

(19)



(11)

EP 2 918 780 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.09.2015 Patentblatt 2015/38

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01) F01D 9/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14159498.6**

(22) Anmeldetag: **13.03.2014**

(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

(72) Erfinder:
• **Kurt, Nihal**
40231 Düsseldorf (DE)
• **Ahmad, Fathi**
41564 Kaarst (DE)
• **Schüler, Marco**
45131 Essen (DE)

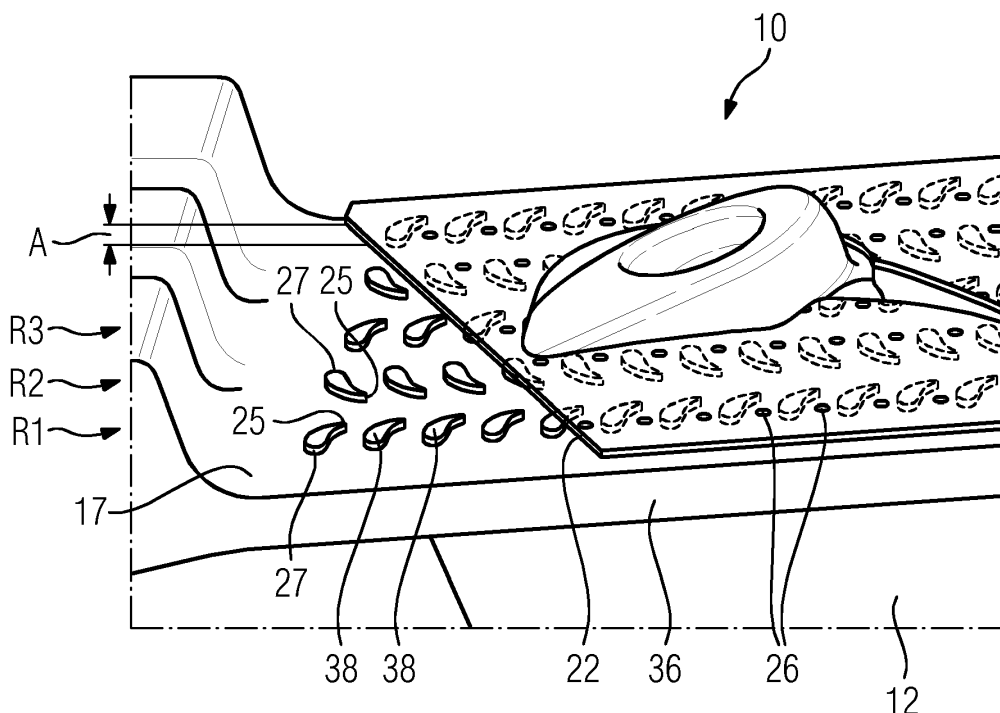
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Prallgekühltes Bauteil für eine Gasturbine**

(57) Insgesamt betrifft die Erfindung ein Bauteil (10) für eine Gasturbine, mit einer Bauteilwand (14), entlang deren Außenseite (18, 21) ein Heißgas strömbar ist und zu dessen der Außenseite (18, 21) gegenüberliegenden Innenseite (24) eine Prallkühlwand (22) mit einer Anzahl von rasterförmig angeordneten Prallkühlöffnungen (26)

beabstandet ist, wobei an der Innenseite Leitelemente (38) zur Führung von einem durch die Prallkühlöffnungen (26) zugeführten Kühlmittel angeordnet sind. Die Leitelemente (38) aufweisen eine Kontur in Form eines gewölbten Tropfens mit einem dünneren Ende und einem dickeren Ende.

