



(11)

**EP 2 957 718 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.12.2015 Patentblatt 2015/52**

(51) Int Cl.:  
**F01D 1/02** (2006.01) **F01D 11/12** (2006.01)  
**F01D 5/22** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14172926.9**

(22) Anmeldetag: **18.06.2014**

(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**

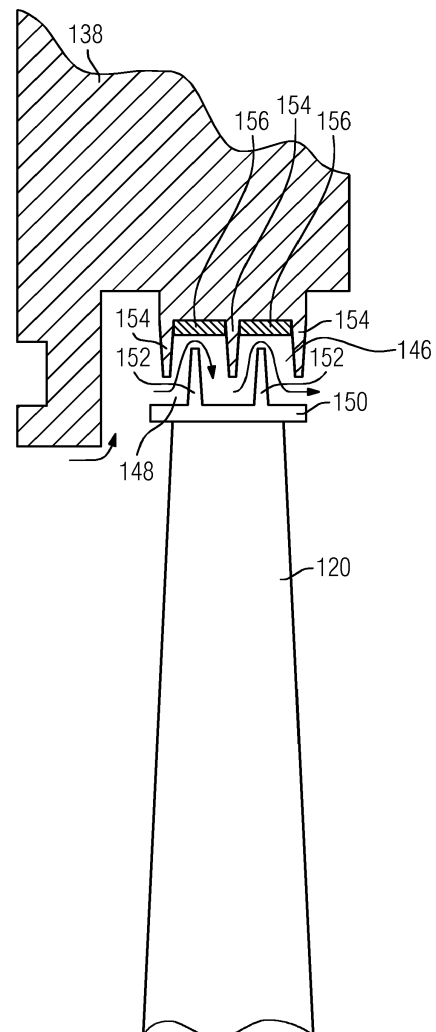
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Ahmad, Fathi**  
**41564 Kaarst (DE)**  
• **Kurt, Nihal**  
**40231 Düsseldorf (DE)**

(54) **Turbine**

(57) Eine Turbine (100), umfassend eine Laufschaufelreihe (125), deren Laufschaufeln (120) mit einem Deckband (150) verbunden sind, und einen die Laufschaufelreihe (125) umschließendes Gehäuse (138), wobei zwischen Deckband (150) und Gehäuse (138) eine Labyrinthdichtung (148) ausgebildet ist, die mindestens eine am Gehäuse (138) und eine am Deckband (150) angeordnete, sich zumindest über einen Teil des Umfangs erstreckende Dichtungsrippe (152, 154) umfasst, soll mit technisch einfachen Mitteln einen besonders hohen Wirkungsgrad erreichen. Dazu weist eine Oberfläche der Labyrinthdichtung (148), die eine radiale Normale aufweist, eine Anstreifbeschichtung (156) auf.

**FIG 2**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Turbine, umfassend eine Laufschaufelreihe, deren Laufschaufeln mit einem Deckband verbunden sind, und einen die Laufschaufelreihe umschließendes Gehäuse, wobei zwischen Deckband und Gehäuse eine Labyrinthdichtung ausgebildet ist, die mindestens eine am Gehäuse und eine am Deckband angeordnete, sich zumindest über einen Teil des Umfangs erstreckende Dichtungsrippe umfasst.

**[0002]** Eine Turbine ist eine Strömungsmaschine, in der ein unter Druck stehendes Gas expandiert. In der Turbine wird ein heißes und komprimiertes Gas entspannt und so thermische in mechanische Energie umgewandelt. Bei der Dampfturbine wird hier in einem Dampferzeuger erzeugter überhitzter Wasserdampf verwendet, bei der Gasturbine ein Heißgas (Mischung aus Verbrennungsgas und Luft). Das Heißgas entsteht durch Verbrennung eines gasförmigen oder flüssigen Treibstoffs in einer Brennkammer, der weiterhin komprimierte Luft aus einem vorgeschalteten zugeführt wird. Die gewonnene Energie wird beispielsweise in Kraftwerken zum Antrieb eines Generators verwendet, wobei ein Teil der Energie bei der Gasturbine auch zum Antrieb des Verdichters vorgesehen ist.

