

(19)



(11)

EP 2 455 584 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

23.05.2012 Patentblatt 2012/21

(51) Int Cl.:

F01D 5/08 (2006.01)

F01D 5/18 (2006.01)

F01D 17/14 (2006.01)

F01D 25/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11187629.8**

(22) Anmeldetag: **03.11.2011**

(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

(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- **Szwedowicz, Jaroslaw Leszek**
5330 Bad Zurzach (CH)
- **Mozharov, Alexey**
5415 Nussbaumen (CH)
- **Irmisch, Stefan**
5452 Oberrohrdorf (CH)

(30) Priorität: **19.11.2010 CH 19472010**

(54) **Gasturbine mit Steuerungsmittel zur Kühlung, welche teilweise aus einer Gedächtnislegierung bestehen**

(57) Bei einer rotierenden Maschine, insbesondere Gasturbine (10), welche durch ein Kühlmedium, insbesondere Kühlluft, gekühlt wird, welches Kühlmedium in einem Hauptstrom (12) und einem Sekundärstrom (13) durch die Maschine (10) geführt wird, wird eine erhöhte

Effizienz auf einfache Weise dadurch erreicht, dass Steuerungsmittel zur temperaturabhängigen, selbsttätigen Steuerung des Sekundärstroms (13) vorgesehen sind, und dass die Steuerungsmittel ganz oder teilweise aus einer Gedächtnislegierung bestehen.

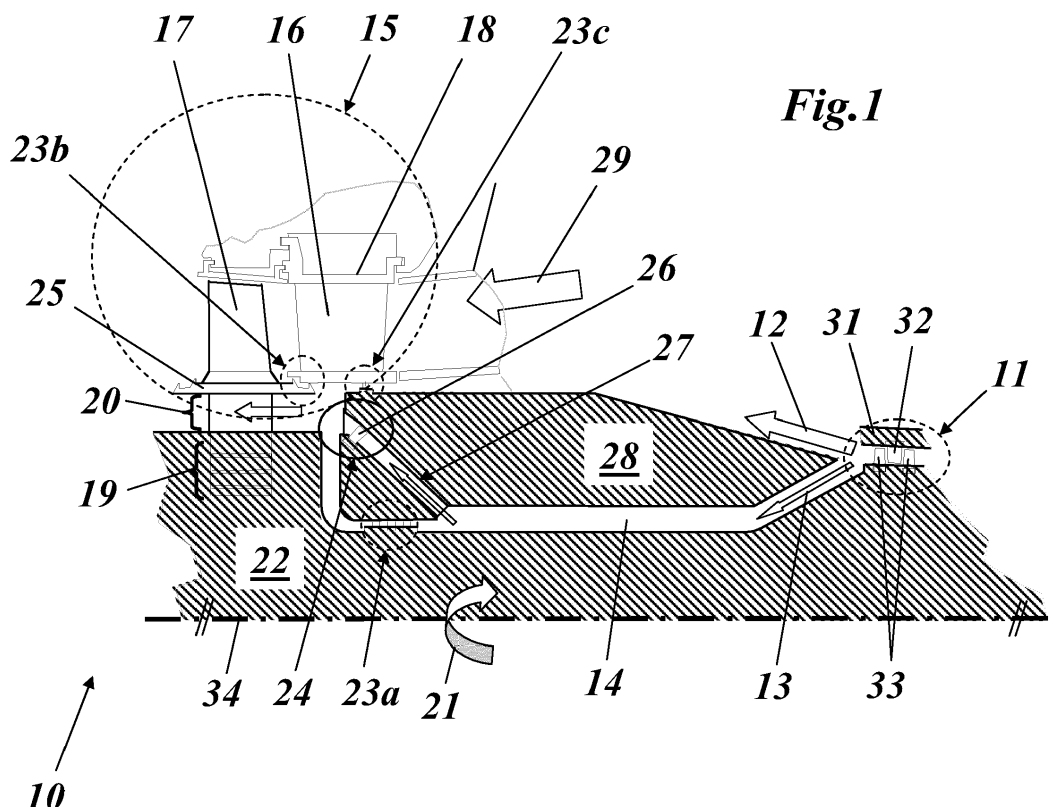


Fig.1

EP 2 455 584 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Energie erzeugenden Maschinen. Sie betrifft eine rotierende Maschine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

[0002] In Energie erzeugenden rotierenden Maschinen, wie zum Beispiel Gasturbinen oder Elektro-Generatoren, stellt die erforderliche Kühlung von thermisch stark belasteten Teilen einen wesentlichen physikalischen Parameter dar, der sich auf den gesamten Wirkungsgrad und die Lebensdauer des Systems auswirkt. In den meisten Fällen wird als Kühlmittel Luft eingesetzt; es kann aber auch Dampf, der aus einem Dampferzeuger abgezweigt wird, für denselben Zweck benutzt werden. Die vorliegende Erfindung ist, obwohl sie am Beispiel einer luftgekühlten Gasturbine erläutert wird, nicht auf eine spezielle Kühlungsart beschränkt und kann daher für alle Arten von Kühlmedien eingesetzt werden.

[0003] In Fig. 1 ist in einem Ausschnitt ein Teil einer Gasturbine 10 dargestellt. Bei dieser Gasturbine 10 wird angesaugte Luft mittels eines Verdichters 11, der ein Verdichtergehäuse 31 sowie Verdichter-Leitschaufeln 32 und Verdichter-Laufschaufeln 33 umfasst, ausgehend vom Umgebungsdruck, auf einen vorbestimmten Betriebsdruck verdichtet. Nach der Verdichtung wird der Strom der verdichteten Luft in einen Verdichterluft-Hauptstrom 12 und einen Sekundärstrom 13 aufgeteilt. Nachdem der Verdichterluft-Hauptstrom 12 den heissen Teil der (in Fig. 1 nicht dargestellten) Brennkammer gekühlt hat, wird er in der Brennkammer für die Verbrennung eines Brennstoffs verwendet, um Heissgas zum Betrieb einer Turbine zu erzeugen. Der Sekundärstrom 13 der verdichteten Luft wird vom Verdichter 11 über Kühldurchgänge 14 zum Hochtemperaturbereich 15 der Gasturbine 10 geführt. Dort wird das Kühlmittel für die interne Kühlung der Leitschaufeln 16 und Laufschaufeln 17 der Turbine eingesetzt. Zusätzlich reduziert das Kühlmittel die Temperaturen an den Leitschaufelbefestigungen 18 und rotierenden Teilen, wie beispielsweise den Schaufelfüssen 19 und Schaufelhälsen 20, die aufgrund der Drehgeschwindigkeit 21 des Rotors 22 um die Maschinenachse 34 den höchsten Zentrifugalkräften ausgesetzt sind.

[0004] Ein Teil der Luft wird auch für Dichtungszwecke verwendet, insbesondere zwischen den rotierenden und stationären Teilen der Gasturbine 10, wie zum Beispiel zwischen dem Stator 28 und dem Rotor 22 (siehe die Dichtungssysteme 23a, 23b und 23c in Fig. 1). Hierbei werden Spalte mit Luft gespült, die in den Heissgaskanal (siehe Heissgas-Hauptstrom 29 in Fig. 1) austritt und so an dieser Stelle den Eintritt von Heissgas und damit eine lokale Überhitzung verhindert.

