

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/167346 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F01D 5/30 (2006.01) *F01D 5/08* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/057753
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
15. April 2013 (15.04.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2012 207 622.0 8. Mai 2012 (08.05.2012) DE
- (71) **Anmelder:** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) **Erfinder:** AHMAD, Fathi; Moselstr. 1, 41564 Kaarst (DE). KURT, Nihal; Torgauerstr. 31, 40231 Düsseldorf (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

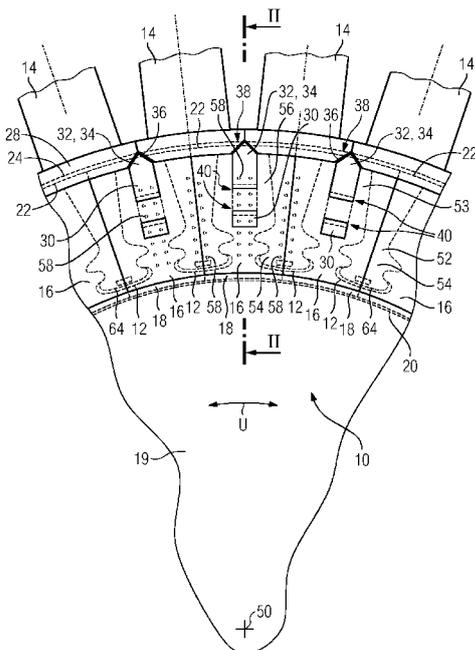
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) **Title:** TURBINE ROTOR BLADE AND AXIAL ROTOR BLADE SECTION FOR A GAS TURBINE

(54) **Bezeichnung :** TURBINENLAUFSCHAUFEL UND AXIALER ROTORABSCHNITT FÜR EINE GASTURBINE

FIG 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a turbine rotor blade (14) with a blade root (54), a platform (28) which adjoins it, and a turbine blade (15) which is set up on that side of the platform (28) which faces away from the blade root (54), wherein at least one opening (62) for feeding a coolant (66) into the turbine rotor blade interior is provided on an underside (64) of the blade root (54), which at least one opening (62) merges into a coolant duct (60). Furthermore, the invention relates to an axial rotor section (10) for a rotor (23) of a turbine, having an outer circumferential surface which adjoins two end-side first side surfaces (53) and in which rotor blade holding grooves (12) which are distributed over the circumference and extend along an axial direction are provided for rotor blades (14) of the turbine, wherein a turbine rotor blade (14) is arranged in every holding groove (12), wherein a multiplicity of sealing elements (16) are provided at the side of a side surface (53) of the rotor section (10), which sealing elements (16) lie opposite the end sides (52) of blade roots (54) such that a gap is formed. In order to achieve improved cooling of the sealing element (16), which extends the service life thereof and/or toughens said sealing element (16) for higher ambient temperatures, it is proposed that a multiplicity of outlet holes (58) for impingement cooling of the sealing elements (16) are provided in the end surface (53) and/or in the end surface (52).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/167346 A1



Die Erfindung betrifft eine Turbinelaufschaufel (14) mit einem Schaufelfuß (54), einer sich daran anschließenden Plattform (28) und einem an der dem Schaufelfuß (54) abgewandten Seite der Plattform (28) angesiedelten Schaufelblatt (15), wobei an einer Unterseite (64) des Schaufelfußes (54) zumindest eine Öffnung (62) zur Zuführung eines Kühlmittels (66) in das Turbinelaufschaufelinnere vorgesehen ist, die in einen Kühlmittelkanal (60) übergeht. Weiter betrifft die Erfindung einen axialen Rotorabschnitt (10) für einen Rotor (23) einer Turbine, mit einer an zwei stirnseitigen ersten Seitenflächen (53) angrenzenden äußeren Umfangsfläche, in der über den Umfang verteilte, sich entlang einer Axialrichtung erstreckenden Laufschaufelhaltenuten (12) für Laufschaufeln (14) der Turbine vorgesehen sind, wobei in jeder Haltenut (12) eine Turbinelaufschaufel (14) angeordnet ist, wobei seitlich einer Seitenfläche (53) des Rotorabschnitts (10) eine Vielzahl von Dichtelementen (16) vorgesehen sind, die spaltbildend den Stirnseiten (52) der Schaufelfüße (54) gegenüberliegen. Um eine verbesserte Kühlung des Dichtelementes (16) zu erreichen, was dessen Lebensdauer verlängert bzw. dieses für höhere Umgebungstemperaturen ertüchtigt, wird vorgeschlagen, dass in der Seitenfläche (53) und/oder in der Stirnfläche (52) eine Vielzahl von Austrittslöchern (58) zur Prallkühlung der Dichtelemente (16) vorgesehen sind.

Beschreibung

Axialer Rotorabschnitt und Turbinenlaufschaufel für eine Gasturbine

5

Die Erfindung betrifft einen axialen Rotorabschnitt für einen Rotor einer Gasturbine mit einer an zwei stirnseitigen ersten Seitenflächen angrenzenden äußeren Umfangsfläche, in der über den Umfang verteilte, sich entlang einer axialen Richtung erstreckende Laufschaufelhaltenuten für Laufschaufeln der Turbine vorgesehen sind. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Turbinenlaufschaufel mit einem Schaufelfuß, einer sich daran anschließenden Plattform und einem an der fußabgewandten Seite der Plattform angesiedelten Schaufelblatt, wobei im Schaufelfuß zumindest eine Öffnung zur Zuführung eines Kühlmittels in das Turbinenlaufschaufelinnere vorgesehen ist, die in einen Kühlmittelkanal übergeht.

