



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14195679.7**

(22) Anmeldetag: **01.12.2014**

(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)**

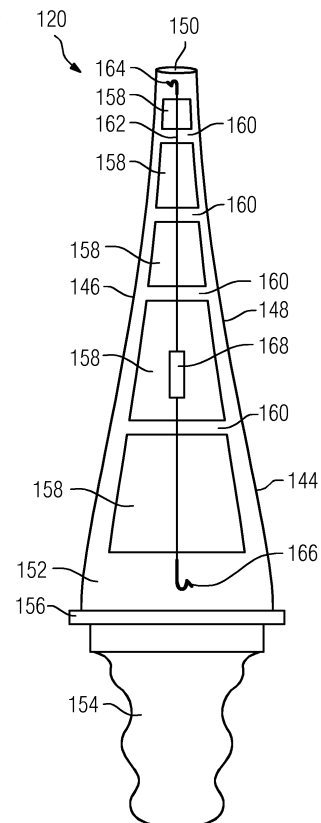
(72) Erfinder:
• **Frantzheld, Robert
13591 Berlin (DE)**
• **Grodzki, Jacek
14089 Berlin (DE)**

- **Hesse, Holger
13629 Berlin (DE)**
- **Kamenzky, Susanne
10713 Berlin (DE)**
- **Kähler, Tobias
19370 Slate (DE)**
- **Maiz, Khaled
13355 Berlin (DE)**
- **Mertens, Dirk
13189 Berlin (DE)**
- **Pipke, Romina
10777 Berlin (DE)**
- **Scheu, Eva
12051 Berlin (DE)**
- **Wiemann, Eric
13589 Berlin (DE)**

(54) **Turbinenlaufschaukel**

(57) Turbinenlaufschaukel (120) für eine Gasturbine (100) mit einem Befestigungsbereich (154) und einem sich daran anschließenden Plattformbereich (152), der eine Plattform (156) umfasst, an der ein im Querschnitt profiliertes Schaufelblatt (144) angeordnet ist, welches an einer Schaufelspitze (150) endet, soll eine besonders hohe Leistung der Gasturbine bei besonders langer Lebensdauer ermöglichen. Dazu weist die Turbinenlaufschaukel (120) einen Zuganker (162) auf, der derart angeordnet ist, dass seine Zugkraft der im Betrieb der Gasturbine (100) auftretenden Fliehkraft entgegenwirkt.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenlaufschaufel für eine Gasturbine mit einem Befestigungsbereich und einem sich daran anschließenden Plattformbereich, der eine Plattform umfasst, an der ein im Querschnitt profiliertes Schaufelblatt angeordnet ist, welches an einer Schaufelspitze endet. Sie betrifft weiter ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Turbinenlaufschaufel.

[0002] Turbinenlaufschaufeln der oben genannten Art dienen in Gasturbinen zur Umwandlung der Energie eines heißen Gasstroms in rotatorische Energie. Sie weisen typischerweise ein von Hohlräumen zur Führung von Kühlluft durchzogenes Schaufelblatt auf, wobei die Hohlräume sich kanalartig entlang der Längs- oder Querrichtung, häufig im gesamten Bereich von der Plattform bis zur Schaufelspitze erstrecken und durch Rippen voneinander getrennt sind. Die Rippen erstrecken sich somit von der Druckseitenwand zur Saugseitenwand.

[0003] Turbinenlaufschaufeln werden derzeit gusstechnisch aus einem Stück und einem Werkstoff hergestellt. Dies erfolgt in der Regel im Vakuumgießverfahren. Die oben beschriebenen Hohlräume in der Schaufel werden dabei mit einem entsprechend geformten Gusskern erzeugt. Im Zuge der weiteren Leistungsverbesserung aktueller Gasturbinen hat sich jedoch herausgestellt, dass die in diesem Verfahren hergestellten Turbinenlaufschaufeln den aktuellen Erfordernissen an Stabilität und Lebensdauer unter Umständen nicht mehr genügen.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Turbinenlaufschaufel der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Turbinenlaufschaufel anzugeben, die eine besonders hohe Leistung der Gasturbine bei besonders langer Lebensdauer ermöglichen.