[0005] Es ist allgemein üblich, in diesem Zusammenhang spezielle Einrichtungen zu verwenden, die als in Wirbelkanälen 27 angeordnete Vorwirbeldüsen bezeichnet werden (24 in Fig. 1), oder Wirbelgeneratoren, um die aus dem Verdichter 11 abgezweigte Luft zum Hochtemperaturbereich 15 der Turbine zur Kühlung des Rotors 22 und der rotierenden heissen Teile, wie den Schaufelfüssen 19, den Schaufelhälsen 20 und den Schaufelplattformen 25, zu führen.

[0006] Unter Betriebsbedingungen kann die thermische Last auf den heissen Bauteilen der Turbine abnehmen oder zunehmen, je nachdem ob die Gasturbine 10 unter Teillast oder Volllast gefahren wird. Beispielsweise wird eine Reduktion der Ausgangsleistung der Gasturbine üblicherweise durch eine Absenkung der Flammentemperatur in der Brennkammer bewirkt. Abhängig von der nachgefragten Leistung kann die Gasturbine mit Volllast und Teillast betrieben werden, wobei die Volllast den nominalen Betriebsbedingungen entspricht. Die verschiedenen Betriebszustände werden mit veränderbaren Leitschaufeln (Variable Guide Vanes VGV) in den Verdichterstufen gesteuert, die ihren Staffelungswinkel in Abhängigkeit von der gewünschten Ausgangsleistung verändern. Hierdurch ergibt sich ein maximaler oder geringerer Luftmassenstrom bei einer konstanten Drehgeschwindigkeit 21.

[0007] Die Grösse der Strömungsgeschwindigkeit c der Luft hinter in den Wirbelkanälen 27 angeordneten Wirbelschaufeln 26 (siehe Fig. 1 und 2) hängt linear vom Massenstrom in den Wirbelkanälen 27 ab. Für den Normalbetrieb der Gasturbine, der der Volllast entspricht, ist die resultierende Geschwindigkeit w durch die Beziehung

$$w = 2\pi \cdot R \cdot \Omega \cdot c$$

gegeben, wobei Ω die Drehgeschwindigkeit 21 der Turbine und R der mittlere Radius am Auslass der Wirbelkanäle 27 ist (siehe Fig. 2). Die resultierende Luftgeschwindigkeit w beeinflusst die totale Temperatur T_t gemäss der Beziehung

$$T_t = T + w^2 / (2C_p),$$

wobei T die statische Temperatur und C_p die spezifische Wärme bezeichnen.

[0008] Für eine konstante Drehgeschwindigkeit Ω wird die Teillast durch die veränderbaren Leitschaufeln VGV erreicht, die den Massenstrom im Verdichter 11 reduzieren. Daraufhin nimmt die Luftgeschwindigkeit c hinter der Wirbeleinrichtung (Wirbelschaufeln 26) ab. Schliesslich wird davon auch die resultierende Geschwindigkeit w beeinflusst, was direkte Auswirkungen auf die Metalltemperaturen der rotierenden heissen Teile, wie der Schau-

felfüsse 19, der Schaufelhälse 20 und der Plattformen 25, hat. Wird die Metalltemperatur bei konstanter Drehgeschwindigkeit konstant gehalten, unterliegen die entsprechenden mechanischen Komponenten keiner niedrigzyklischen Ermüdung (Low Cycle Fatigue LCF). Dies könnte technisch durch gesteuerte Ventile erreicht werden. Tatsächlich ist jedoch die Wirbeleinrichtung üblicherweise nicht mit Steuerelementen versehen, die den Massenstrom in den Kühlturdurchgängen 14 beeinflussen können, da diese Region des Rotors 22 und des Stators 28 nur beschränkt zugänglich ist.

[0009] Die Steuerung der Kühlluft-Verteilung im Rotor 22, im Stator 28 und in den Turbinenschaufeln 27 ist ein kompliziertes Unterfangen, das zusätzlich erschwert wird durch die Forderung, Rückströmungen zu vermeiden. Daraus folgt, dass eine einfache Drosselung keine gute Lösung darstellt, und dass es von Vorteil ist, eine Steuereinrichtung mit einer aerodynamisch optimierten Gestaltung einzusetzen. Solch eine Einrichtung ist die Vorwirbeldüse 24, die üblicherweise durch eine stationäre Reihe von Schaufelblättern nach Art von Turbinen-Leitschaufeln gebildet wird (Wirbelschaufeln 26 in Fig. 3a). Diese Wirbelschaufeln 26 sind am Stator 28 zwischen dem Verdichter 11 und dem Hochtemperaturbereich 15 befestigt. Zwischen den Wirbelschaufeln 26 ist eine Verengung 35 ausgebildet (Fig. 3b) mit einer entsprechenden Fläche F (Fig. 3c).

[0010] Könnte im Bereich der Vorwirbeldüse 24 eine einfache, funktionssichere selbsttätige Regelung des Massenstroms auf einfache Weise verwirklicht werden, liesse sich ohne grossen Aufwand eine besonders effektive Kühlung der entsprechenden Bereiche bei unterschiedlichen Lastzuständen der Turbine verwirklichen.

[0011] Aus der Druckschrift GB 2 354 290 ist es bekannt, bei einer Gasturbine den Kühlluftstrom durch das Innere einer Turbinenschaufel mittels eines kreisrunden Ventils aus einer Gedächtnislegierung zu steuern.

[0012] Aus der Druckschrift US 2009/0226327 A1 ist eine ähnliche Lösung bekannt, bei der in den einzelnen Scheiben der Turbine Hülsen aus einer Gedächtnislegierung eingesetzt sind, die den Querschnitt von Kühlmittelkanälen temperaturabhängig verändern.

[0013] In beiden Fällen ist der Hauptstrom des Kühlmediums betroffen.

[0014] Weiterhin offenbart die Druckschrift GB 2 470 253 eine Vorrichtung zur Steuerung des Kühlmittelstroms in einer Gasturbine. Verwendet wird ein ringförmiger Strombegrenzer, der mit über den Umfang verteilt angeordneten Durchgangsbohrungen versehen ist. Der Strömungsquerschnitt der Durchgangsbohrungen kann jeweils durch ein Ventilelement verändert werden, dessen Lage relativ zur Bohrung mittels eines SMM-Elements verändert wird. Während ein Ausführungsbeispiel (Fig. 5) die vorbekannte Einstellung des Hauptstroms durch die Schaufeln betrifft, bezieht sich ein anderes Ausführungsbeispiel (Fig. 4) auf die Steuerung eines sekundären Kühlmittelstroms im Dichtungsbereich der Rotorwelle.

[0015] Die Druckschrift US 2002/076318 betrifft die tangentielle Eindüsung von Kühlluft von aussen in den Rotor einer Gasturbine zur Kühlung der Laufschaufeln. Die Eindüsung erfolgt unter Mischung zweier separater Ströme, von denen der eine aus dem Inneren von für die Eindüsung vorgesehenen Eindüsungs-Schaufeln abgegeben wird. Eine Steuerung durch Querschnittsänderung, insbesondere unter Einsatz einer Gedächtnislegierung, ist nicht offenbart.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0016] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine rotierende Maschine, insbesondere eine Gasturbine, zu schaffen in welcher durch Steuerung des Kühlmittel-Massenstroms in einem sekundären Kühlbereich (SAF-Secondary Air Flow) die Effizienz der Kühlung und der Wirkungsgrad der Maschine verbessert werden.