Ein gattungsgemäßer axialer Rotorabschnitt für eine Turbine ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 1 963 364 A1 bekannt. Der von einer Rotorscheibe gebildete Rotorabschnitt ist mit in Axialrichtung verlaufenden Haltenuten für Laufschaufeln der Turbine ausgestattet, wobei stirnseitig eine endlos umlaufende Aufnahme für Dichtbleche vorgesehen ist. Die darin sitzenden Dichtbleche blockieren eine Verschiebung der Laufschaufeln entlang der Haltenuten und fixieren somit diese. Jedes Dichtblech wird dabei von einer Schraube gegen Verlust gesichert.

30

Die Dichtbleche bilden zudem in Umfangsrichtung betrachtet einen Dichtring. Der Dichtring trennt einen ersten Raum zwischen dem Dichtblech und der Stirnseite der Rotorscheibe von einem jenseits des Dichtbleches liegenden zweiten Raum ab. Im Betrieb wird der erste Raum von Kühlluft durchströmt, was eine thermische Überbelastung von Schaufelfuß und dem äußeren Rand der Rotorscheibe verhindert.

35

Ein Nachteil der bekannten Vorrichtung ist die Verwendung einer Schraube zur Sicherung der Dichtbleche gegen eine Verschiebung in Umfangsrichtung. Aufgrund der zwischen Betrieb und Stillstand auftretenden thermischen Wechselbeanspruchung und aufgrund des durch die Turbine strömenden Heißgases kann es zu Korrosions- und Festigkeitsproblemen in der Verschraubung kommen. Unter Umständen kann diese nicht bestimmungsgemäß gelöst werden. In diesem Fall wird die Schraube ausgebohrt, wobei dieser Vorgang in der Regel am noch in der unteren Gehäusehälfte der Gasturbine liegenden Rotor durchgeführt wird. Dabei kann es passieren, dass Späne in die untere Gehäusehälfte fallen, welche beim nachfolgenden Betrieb ungewollte Verunreinigungen herbeiführen können.

Ferner ist aus der FR 2 524 933 eine Sicherung für Laufschaufeln gegen eine Axialverschiebung bekannt, die mittels eines in Umfangsrichtung verschiebbaren Bleches gehalten werden. Die darin gezeigte Anordnung ist jedoch nicht geeignet, einen scheibennahen Raum gegenüber einem jenseits des Blechs vorhandenen Raum abzudichten. Hier besteht also die Gefahr einer temperaturbedingten Schädigung von Schaufelfuß und Rotor-scheibenrand.

Des Weiteren ist aus der Offenlegungsschrift DE 30 33 768 A1 eine Läuferbaugruppe für eine Läuferscheibe einer Turbine bekannt, welche einen einstückigen Dichtring zur Axialsicherung von Laufschaufeln aufweist. Aufgrund des einstückigen Dichtrings ist dieser jedoch lediglich für Flugzeuggasturbinen geeignet, da diese in Axialrichtung durch wechselweises Stapeln von Rotor- und Statorbauteilen zusammengesetzt werden. Stationäre Gasturbinen werden dagegen aus zwei Gehäusehälften zusammengesetzt, die den vollständig montierten Rotor umgreifen. Der einstückige Dichtring der DE 30 33 768 A1 wird nach Art eines Bajonett-Verschlusses mit der Turbinenscheibe verhakt.

Ferner ist aus der US 2004/0081556 A1 eine gattungsgemäße Gasturbinenschaufel mit einem Schaufelfuß, einer Plattform

und einem Schaufelblatt bekannt. Die Plattform erstreckt sich von einer anströmseitigen Kante zu einer abströmseitigen Kante, bezogen auf das Heißgas, welches die Gasturbine in Axialrichtung durchströmt. Die Plattform weist eine in Umfangsrichtung der Turbinenscheibe verlaufende abströmseitige Kante auf, welche über die axiale Breite der Turbinenscheibe nach Art einer Traufe hinausragt. An der Unterseite der abströmseitigen Kante der Plattform sind mehrere, die Kühlluftströmung beeinflussende Strukturelemente vorgesehen.

10

Mit zunehmendem technischen Fortschritt und neuen Anforderungen an die Leistung und Lebensdauer von Gasturbinen besteht das Bedürfnis, neue Konstruktionen bereitzustellen, die trotz technisch anspruchsvolleren Randbedingungen weiterhin die gewünschte Lebensdauer aufweisen.

15

Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung einer Turbinenlaufschaukel und eines axialen Rotorabschnitts, mit welchen die vorgenannten Anforderungen erfüllt werden können.

20

Die auf die Turbinenlaufschaukel gerichtete Aufgabe wird mit einer solchen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

25

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass in der Stirnseite des Schaufelfußes eine Anzahl von Austrittslöchern zur Kühlung benachbarter Bauteile vorgesehen sind, die in den betreffenden Kühlmittelkanal münden.

30

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Schaufelfuß der Turbinenlaufschaukel auch für andere Zwecke eingesetzt werden kann als das Tragen der Plattform und des sich daran anschließenden Schaufelblattes. Nunmehr wird der Schaufelfuß der Turbinenlaufschaukel so ausgestaltet, dass er Teil einer Kühlungsanordnung wird, wobei das zu kühlende Bauteil nicht zur Turbinenlaufschaukel gehört, sondern ein Dichtelement ist, welche im eingebauten Zustand zueinander benachbart sind. Zum einen fixiert das Dichtelement die betreffende Turbinenlaufschaukel in der Laufschaukelhaltung axial und zum

35

anderen leitet es ein Kühlmittel oberflächennah an einer Seitenfläche eines axialen Rotorabschnitts und an der Stirnseite des Schaufelfußes. Gleichzeitig kühlte dieser vorbeigeleitete Kühlmittelstrom bisher auch das Dichtelement.