FIG 2



EP 2 918 780 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein prallgekühltes Bauteil für eine Gasturbine, mit einer Bauteilwand, entlang deren Außenseite ein Heißgas strömbar ist und zu dessen der Außenseite gegenüberliegenden Innenseite eine Prallkühlwand mit einer Anzahl von rasterförmig angeordneten Prallkühlöffnungen beabstandet ist, wobei an der Innenseite Leitelemente zur Führung von einem durch die Prallkühlöffnungen zugeführten Kühlmittel angeordnet sind.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind derartige Bauteile insbesondere als Turbinenschaufeln bekannt, die insbesondere in stationären Gasturbinen Verwendung finden. Beispielsweise offenbart die EP 2 236 751 A2 eine entsprechende Turbinenschaufel. Zur besseren Kühlung von den thermisch besonders hoch beanspruchten Turbinenschaufeln wird die Kühlung auf der Innenseite der Schaufel als Prallkühlung ausgeführt. Hierzu ist in geringem Abstand zur Innenwand ein gelochtes Blech positioniert. Die durch die Löcher im Blech hindurchtretenden Luftstrahlen treffen senkrecht auf die Innenseite der zu kühlenden Schaufelwand und führen so zu einer besonders effizienten Kühlung. An der Innenseite angeordneten Rippen leiten die zur Prallkühlung eingesetzte Kühlluft nach ihrem Aufprall zur Mitte des Schaufelblatts, welches erfahrungsgemäß am höchsten temperaturbelastet ist. Die höhere Kühlluftkonzentration sorgt dort für eine ausreichende Kühlung.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines eingangs genannten Bauteils, bei dem eine verbesserte Kühlung erreicht wird.

[0004] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird mit einem Bauteil gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Bauteils sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Leitelemente eine Kontur in Form eines gewölbten Tropfens mit einem dünneren Ende und einem dickeren Ende aufweisen. Mit anderen Worten sind die Leitelemente ebenso aerodynamisch gekrümmt wie ein Schaufelblatt einer Turbinenschaufel und umfassen mithin eine saugseitige Wandfläche und eine druckseitige Wandfläche, entlang der das Kühlmittel strömen kann. Die Begriffe "dickere Ende" und "dünnere Ende" beziehen sich jeweils auf das andere Ende.

[0006] Durch die erfindungsgemäße Form der Leitelemente wird das zur Prallkühlung eingesetzte Kühlmittel nach seinem Aufprall entsprechend der Form der Leitelemente umgelenkt und bei Anwendung mehrerer erfindungsgemäßer Leitelemente werden die einzelnen unterschiedlichen Kühlmittelströmungen vergleichmäßig. Besonders von Vorteil ist der saugseitig an den Leitelementen entstehende Effekt der Beschleunigung der Kühlmittelströmung, was den Kühleffekt weiter steigert.

[0007] Neben der gezielten Führung der Strömung werden unerwünschte Querströmungen zu benachbarten Prallkühlöffnungen reduziert, was die Effizienz der

Prallkühlung ansteigen lässt. Durch eine vorzugsweise reihenförmige Anordnung von Leitelementen wird zudem eine bessere konvektive Kühlung erreicht. Die reihenförmige Anordnung der Leitelemente ist analog zu einer Abwicklung einer Schaufelblattreihe eines Schaufelkranzes.

[0008] Zudem sind die Leitelemente mit der Bauteilwand monolithisch ausgeführt. Hierdurch kann eine verbesserte Wärmeleitung aus der Bauteilwand über die Leitelemente in das Kühlmittel erreicht werden. Vorzugsweise ist ein flächiges Muster an Leitelementen vorgesehen, welches weiter bevorzugt zu dem Raster der Prallkühlöffnungen versetzt ist.

[0009] Bei monolithischer Einheit von Leitelement in Gestalt eines räumlichen Körpers und der Bauteilwand wird eine effektivere Kühlwirkung aufgrund vergrößerter Bauteilfläche erreicht und somit ein geringerer Kühlmittelverbrauch erzielt. Der geringere Kühlmittelverbrauch wirkt sich wiederum positiv auf den Wirkungsgrad einer Gasturbine aus, in der das erfindungsgemäße Bauteil während des Betriebs verwendet wird.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung weisen die Leitelemente eine Höhe auf, die geringer ist als der Abstand zwischen Innenseite und Prallkühlwand. Dies verhindert eine ungewünscht große Verblockung des Freiraums zwischen Prallkühlwand und Innenseite bei vergleichsweise großer Oberfläche der jeweiligen Leitelemente. Mithin stützt sich die Prallkühlwand nicht an allen Leitelementen ab, schlechtestenfalls nur an einigen wenigen.