[0005] Diese Aufgabe wird bezüglich der Turbinenlaufschaufel erfindungsgemäß gelöst, indem die Turbinenlaufschaufel einen Zuganker aufweist, der derart angeordnet ist, dass seine Zugkraft der im Betrieb der Gasturbine auftretenden Fliehkraft entgegenwirkt.

[0006] Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe durch die folgenden Verfahrensschritte gelöst:

- Gießen oder Schmieden eines Befestigungsbereichs und eines sich daran anschließenden Plattformbereichs, der eine Plattform umfasst, an der zumindest ein Teil eines im Querschnitt profilierten Schaufelblatts angeordnet ist, welches an einer Schaufelspitze endet,
- Anordnen eines Zugankers derart, dass seine Zugkraft der im Betrieb der Gasturbine auftretenden Fliehkraft entgegenwirkt.

[0007] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass bezüglich der Erhöhung der Leistung der Gasturbine die Auslegung insbesondere der vierten Turbinenlaufschaufelstufe an fertigungstechnische Grenzen

stößt: Die Laufschaufel soll eine eingangs beschriebene Innenstruktur besitzen und aktiv gekühlt werden. Eine für die Erhöhung der Leistung nötige Verlängerung der Laufschaufel würde zu einem höheren Gewicht führen, wodurch die Fliehkräfte größer würden, als die Schaufel hinsichtlich ihrer Stabilität aushalten kann. Um die Stabilität der Laufschaufel im Betrieb zu erhöhen, sollte diese daher durch ihren Aufbau über eine Vorspannung verfügen, die den Fliehkräften entgegenwirkt. Dies ist durch einen Zuganker erreichbar, der entsprechend in der hohlen Laufschaufel so angeordnet wird, dass seine Zugkraft den Fliehkräften im Betrieb der Gasturbine entgegenwirkt. Der Zuganker weist eine Verbindung zwischen seinen an der Laufschaufel fixierten Endpunkten auf, die geringfügig kürzer ist als die Fixierung der Endpunkte an der Laufschaufel selbst. Somit weist die Laufschaufel eine strukturelle Vorspannung auf, die von den Fliehkräften im Betrieb zunächst überwunden werden muss, bevor eine tatsächliche, die strukturelle Integrität gefährdende resultierende Kraft entstehen kann.

[0008] Vorteilhafterweise erstreckt sich der Zuganker dabei zumindest zwischen Schaufelspitze und Plattformbereich, er wird also bezüglich des Verfahrens vorteilhafterweise zumindest zwischen Schaufelspitze und Plattformbereich erstreckend angeordnet. Damit wirkt die Kraft des Zugankers auf den gesamten von der Fliehkraft erfassten Bereich des Schaufelblatts. Der Zuganker kann dabei auch durch die ganze Schaufel senkrecht hindurch gehen, so dass er von außen an Schaufelspitze und Schaufelfuß befestigt wird. Er kann aber auch innerhalb des Schaufelfußes und der Schaufelspitze befestigt werden.

[0009] In vorteilhafter Ausgestaltung umfasst der Zuganker eine Vorspanneinrichtung, mittels derer der Zuganker bezüglich des Verfahrens vorteilhafterweise vorgespannt wird. Unter einer Vorspanneinrichtung wird dabei eine Einrichtung verstanden, mittels derer die Zugkraft oder -spannung des Zugankers eingestellt werden kann. Dies kann beispielsweise über eine in der Verbindung des Zugankers angeordnete Vorrichtung erreicht werden, mittels derer die Länge des Zugankers eingestellt werden kann, beispielsweise über eine Verbindung mit einem Gewinde. Hierdurch lässt sich die Zugspannung definiert einstellen.

[0010] Das Schaufelblatt umfasst in der Regel eine Druckseitenwand und eine Saugseitenwand, bezogen auf seine Anordnung im Heißgaskanal der Turbine. In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist ein Teil von Druckseitenwand und/oder Saugseitenwand als mit dem übrigen Schaufelblatt verbundener, separater Teil ausgebildet. Bezüglich des Verfahrens umfasst dieses vorteilhafterweise das Verbinden eines Teils von Druckseitenwand und/oder Saugseitenwand mit dem übrigen Schaufelblatt. Mit anderen Worten: Das Schaufelblatt wird im Guss- oder Schmiedeprozess als teilweise offene Struktur gegossen oder geschmiedet. Hierdurch ist der Zuganker besonders einfach an der gewünschten Position in das Schaufelblatt einbringbar und die Zugspan-

nung kann besser aufgebracht werden, insbesondere wenn das Schaufelblatt an Druck- und Saugseite offen ist. Die offenen Stellen des Schaufelblatts können anschließend mittels eines Bleches o. Ä. verschlossen werden.