**[0003]** Der in der Turbine rotierende Rotor mit seinen Laufschaufeln bewegt sich relativ zu dem ihn umschließenden Gehäuse der Turbine, wobei zwischen dem Rotor und dem Gehäuse ein Spalt vorgesehen ist, der zur freien Bewegbarkeit des Rotors erforderlich ist. Durch diesen Spalt tritt stets eine gewisse Leckageströmung auf, welche den Wirkungsgrad der Turbine herabsetzt.

**[0004]** Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, geeignete Dichtungsmaßnahmen in Form einer Labyrinthdichtung vorzunehmen, um die Leckageströmung zu vermindern. Häufig werden hierbei die radial außenliegenden Endbereiche der Laufschaufeln mittels eines Deckbandes verbunden. Das Deckband ist mit mehreren sich im Wesentlichen in Radialrichtung erstreckenden Dichtungsrippen versehen, die zusammen mit Dichtungsrippen an der Wandung des Gehäuses eine Labyrinthdichtung bilden.

**[0005]** Da sich die Laufschaufeln während des Betriebs der Turbine durch Wärmeausdehnung und Fliehkräfte ausdehnen, der Spalt in der Labyrinthdichtung aber zur Erhöhung des Wirkungsgrades dennoch möglichst gering gehalten werden soll, sind die Labyrinthdichtungen häufig für ein kontrolliertes Anstreifen der Laufschaufelspitzen ausgelegt. Hierfür sind die potentiellen Anstreifflächen bienenwabenartig aufgebaut. Eine derartige Auslegung der Anstreifflächen bedeutet jedoch einen besonders hohen technischen Aufwand.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Turbine der eingangs genannten Art anzugeben, welche mit technisch einfachen Mitteln einen besonders hohen Wirkungsgrad erreicht.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem eine Oberfläche der Labyrinthdichtung, die eine

radiale Normale aufweist, eine Anstreifbeschichtung aufweist.

**[0008]** Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass die bislang verwendeten Bienenwabenstrukturen im Bereich des Anstreifens besonders aufwändig und damit teuer herzustellen sind und damit durch einfachere, günstigere Strukturen ersetzt werden sollten. Dabei sollen die Alternativstrukturen aber ähnliche Eigenschaften aufweisen, d. h. für die Umgebungsbedingungen im Strömungskanal einer Turbine geeignet sein und gleiche Abriebeigenschaften aufweisen, d. h. bei Anstreifen möglichst leicht abreiben und dabei keine für die nachfolgenden Turbinenstufen schädigenden Rückstände erzeugen. Dies ist mittels einer entsprechenden Anstreifbeschichtung möglich. Diese kann auf die entsprechenden Oberflächen in technischer einfacher Weise aufgetragen werden und weist die gewünschten Eigenschaften auf.

**[0009]** In vorteilhafter Ausgestaltung umfasst die Anstreifbeschichtung dabei eine MCrAlY-Anstreifschicht. Man kann hierbei für Cobalt (Co) oder Nickel (Ni) oder eine entsprechende Mischung stehen. Derartige Beschichtungen sind besonders hitzebeständig und eignen sich damit auch für Gasturbinen. Chrom (Cr) und Aluminium (Al) formen hierbei schützende Oxidschichten, während Yttrium (Y) die Bildung solcher Schichten begünstigt. Derartige Anstreifschichten können in einfacher Weise mittels einer Vielzahl bekannter Prozesse aufgebracht werden.

**[0010]** In zusätzlicher oder alternativer vorteilhafter Ausgestaltung umfasst die Anstreifbeschichtung eine keramische Anstreifschicht, insbesondere eine Anstreifschicht auf Zirkonoxidbasis. Keramiken sind ebenfalls besonders hitzebeständig und weisen die für eine Anstreifschicht benötigte Porosität auf. Insbesondere Zirkonium(IV)-oxid ist sehr beständig und hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen chemische, thermische und mechanische Einflüsse.

**[0011]** Vorteilhafterweise ist die Oberfläche der Labyrinthdichtung, auf die die Anstreifbeschichtung aufgebracht wird, am Gehäuse angeordnet. Dies ermöglicht insbesondere auch ein Nachrüsten der vorhandenen Gehäusewandungen oder nachträgliches Beschichten der Gehäusewandungen.

**[0012]** Vorteilhafterweise weist die am Deckband angeordnete Dichtungsrippe radial auf die Oberfläche, die mit der Beschichtung versehen ist, d. h. die Dichtungsrippe berührt bei einer radialen Ausdehnung die Oberfläche.