[0011] Eine strömungsverlustarme Zusammenführung von einzelnen Kühlmittelströmen, die aus einzelnen Prallkühlstrahlen hervorgegangen sind, lässt sich gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung erreichen, wenn zumindest zwei zueinander beabstandete Reihen vorgesehen sind und die Leitelemente der beiden Reihen derart zueinander angeordnet sind, dass entweder ihre dickeren Enden oder ihre dünneren Enden der gewölbten Tropfen jeder Reihe wechselseitig zu dem entsprechenden Ende der jeweils anderen Reihe weisen. Dabei ist es zur Anpassung des lokalen Wärmeübergangswiderstandes sogar möglich, noch zwischen den Reihen weitere Turbulatoren, beispielsweise Rippen, Nuten oder ähnliches, anzuordnen. Deren Höhen sind dann geringer als die Höhen der Leitelemente.

[0012] Einander störende Prallkühlstrahlen werden vermieden, wenn weiter bevorzugt mehrere oder gar alle Prallkühlöffnungen derart angeordnet ist, dass jede der betreffende Prallkühlöffnung den durch sie hindurchtretenden Prallkühlstrahl entweder auf eine unmittelbar Umgebung des dickeren Endes eines ihr zugeordneten Leitelements richtet oder diesen auf einen Bereich mittig zwischen zwei unmittelbar benachbarte Leitelemente richtet.

[0013] Selbstverständlich kann das Bauteil als Turbinenleitschaufel, als Turbinenlaufschaufel oder auch als ein Führungsringsegment oder als Teil einer Brennkammerwand ausgestaltet sein. Im Falle von Turbinenschau-

feln kann sowohl dessen Schaufelblatt als auch dessen Plattform eine erfindungsgemäße Bauteilwand umfassen.

[0014] Insgesamt betrifft die Erfindung ein Bauteil für eine Gasturbine, mit einer Bauteilwand, entlang deren Außenseite ein Heißgas strömbar ist und zu dessen der Außenseite gegenüberliegenden Innenseite eine Prallkühlwand mit einer Anzahl von rasterförmig angeordneten Prallkühlöffnungen beabstandet ist, wobei an der Innenseite Leitelemente zur Führung von einem durch die Prallkühlöffnungen zugeführten Kühlmittel angeordnet sind. Um ein prallgekühltes Bauteil bereitzustellen, bei dem die konvektive Kühlung verbessert und der Einfluss von Querströmungen verringert ist, wird vorgeschlagen, dass die Leitelemente eine Kontur in Form eines gewölbten Tropfens mit einem dünneren Ende und einem dickeren Ende aufweisen.

[0015] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden anhand eines Ausführungsbeispiels wiedergegeben. Dazu zeigt:

FIG 1 den Längsschnitt durch eine Turbinenleitschaufel und

FIG 2 eine Draufsicht auf eine kaltgasseitige Oberfläche der Plattform der Turbinenschaufel nach FIG 1 mit teilweise geschnittener Prallkühlwand.

[0016] FIG 1 zeigt eine Turbinenschaufel 11, welche in Form einer Leitschaufel ein Ausführungsbeispiel eines prallgekühlten Bauteils 10 ist. Das Bauteil 10 ist zur Verwendung in einer stationären Gasturbine bestimmt. Das Bauteil 10 weist als Turbinenschaufel 11 ein Schaufelblatt 12 auf, welches sich von einer Vorderkante 19 zu einer Hinterkante 16 erstreckt und entlang dessen Außenseiten 18 bei Verwendung in einer Gasturbine ein Heißgas strömbar ist. Zudem sind in der Vorderkante 19 sogenannte Filmkühlöffnungen 15 vorgesehen. Das Bauteil 10 ist hohl ausgeführt und umfasst einen hohlen Einsatz 20, welcher als Prallkühleinsatz zu bezeichnen ist. Der Einsatz 20 umfasst wiederum eine Prallkühlwand 22, die einer Innenseite 24 des Schaufelblatts 12 unter Abstand gegenüberliegt, wobei die Innenseite 24 selber Teil einer Bauteilwand 14 ist. Die Bauteilwand 14 ist sozusagen von der Außenseite 18 und der Innenseite 24 begrenzt. Auf der Innenseite 24 sind entlang einer Spannweiterichtung des Schaufelblatts 12 mehrere Leitelemente 38 verteilt, die jeweils eine Kontur in Form eines gewölbten Tropfens mit einem dünneren Ende 25 und einem dickeren Ende 27 aufweisen. In der Prallkühlwand 22 sind über die Spannweite des Schaufelblatts 12 verteilt eine Vielzahl von Prallkühlöffnungen 26 vorgesehen, durch die fußseitig zugeführte Kühlluft 28 aus dem Hohlraum des Einsatzes 20 heraus in Form von Prallkühlstrahlen 30 austreten kann. Die Strahlen 30 treffen auf die Innenseite 24 der Bauteilwand 14 und kühlen diese während des Betriebs einer Gasturbine effizient. Anschließend