[0017] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Erfindung geht aus von einer rotierenden Maschine, insbesondere Gasturbine, welche durch ein Kühlmedium, insbesondere Kühlluft, gekühlt wird, welches Kühlmedium in einem Hauptstrom und einem Sekundärstrom durch die Maschine geführt wird. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die rotierende Maschine einen Rotor und einen Stator umfasst, dass der Sekundärstrom des Kühlmediums durch Wirbelkanäle im Stator zu einer Vorwirbeldüse geführt wird und dort aus dem Stator austritt, dass Steuerungsmittel zur temperaturabhängigen, selbsttätigen Steuerung des Sekundärstroms im Bereich der Vorwirbeldüse angeordnet sind, und dass die Steuerungsmittel ganz oder teilweise aus einer Gedächtnislegierung bestehen.

[0018] Eine Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass im Bereich der Vorwirbeldüse Wirbelschaufeln angeordnet sind, und dass die Steuerungsmittel derart ausgebildet sind, dass der Strömungsquerschnitt der Wirbelkanäle im Bereich der Wirbelschaufeln temperaturabhängig veränderbar ist.

[0019] Gemäss einer anderen Ausgestaltung umfassen die Steuerungsmittel jeweils eine in den Wirbelkanal hinein ragende, gekrümmte Membran aus einer Gedächtnislegierung, welche durch Veränderung der Krümmung den Querschnitt des Wirbelkanals verändert.

[0020] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsmittel jeweils ein im Wirbelkanal wandparallel angeordnetes Wanelement umfassen, welches quer zur Wand durch aus einer Gedächtnislegierung bestehende, in Abhängigkeit von der Temperatur ihre Länge ändernde Verstellelemente verschiebbar ist und den Querschnitt des Wirbelkanals verändert.

[0021] Insbesondere sind die Verstellelemente als Bolzen oder Federn ausgebildet.

[0022] Eine andere Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass das Wanelement auf der stromaufwärts gelegenen Seite mit einem Leitblech versehen ist, wel-

ches das im Wirbelkanal strömende Medium in den durch das Wandelement verengten Querschnitt einleitet.

[0023] Eine weitere Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wirbelschaufeln jeweils in einer den Querschnitt verändernden Weise im Wirbelkanal quer zur Strömungsrichtung verschiebbar angeordnet sind, und dass Verstellelemente aus einer Gedächtnislegierung vorgesehen sind, um die Wirbelschaufeln temperaturabhängig zu verschieben.

[0024] Gemäss einer anderen Ausgestaltung sind die verschiebbaren Wirbelschaufeln jeweils auf der stromaufwärts gelegenen Seite mit einem Leitblech versehen, welches das im Wirbelkanal strömende Medium in den durch die Wirbelschaufeln verengten Querschnitt einleitet.

[0025] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsmittel jeweils ein in Richtung der Längsachse der Wirbelschaufeln orientiertes Torsionselement aus einer Gedächtnislegierung umfassen, welches den Anstellwinkel der Wirbelschaufeln und damit den Strömungsquerschnitt temperaturabhängig verändert.

[0026] Weiterhin ist es denkbar, dass am Austritt der Wirbelkanäle jeweils Mittel zur temperaturabhängigen Abdeckung der Austrittsöffnung angeordnet sind.

[0027] Insbesondere können die Abdeckmittel eine temperaturgesteuerte Blende umfassen.

[0028] Gemäss einer Ausgestaltung bestehen die Blende beziehungsweise deren Blendenelemente aus einer Gedächtnislegierung und verändern durch temperaturabhängige Änderung ihrer Abmessungen die Abdeckung der Austrittsöffnung.

[0029] Gemäss einer anderen Ausgestaltung bestehen die Blenden jeweils aus mehreren Blendenelementen, die jeweils mit Torsionselementen aus einer Gedächtnislegierung gekoppelt sind, welche die Blendenelemente temperaturgesteuert verdrehen und so die Abdeckung der Austrittsöffnung verändern.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0030] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 in einem Ausschnitt einen Teil einer Gasturbine mit verschiedenen Wegen für die Verteilung von Kühlluft;

Fig. 2 in einem vergrösserten Ausschnitt aus Fig. 1 die Ausgestaltung des Wirbelkanals;

Fig. 3 in verschiedenen Ansichten 3a-c die in der Vorwirbeldüse aus Fig. 1 angeordneten Wirbelschaufeln,

Fig. 4 in verschiedenen Teilfiguren 4b-f verschiedene Ausführungsbeispiele für eine selbsttätige

Regelung des Kühlluft-Massenstroms im Wirbelkanal gemäss der Erfindung gegenüber der ungeregelten Anordnung (Fig. 4a);

5 Fig. 5 in zwei unterschiedlichen Ansichten 5a-b ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine selbsttätige Regelung durch Verschwenken der Wirbelschaufeln;

10 Fig. 6 im Schnitt eine weitere Möglichkeit der selbsttätigen Regelung des Kühlluft-Massenstroms im Wirbelkanal durch selbsttätige Veränderung des Austrittsquerschnitts;

15 Fig. 7 in mehreren Teilfiguren 7a-c verschiedene Zustände bei einem Ausführungsbeispiel für eine selbsttätige Steuerung des Austrittsquerschnitts;

20 Fig. 8 in mehreren Teilfiguren 8a-b verschiedene Zustände bei einem anderen Ausführungsbeispiel für eine selbsttätige Steuerung des Austrittsquerschnitts;

25 Fig. 9 eine zu Fig. 7 vergleichbare Ausgestaltung, bei der die einzelnen Elemente jeweils selbsttätig um eine Achse gedreht werden und

Fig. 10 eine zu Fig. 8 vergleichbare Ausgestaltung, bei der die einzelnen Elemente jeweils selbsttätig um eine Achse gedreht werden.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

35 **[0031]** Gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Vorwirbeldüse 24 in einer Gasturbine 10 nach Fig. 1 ganz oder teilweise aus einer Gedächtnislegierung (shape memory alloy SMA) aufgebaut. Unterhalb einer vorbestimmten Grenztemperatur, die niedriger sein kann als die nominale Betriebstemperatur, wird der aus einer Gedächtnislegierung bestehende Teil der Vorwirbeldüse 24 aktiviert und reduziert die Querschnittsfläche im Bereich der Verengung der Vorwirbeldüse 24, wodurch der Kühlluft-Massenstrom in den Hochtemperaturbereich 15 der Gasturbine 10 wirkungsvoll verringert wird. Hierbei kann ein Schrumpfen, ein Strecken, eine Verdrehung (Torsion) und eine Verbiegung der aus der Gedächtnislegierung bestehenden Teile als Mechanismus für die Reduzierung des Durchflusssquerschnitts des ansonsten aus einem Stahl bestehenden, einfachen Systems herangezogen werden. Fig. 4 zeigt im Vergleich zur Anordnung ohne Regelung (Fig. 4a) verschiedene Beispiele, wie durch Einsatz unterschiedlicher Anordnungen aus einer Gedächtnislegierung aufgrund unterschiedlicher Arten der mechanischen Deformation eine selbsttätig gesteuerte Vorwirbeldüse 24 realisiert werden kann (Fig. 4b-f). Alle Beispiele basieren auf einer Reduktion der Fläche F in Fig.

3c durch Reduktion der Höhe des Wirbelkanals 27 aufgrund einer translatorischen Bewegung eines oberen oder unteren Wandelements 38 oder 44 (Fig. 4c-e), einer Membran 36 (Fig. 4b) oder der Wirbelschaufeln 26 selbst (Fig. 4f).