**[0013]** Die Dichtungsrippen am Gehäuse und am Deckband sind vorteilhafterweise in axialer Richtung überlappend ausgebildet, d. h. bei einem Blick in axialer Richtung ist die Labyrinthdichtung blickdicht. Dies wird durch eine entsprechend große Ausdehnung der Dichtungsrippen in Richtung des jeweils gegenüberliegenden Bauteils (Deckband oder Gehäuse) erreicht. Die Dichtungsrippen greifen somit ineinander (Verkämmung).

**[0014]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung weist die Labyrinthdichtung zumindest zwei am Gehäuse angeordnete Dichtungsrippen auf und die am Deckband angeordnete Dichtungsrippe ist in axialer Richtung zwischen den am Gehäuse befestigten Dichtungsrippen angeordnet. Hierdurch bildet der verbleibende Spalt eine U-Form, die die Abdichtung verbessert. Es können auch weitere, abwechselnd an Gehäuse und Deckband angeordnete Dichtungsrippen aufeinander folgen. Hierdurch wird der Spalt weiter verlängert und durch die strömungstechnischen Effekte die Abdichtung noch weiter verbessert.

**[0015]** Die Anstreifbeschichtung erstreckt sich dabei in axialer Richtung vorteilhafterweise vollständig zwischen den am Gehäuse angeordneten Dichtungsrippen. Hierdurch wird auch bei einer temperaturbedingten oder aktiv veranlassten Axialverschiebung des Rotors sichergestellt, dass die Dichtungsrippen des Deckbands bei einer Ausdehnung stets an einer beschichteten Oberfläche anstreifen.

**[0016]** Die Labyrinthdichtung weist vorteilhafterweise einen in Umfangsrichtung gleichbleibenden Längsschnitt auf. Bedingt durch die Rotations- bzw. Radiärsymmetrie des Rotors wird somit entlang des gesamten Umfangs eine entsprechend gute Abdichtung erreicht.

**[0017]** Vorteilhafterweise ist die am Gehäuse angeordnete Dichtungsrippe einstückig mit dem Gehäuse ausgebildet. Entsprechend ist vorteilhafterweise die am Deckband angeordnete Dichtungsrippe einstückig mit dem Deckband ausgebildet. Hierdurch wird die Herstellung der entsprechenden Dichtungsrippen vereinfacht, da diese beispielsweise durch Gießen oder Ziehen direkt mit den entsprechenden Bauteilen geformt werden können.

**[0018]** Die Turbine ist vorteilhafterweise als Gasturbine ausgelegt. Gerade in Gasturbinen sind die Temperaturen besonders hoch, so dass eine wärmebedingte Ausdehnung der Turbinenschaufeln und anderer Bauteile zu erwarten ist. Hier ist die Verwendung einer abriebfähigen Beschichtung in Labyrinthdichtungen von besonderem Vorteil.

**[0019]** Eine Kraftwerksanlage umfasst vorteilhafterweise eine derartige Turbine.

**[0020]** Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Aufbringung einer abriebfähigen Beschichtung zwischen den Dichtungsrippen einer Labyrinthdichtung an einer Schaufelreihe mit Deckband die Verwendung von Bienenwaben-Oberflächen unnötig wird und dadurch der Abdichtungsaufwand bei gleichbleibendem Wirkungsgrad deutlich reduziert wird. Die Kosten werden dadurch reduziert und auch bei der Wiederaufbereitung von Labyrinthdichtungen wird der Aufwand erheblich reduziert. Die Beschichtungen führen zudem durch ihre leichte Abriebfähigkeit zu weniger Beschädigungen an den Dichtrippen des Deckbandes, so dass die Spaltmaße noch weiter reduziert werden können, was den Wirkungsgrad weiter erhöht. Auch muss die Beschichtung im Gegensatz zu Bie-

nenwaben-Oberflächen nicht gekühlt werden, was den technischen Aufwand und den Wirkungsgrad weiter erhöht.

**[0021]** Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Gasturbine, und

FIG 2 einen teilweisen Längsschnitt durch ein Laufschaufelrad mit Deckband.

**[0022]** Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0023]** Die in der FIG 1 gezeigte Turbine ist eine Gasturbine 100 und weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 (Axialrichtung) drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Sofern im Folgenden oder auch im vorhergehenden Beschreibungstext die Begriffe axial, radial, Umfangsrichtung oder vergleichbare Begriffe verwendet werden, so beziehen diese sich stets auf die Rotationsachse 102 der Gasturbine 100.

