

(19)



(11)

EP 2 881 541 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.06.2015 Patentblatt 2015/24

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01) **F01D 5/20** (2006.01)
F01D 11/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14191699.9**

(22) Anmeldetag: **04.11.2014**

(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

(30) Priorität: **05.12.2013 DE 102013224998**

(71) Anmelder:
• **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)
• **Rolls-Royce plc**
London SW1E 6AT (GB)

(72) Erfinder:
• **Lehmann, Dr. Knut**
12277 Berlin (DE)
• **Rawlinson, Anthony**
Derby, DE73 6UB (GB)
• **Täge, Jens**
15566 Schöneiche (DE)

(74) Vertreter: **Hoefer & Partner**
Pilgersheimer Straße 20
81543 München (DE)

(54) **Schaufelspitzenkühlung einer Turbinenrotorschaukel einer Gasturbine**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbinenrotorschaukel 24 einer Gasturbine mit einer Schaufelspitze 29, an welcher sich von einem vorderen saugseitigen Bereich 30 der Schaufelspitze 29 zu einem hinteren Bereich 31 der Schaufelspitze 29 erstreckende Mittel zur kanalartigen Führung von Kühlluft ausgebildet sind, so-

wie ein Verfahren zur Kühlung einer Schaufelspitze 29 einer Turbinenrotorschaukel 24 einer Gasturbine, bei welchem Luft aus einem Heißgasstrom von einem vorderen saugseitigen Bereich 30 einer Schaufelspitze 29 durch eine kanalartige Führung 37 zu einem hinteren Bereich 31 der Schaufelspitze 29 geleitet wird.

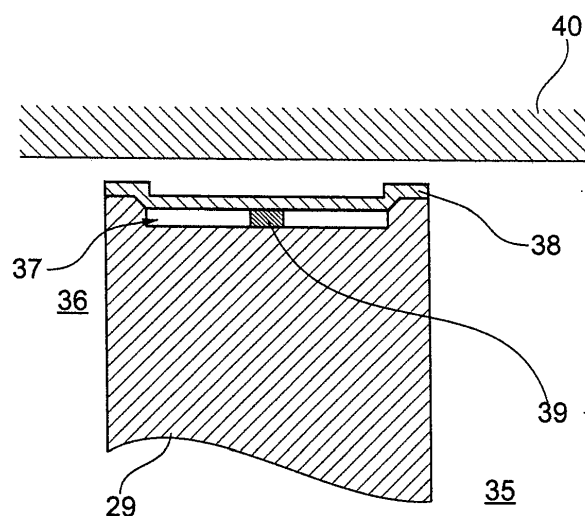


Fig. 4

EP 2 881 541 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbinenrotorschaukel einer Gasturbine mit einer Schaufelspitze. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Kühlung einer derartigen Schaufelspitze einer Turbinenrotorschaukel.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass an einem Radialspalt zwischen einem Turbinenrotor und einem Gehäuse ein durch den Druckunterschied von einer Schaufeldruckseite zu einer Schaufelsaugseite hervorgerufener Leckagemassenstrom entsteht. Es wird deshalb versucht, die Schaufelspitze des Turbinenrotors so zu gestalten, dass der Leckagemassenstrom verringert wird. Weiterhin ist es ein Ziel, den negativen Einfluss des durch den Leckagemassenstrom entstehenden Schaufelspitzenwirbels auf die Turbinenaerodynamik zu verringern.

[0003] Zur Verbesserung der Strömung über die Schaufelspitzen des Turbinenrotors werden umlaufende Dichtkanten (squealer) verwendet. Es sind auch Konstruktionen bekannt, bei welchen Überhänge an der Schaufelspitze (winglets) vorgesehen sind. Die umlaufenden Dichtkanten können zu einer Verbesserung der Aerodynamik beitragen. Die Überhänge an der Saugseite und/oder an der Druckseite können den Leckagemassenstrom reduzieren und ebenfalls die Aerodynamik um die Schaufelspitze verbessern.