[0011] Vorteilhafterweise ist zwischen Druckseitenwand und Saugseitenwand weiterhin zumindest eine mit dem übrigen Schaufelblatt einteilige Rippe angeordnet. Bezüglich des Verfahrens umfasst das Gießen oder Schmieden des Schaufelblatts das Gießen bzw. Schmieden zumindest einer zwischen Druckseitenwand und Saugseitenwand angeordneten Rippe. Die Rippen dienen wie bereits eingangs beschrieben der Führung von Kühlluft durch die Laufschaufel. Sie werden hier mit der offenen Struktur des Schaufelblatts geschmiedet oder gegossen, so dass eine stabile Rippenstruktur entsteht, in die der Zuganker eingebracht werden kann.

[0012] In vorteilhafter Ausgestaltung der Turbinenlaufschaufel und des Verfahrens zu dessen Herstellung ist/wird der die offene Druck- und/oder Saugseite verschließende Teil mit dem übrigen Schaufelblatt stoffschlüssig verbunden.

[0013] Insbesondere ist der Teil vorzugsweise über eine Schweißverbindung mit dem übrigen Schaufelblatt verbunden, d. h. bezüglich des Verfahrens erfolgt das Verbinden vorzugsweise mittels Schweißen. Hierfür kommt insbesondere das Elektronenstrahlschweißen in Frage welches hohe Schweißgeschwindigkeiten erlaubt und sich besonders zum Verschweißen der höchstschmelzenden Stähle eignet, die für Turbinenschaufeln verwendet werden.

[0014] Ein Rotor für eine Gasturbine umfasst vorteilhafterweise eine beschriebene Turbinenlaufschaufel und/oder eine mit dem beschriebenen Verfahren hergestellte Turbinenlaufschaufel.

[0015] Eine Gasturbine umfasst vorteilhafterweise einen derartigen Rotor.

[0016] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Anordnung eines Zugankers zwischen Schaufelspitze und Schaufelfuß einer Laufschaufel mit einer Vorspannung eine größere Stabilität der Laufschaufel gegen Fliehkräfte erreicht wird. Damit kann die Laufschaufel länger ausgebildet werden und/oder bei höheren Drehzahlen betrieben werden. Sie kann auch schwerer und resistenter gegen hohe Temperaturen ausgebildet sein. Sämtliche dieser Effekte ermöglichen eine höhere Leistung der Gasturbine.

[0017] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Gasturbine, und

FIG 2 einen Längsschnitt einer Laufschaufel.

[0018] Gleiche Teile sind in beiden Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0019] Die FIG 1 zeigt eine Turbine 100, hier eine Gas-

turbine, in einem Längsteilschnitt. Eine Turbine 100 ist eine Strömungsmaschine, welche die innere Energie (Enthalpie) eines strömenden Fluids (Flüssigkeit oder Gas) in Rotationsenergie und letztlich in mechanische Antriebsenergie umwandelt.

[0020] Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 (Axialrichtung) drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

[0021] Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem ringförmigen Heißgaskanal 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 Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125. Die Schaufeln 120, 130 sind leicht gekrümmt profiliert, ähnlich einer Flugzeugtragfläche.

[0022] 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).

[0023] 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 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120.

[0024] 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.

[0025] Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 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-Superle-

gierung oder Wolfram-Molybdän-Legierungen gefertigt. Die Schaufeln werden für höhere Resistenz gegen Temperaturen so wie 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_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$) 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.

[0026] Jede Leitschaufel 130 weist einen auch als Plattform bezeichneten, dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Dichtring 140 des Stators 143 festgelegt. Jeder Dichtring 140 umschließt dabei die Welle des Rotors 103. Ebenso weist jede Laufschaufel 120 einen derartigen Laufschaufelfuß auf, wie in der folgenden FIG 2 noch dargestellt wird, endet jedoch in einer Laufschaufelspitze.