**[0024]** Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine torusartige Brennkammer 106, hier eine Ringbrennkammer, mit mehreren coaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109. Die Brenner 107 umfassen dabei jeweils einen nicht näher gezeigten Pilotbrenner, der zur Erhöhung der Flammenstabilität insbesondere im Teillastbereich dient.

**[0025]** Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem ringförmigen Hauptströmungskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108. Jede Turbinenstufe 112 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Hauptströmungskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125. Die Schaufeln 120, 130 sind leicht gekrümmt profiliert, ähnlich einer Flugzeugtragfläche.

**[0026]** Die Leitschaufeln 130 sind dabei am Stator 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind. Die Laufschaufeln 120 bilden somit Bestandteile des Rotors oder Läufers 103. An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

**[0027]** Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 106 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Hauptströmungskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120.

**[0028]** Dem Fluidstrom wird durch die möglichst wirbelfreie laminare Umströmung der Turbinenschaufeln 120, 130 ein Teil seiner inneren Energie entzogen, der auf die Laufschaufeln 120 der Turbine 108 übergeht. Über diese wird dann der Rotor 103 in Drehung versetzt, wodurch zunächst der Verdichter 105 angetrieben wird. Die nutzbare Leistung wird an die nicht dargestellte Arbeitsmaschine abgegeben.

**[0029]** Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. In der Gasturbine 100 herrschen Temperaturen von bis zu 1500 Grad Celsius, da höhere Temperaturen einen besseren Wirkungsgrad bedeuten. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 insbesondere der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 106 auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet. Die hohen Belastungen machen höchstbelastbare Werkstoffe erforderlich. Die Turbinenschaufeln 120, 130 werden daher aus Titan-Legierungen, Nickel-Superlegierung oder Wolfram-Molybdän-Legierungen gefertigt.

**[0030]** Die Schaufeln 120, 130 werden für höhere Resistenz gegen Temperaturen sowie Erosion wie zum Beispiel Lochfraß, auch bekannt unter "pitting corrosion", durch Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M = Fe, Co, Ni, Seltene Erden) und Wärme (Wärmedämmschicht, beispielsweise ZrO<sub>2</sub>, Y2O<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub>) geschützt. Die Beschichtung zur Hitzeabschirmung wird Thermal Barrier Coating bzw. kurz TBC genannt. Weitere Maßnahmen, um die Schaufeln hitzeresistenter zu machen, bestehen in ausgeklügelten Kühlkanalsystemen. Diese Technik wird sowohl in den Leit- als auch in den Laufschaufeln 120, 130 angewendet. Jede Leitschaufel 130 weist neben dem eigentlichen Schaufelblatt einen auch als Plattform 144 bezeichneten, dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Innenring 140 des Stators 143 festgelegt. Jeder Innenring 140 umschließt dabei die Welle des Rotors 103. Ebenso weist jede Laufschaufel einen derartigen Laufschaufelfuß auf, endet jedoch in einer Laufschaufelspitze.

**[0031]** Zwischen den Laufschaufeln 120 und der ihren Laufschaufelspitzen gegenüberliegenden Wandung des Gehäuses 138 ist ein Spalt 146 gebildet, der aufgrund der radialen Ausdehnung der Laufschaufelreihen 125 im Betrieb notwendig ist. Der Spalt 146 ist in FIG 2 dargestellt, die in einem Längsschnitt im oberen Teil der Gasturbine 100 eine Laufschaufel 120 in der Turbine 108 zeigt. Der Spalt 146 ist zwischen Laufschaufel 120 und Gehäuse 138 gebildet. Die in FIG 2 gezeigte Ausführung ist in jeder Laufschaufelreihe 125 denkbar.

**[0032]** Durch den Spalt 146 strömt eine Leckageströmung von Heißgas, welche insbesondere zwei negative Effekte mit sich bringt, die den Wirkungsgrad der Gasturbine 100 herabsetzen: Zum einen reduziert die Lecka-

geströmung die Gasmasse, welche durch den Rotor 103 strömt, so dass die entnommene Arbeit geringer wird. Zum zweiten führt die durch den Spalt 146 hervorgerufene Strömung zu einer Beeinträchtigung der eigentlichen Strömung durch die Turbine 108, da diese unterschiedliche Winkel und unterschiedliche lokale Geschwindigkeiten aufweist. Dies resultiert in einer Mischung der beiden Ströme und in einer Verminderung des aerodynamischen Wirkungsgrades. Die Leckageströmung führt auch zu einer Verschlechterung der Anströmung einer nachfolgenden Leitschaufelreihe 115.