5

Durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaukel besteht nun die Möglichkeit, sich von der konvektiven Kühlung des Dichtelements abzuwenden und dafür eine Prallkühlung mit Hilfe einer besonders einfachen Konstruktion zu etablieren. Von besonderem Vorteil ist, dass auf ein aufwändig befestigtes Prallkühlelement verzichtet werden kann. Anstelle dessen ist im Inneren des Schaufelfußes für das Prallkühlmittel ein Versorgungskanal, der Kühlmittelkanal, vorgesehen, welcher sich vorzugsweise vergleichsweise nah unterhalb der Stirnfläche des Schaufelfußes erstreckt. In Bezug auf die Orientierung in einer Gasturbine erstreckt sich der Kühlmittelkanal in Radialrichtung. Gleichzeitig ist eine Anzahl von Löchern in der Stirnfläche des Schaufelfußes vorgesehen, die im Kühlmittelkanal münden. Das im Kühlmittelkanal einströmende Kühlmittel kann dann durch die Löcher, den sogenannten Austrittslöchern, an der Stirnseite des Schaufelfußes strahlenartig austreten, wonach dieses dann auf die - der Stirnseite des Schaufelfußes zugewandte - Fläche des Dichtelementes aufprallt. Hiermit wird das Dichtelement besser als bisher gekühlt. Gleichzeitig kann eine effizientere thermische Abschirmung des Schaufelfußes und des äußeren Rands des Rotorabschnitts bzw. einer Rotorscheibe erreicht werden. Dies wirkt sich bei unveränderten Einsatzbedingungen lebensdauerverlängernd aus oder ermöglicht bei schwierigeren Einsatzbedingungen, d.h. höheren lokalen Betriebstemperaturen eine ähnliche Lebensdauer wie bisher.

Dabei können die Längsachsen der Austrittslöcher gegenüber der Längserstreckung des Schaufelfußes bzw. der Laufschaufelhaltenut jeden erforderlichen Winkel aufweisen, um eine möglichst große Fläche des Dichtelementes prallzukühlen.

35

Ein weiterer Vorteil ist die gesteigerte Dichtwirkung im Schaufelsystem, da aufgrund der Prallkühlstrahlen entlang der Seitenfläche des Rotorabschnitts weniger Kühlluft strömt. Sofern an beiden Stirnseiten des Schaufelfußes Dichtelemente am axialen Rotorabschnitt der Gasturbine vorgesehen sind, bietet sich die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit stirnseitig angeordneten Kühlmittelkanälen und Austrittslöchern ebenfalls an beiden Stirnseiten des Schaufelfußes an.

10 Sowohl der Kühlmittelkanal als auch die stirnseitig angeordneten Austrittslöcher können unmittelbar beim Gießen des Schaufelfußes bzw. der Turbinenlaufschaufel mit hergestellt werden. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, diese in die zumeist gegossene Turbinenlaufschaufel einzubringen. Das Einbringen des Kühlmittelkanals und/oder der Austrittslöcher
15 kann bspw. mit Hilfe von Laserbohren oder durch Erodieren erfolgen. Dabei sind zweckmäßigerweise die Austrittslöcher in einem gleichmäßigen Raster flächig verteilt. Andere Herstellverfahren, beispielsweise das Befestigen eines Prallkühlblechs über einer stirnseitigen Kühlmittelkanalnut, sind
20 ebenfalls denkbar.

Die auf den axialen Rotorabschnitt gerichtete Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Demnach sind in
25 analoger Weise zu der Turbinenlaufschaufel im axialen Rotorabschnitt an den zwischen den Haltenuten angeordneten Bereichen zumindest einer Seitenfläche Austrittslöcher zur Prallkühlung der Dichtelemente vorgesehen.

30 Hierbei treten in analoger Weise die gleichen Vorteile auf wie bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaufel.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, deren Merkmale untereinander beliebig
35 kombinierbar sind.

Um einen definierten Abstand zwischen der betreffenden Stirnseite des Schaufelfußes der Turbinenlaufschaufel und des Dichtelementes einzuhalten, kann zumindest ein Abstandshalter an der betreffenden Stirnseite vorgesehen sein.

5

Da zumeist die Bereitstellung von Kühlmittel für die Turbinenlaufschaufel schaufelfußunterseitig erfolgt, ist es von Vorteil, wenn die Öffnung des Kühlmittelkanals schaufelfußunterseitig angeordnet ist und zwischen der Öffnung und der dieser zugeordneten Stirnseite des Schaufelfußes ein für das Kühlmittel druckverlust erzeugendes Element oder ein abdichtendes Element schaufelfußunterseitig angeordnet ist. Mit Hilfe eines derartigen Elementes kann das Druckgefälle so eingestellt werden, dass das Kühlmittel in den Kühlmittelkanal ein- und durch die Austrittslöcher ausströmt.

10
15

Diese Elemente müssen jedoch nicht zwingend einstückig mit der Laufschaufel oder mit dem axialen Rotorabschnitt ausgebildet sein. Sie können auch als separat hergestellte Dichtung oder Strömungsbarriere ausgebildet sein.

20

Um eine besonders gleichmäßige Kühlung aller Dichtelemente eines Dichtelementenrings eines axialen Rotorabschnitts entlang des Umfangs gesehen herbeizuführen, empfiehlt sich die Verwendung der erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaufel in einem erfindungsgemäßen axialen Rotorabschnitt.