[0027] FIG 2 zeigt die Laufschaufel 120 in einem Längsschnitt aus Richtung einer Vorderansicht in Richtung der in FIG 1 gezeigten Achse 102. Das Schaufelblatt 144 der Laufschaufel 120 ist im nicht gezeigten Querschnitt ähnlich einer Flugzeugtragfläche profiliert. Der gezeigte Längsschnitt zeigt hinsichtlich des Schaufelblatts 144 die Ober- und Unterseite (links bzw. rechts) des Tragflächenprofils, die als Druckseitenwand 146 und Saugseitenwand 148 bezeichnet werden. Das Schaufelblatt 144 ist derjenige Bereich der Laufschaufel 120, der in den Heißgaskanal 111 ragt. Es endet in einer Schaufelspitze 150.

[0028] Auf der der Achse 102 zugewandten Seite des Schaufelblatts 150 schließen sich an den Schaufelblattbereich der Plattformbereich 152 und der Befestigungsbereich 154 an. Im Plattformbereich 152 ist die bereits angesprochene, quer ausgerichtete Plattform 156 angeordnet, die zur Abdichtung des Rotors 103 gegen das Heißgas dient. Diese ist über eine Verrundung mit dem Schaufelblatt 144 verbunden. Unterhalb der Plattform 156 sind im Befestigungsbereich 154 Profilierungen angebracht, mittels derer die Laufschaufel 120 am Rotor 103 in einer tannenbaumartigen Nut-Feder-Verbindung fixiert wird.

[0029] Im Inneren der Laufschaufel 120 sind mehrere in radialer Richtung beabstandete Kühlkanäle 158 angeordnet, die durch Rippen 160 voneinander getrennt sind, die sich in unterschiedlichen radialen Abständen von der Achse 102, d. h. in unterschiedlichen Entfernungen von der Plattform 156 zwischen Druckseitenwand 146 und Saugseitenwand 148 erstrecken. In anderen Ausführungsformen können die Rippen 160 auch an anderen Stellen angeordnet sein oder die Kühlkanäle 158 in beliebige andere Richtungen ausgerichtet sein.

[0030] Im Inneren der Laufschaufel 120 ist zudem ein Zuganker 162 angeordnet. Der Zuganker 162 umfasst zwei Anker 164, 166, von denen ein Anker 164 im Bereich der Schaufelspitze 150 befestigt ist, der andere Anker 166 im Plattformbereich 152. Beide Anker 164, 166 sind im Inneren des Schaufelblatts 144 formschlüssig in einer Nut durch eine entsprechende Formung fixiert. Die beiden Anker 164, 166 sind miteinander fest verbunden.

[0031] In anderen, nicht gezeigten Ausführungsformen kann sich der Zuganker 162 auch durch die gesamte Laufschaufel 120 erstrecken und von außen befestigt sein. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Laufschaufel 120 jedoch teilweise offen mit der gezeigten Struktur der Rippen 160 gegossen oder geschmiedet. Insbesondere sind Druck- und Saugseitenwand 146, 148 derart offen, dass der Zuganker 162 in der FIG 2 nach dem Gießen oder Schmieden eingesetzt werden kann.

[0032] In der in FIG 2 dargestellten Ausführungsform ist in der Verbindung des Zugankers 162 zwischen den Ankern 164, 166 eine Vorspanneinrichtung 168 angeordnet. Mit der Vorspanneinrichtung 168 ist es möglich, die Länge des Zugankers 162 einzustellen und somit den Zuganker 162 zu verkürzen und dadurch eine Vorspannung zwischen Schaufelspitze 150 und Plattformbereich 152 über das Schaufelblatt 144 zu erzeugen, die der Fliehkraft im Betrieb der Gasturbine 100 entgegen wirkt.

[0033] In alternativen Ausführungsformen kann der Zuganker 162 auch ohne Vorspanneinrichtung 168 ausgebildet sein, muss dann aber bereits bei der Herstellung mit entsprechendem Untermaß versehen werden, so dass die gewünschte Vorspannung bereits beim Einsetzen des Zugankers 162 entsteht.