**[0033]** Zur Abdichtung ist der Spalt 146 daher mit einer Labyrinthdichtung 148 versehen. Hierfür sind die Laufschaufeln 120 der Laufschaufelreihe 125 mit einem Deckband 150 verbunden, welches sich ringförmig entlang des gesamten Umfangs um die Laufschaufelreihe 125 erstreckt und die Laufschaufelspitzen verbindet. Das Deckband 150 stabilisiert die Laufschaufelreihe 125 auch gegen Schwingungen.

**[0034]** Die Labyrinthdichtung 148 und ihre Bestandteile werden im folgenden anhand ihres Längsschnittes beschrieben, der entlang des gesamten Umfanges gleichbleibend ist. Am Deckband sind zwei radial nach außen erstreckte Dichtungsrippen 152 angeordnet, die sich nach außen leicht verjüngen, ansonsten aber einen im Wesentlichen rechteckigen Längsschnitt aufweisen. Weiterhin sind am Gehäuse 138 drei gleichmäßig beabstandete ebenso ausgebildete Dichtungsrippen 154 angeordnet, die sich entsprechend radial nach innen erstrecken. Sie sind jedoch radial kürzer als die Dichtungsrippen 152 am Deckband 150.

**[0035]** Die am Deckband 150 angeordneten Dichtungsrippen 152 sind einteilig mit dem Deckband 150 ausgeführt. Ebenso sind die am Gehäuse 138 angeordneten Dichtungsrippen 154 einteilig mit dem entsprechend dort angeordneten Bestandteil des Gehäuses 138 ausgeführt.

**[0036]** Der Abstand benachbarter Dichtungsrippen 154 am Gehäuse 138 entspricht dem Abstand der Dichtungsrippen 152 am Deckband 152. In axialer Richtung sind alle Dichtungsrippen 152, 154 gleichmäßig beabstandet, so dass Dichtungsrippen 154 am Gehäuse 138 und Dichtungsrippen 152 am Deckband 150 alternieren. Sie sind dabei überlappend ausgebildet und greifen somit ineinander. Dies wird dadurch erreicht, dass die Spitzen der Dichtungsrippen 152 des Deckbands 150 so nahe wie möglich am Gehäuse 138 angeordnet sind.

**[0037]** Durch die beschriebene Ausbildung der Dichtungsrippen 152, 154 wird die Labyrinthdichtung 148 gebildet, deren Dichtwirkung auf strömungstechnischen Effekten durch die Verlängerung des abzudichtenden Spaltes 146 beruht. Dadurch wird der Strömungswiderstand erhöht. Ein vollständiges Abdichten ist aufgrund der notwendigen Berührungsfreiheit nicht möglich. Der Luftstrom durch die Labyrinthdichtung 148 ist mit Pfeilen dargestellt.

**[0038]** Zur möglichst guten Abdichtung des Spaltes 146 sollten daher die Dichtungsrippen 152 des Deck-

bands 150 so ausgeführt werden, dass sie so nahe wie möglich an das Gehäuse 138 reichen. Um hierbei Beschädigungen zu vermeiden, die durch eine thermische oder fliehkraftbedingte radiale Ausdehnung der Laufschaufelreihe 125 entstehen könnten, ist auf die Oberfläche der Labyrinthdichtung 148, die sich zwischen den Dichtungsrippen 154 des Gehäuses 138 erstreckt und den Dichtungsrippen 152 des Deckbands 150 gegenüberliegend angeordnet ist, eine entlang des gesamten Umfangs erstreckte Anstreifbeschichtung 156 aufgebracht.

**[0039]** Die Anstreifbeschichtung 156 kann keramische Stoffe wie z. B. Zirkonoxid oder auch metallische Beschichtungen wie z. B. MCrAlY umfassen. Bei einer Berührung durch die Dichtungsrippen 152 des Deckbands 150 wird die Anstreifbeschichtung 156 abgetragen und es entsteht weder ein Schaden, noch wird die Gasturbine 100 durch Reibung gebremst. Hierdurch kann der Spalt 146 minimiert werden und der Wirkungsgrad der Gasturbine 100 wird optimiert.