umströmt ein Teil der somit aufgewärmten Kühlluft den Einsatz 20 und insbesondere die Leitelemente 38 gemäß deren Strömungskontur. Dieser Teilstrom wird anschließend bis zur Hinterkante 16 des Schaufelblattes 12 geführt, wo sie dort durch Hinterkantenöffnungen 34 austreten kann. Ein anderer Teil der Kühlluft tritt durch die in der Vorderkante 19 angeordneten Filmkühlöffnungen 15 aus. Andere Möglichkeiten zur Ausleitung der aufgewärmten Kühlluft aus dem Bauteil 10 heraus sind ebenfalls denkbar.

[0017] Die Turbinenschaufel 11 weist ein in der FIG 1 oben dargestelltes fußseitiges Ende 35 mit einer Plattform 36 auf. Die Plattform 36 begrenzt den Heißgaskanal 13 und weist infolgedessen eine dem Heißgaskanal 13 zugewandte Außenseite 21 und eine dieser Außenseite 21 gegenüberliegende Innenseite 17 auf. Aus dieser Innenseite 17 ragen erfindungsgemäße Leitelemente 38 hervor. Unter Abstand A liegt der Innenseite 17 eine Prallkühlwand 22 gegenüber, in der ebenso Prallkühlöffnungen 26 angeordnet sind.

[0018] Die FIG 2 zeigt detailliert die Konturen der Leitelemente 38 in der Form eines gekrümmten Tropfens sowie deren aufgereihete Anordnung. Dazu gibt FIG 2 eine Draufsicht auf eine Innenseite 17 der Plattform 36 der Turbinenschaufel 11 nach FIG 1 mit teilweise geschnittener Prallkühlwand 22 wider.

[0019] Die Leitelemente 38 weisen vorzugsweise eine Höhe ausgehend von der Innenseite 17 auf, die geringer ist als der Abstand A zwischen der Prallkühlwand 22 und der besagten Innenseite 17. Mithin dienen die Leitelemente 38 nicht als Abstandselemente für die Prallkühlwand 22 oder zur Halterung bzw. Positionierung des Prallkühleinsatzes. Zur besseren Veranschaulichung der Anordnung der Leitelemente 38 und deren Kontur ist ein Teil der Prallkühlwand nicht dargestellt.

[0020] Die die Kontur in Form eines gewölbten Tropfens aufweisenden Leitelemente 38 sind in Reihen angeordnet, von denen die ersten drei Reihen mit den Bezugszeichen R1, R2 und R3 identifiziert sind. Innerhalb jeder Reihe R1, R2 und R3 weisen die dickeren Enden 27 zur gleichen Seite, sodass die Anordnung der Leitelemente 38 in einer Reihe der Abwicklung der Schaufelblätter eines Schaufelkranzes entspricht. Bei zwei unmittelbar benachbarten Reihen R1 und R2 bzw. R2 und R3 weisen jeweils die dünneren Enden 25 bzw. deren dickeren Enden 27 zur jeweils anderen Reihe R2 und R1 bzw. R3 und R2.

[0021] Die Prallkühlöffnungen 26 sind entsprechend der Aneinanderreihung der Leitelemente 38 versetzt, wobei in dem Ausführungsbeispiel nach FIG 2 mehrere Varianten dazu gleichzeitig dargestellt sind. Es kann aber auch nur eine der nachfolgend im Detail beschriebenen Varianten insgesamt angewendet werden.