[0032] Im Beispiel der Fig. 4b ist im Bereich der Schaufelspitze der Wirbelschaufel 26 eine in den Wirbelkanal 27 hinein gekrümmte Membran vorgesehen, deren Krümmung sich verändert und damit der Strömungsquerschnitt im Wirbelkanal 27.

[0033] Im Beispiel der Fig. 4c ist im Bereich der Schaufelspitze der Wirbelschaufel 26 eine Verstellvorrichtung 37 mit einem wandparallelen Wandelement 38 vorgesehen, das senkrecht zur Wand durch in entsprechende Gehäuse eingebaute Verstellelemente 40 aus einer Gedächtnislegierung verschoben werden kann. Die Verstellelemente 40 können dabei die Form von Bolzen oder Federn haben. Ein in Strömungsrichtung vor dem Wandelement 38 (stromaufwärts) angeordnetes und mit dem Wandelement 38 verstellbares Leitblech 39 lenkt die Strömung in den durch das Wandelement 38 verringerten Querschnitt.

[0034] Im Beispiel der Fig. 4d hat die Verstellvorrichtung 41 bei ansonsten gleichem Aufbau wie in Fig. 4c offene Verstellelemente 42 in Form von Bolzen oder Federn.

[0035] Im Beispiel der Fig. 4e hat die Verstellvorrichtung 43 ein auf der Seite des Schaufelfusses der Wirbelschaufel 26 angeordnetes wandparalleles Wandelement 44 mit zugeordnetem Leitblech 45, das wiederum durch Verstellelemente 42 aus einer Gedächtnislegierung senkrecht zur Wand verschoben werden kann.

[0036] Im Beispiel der Fig. 4f wird die Wirbelschaufel 26 selbst durch entsprechende Verstellelemente 46 aus einer Gedächtnislegierung senkrecht zur Wand verschoben, um (durch Verschieben einer Plattform) den Querschnitt des Wirbelkanals 27 zu verändern. Auch hier ist ein Leitblech 47 vorgesehen, um die Strömung in den verengten Querschnitt hinein zu lenken. Selbstverständlich können die verschiedenen Verstellmechanismen der Fig. 4 b-f auch miteinander kombiniert werden.

[0037] Ein weiteres Beispiel für einen geeigneten Verstellmechanismus ist in Fig. 5 wiedergegeben, wobei die Teilfigur a) eine Seitenansicht und die Teilfigur b) eine Ansicht von oben der Wirbelschaufeln 26 zeigen. Die Wirbelschaufeln 26 in diesem Beispiel sind um eine in Schaufellängsrichtung orientierte Achse drehbar, die durch ein Torsionselement 48 aus einer Gedächtnislegierung gebildet wird. Durch entsprechende Drehung der Wirbelschaufeln 26 (siehe durchgezogene und gestrichelte Linien in Fig. 5b) verändert sich der freie Strömungsquerschnitt der Anordnung.

[0038] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, gemäss Fig. 6 an der Auslassöffnung des Wirbelkanals 27 eine Blende 49 anzuordnen, die ganz oder teilweise aus einer Gedächtnislegierung besteht und die Auslassöffnung temperaturbedingt verändert (siehe gestrichelte Linie zu 49 in Fig. 6). Wenn die Leistung der Maschine reduziert

und dadurch das Heissgas, die verdichtete Luft oder die Metalltemperatur irgendwelcher Teile verändert wird, schliesst sich zunehmend die Blende 49 und verringert den Massenstrom des Kühlmediums.

[0039] Besteht die Blende, wie in Fig. 7 gezeigt, aus einer Mehrzahl von Blendenelementen 50, schliesst sich nach und nach der Ausgang des Wirbelkanals 27 wie bei der Blende eines Fotoapparats (Fig. 7a entspricht Vollast, hingegen Fig. 7b-c entsprechen Teillast der Turbine).

[0040] Abhängig von der Form des Wirbelkanals 27 kann die Blende aber auch gemäss Fig. 8 wie ein aus mehreren Blendenelementen 51 zusammengesetztes Schleusentor ausgebildet sein. Abhängig von der Temperatur verringert dieses Schleusentor, das ganz oder teilweise aus einer Gedächtnislegierung besteht, den Kühlmittelstrom im Wirbelkanal 27, oder unterbricht ihn ganz. Dabei unterliegen die einzelnen Blendenelemente 51 in Abhängigkeit von der Temperatur einer Ausdehnung 52, die den Kühlmittelstrom beeinflusst.

[0041] Es ist aber auch denkbar, die Anordnung gemäss Fig. 7 oder Fig. 8 aus einem herkömmlichen Material herzustellen, wobei dann gemäss Fig. 9 oder Fig. 10 den einzelnen Blendenelementen 53 beziehungsweise 55 durch ein entsprechendes Torsionselement 54 beziehungsweise 56 aus einer Gedächtnislegierung die notwendige Drehbewegung zur Veränderung des Strömungsquerschnitts aufgeprägt wird.

[0042] Insgesamt beschreibt die vorliegende Erfindung den Einsatz von Gedächtnislegierungen im sekundären Kühlmittelsystem einer rotierenden Maschine zur die Effizienz steigernden Regelung des Kühlmittelverbrauchs in Abhängigkeit vom Lastzustand der Maschine. Die im Ausführungsbeispiel beschriebene Verwirbelung kann unterschiedliche Formen annehmen, die entsprechende Änderungen des Verstellmechanismus erfordern. Der beschriebene selbsttätige Regelungsmechanismus auf der Basis von Gedächtnislegierungen kann auch bei Hitzeschilden eingesetzt werden, um den Kühlmittelverbrauch in Abhängigkeit von der Leistung (der Gasturbine) zu steuern.

[0043] Die vorgeschlagene Anordnung kann von einer weiteren Absenkung der Kühlmitteltemperatur relativ zur totalen Temperatur im rotierenden Referenzrahmen profitieren. Dies führt zur Möglichkeit, die benötigten Kühlluft-Massenströme weiter zu verringern und damit die Leistung und Effektivität der Gasturbine zu erhöhen.

[0044] Die Gedächtnislegierung kann aus unterschiedlichen metallurgischen Zusammensetzungen verschiedener Elemente bestehen und auch mit unterschiedlichen Technologien hergestellt werden. Eine Veränderung der Temperatur und/oder eine mechanische Veränderung der Maschine startet den Prozess der Geometrieänderung des aus der Gedächtnislegierung bestehenden Bauteils. Im Falle einer abnehmenden Toleranz beim Zusammenbau wird das Schrumpfungsverhalten des Bauteils anstelle einer Dehnung in Betracht gezogen.