[0004] Weiterhin ist es bei Turbinenrotorschaukeln erforderlich, speziell bei Betriebsbedingungen mit hohen thermalen Belastungen durch die Heißgasströmung, eine hohe Haltbarkeit bzw. lange Lebensdauer der Schaufelspitzen zu realisieren. Zu diesem Zwecke ist es bekannt, die Turbinenrotorschaukeln intern konvektiv mit Verdichterluft zu kühlen und diese Luft zum Zwecke der Filmkühlung an den Schaufelaußenflächen bzw. den Schaufelspitzen auszublasen. Neben der Schaufelvorderkante ist der thermisch am höchsten belastete Bereich einer Schaufelspitze oftmals der hintere druckseitige Bereich. Es ist bekannt, an der Schaufelspitze druckseitige Bohrungen oder Ausnehmungen vorzusehen, durch welche schaufelinterne Filmkühlungsluft nahe der Schaufelspitze ausgeleitet wird. Zusätzlich kann Kühlluft durch Öffnungen auf der Schaufelspitze (Dustholes) ausgeleitet werden, um Schmutzansammlungen in den internen Kühlluftpassagen zu vermeiden und eine zusätzliche Kühlung zu bewirken.

[0005] Die aus dem Stand der Technik bekannten Maßnahmen sind mit einigen Nachteilen verbunden:

Bei der Verwendung von Filmkühlungsluft ist es erforderlich, eine große Menge an "teurer" Filmkühlungsluft zu verbrauchen, um die Schaufelspitze vor den hohen Temperaturen des Heißgases zu schützen. Die Filmkühlungsluft muss aus dem Verdichter der Gasturbine entnommen werden und reduziert dadurch den Wirkungsgrad des thermodynamischen Kreisprozesses im Gasturbinentriebwerk.

[0006] Die konvektive interne Kühlung der Schaufelspitze durch interne Kühlluftpassagen ist im Bereich der Schaufelspitze relativ ineffektiv. Dies liegt unter anderem daran, dass nur unzureichend hohe interne Wärmeübergangskoeffizienten direkt unter der Schaufelspitze erzeugt werden können. Zudem erfordern herkömmliche Gusstechniken, mit denen die Turbinenrotorschaukeln hergestellt werden, relativ dicke Mindestwandstärken, sodass die Temperatur im äußeren Wandbereich relativ nahe an der Heißgastemperatur liegt.

[0007] Kühlluft, die zur Verhinderung von Schutzansammlungen an den internen Schaufelkanälen zwangsweise an der Schaufelspitze ausgeblasen werden muss, trägt nur in einem geringen Maße zur Kühlung der Schaufelspitze bei, da sie nicht an die thermisch am höchsten belasteten Stellen der Schaufelspitze gelangen kann.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Kühlung einer Schaufelspitze einer Turbinenrotorschaukel einer Gasturbine sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Turbinenrotorschaukel zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau eine wirksame Kühlung gewährleistet.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination der unabhängigen Ansprüche gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0010] Erfindungsgemäß ist somit hinsichtlich der Turbinenrotorschaukel vorgesehen, dass sich von deren vorderen saugseitigen Bereich zu einem hinteren Bereich Mittel zur kanalartigen Führung von Kühlluft erstrecken. Die Erfindung sieht somit vor, den thermisch hochbelasteten hinteren Bereich der Turbinenrotorschaukel zum Teil mit passiver Luft, also mit relativ kalter Luft aus dem Heißgasstrom zu versorgen. Es versteht sich, dass die Heißgastemperatur unter der maximalen vom Schaufelmaterial ertragbaren Temperatur liegen muss. Ein Gebiet mit relativ geringer Heißgastemperatur liegt an der vorderen saugseitigen Schaufelspitze vor. Insbesondere bei einer zusätzlichen Ausblasung von Kühlluft am Turbinengehäuse stromauf der Rotorschaukeln kann die Heißgastemperatur in diesem Bereich deutlich unter der höchsten zulässigen Metalltemperatur liegen.