25

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

30

FIG 1 einen axialen Rotorabschnitt mit am Außenumfang angeordneten Turbinenlaufschaufeln,

35

FIG 2 die Querschnittsansicht gemäß FIG 1 entlang der Schnittlinie II-II,

FIG 3 einen Längsschnitt durch den Fußbereich einer erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaufel, und

FIG 4 eine perspektivische Darstellung des Schaufelfußes der erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaufel.

5 In allen Figuren sind identische Merkmale mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt einen axialen Rotorabschnitt 10 in einer Seitenansicht und FIG 2 in einem Querschnitt gemäß der Schnittlinie
10 II-II aus FIG 1. Für jede gegen eine axiale Verschiebung innerhalb ihrer Laufschaufelhaltenut 12 zu sichernde Turbinenlaufschaufel 14, nachfolgend kurz Laufschaufel genannt, sind zwei benachbarte Dichtelemente 16 vorgesehen, welche jeweils die stirnseitige Öffnung der betreffenden Laufschaufel-
15 haltenut 12 hälftig überdecken. Jedes Dichtelement 16 sitzt mit seinem radial inneren Ende 18 in einer an einer Rotorscheibe 19 stirnseitig vorgesehenen Nut 20 und mit seinem radial äußeren Ende 22 in einer Sicherungsnut 24, die an der Unterseite 26 einer Plattform 28 der Laufschaufel 14 vorge-
20 sehen ist. Um jedes Dichtelement 16 gegen ein Verschieben in Umfangsrichtung U zu sichern, ist an jedem ein radial geradliniger Blechstreifen 30 befestigt. Jeder Blechstreifen 30 endet an seinem radial äußeren Ende 32 in einer gleichmäßig zusammenlaufenden Spitze 34. An den Plattformen 28 der Laufschaufeln 14 sind gefaste Kanten 36 vorhanden, wobei jeweils
25 zwei gegenüberliegende Kanten 36 von unmittelbar benachbarten Laufschaufeln 14 eine spitz zulaufende Aussparung 38 bilden, in die die Spitze 34 des Blechstreifens 30 zur Sicherung des Dichtelements 16 gegen eine Verschiebung in Umfangsrichtung U
30 hineinragen und anliegen kann.

Die Dichtelemente 16 sorgen außerdem für eine Trennung von zwei Räumen 37, 39, in denen einerseits Kühlmittel und andererseits ein Gemisch aus Kühlmittel und Heißgasstrom auftreten kann.
35

Zur Befestigung der Blechstreifen 30 am Dichtelement 16 sind im letztgenannten zwei parallele Schlitze 40 vorgesehen,

durch die der bereits U-förmig vorgebogene Blechstreifen 30 eingesetzt wird. Das der Spitze 34 gegenüberliegende Ende 41 des Blechstreifens 30 wird bereits vor der Montage des Dichtelements 16 an der Rotorscheibe 19 in die in FIG 2 dargestellte Position zur Befestigung des Blechstreifens 30 gebogen.

Nach der Montage der Laufschaufeln 14 in die Rotorscheiben 19 werden nacheinander die Dichtelemente 16 mit den vormontierten Blechstreifen 30 in die endlos umlaufende, an der Rotorscheibe 19 angeordnete Nut 20 und in die an der Unterseite 26 der Plattform 28 angeordnete Sicherungsnut 24 eingefädelt. Die Dichtelemente 16 werden so entlang des Umfangs der Nut 20 positioniert, dass jeder Blechstreifen 30 einer Aussparung 38 gegenüberliegt. Anschließend werden die Spitzen 34 der Blechstreifen 30 in die Aussparungen 38 eingebogen, um eine Verschiebung der Dichtelemente 16 in Umfangsrichtung U auszuschließen.

In einer Stirnseite 52 des Schaufelfußes 54 und in den Seitenflächen 53 von sogenannten Klauen 56, welche zwischen zwei einander unmittelbar benachbarten Haltenuten 12 den äußeren Rand der Rotorscheibe 19 bilden, sind Austrittslöcher 58 vorgesehen. Wie aus FIG 2 ersichtlich, sind die im Schaufelfuß 54 angeordneten Austrittslöcher 58 mit einem Kühlmittelkanal 60 verbunden, dessen einströmseitige Öffnung 62 zum Zuführen eines Kühlmittels in der Unterseite 64 des Schaufelfußes 54 angeordnet ist.

Beim Betrieb einer mit einem solchen Rotorabschnitt 10 ausgestatteten Gasturbine strömt durch einen in der Rotorscheibe 19 angeordneten Kühlkanal 65 Kühlmittel 66 in den Freiraum 67 zwischen Schaufelfußunterseite 64 und dem Nutgrund der Haltenut 12. Von dort aus gelangt ein Teil des Kühlmittels 66 zur Öffnung 62, wonach es anschließend in den Kühlmittelkanal 60 eintritt. Aufgrund des vorhandenen Druckgefälles strömt das Kühlmittel 66 anschließend durch die Austrittslöcher 58 in

Form von Prallkühlstrahlen aus und trifft prallkühlend auf das Dichtelement 16.

5 Um das gewünschte Druckgefälle einzustellen, bietet es sich ggf. an, an der Unterseite 64 des Schaufelfußes 54 zwischen Öffnung 62 und Stirnseite 52 ein druckverlusterzeugendes Element 68 anzuordnen. Dieses kann auch als Dichtelement ausgebildet sein.