[0045] Obgleich der vorgeschlagene Mechanismus am Beispiel einer Gasturbine erläutert worden ist, kann die Kühlmittelsteuerung auf der Basis von Elementen aus einer Gedächtnislegierung auch in anderen Maschinen eingesetzt werden, wo eine aktive selbsttätige Steuerung des Kühlmittel-Massenstroms benötigt wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0046]

10	Gasturbine
11	Verdichter
12	Verdichterluft-Hauptstrom
13	Sekundärstrom
14	Kühldurchgang
15	Hochtemperaturbereich
16	Leitschaufel
17	Laufschaukel
18	Leitschaufelbefestigung
19	Schaukelarm
20	Schaukelhals
21	Drehgeschwindigkeit
22	Rotor
23a-c	Dichtungssystem
24	Vorwirbeldüse
25	Plattform
26	Wirbelschaufel
27	Wirbelkanal
28	Stator
29	Heissgas-Hauptstrom
31	Verdichtergehäuse
32	Verdichter-Leitschaufel
33	Verdichter-Laufschaukel
34	Maschinenachse

35	Verengung
36	Membran
5 37,41,43	Verstellvorrichtung
38,44	Wandelement
39,45,47	Leitblech
10 40,42,46	Verstellelement
48	Torsionselement
15 49	Blende
50,51,53,55	Blendenelement
52	Ausdehnung
20 54,56	Torsionselement
F	Fläche

25

Patentansprüche

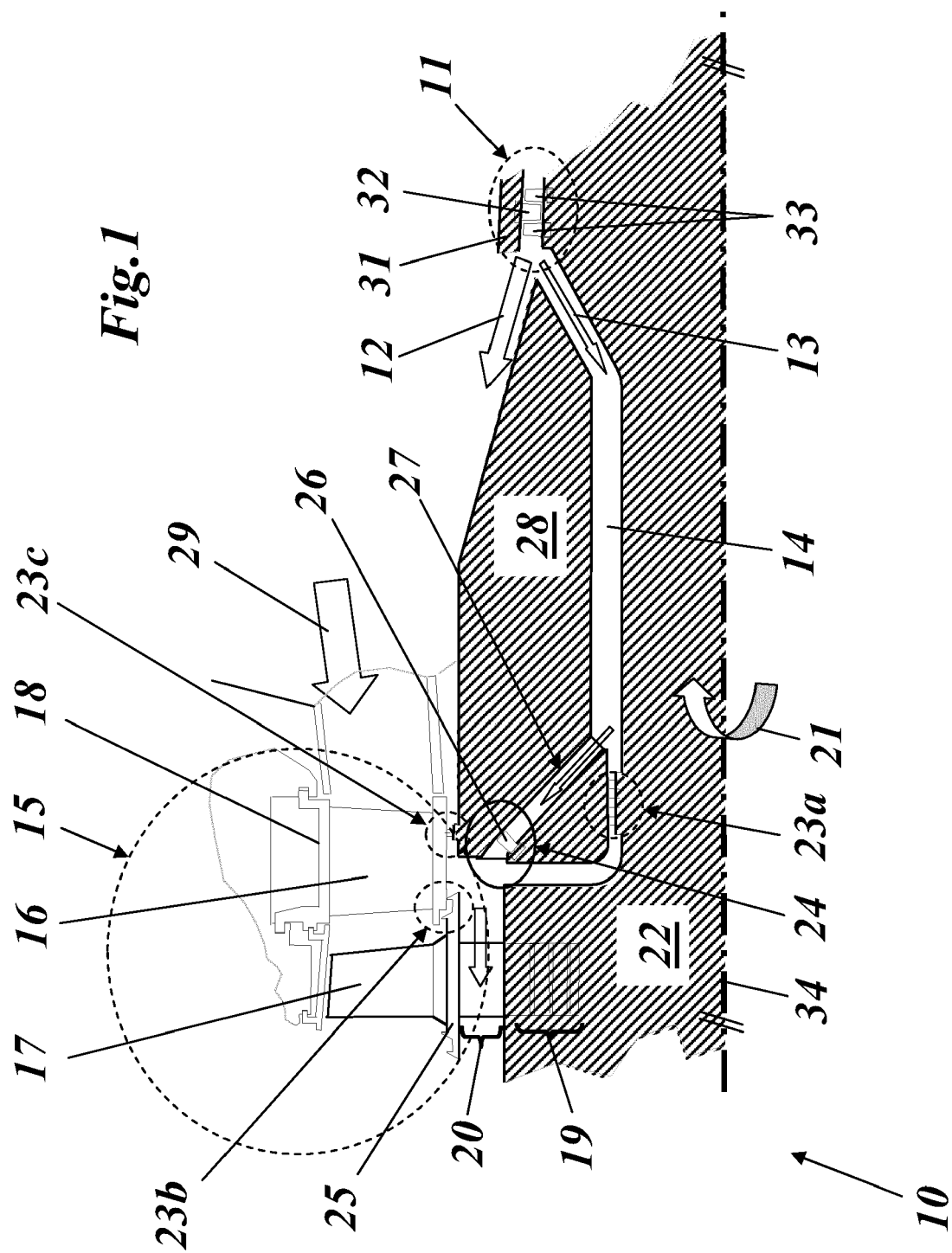
1. Rotierende Maschine, insbesondere Gasturbine (10), welche durch ein Kühlmedium, insbesondere Kühlluft, gekühlt wird, welches Kühlmedium in einem Hauptstrom (12) und einem Sekundärstrom (13) durch die Maschine (10) geführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rotierende Maschine (10) einen Rotor (22) und einen Stator (28) umfasst, dass der Sekundärstrom (13) des Kühlmediums durch Wirbelkanäle (27) im Stator (28) zu einer Vorwirbeldüse (24) geführt wird und dort aus dem Stator (28) austritt, dass Steuerungsmittel (36-56) zur temperaturabhängigen, selbsttätigen Steuerung des Sekundärstroms (13) im Bereich der Vorwirbeldüse (24) angeordnet sind, und dass die Steuerungsmittel (36-56) ganz oder teilweise aus einer Gedächtnislegierung bestehen.
2. Rotierende Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Vorwirbeldüse (24) Wirbelschaufeln (26) angeordnet sind, und dass die Steuerungsmittel (36-48) derart ausgebildet sind, dass der Strömungsquerschnitt der Wirbelkanäle (27) im Bereich der Wirbelschaufeln (26) temperaturabhängig veränderbar ist.
3. Rotierende Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsmittel (36-47) jeweils eine in den Wirbelkanal (27) hineinragende, gekrümmte Membran (36) aus einer Gedächtnislegierung umfassen, welche durch Veränderung der Krümmung den Querschnitt des Wirbel-

