachbart und unter Ausbilden eines Radialspalts (11) angeordnet sind,
und einer geschlossenen Kavität (12), die radial innerhalb und im axialen Abschnitt der Schaufelspitzen (4) angeordnet ist sowie mit einem Ausgleichsmaterial (14) zumindest teilweise gefüllt ist, dessen Schmelztemperatur derart gewählt ist, dass beim Anfahren und/oder beim Abfahren der Axialturbomaschine das Ausgleichsmaterial (14) einen Phasenübergang erfährt, wodurch die Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit der Gehäusekomponente (6) an der Außenringsfläche (7) an die der Schaufelspitzen (4) angenähert ist.
2. Gehäusekomponente gemäß Anspruch 1, wobei das Ausgleichsmaterial (14) beim Anfahren der Axialturbomaschine (1) den Phasenübergang von fest nach flüssig, wodurch eine Erwärmung der Gehäusekomponente (6) verzögert ist, und/oder beim Abfahren den Phasenübergang von flüssig nach fest erfährt, wodurch eine Abkühlung der Gehäusekomponente (6) verzögert ist, wobei das Ausgleichsmaterial (14) insbesondere Blei und/oder Zinn und/oder Zink ist.
3. Gehäusekomponente gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Kavität (12) eine dicht verschlossene Öffnung (13) aufweist, durch die, wenn sie geöffnet ist, das Ausgleichsmaterial (14) einfüllbar ist.
4. Gehäusekomponente Anspruch 3, wobei die Öffnung (13) zugeschweißt und/oder mit einer Verschlusschraube zugeschraubt und/oder mit einem Deckel verschlossen ist.
5. Gehäusekomponente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Kavität (12) als um die Achse der Axialturbomaschine (1) umlaufender Ringraum ausgebildet ist.
6. Gehäusekomponente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Gehäusekomponente (6) von einer Gusskonstruktion gebildet ist.
7. Gehäusekomponente gemäß Anspruch 6, wobei die Kavität (12) mit Hilfe eines Gusskerns hergestellt ist.
8. Gehäusekomponente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Gehäusekomponente (6) von einer Blechkonstruktion gebildet ist.
9. Gehäusekomponente gemäß Anspruch 8, wobei in der Blechkonstruktion die Kavität (12) mit einer Doppelschale gebildet ist.
10. Gehäusekomponente gemäß Anspruch 6 oder 8, wobei die Kavität (12) durch Materialabtragung, insbesondere Bohren, Drehen, Fräsen, hergestellt ist.
11. Gehäusekomponente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Kavität (12) von einem in der Gehäusekomponente (6) vorgesehenen Entlüftungskanal und/oder einem Innenhohlraum einer Hohlstrebe gebildet ist.
12. Gasturbine mit einer Gehäusekomponente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11.
13. Verfahren zum Nachrüsten einer bestehenden Gehäusekomponente für eine Axialturbomaschine mit einer Einrichtung zur passiven Spaltkontrolle, mit den Schritten:
- Bereitstellen der bestehenden Gehäusekomponente, die einen Wandabschnitt aufweist, der eine Außenringfläche aufweist, mit der eine Nabenkontur eines Hauptströmungskanals der Axialturbomaschine definiert ist und, wenn die Gehäusekomponente in die Axialturbomaschine montiert ist, an der freistehende Schaufelspitzen von Leitschaufeln eines Leitschaufelgitters unmittelbar benachbart und unter Ausbilden eines Radialspalts angeordnet sind;
 - Fertigen einer Kavität in die Gehäusekomponente, wobei die Kavität radial innerhalb und im axialen Abschnitt der Schaufelspitzen angeordnet ist und eine Öffnung aufweist, durch die die Kavität von außen her zugänglich ist, und/oder, wenn die Gehäusekomponente einen Entlüftungskanal und/oder einen Innenhohlraum einer Hohlstrebe aufweist, Auswahl des Entlüftungskanals und/oder des Innenhohlraums für die Kavität;
 - Einfüllen eines Ausgleichsmaterials in die Kavität, wobei die Schmelztemperatur des Ausgleichsmaterials derart gewählt ist, dass beim Anfahren und/oder beim Abfahren der Axialturbomaschine das Ausgleichsmaterial einen Phasenübergang erfährt;
 - Verschließen der Öffnung, so dass die Kavität gegen Austreten des Ausgleichsmaterials abgedichtet ist.