[0011] Erfindungsgemäß wird somit die relativ "kalte" Heißgasströmung für die Kühlung der Schaufelspitze verwendet, indem es an den thermisch am höchsten belasteten druckseitigen hinteren Bereich der Schaufelspitze geleitet wird. Dies erfolgt durch die erfindungsgemäß vorgesehenen Mittel zur kanalartigen Führung dieser Kühlluft. In besonders günstiger Ausgestaltung der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass an der Schaufelspitze ein einen Strömungskanal bildender Deckel angebracht ist. Somit wird an der Schaufelspitze ein Kanal oder eine Kavität geschaffen, durch welche die Kühlluft durchleitbar ist. Dieser Kanal bzw. diese Kavität, welche die erfindungsgemäßen Mittel zur kanalartigen Führung von Kühlluft bilden, weisen bevorzugterweise an der saugseitigen Schaufelvorderkante eine Einlassöffnung

auf. Es ist jedoch auch möglich, Kühlluft aus dem Schaufelinnenraum einzuleiten. Im Bereich der Schaufelhinterkante ist ebenfalls eine Öffnung vorgesehen, durch welche die Kühlluft ausströmt. Die Druckdifferenz über die Schaufelreihe sorgt dabei für eine Durchströmung des Kanals bzw. der Kavität mit relativ kaltem Heißgas.

[0012] Die erfindungsgemäß vorgesehenen Mittel können sich über die gesamte Länge oder nur über einen Teil der Länge der Schaufelspitze erstrecken.

[0013] Der Austritt der Kühlluft aus dem erfindungsgemäßen Kanal bzw. der Kavität an der Schaufelspitze kann, je nach gefordertem Gegendruckniveau, im Bereich der druckseitigen oder der saugseitigen hinteren Schaufelspitze erfolgen. Die Ausblasung an der Druckseite hat neben geringeren aerodynamischen Verlusten den weiteren Vorteil, dass die dort ausgeblasene Kühlluft wiederum in den Schaufelspitzenspalt gesaugt wird und somit auch die externe Schaufelspitzenfläche mit relativ kalter Luft versorgt wird.

[0014] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird, wie erwähnt, ein Schutzdeckel auf eine umlaufende Dichtkante der Schaufelspitze (winglet, squealer) aufgesetzt und dort befestigt. Es ergibt sich somit eine effektive, flache, konturlose Schaufelspitzengeometrie mit einem darunter liegenden Kanal bzw. einer darunter liegenden Kavität. In noch vorteilhafterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Deckel geeignet geformt oder konturiert ist, so dass die Schaufelspitze ihre Kontur der umlaufenden Dichtkante beibehalten kann.

[0015] Besonders günstig ist es, wenn die Wanddicken des Deckels relativ gering ausgeführt sind, sodass seine maximale Metalltemperatur so gering wie möglich gehalten werden kann.

[0016] Der Schutzdeckel bzw. die Kavität auf der Schaufelspitze können, müssen aber nicht notwendigerweise, bis zur Schaufelvorderkante ausgebildet werden. Da das Druckniveau im vorderen Schaufelspitzenbereich relativ konstant ist und erst zur Schaufelhinterkante hin stark abfällt, kann es vorteilhaft sein, den Schutzdeckel und somit den Kanal bzw. die Kavität erst ab einer mittleren Position der Schaufelspitze auszuführen. Bei dieser Ausgestaltung können dann die Dustholes nahe des Deckels und somit nahe des Einströmbereichs des Kanals oder der Kavität liegen, um das Ansaugen der kalten Dusthole-Luft in den Kanal oder die Kavität zu fördern. Somit ist es möglich, die sonst zur Kühlung schlecht nutzbare Dusthole-Luft zu verwenden, um die druckseitige Schaufelspitze nahe der Hinterkante zu kühlen.

[0017] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, den Schutzdeckel an der Schaufelvorderkante geschlossen (ohne Öffnung) auszubilden. Somit ist nur eine Öffnung der Kavität bzw. des Kanals nahe der Schaufelhinterkante vorgesehen. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung kann die Kavität oder der Kanal komplett mit kalter schaufelinterner Luft geflutet werden. Diese Ausgestaltung eignet sich insbesondere bei höchsten Heißgastemperaturen, wenn eine schaufelexterne Luft zur Kühlung der Schaufelspitze nicht mehr ver-

wendbar ist.