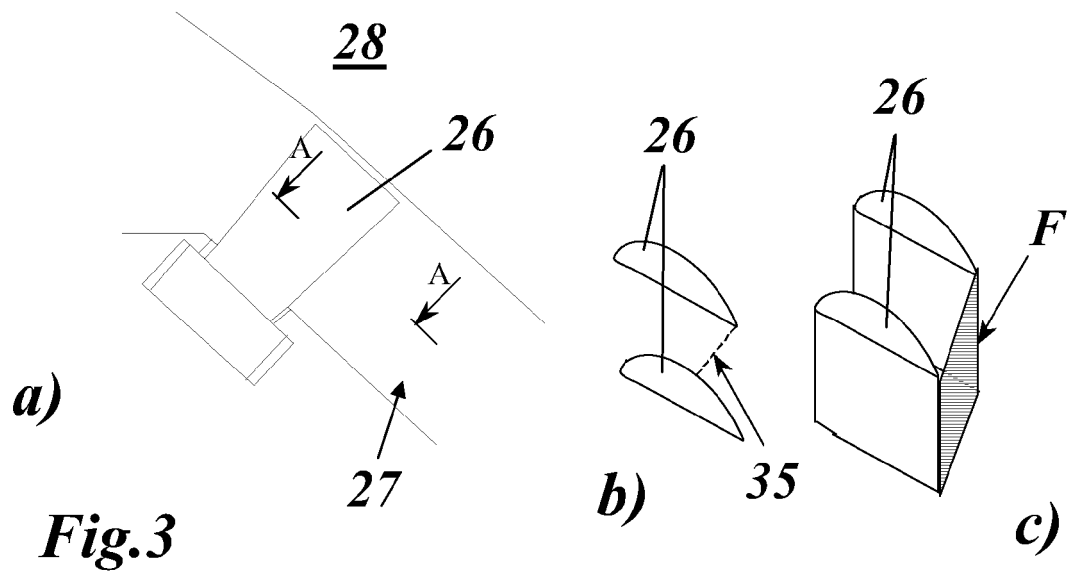
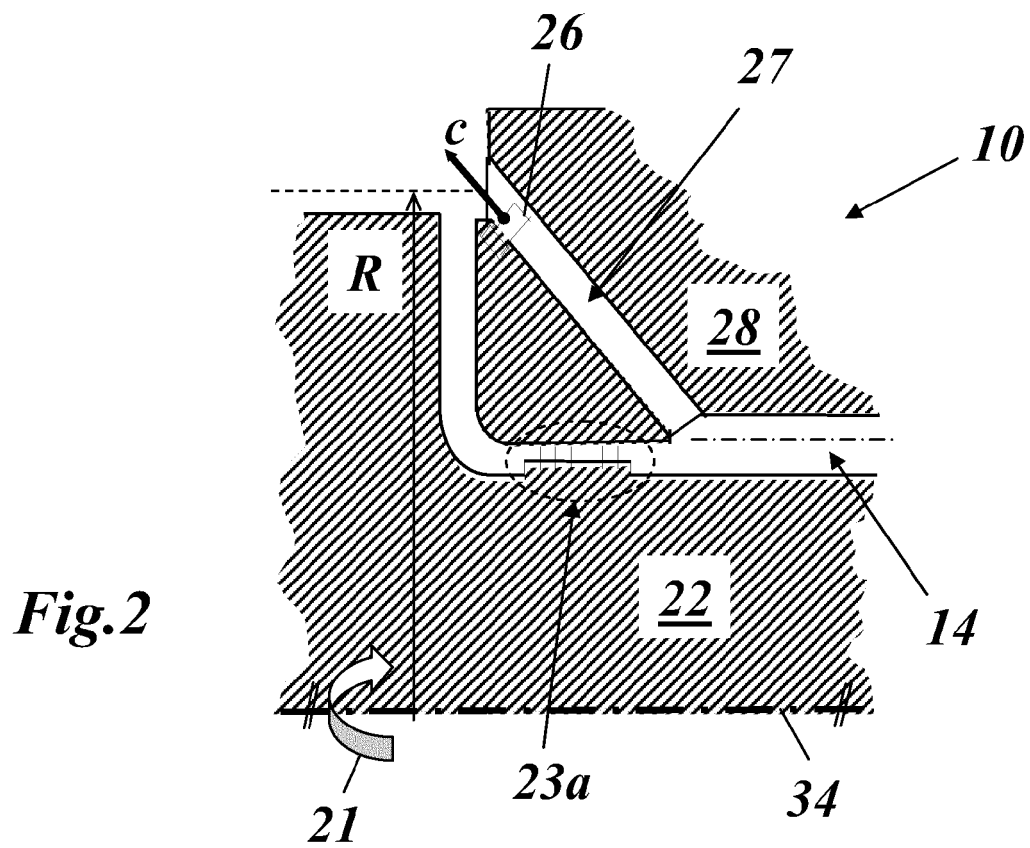
kanals (27) verändert.

4. Rotierende Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsmittel (36-47) jeweils ein im Wirbelkanal (27) wandparallel angeordnetes Wanelement (38, 44) umfassen, welches quer zur Wand durch aus einer Gedächtnislegierung bestehende, in Abhängigkeit von der Temperatur ihre Länge ändernde Verstellelemente (40, 42) verschiebbar ist und den Querschnitt des Wirbelkanals (27) verändert. 5
5. Rotierende Maschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellelemente (40, 42) als Bolzen oder Federn ausgebildet sind. 10
6. Rotierende Maschine nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wanelement (38, 44) auf der stromaufwärts gelegenen Seite mit einem Leitblech (39, 45) versehen ist, welches das im Wirbelkanal (27) strömende Medium in den durch das Wanelement (38, 44) verengten Querschnitt einleitet. 20
7. Rotierende Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wirbelschaufeln (26) jeweils in einer den Querschnitt verändernden Weise im Wirbelkanal (27) quer zur Strömungsrichtung verschiebbar angeordnet sind, und dass Verstellelemente (46) aus einer Gedächtnislegierung vorgesehen sind, um die Wirbelschaufeln (26) temperaturabhängig zu verschieben. 25 30
8. Rotierende Maschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verschiebbaren Wirbelschaufeln (26) jeweils auf der stromaufwärts gelegenen Seite mit einem Leitblech (47) versehen sind, welches das im Wirbelkanal (27) strömende Medium in den durch die Wirbelschaufeln (26) verengten Querschnitt einleitet. 35 40
9. Rotierende Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsmittel jeweils ein in Richtung der Längsachse der Wirbelschaufeln (26) orientiertes Torsionselement (48) aus einer Gedächtnislegierung umfassen, welches den Anstellwinkel der Wirbelschaufeln (26) und damit den Strömungsquerschnitt temperaturabhängig verändert. 45
10. Rotierende Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Austritt der Wirbelkanäle (27) jeweils Mittel (49-51, 53-56) zur temperaturabhängigen Abdeckung der Austrittsöffnung angeordnet sind. 50 55
11. Rotierende Maschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckmittel (49-51, 53-56) eine temperaturgesteuerte Blende (49-51,

53-56) umfassen.

12. Rotierende Maschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (49) beziehungsweise deren Blendenelemente (50, 51) aus einer Gedächtnislegierung bestehen und durch temperaturabhängige Änderung ihrer Abmessungen die Abdeckung der Austrittsöffnung verändern.
13. Rotierende Maschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blenden jeweils aus mehreren Blendenelementen (53, 55) bestehen, die jeweils mit Torsionselementen (54, 56) aus einer Gedächtnislegierung gekoppelt sind, welche die Blendenelemente (53, 55) temperaturgesteuert verdrehen und so die Abdeckung der Austrittsöffnung verändern.