#### Patentansprüche

1. Turbine (100), umfassend eine Laufschaufelreihe (125), deren Laufschaufeln (120) mit einem Deckband (150) verbunden sind, und einen die Laufschaufelreihe (125) umschließendes Gehäuse (138), wobei zwischen Deckband (150) und Gehäuse (138) eine Labyrinthdichtung (148) ausgebildet ist, die mindestens eine am Gehäuse (138) und eine am Deckband (150) angeordnete, sich zumindest über einen Teil des Umfangs erstreckende Dichtungsrippe (152, 154) umfasst, wobei eine Oberfläche der Labyrinthdichtung (148), die eine radiale Normale aufweist, eine Anstreifbeschichtung (156) aufweist.
2. Turbine (100) nach Anspruch 1, bei der die Anstreifbeschichtung (156) eine MCrAlY-Anstreifschicht umfasst.
3. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Anstreifbeschichtung (156) eine keramische Anstreifschicht, insbesondere eine Anstreifschicht auf Zirkonoxidbasis umfasst.
4. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Oberfläche der Labyrinthdichtung (148) am Gehäuse (138) angeordnet ist.
5. Turbine (100) nach Anspruch 4, bei der die am Deckband (150) angeordnete Dichtungsrippe (152) radial auf die Oberfläche weist.
6. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Dichtungsrippen (152, 154) in axialer Richtung überlappend ausgebildet sind.
7. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Labyrinthdichtung (148) zumindest zwei am Gehäuse (138) angeordnete Dichtungsrippen (154) aufweist und die am Deckband (150) angeordnete Dichtungsrippe (152) in axialer Richtung zwischen den am Gehäuse (138) befestigten Dichtungsrippen (154) angeordnet ist.
8. Turbine (100) nach Anspruch 7, bei der sich die Anstreifbeschichtung (156) in axialer Richtung vollständig zwischen den am Gehäuse (138) angeordneten Dichtungsrippen (154) erstreckt.
9. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Labyrinthdichtung (148) einen in Umfangsrichtung gleichbleibenden Längsschnitt aufweist.
10. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die am Gehäuse (138) angeordnete Dichtungsrippe (154) einstückig mit dem Gehäuse (138) ausgebildet ist.
11. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die am Deckband (150) angeordnete Dichtungsrippe (152) einstückig mit dem Deckband (150) ausgebildet ist.
12. Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die als Gasturbine (100) ausgelegt ist.
13. Kraftwerksanlage mit einer Turbine (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