[0022] Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich der Positionierung der Prallkühlöffnungen 26 gegenüber den Leitelementen 38. Gemäß einer ersten Variante ist in R1 jede Prallkühlöffnung 26 sowohl mittig zwischen zwei unmittelbar benachbarten Leitelementen 38 als

auch mittig zwischen zwei gedachten Linien, von denen eine die dickeren Enden und die andere die dünneren Enden der Leitelemente 38 der Reihe R1 miteinander verbindet. Hierdurch kann die Geschwindigkeit der Kühleluft zwischen den Leitelementen 28 effektiv zur Kühlung eingesetzt werden. Im Unterschied dazu sind gemäß einer zweiten Variante in der Reihe R2 die Prallkühlöffnungen 26 in unmittelbarer Nähe der dickeren Enden 27 und etwas druckseitiger in Bezug auf die Tropfenform der Leitelemente 38 angeordnet. Damit kann ein lokaler Bereich fokussiert gekühlt werden, um ein harmonisiertes Spannungsfeld ohne Gradienten zu erreichen.

[0023] In beiden Fällen werden die sich aus den einzelnen Prallkühlstrahlen 30 ergebenden Kühlmittelströme regelmäßig zu einem Freiraum zwischen zwei Reihen R1 und R2 hingeführt, von dem aus sie dann gezielt abströmen können. Die Ausblasung des Kühlmittels am abströmseitigen Ende der Reihen erfolgt dann in bekannter Art, beispielsweise durch nicht weiter dargestellte Filmkühlöffnungen.

[0024] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Bauteil (10) für eine Gasturbine, mit einer Bauteilwand (14), entlang deren Außenseite (18, 21) ein Heißgas strömbar ist und zu dessen der Außenseite (18, 21) gegenüberliegenden Innenseite (17, 24) eine Prallkühlwand (22) mit einer Anzahl von rasterförmig angeordneten Prallkühlöffnungen (26) beabstandet ist, wobei an der Innenseite (17, 24) Leitelemente (38) zur Führung von einem durch die Prallkühlöffnungen (26) zugeführten Kühlmittel angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitelemente (38) eine Kontur in Form eines gewölbten Tropfens mit einem dünneren Ende (25) und einem dickeren Ende (27) aufweisen.
2. Bauteil (10) nach Anspruch 1, bei dem die Leitelemente (38) eine Höhe aufweisen, die geringer ist als der Abstand zwischen Innenseite (17, 24) und Prallkühlwand (22).
3. Bauteil (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Leitelemente (38) in zumindest einer Reihe (R1, R2, R3) angeordnet ist, vergleichbar mit der Abwicklung von Schaufelblättern eines Schaufelkranzes.
4. Bauteil (10) nach Anspruch 3, bei dem zumindest zwei zueinander beabstandete

Reihen (R1, R2) vorgesehen sind und die Leitelemente (38) der beiden Reihen (R1, R2) derart zueinander angeordnet sind, dass entweder die dickeren Enden (27) oder die dünneren Enden (25) jeder Reihe (R1 bzw. R2) wechselseitig zu dem entsprechenden Ende (27, 25) der jeweils anderen Reihe (R2 bzw. R1) weisen.

5. Bauteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem zumindest eine der Prallkühlöffnungen (26) derart angeordnet ist, dass die betreffende Prallkühlöffnung (26) den durch sie hindurchtretenden Prallkühlstrahl (30) zwischen zwei unmittelbar benachbarte Leitelemente (38) richtet.
6. Bauteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem zumindest eine der Prallkühlöffnungen (26) derart angeordnet ist, dass jede der betreffenden Prallkühlöffnungen (26) den durch sie hindurchtretenden Prallkühlstrahl (30) in eine unmittelbarer Umgebung des dickeren Endes (27) eines ihr zugeordneten Leitelements (38) richtet.
7. Bauteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ausgestaltet als Turbinenschaufel (11), dessen Schaufelblatt und/oder dessen Plattform die betreffende Bauteilwand (14) umfasst.
8. Bauteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ausgestaltet als Führungsringssegment, dessen dem Heißgas aussetzbare Wand als die betreffende Bauteilwand (14) ausgestaltet ist.