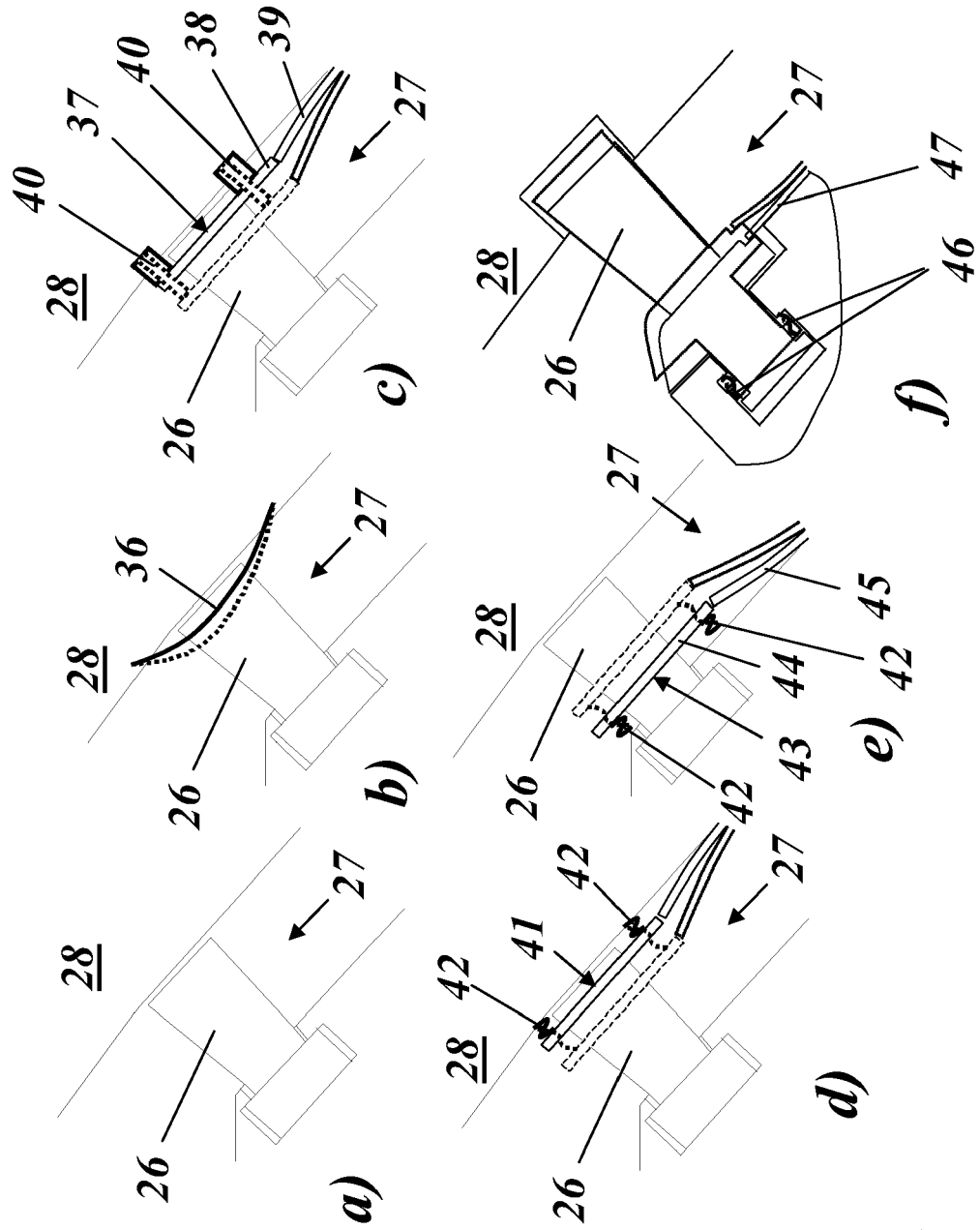
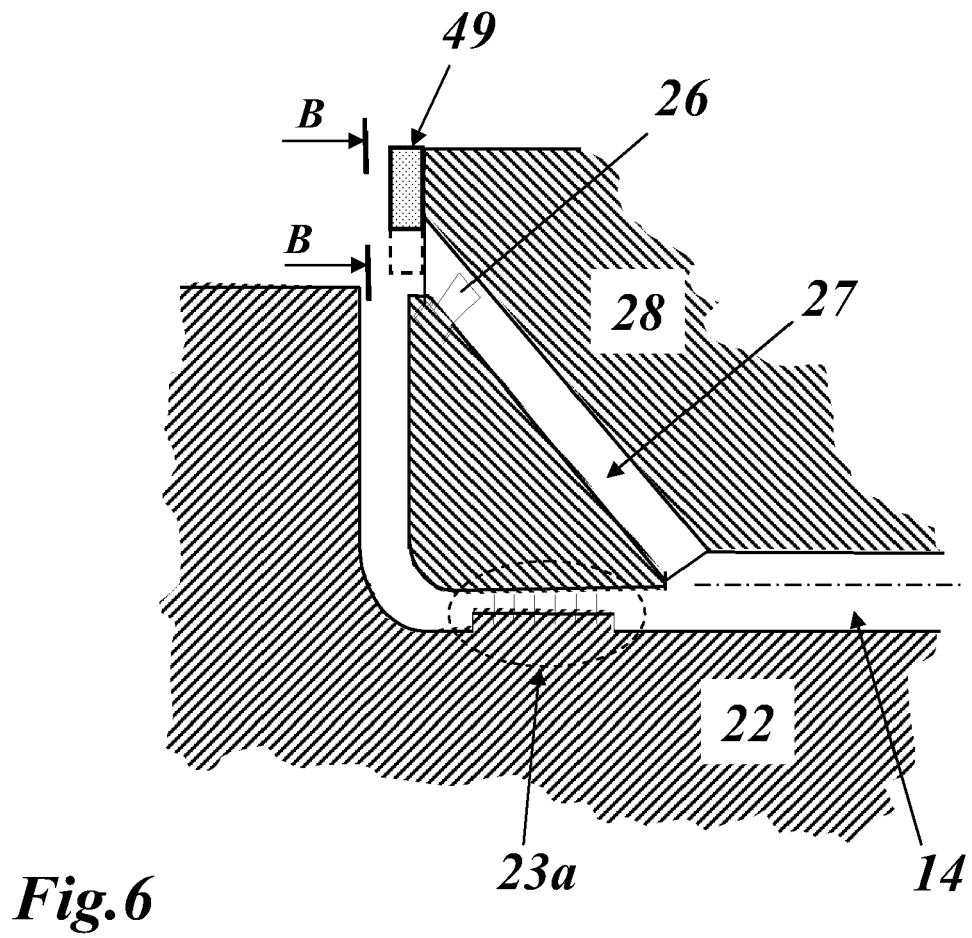
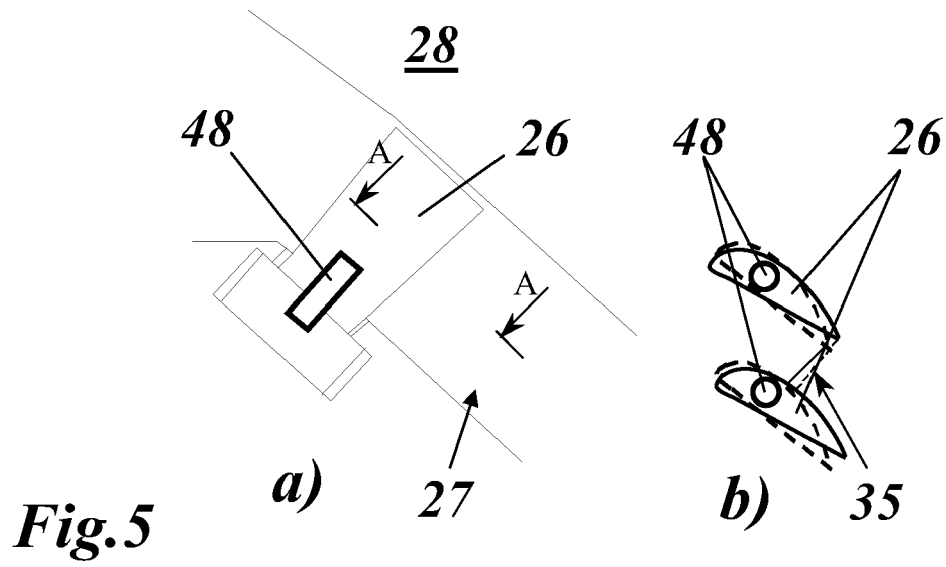
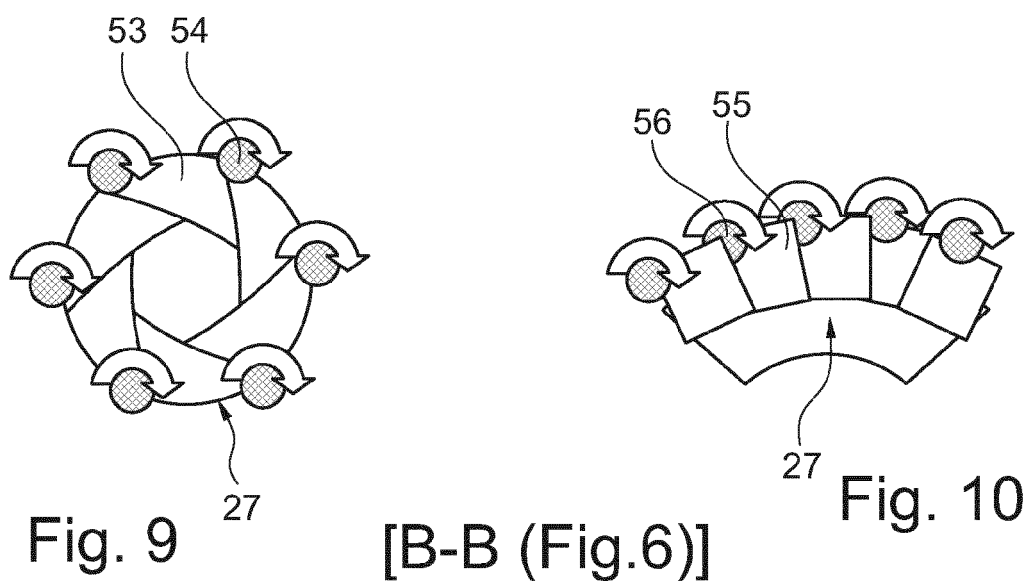
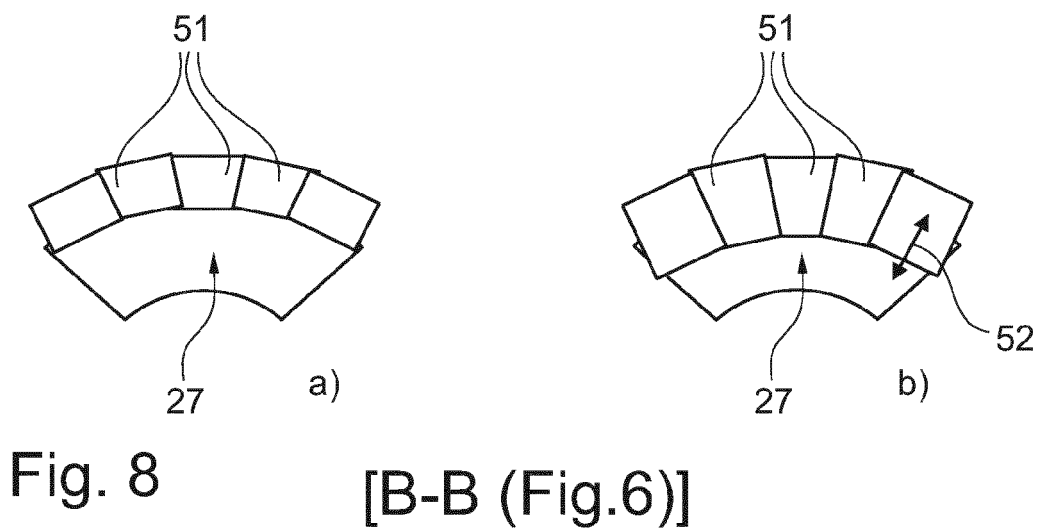
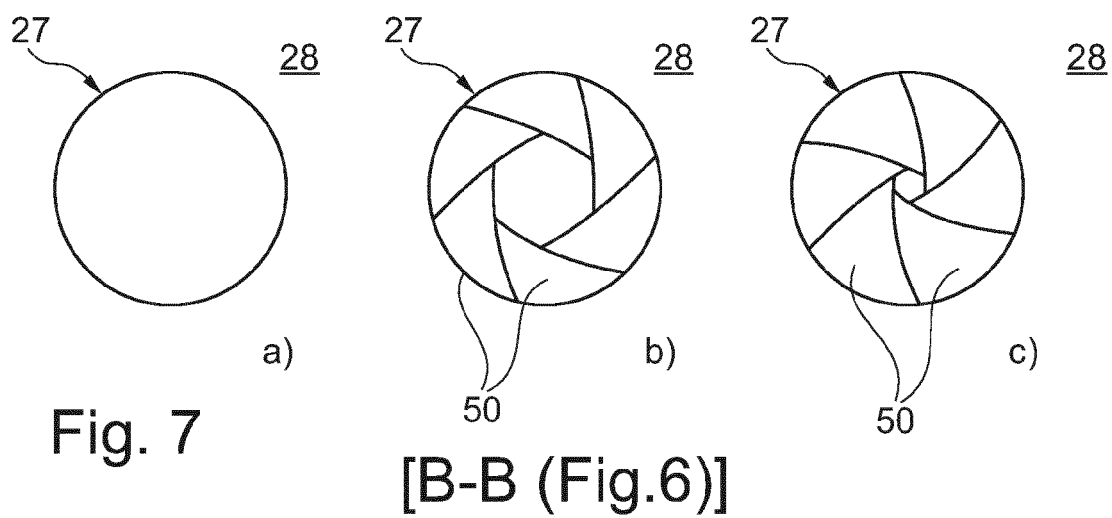