10 Für einen definierten Abstand zwischen Stirnseite 52 des Schaufelfußes 54 und Dichtelement 16 kann an der Stirnseite 52 auch ein Abstandselement 70 vorgesehen sein.

15 Die Versorgung der in den Klauen 56 angeordneten Austrittslöcher 58 mit Kühlluft kann mit Hilfe geeigneter Bohrungen (nicht dargestellt) in der Rotorscheibe 19 erreicht werden.

Die FIG 3 und 4 zeigen die erfindungsgemäße Turbinenlaufschaukel 14 umfassend den Schaufelfuß 54, eine Plattform 28
20 und das daran angeordnete Schaufelblatt 15, wobei letztgenanntes jedoch nur teilweise dargestellt ist. Des Weiteren sind die Zuführöffnung 62 und die Austrittslöcher 58 dargestellt. Der Abstand zwischen der Stirnseite 52 des Schaufelfußes 54 und der Öffnung 62 ist vergleichsweise gering, so
25 dass der in FIG 3 im Querschnitt dargestellte Kühlmittelkanal 60 vergleichsweise nah an der ihm zugeordneten Stirnseite 52 angeordnet ist. Der Kühlmittelkanal 60 erstreckt sich parallel zur im Wesentlichen ebenen Stirnseite 52 des Schaufelfußes 54.

30 Insgesamt betrifft die Erfindung somit eine Turbinelaufschaukel 14 mit einem Schaufelfuß 54, einer sich daran anschließenden Plattform 28 und einem an der dem Schaufelfuß 54 abgewandten Seite der Plattform 28 angesiedelten Schaufelblatt
35 15, wobei an einer Unterseite 64 des Schaufelfußes 54 zumindest eine Öffnung 62 zur Zuführung eines Kühlmittels 66 in das Turbinenlaufschaukelinnere vorgesehen ist, die in einen Kühlmittelkanal 60 übergeht. Weiter betrifft die Erfindung

einen axialen Rotorabschnitt 10 für einen Rotor 23 einer Turbine, mit einer an zwei stirnseitigen ersten Seitenflächen 53 angrenzenden äußeren Umfangsfläche, in der über den Umfang verteilte, sich entlang einer Axialrichtung erstreckenden

5 Laufschaufelhaltenuten 12 für Laufschaufeln 14 der Turbine vorgesehen sind, wobei in jeder Haltenut 12 eine Turbinenlaufschaufel 14 angeordnet ist, wobei seitlich einer Seitenfläche 53 des Rotorabschnitts 10 eine Vielzahl von Dichtele-

10 52 der Schaufelfüße 54 gegenüberliegen. Um eine verbesserte Kühlung des Dichtelementes 16 zu erreichen, was dessen Lebensdauer verlängert bzw. dieses für höhere Umgebungstemperaturen ertüchtigt, wird vorgeschlagen, dass in der Seitenfläche 53 und/oder in der Stirnfläche 52 eine Vielzahl von

15 Austrittslöchern 58 zur Prallkühlung der Dichtelemente 16 vorgesehen sind.

Patentansprüche

1. Turbinenlaufschaufel (14) mit einem Schaufelfuß (54),
5 einer sich daran anschließenden Plattform (28) und einem an
der fußabgewandten Seite der Plattform (28) angesiedelten
Schaufelblatt (15),
wobei im Schaufelfuß (54) zumindest eine Öffnung (62) zur
Zuführung eines Kühlmittels (66) in das Turbinenlaufschau-
10 felinnere vorgesehen ist, die in einen Kühlmittelkanal (60)
übergeht,
dadurch gekennzeichnet,
dass in zumindest einer der beiden Stirnseiten (52) eine
Anzahl von Austrittslöchern (58) zur flächigen Prallkühlung
15 benachbarter Bauteile vorgesehen sind, die in den betref-
fenden Kühlmittelkanal (60) münden.
2. Turbinenlaufschaufel (14) nach Anspruch 1,
bei der die Öffnung (62) schaufelfußunterseitig angeordnet
20 ist.
3. Turbinenlaufschaufel (14) nach Anspruch 1 oder 2,
bei der der betreffende Kühlmittelkanal (60) zur betreffen-
den Stirnseite (52) des Schaufelfußes (54) unmittelbar be-
25 nachbart ist.
4. Turbinenlaufschaufel (14) nach Anspruch 1, 2 oder 3,
bei der an der betreffenden Stirnseite (52) zumindest ein
Abstandshalter (70) zur Anlage eines Dichtelements (16)
30 vorgesehen ist.
5. Turbinenlaufschaufel (14) nach einem der Anspruch 2 bis
4,
bei der zwischen der Öffnung (62) und der dieser zuzuord-
35 nenden Stirnseite (52) an der Unterseite (64) ein für Kühl-
mittel druckverlusterzeugendes Element (68) angeordnet ist.

6. Axialer Rotorabschnitt (10) für einen Rotor (23) einer Turbine, mit einer an zwei stirnseitigen ersten Seitenflächen (53) angrenzenden äußeren Umfangsfläche, in der über den Umfang verteilte, sich entlang einer Axialrichtung erstreckende Laufschaufelhaltenuten (12) für Laufschaufeln (14) der Turbine vorgesehen sind, wobei in jeder Haltenut (12) eine Turbinenlaufschaufel (14) angeordnet ist, wobei seitlich einer Seitenfläche (53) des Rotorabschnitts (10) eine Vielzahl von Dichtelementen (16) vorgesehen sind, die spaltbildend den Stirnseiten (52) der Schaufelfüße (54) gegenüberliegen, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einer der Seitenflächen (53) eine Vielzahl von Austrittslöchern (58) zur flächigen Prallkühlung der Dichtelemente (16) vorgesehen sind.
7. Rotorabschnitt (10) nach Anspruch 6, bei dem die Turbinenlaufschaufeln (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet sind.
8. Verfahren zum Kühlen eines Dichtelements (16) eines Rotorabschnitts (10) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, bei dem durch die Austrittslöcher (58) Kühlluft zur flächigen Prallkühlung der Dichtelemente (16) ausströmt.