FIG 1

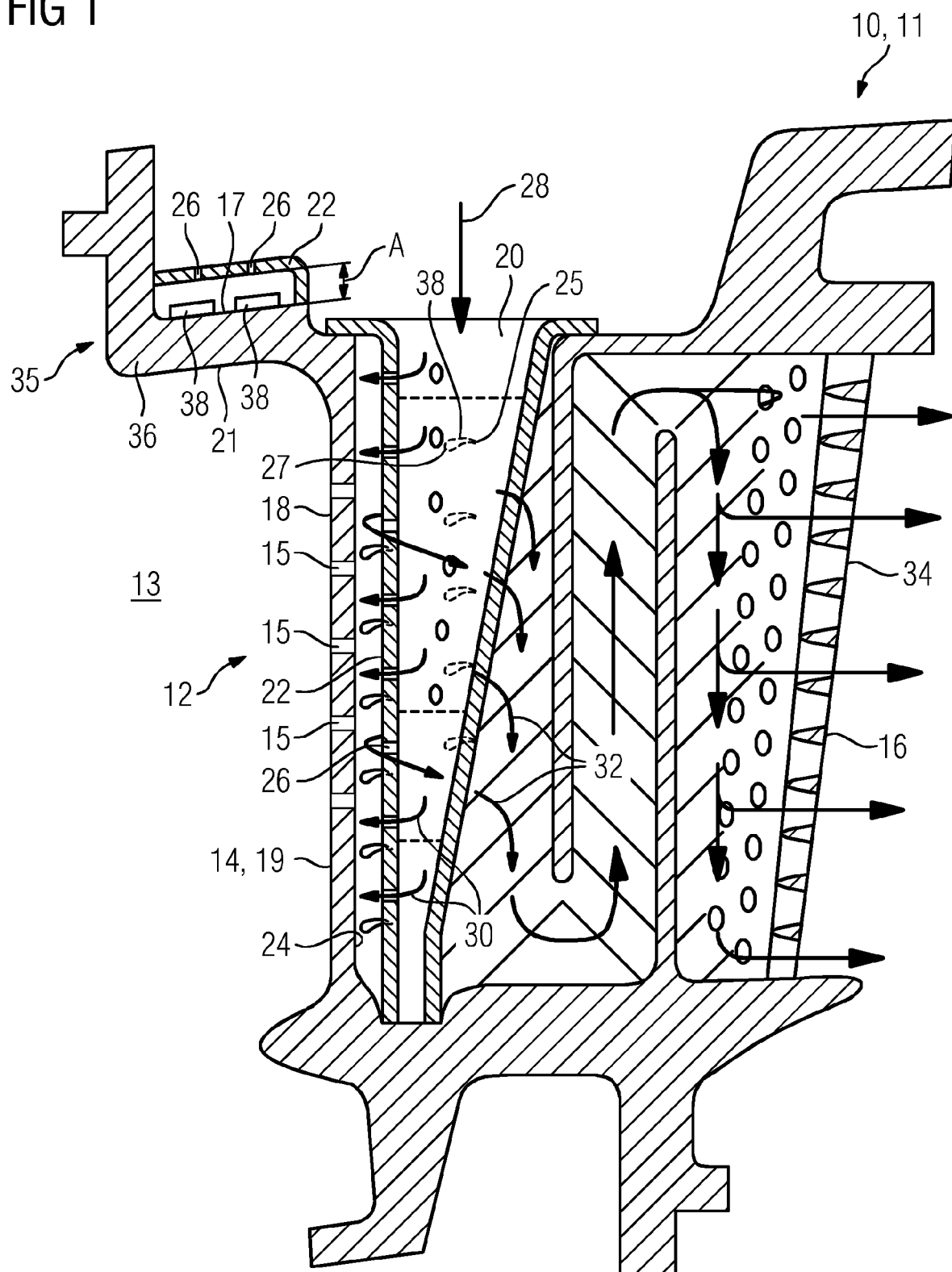
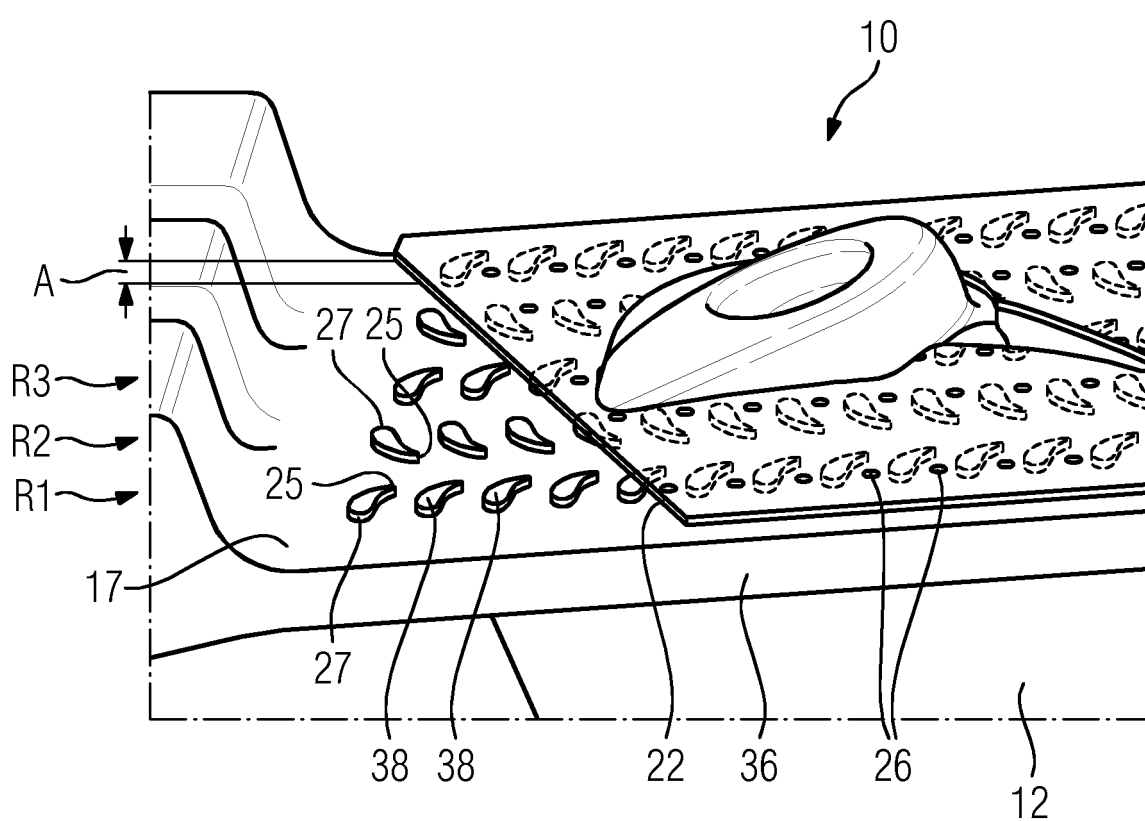