Fig. 4







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 18 7629

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 470 253 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 17. November 2010 (2010-11-17) * Abbildungen 1A-6B * * Seite 4, Absatz 4 * * Seite 5, Absätze 2,5,7 * * Seite 1, Absätze 1,3 * * Seite 6, Absatz 1 * -----	1,10-12	INV. F01D5/08 F01D5/18 F01D17/14 F01D25/08
X,D Y	GB 2 354 290 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 21. März 2001 (2001-03-21) * Abbildungen 2,4A-4C,5A-6A * * Seite 2, Zeilen 18-27 * * Seite 5, Zeilen 15-23 * * Seite 7, Zeilen 9-21 * * Seite 8, Zeile 36 - Seite 9, Zeile 5 * * Seite 8, Zeilen 20-26 * -----	1-4,6, 10-12 9,13	
X,D	US 2009/226327 A1 (LITTLE DAVID A [US] ET AL) 10. September 2009 (2009-09-10) * Abbildungen 1-3 * * Seite 1, Absatz 0009 * * Seite 2, Absätze 0011,0020,0023 * * Seite 3, Absätze 0028,0031,0035,00346 * * Seite 4, Absätze 0035,0036 * -----	1,4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D F16K
Y	EP 1 843 030 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 10. Oktober 2007 (2007-10-10) * Spalte 2, Absatz 0011 * * Spalte 6, Absätze 0037,0039,0040 * * Abbildung 3 * -----	9,13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Februar 2012	Prüfer Klados, Iason
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 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	

 3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 18 7629

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.

21-02-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2470253 A	17-11-2010	GB 2470253 A	17-11-2010
		US 2010288376 A1	18-11-2010
GB 2354290 A	21-03-2001	GB 2354290 A	21-03-2001
		US 6485255 B1	26-11-2002
US 2009226327 A1	10-09-2009	KEINE	
EP 1843030 A2	10-10-2007	EP 1843030 A2	10-10-2007
		US 2007235080 A1	11-10-2007

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- GB 2354290 A [0011]
- US 20090226327 A1 [0012]
- GB 2470253 A [0014]
- US 2002076318 A [0015]