FIG 2

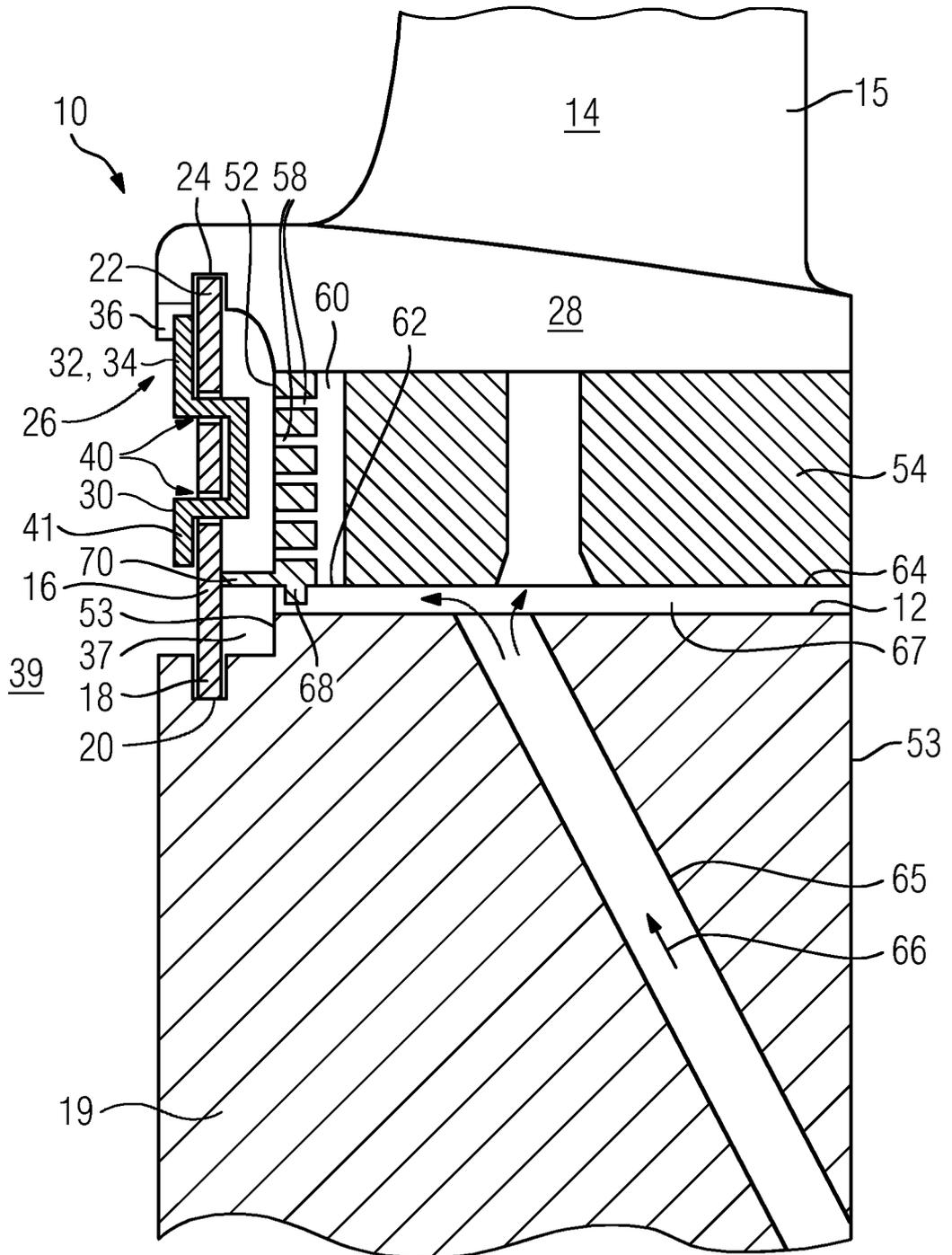


FIG 3

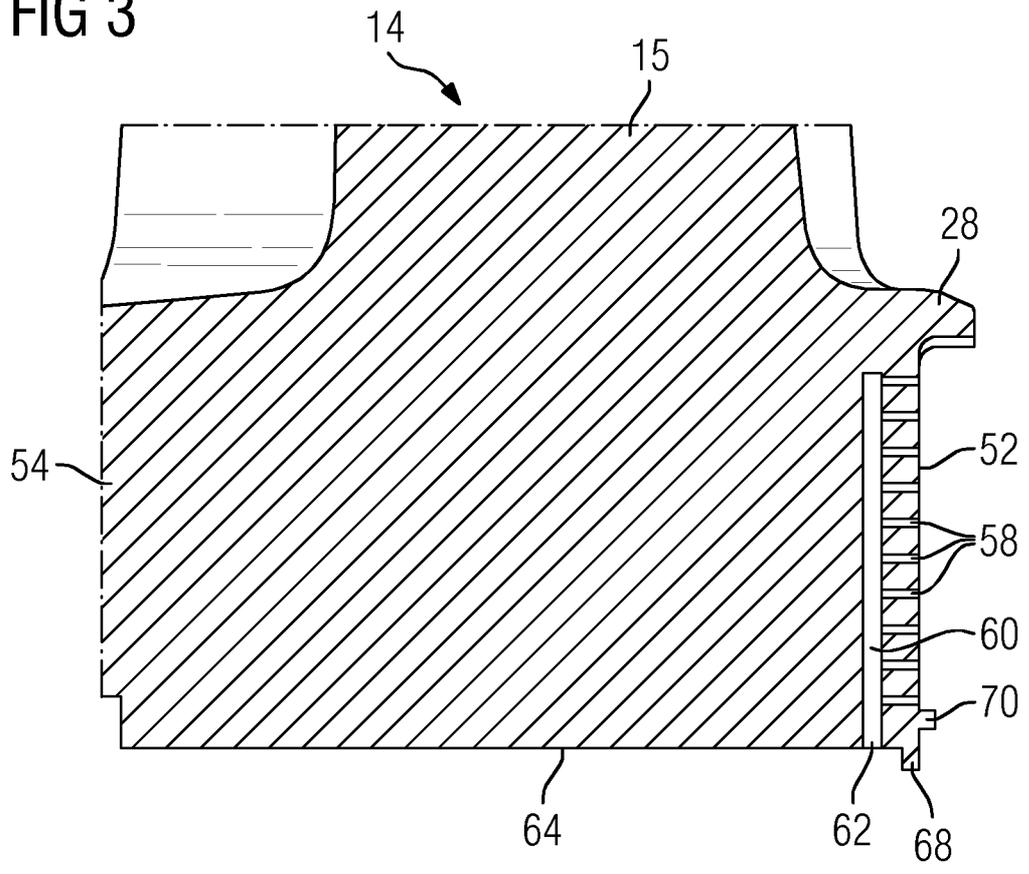
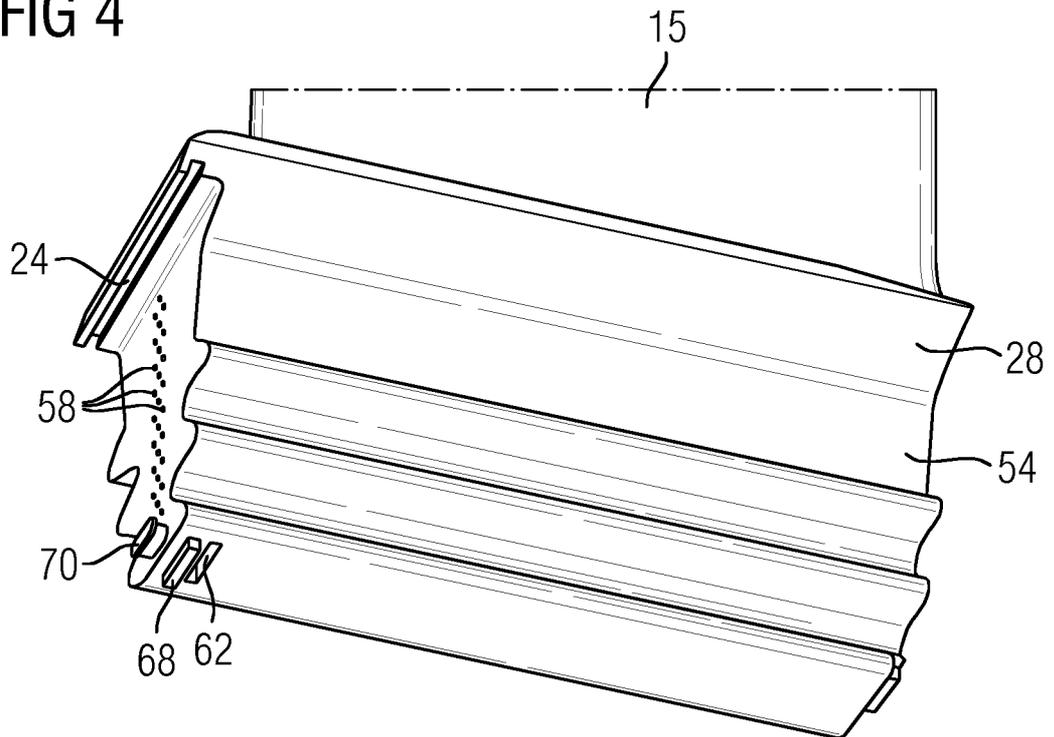


FIG 4



Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

SEE EXTRA SHEET

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/057753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D5/30
ADD. F01D5/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/232660 A1 (LIANG GEORGE [US]) 17 September 2009 (2009-09-17)	1-4
Y	figures 10,10a	5
X	EP 2 388 435 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 23 November 2011 (2011-11-23)	1,3
Y	paragraph [0012]; figure 2	5
X	EP 1 205 634 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 15 May 2002 (2002-05-15)	1-3
Y	figures	5
X	EP 2 423 435 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29 February 2012 (2012-02-29)	1-3
Y	claim 8; figures	5
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 25 July 2013	Date of mailing of the international search report 02/08/2013
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Raspo, Fabrice
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No
 PCT/EP2013/057753

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 978 211 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8 October 2008 (2008-10-08) figures	1-5

A	US 4 439 107 A (ANTONELLIS STEPHEN M [US]) 27 March 1984 (1984-03-27) figure	6-8

A	EP 2 208 859 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 21 July 2010 (2010-07-21) figures 4,5	6-8

A	EP 2 418 352 A2 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 15 February 2012 (2012-02-15) figures 1,4	6-8

A	US 4 093 399 A (GLENN ROBERT G) 6 June 1978 (1978-06-06) figure	6-8

A	JP S57 162903 A (HITACHI LTD) 6 October 1982 (1982-10-06) figures 2-4	6-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/057753