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 15 9498

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	EP 2 236 751 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 6. Oktober 2010 (2010-10-06) * Abbildungen 4,5 *	1-7	INV. F01D5/18 F01D9/04
Y	EP 2 692 991 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5. Februar 2014 (2014-02-05) * Abbildungen 1,3-10 *	1,3,5-8	
Y	US 5 246 341 A (HALL KENNETH B [US] ET AL) 21. September 1993 (1993-09-21) * Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 20; Abbildung 3 *	1,3,5-8	
Y	US 6 227 804 B1 (KOGA AKINORI [JP] ET AL) 8. Mai 2001 (2001-05-08) * Spalte 20, Zeile 34 - Zeile 58; Abbildungen 20,21 *	1-3,5-8	
Y	US 6 554 571 B1 (LEE CHING-PANG [US] ET AL) 29. April 2003 (2003-04-29) * Abbildungen 4,5 *	4	
Y	EP 2 628 905 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 21. August 2013 (2013-08-21) * Abbildungen 2,3 *	1-6,8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		24. Juli 2014	Rolé, Florian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (PC4C03)

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

EP 14 15 9498

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.

24-07-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2236751 A2	06-10-2010	EP 2236751 A2	06-10-2010
		US 2010247284 A1	30-09-2010
EP 2692991 A1	05-02-2014	KEINE	
US 5246341 A	21-09-1993	KEINE	
US 6227804 B1	08-05-2001	DE 69936243 T2	14-02-2008
		EP 0939196 A2	01-09-1999
		JP H11241602 A	07-09-1999
		US 6227804 B1	08-05-2001
US 6554571 B1	29-04-2003	KEINE	
EP 2628905 A2	21-08-2013	EP 2628905 A2	21-08-2013
		US 2013216363 A1	22-08-2013

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

- EP 2236751 A2 [0002]