[0034] Nach der Montage des Zugankers 162 werden die offenen Bereiche von Druck- und Saugseitenwand 146, 148 mit Blechen verschlossen, die mit dem offenen übrigen Schaufelblatt 144 verschweißt werden.

Patentansprüche

1. Turbinenlaufschaufel (120) für eine Gasturbine (100) mit einem Befestigungsbereich (154) und einem sich daran anschließenden Plattformbereich (152), der eine Plattform (156) umfasst, an der ein im Querschnitt profiliertes Schaufelblatt (144) angeordnet ist, welches an einer Schaufelspitze (150) endet, wobei die Turbinenlaufschaufel (120) einen Zuganker (162) aufweist, der derart angeordnet ist, dass seine Zugkraft der im Betrieb der Gasturbine (100) auftretenden Fliehkraft entgegengewirkt.
2. Turbinenlaufschaufel (120) nach Anspruch 1, bei der der Zuganker (162) sich zumindest zwischen Schaufelspitze (150) und Plattformbereich (152) erstreckt.
3. Turbinenlaufschaufel (120) nach einem der vorher-

gehenden Ansprüche,
bei der der Zuganker (162) eine Vorspanneinrichtung (168) umfasst.

4. Turbinenlaufschaufel (120) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der das Schaufelblatt (144) eine Druckseitenwand (146) und eine Saugseitenwand (148) umfasst und
wobei ein Teil von Druckseitenwand (146) und/oder Saugseitenwand (148) als mit dem übrigen Schaufelblatt (144) verbundener, separater Teil ausgebildet ist. 5
5. Turbinenlaufschaufel (120) nach Anspruch 4,
bei der zwischen Druckseitenwand (146) und Saugseitenwand (148) zumindest eine mit dem übrigen Schaufelblatt (144) einteilige Rippe (160) angeordnet ist. 10
6. Turbinenlaufschaufel (120) nach Anspruch 4 oder 5,
bei der der Teil mit dem übrigen Schaufelblatt (144) stoffschlüssig verbunden ist. 20
7. Turbinenlaufschaufel (120) nach Anspruch 6,
bei der der Teil mit dem übrigen Schaufelblatt (144) über eine Schweißverbindung verbunden ist. 25
8. Verfahren zur Herstellung einer Turbinenlaufschaufel (120) für eine Gasturbine (100), umfassend die Verfahrensschritte: 30
 - Gießen oder Schmieden eines Befestigungsbereichs (154) und eines sich daran anschließenden Plattformbereichs (152), der eine Plattform (156) umfasst, an der zumindest ein Teil eines im Querschnitt profilierten Schaufelblatts (144) angeordnet ist, welches an einer Schaufelspitze (150) endet, 35
 - Anordnen eines Zugankers (162) derart, dass seine Zugkraft der im Betrieb der Gasturbine (100) auftretenden Fliehkraft entgegenwirkt. 40
9. Verfahren nach Anspruch 8,
bei der der Zuganker (162) zumindest zwischen Schaufelspitze (150) und Plattformbereich (152) erstreckend angeordnet wird. 45
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
weiter umfassend das 50
 - Vorspannen des Zugankers (162) mittels einer Vorspanneinrichtung (168) des Zugankers (162). 55
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
wobei das Schaufelblatt (144) eine Druckseitenwand (146) und eine Saugseitenwand (148) um-

fasst, weiter umfassend das

- Verbinden eines Teils von Druckseitenwand (146) und/oder Saugseitenwand (148) mit dem übrigen Schaufelblatt (144).
12. Verfahren nach Anspruch 11,
bei dem das Gießen oder Schmieden des Schaufelblatts (144) das Gießen bzw. Schmieden zumindest einer zwischen Druckseitenwand (146) und Saugseitenwand (148) angeordneten Rippe (160) umfasst.
 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
bei dem der Teil mit dem übrigen Schaufelblatt (144) stoffschlüssig verbunden wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 13,
bei dem der Teil mit dem übrigen Schaufelblatt (144) über eine Schweißverbindung verbunden wird.
 15. Rotor (103) für eine Gasturbine (100),
umfassend eine Turbinenlaufschaufel (120) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder eine Turbinenlaufschaufel (120), hergestellt mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14.
 16. Gasturbine (100) mit einem Rotor (103) nach Anspruch 14.