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009232660	A1	17-09-2009	NONE
EP 2388435	A2	23-11-2011	CN 102251813 A 23-11-2011 EP 2388435 A2 23-11-2011 JP 2011241827 A 01-12-2011 US 2012070305 A1 22-03-2012
EP 1205634	A2	15-05-2002	BR 0105005 A 25-06-2002 CA 2359291 A1 03-05-2002 EP 1205634 A2 15-05-2002 JP 4138297 B2 27-08-2008 JP 2002201906 A 19-07-2002 US 6402471 B1 11-06-2002
EP 2423435	A1	29-02-2012	EP 2423435 A1 29-02-2012 EP 2580429 A1 17-04-2013 US 2013156598 A1 20-06-2013 WO 2012028424 A1 08-03-2012
EP 1978211	A1	08-10-2008	CN 101680304 A 24-03-2010 EP 1978211 A1 08-10-2008 EP 2129871 A1 09-12-2009 JP 4942844 B2 30-05-2012 JP 2010523873 A 15-07-2010 RU 2009140744 A 10-05-2011 US 2011027092 A1 03-02-2011 WO 2008122492 A1 16-10-2008
US 4439107	A	27-03-1984	NONE
EP 2208859	A2	21-07-2010	CN 101781999 A 21-07-2010 EP 2208859 A2 21-07-2010 JP 2010163921 A 29-07-2010 US 2010178155 A1 15-07-2010
EP 2418352	A2	15-02-2012	EP 2418352 A2 15-02-2012 US 2012036864 A1 16-02-2012
US 4093399	A	06-06-1978	NONE
JP S57162903	A	06-10-1982	NONE

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-5

An rotor blade having a cooling channel in the base and outlet holes in a blade end that lead to the cooling channel for impingement cooling of another component.

2. Claims 6-8

A rotor portion consisting of a rotor disc with retainer grooves, rotor blades secured therein and a sealing element, with outlet holes in the rotor disc between the retainer grooves to cool the sealing element.

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01D5/30 ADD. F01D5/08		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2009/232660 A1 (LIANG GEORGE [US]) 17. September 2009 (2009-09-17)	1-4
Y	Abbildungen 10,10a	5
X	EP 2 388 435 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 23. November 2011 (2011-11-23)	1,3
Y	Absatz [0012]; Abbildung 2	5
X	EP 1 205 634 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 15. Mai 2002 (2002-05-15)	1-3
Y	Abbildungen	5
X	EP 2 423 435 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29. Februar 2012 (2012-02-29)	1-3
Y	Anspruch 8; Abbildungen	5
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. Juli 2013		02/08/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Raspo, Fabrice

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 978 211 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8. Oktober 2008 (2008-10-08) Abbildungen	1-5
A	----- US 4 439 107 A (ANTONELLIS STEPHEN M [US]) 27. März 1984 (1984-03-27) Abbildung	6-8
A	----- EP 2 208 859 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 21. Juli 2010 (2010-07-21) Abbildungen 4,5	6-8
A	----- EP 2 418 352 A2 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 15. Februar 2012 (2012-02-15) Abbildungen 1,4	6-8
A	----- US 4 093 399 A (GLENN ROBERT G) 6. Juni 1978 (1978-06-06) Abbildung	6-8
A	----- JP S57 162903 A (HITACHI LTD) 6. Oktober 1982 (1982-10-06) Abbildungen 2-4	6-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/057753

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009232660	A1	17-09-2009	KEINE
EP 2388435	A2	23-11-2011	CN 102251813 A 23-11-2011 EP 2388435 A2 23-11-2011 JP 2011241827 A 01-12-2011 US 2012070305 A1 22-03-2012
EP 1205634	A2	15-05-2002	BR 0105005 A 25-06-2002 CA 2359291 A1 03-05-2002 EP 1205634 A2 15-05-2002 JP 4138297 B2 27-08-2008 JP 2002201906 A 19-07-2002 US 6402471 B1 11-06-2002
EP 2423435	A1	29-02-2012	EP 2423435 A1 29-02-2012 EP 2580429 A1 17-04-2013 US 2013156598 A1 20-06-2013 WO 2012028424 A1 08-03-2012
EP 1978211	A1	08-10-2008	CN 101680304 A 24-03-2010 EP 1978211 A1 08-10-2008 EP 2129871 A1 09-12-2009 JP 4942844 B2 30-05-2012 JP 2010523873 A 15-07-2010 RU 2009140744 A 10-05-2011 US 2011027092 A1 03-02-2011 WO 2008122492 A1 16-10-2008
US 4439107	A	27-03-1984	KEINE
EP 2208859	A2	21-07-2010	CN 101781999 A 21-07-2010 EP 2208859 A2 21-07-2010 JP 2010163921 A 29-07-2010 US 2010178155 A1 15-07-2010
EP 2418352	A2	15-02-2012	EP 2418352 A2 15-02-2012 US 2012036864 A1 16-02-2012
US 4093399	A	06-06-1978	KEINE
JP S57162903	A	06-10-1982	KEINE

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-5

Laufschaufel mit einem Kühlkanal im Fuß und im Kühlkanal mündenden Austrittslöchern in einer Schaufelstirnseite zur Prallkühlung von einem anderen Bauteil

2. Ansprüche: 6-8

Rotorabschnitt bestehend aus einer Rotorscheibe mit Haltenuten, darin befestigten Laufschaufeln und einem Dichtelement, mit Austrittslöchern an der Rotorscheibe zwischen den Haltenuten zur Kühlung des Dichtelements