FIG 1

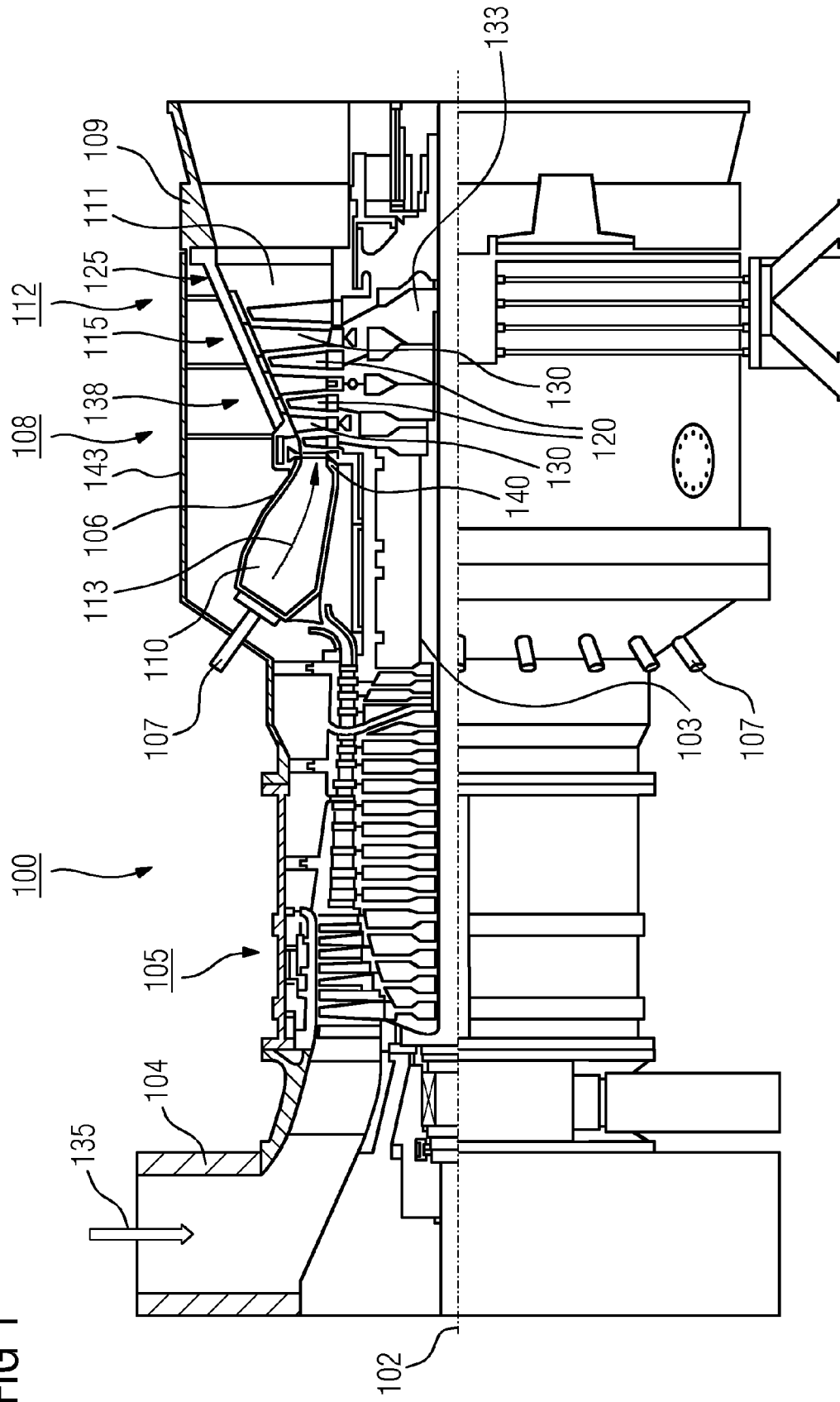
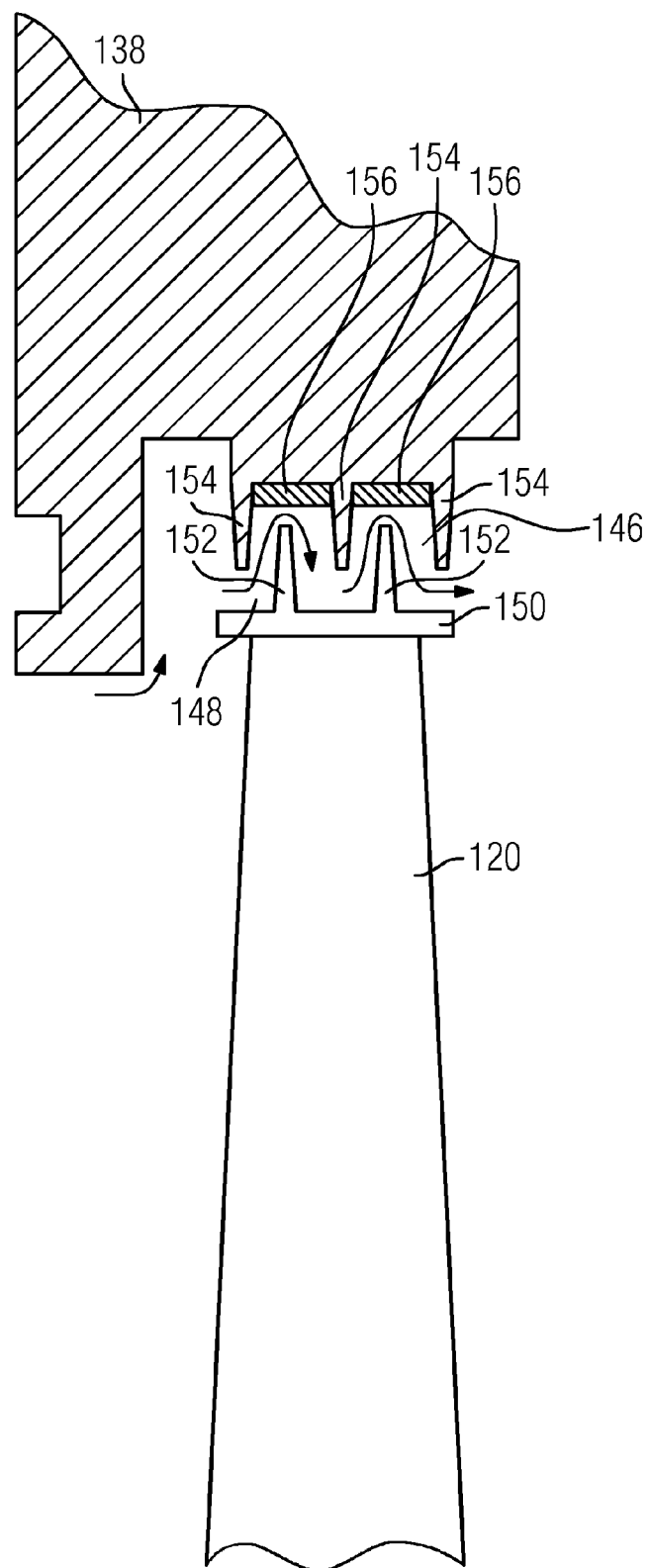