FIG 1

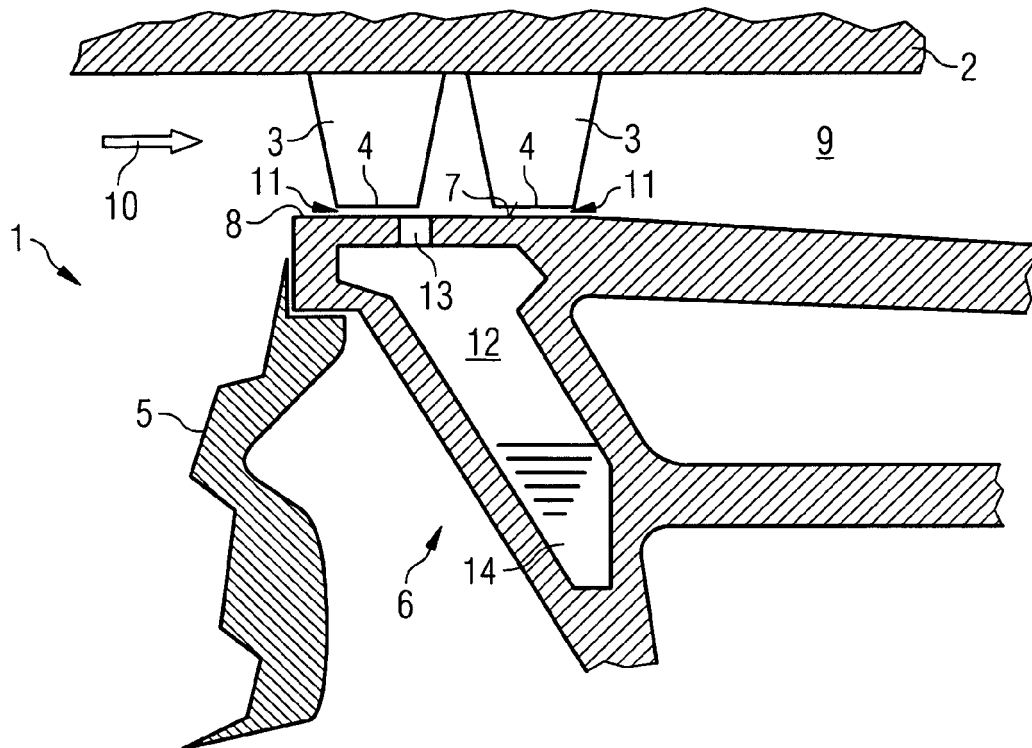
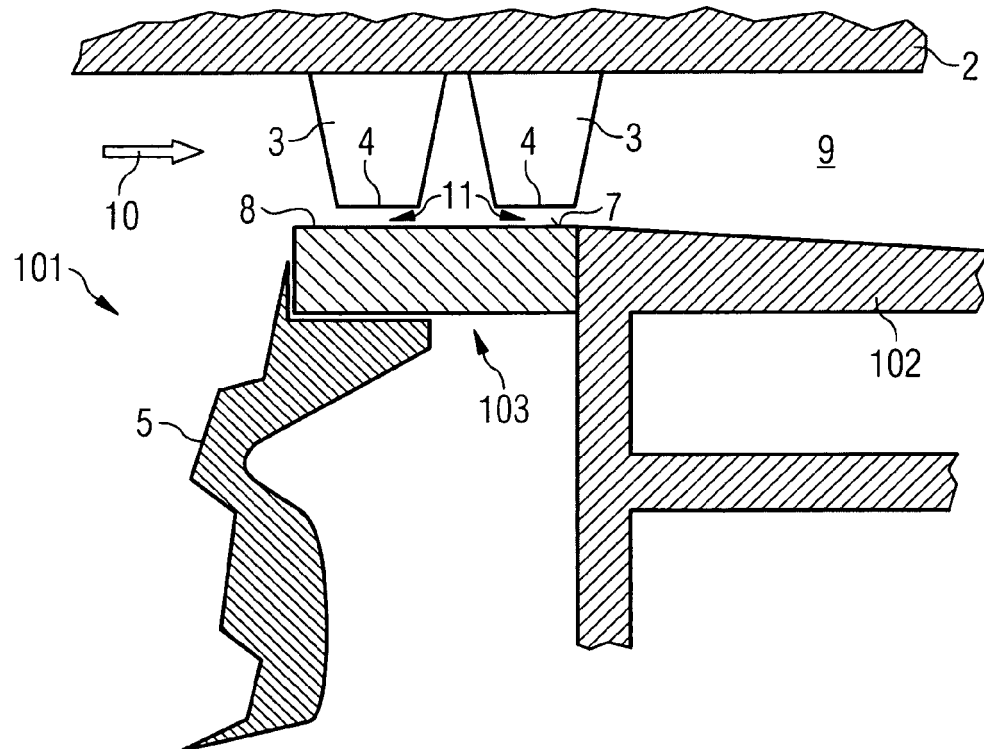


FIG 2 Stand der Technik





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 02 1217

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 1 757 775 A (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 28. Februar 2007 (2007-02-28) * Absatz [0030]; Abbildungen 1,5,6 *	1-10,12,13	INV. F01D11/00 F01D11/02
Y	US 2 574 190 A (NEW WINSTON R) 6. November 1951 (1951-11-06) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 2, Zeile 33 * * Spalte 4, Zeilen 12-32 * * Anspruch 1 *	1-10,12,13	
A	FR 996 476 A (CEM COMP ELECTRO MEC) 19. Dezember 1951 (1951-12-19) * Seite 1, Spalte 1, Zeilen 11-40; Abbildungen 1-3 *	1-10,12,13	
A	EP 1 813 781 A (SIEMENS AG [DE]) 1. August 2007 (2007-08-01) * Zusammenfassung * * Absätze [0005], [0010], [0012]; Abbildungen 2b,3-5 *	1,2,12,13	
A	US 4 199 300 A (TUBBS HENRY [GB]) 22. April 1980 (1980-04-22) * Abbildungen 2,3 * * Spalte 1, Zeilen 51-68 * * Spalte 3, Zeilen 35-51 *	1-10,12,13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 8. Juni 2009	Prüfer Brouillet, Bernard
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 02 1217

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.

08-06-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1757775 A	28-02-2007	DE 102005040574 A1	15-03-2007
		US 2007160463 A1	12-07-2007
US 2574190 A	06-11-1951	CH 271481 A	31-10-1950
		FR 946928 A	17-06-1949
		GB 624830 A	16-06-1949
		NL 71631 C	
FR 996476 A	19-12-1951	KEINE	
EP 1813781 A	01-08-2007	KEINE	
US 4199300 A	22-04-1980	DE 2811478 A1	21-09-1978
		FR 2384111 A1	13-10-1978
		GB 1548836 A	18-07-1979
		IT 1093366 B	19-07-1985
		JP 1080913 C	25-01-1982
		JP 53131313 A	16-11-1978
		JP 56013162 B	26-03-1981

EPO FORM P0461

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