FIG 1

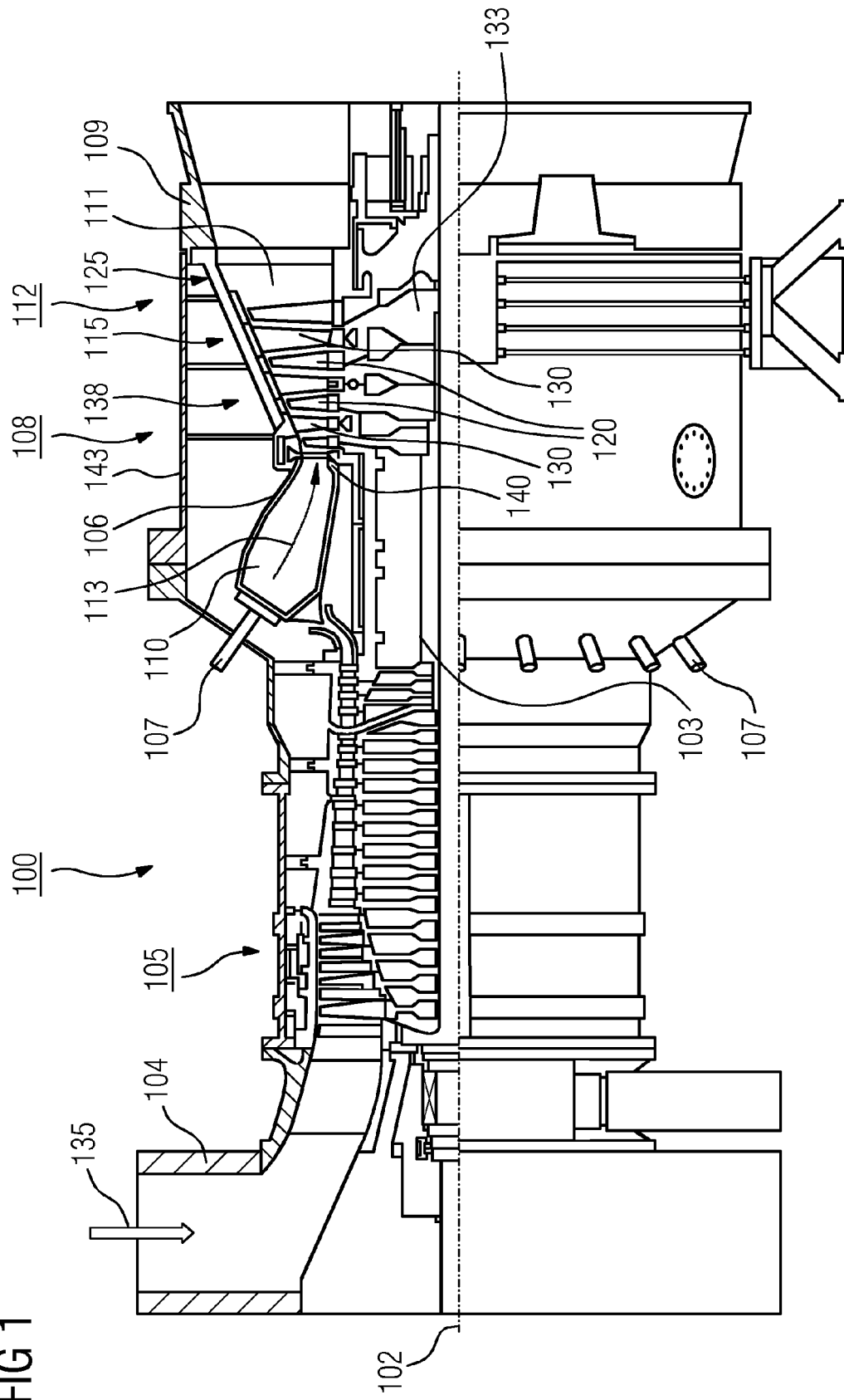
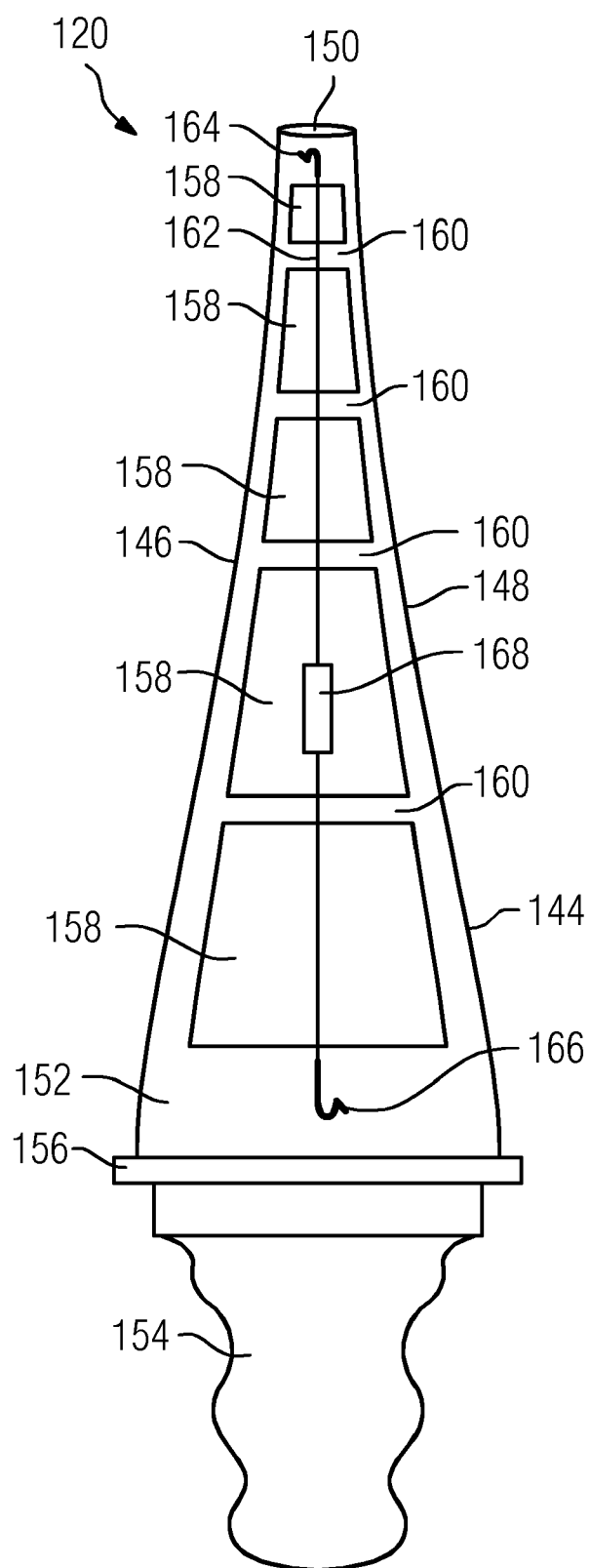