FIG 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 17 2926

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                   | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2002/192074 A1 (TURNQUIST NORMAN ARNOLD [US] ET AL) 19. Dezember 2002 (2002-12-19)                 | 1,2,4-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | INV.<br>F01D1/02<br>F01D11/12      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Absatz [0005] *                                                                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildungen 1,2,4,5 *                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2008/075600 A1 (MOORS THOMAS MICHAEL [US] ET AL) 27. März 2008 (2008-03-27)                        | 1,2,4-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ADD.<br>F01D5/22                   |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 2,3 *                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Satz 3, Absatz 5 *                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 1 505 260 A2 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH] ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 9. Februar 2005 (2005-02-09) | 1,4-6,<br>9-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildung 2 *                                                                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Satz 3, Absatz 17 *                                                                                 | 2,7,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 2 636 853 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 11. September 2013 (2013-09-11)                                   | 1,4-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 3-5 *                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Absatz [0020] - Absatz [0021] *                                                                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 1 865 150 A1 (SULZER METCO US INC [US]) 12. Dezember 2007 (2007-12-12)                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Absatz [0005] - Absatz [0007] *                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | F01D                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildung 1 *                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 44 46 361 A1 (MTU MUENCHEN GMBH [DE]) 27. Juni 1996 (1996-06-27)                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Spalte 1, Zeile 40 - Zeile 42 *                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildung 1 *                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                       | Abschlußdatum der Recherche<br>16. September 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Prüfer<br>Georgi, Jan              |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                       | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

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

EP 14 17 2926

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.

16-09-2014

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                                                        | Datum der<br>Veröffentlichung                                                    |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| US 2002192074 A1                                    | 19-12-2002                    | EP 1270876 A2<br>JP 2003065076 A<br>KR 20020096941 A<br>RU 2319017 C2<br>US 2002192074 A1                | 02-01-2003<br>05-03-2003<br>31-12-2002<br>10-03-2008<br>19-12-2002               |
| US 2008075600 A1                                    | 27-03-2008                    | AU 2007214378 A1<br>CN 101148993 A<br>DE 102007044727 A1<br>JP 2008075644 A<br>US 2008075600 A1          | 10-04-2008<br>26-03-2008<br>03-04-2008<br>03-04-2008<br>27-03-2008               |
| EP 1505260 A2                                       | 09-02-2005                    | EP 1505260 A2<br>US 2004151582 A1                                                                        | 09-02-2005<br>05-08-2004                                                         |
| EP 2636853 A1                                       | 11-09-2013                    | CN 103306749 A<br>EP 2636853 A1<br>JP 2013185584 A<br>US 2013236298 A1                                   | 18-09-2013<br>11-09-2013<br>19-09-2013<br>12-09-2013                             |
| EP 1865150 A1                                       | 12-12-2007                    | CA 2585992 A1<br>CN 101125753 A<br>EP 1865150 A1<br>JP 5128185 B2<br>JP 2007327139 A<br>US 2008124548 A1 | 08-12-2007<br>20-02-2008<br>12-12-2007<br>23-01-2013<br>20-12-2007<br>29-05-2008 |
| DE 4446361 A1                                       | 27-06-1996                    | KEINE                                                                                                    |                                                                                  |

EPO FORM P0461

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