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 5679

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)
X	EP 2 196 624 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 16. Juni 2010 (2010-06-16) * Absatz [0012]; Anspruch 5; Abbildungen 1,2 *	1-16	INV. F01D5/14
X	US 8 142 163 B1 (DAVIES DANIEL O [US]) 27. März 2012 (2012-03-27) * Abbildungen 1,2 *	1-16	
X	US 2006/120874 A1 (BURKE MICHAEL A [US] ET AL) 8. Juni 2006 (2006-06-08) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-4	
X	US 4 314 794 A (HOLDEN ABE N ET AL) 9. Februar 1982 (1982-02-09) * Abbildungen 1,2 *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Mai 2015	Prüfer Avramidis, Pavlos
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 03.92 (P04C03)

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

EP 14 19 5679

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-05-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2196624 A1	16-06-2010	CH 700071 A1	15-06-2010
		EP 2196624 A1	16-06-2010
		JP 5553589 B2	16-07-2014
		JP 2010138907 A	24-06-2010
		US 2010150727 A1	17-06-2010

US 8142163 B1	27-03-2012	KEINE	

US 2006120874 A1	08-06-2006	KEINE	

US 4314794 A	09-02-1982	AR 221004 A1	15-12-1980
		CA 1122127 A1	20-04-1982
		IT 1133988 B	24-07-1986
		JP S5696102 A	04-08-1981
		JP S5846641 B2	18-10-1983
		US 4314794 A	09-02-1982

EPO FORM P0461

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