[0018] Zur Leitung der Strömung in der Schaufelspitzenkavität bzw. in dem an der Schaufelspitze ausgebildeten Strömungskanal können zusätzliche Stege oder Stützen verwendet werden. Mittels dieser Stege kann die Luft zu den thermisch am höchsten belasteten Bereichen gelenkt werden. Des Weiteren dienen die Stege oder Stützen als Befestigungsfläche für den Schutzdeckel und tragen somit zur mechanischen Stabilität der Schaufelspitze bei. Weiterhin können die Stege oder Stützen den internen Wärmeübergang in der Kavität bzw. in dem Kanal erhöhen, sodass der Kühleffekt weiter gesteigert werden kann.

[0019] Erfindungsgemäß ergeben sich, wie teilweise bereits obenstehend erläutert, folgende Vorteile:

- Durch die Erfindung kann die Menge an benötigter Filmkühlungsluft zur Kühlung der Rotorschaufelspitze deutlich reduziert werden.
- Durch die effektivere Kühlung der Schaufelspitze und der damit verbundenen Verringerung der Schaufelspitzentemperaturen kann die Abnutzung der Schaufelspitze und somit die Lebensdauer der Turbinenschaufel verlängert werden.
- Durch die verringerte Abnutzung der Schaufelspitze im Betrieb kann die Abnahme des Turbinenwirkungsgrades mit der Betriebszeit verringert werden.
- Erfindungsgemäß ergeben sich Betriebskostensparnisse der Gasturbine.

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

- | | | |
|----|---------------|--|
| 35 | Fig. 1 | eine schematische Darstellung eines Gasturbinentriebwerks gemäß der vorliegenden Erfindung, |
| 40 | Fig. 2 | eine vereinfachte Schnittansicht einer erfindungsgemäßen ausgestalteten Schaufelspitze, |
| 45 | Fig. 3 | eine Ansicht, analog Fig. 2, eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung, |
| 50 | Fig. 4 | ein weiteres Ausführungsbeispiel analog Fig. 2 und 3, ohne seitlichen Schaufelspitzenüberhang; und |
| 55 | Fig. 5 bis 12 | vereinfachte perspektivische Darstellungen erfindungsgemäßer Ausführungsbeispiele. |

[0021] Das Gasturbinentriebwerk 10 gemäß Fig. 1 ist ein allgemein dargestelltes Beispiel einer Turbomaschine, bei der die Erfindung Anwendung finden kann. Das Triebwerk 10 ist in herkömmlicher Weise ausgebildet und umfasst in Strömungsrichtung hintereinander einen Luft-

einlass 11, einen in einem Gehäuse umlaufenden Fan 12, einen Mitteldruckkompressor 13, einen Hochdruckkompressor 14, eine Brennkammer 15, eine Hochdruckturbine 16, eine Mitteldruckturbine 17 und eine Niederdruckturbine 18 sowie eine Abgasdüse 19, die sämtlich um eine zentrale Triebwerksachse 1 angeordnet sind.

[0022] Der Mitteldruckkompressor 13 und der Hochdruckkompressor 14 umfassen jeweils mehrere Stufen, von denen jede eine in Umfangsrichtung verlaufende Anordnung fester stationärer Leitschaufeln 20 aufweist, die allgemein als Statorschaufeln bezeichnet werden und die radial nach innen vom Triebwerksgehäuse 21 in einem ringförmigen Strömungskanal durch die Kompressoren 13, 14 vorstehen. Die Kompressoren weisen weiter eine Anordnung von Kompressorlaufschaufeln 22 auf, die radial nach außen von einer drehbaren Trommel oder Scheibe 26 vorstehen, die mit Naben 27 der Hochdruckturbine 16 bzw. der Mitteldruckturbine 17 gekoppelt sind.

[0023] Die Turbinenabschnitte 16, 17, 18 weisen ähnliche Stufen auf, umfassend eine Anordnung von festen Leitschaufeln 23, die radial nach innen vom Gehäuse 21 in den ringförmigen Strömungskanal durch die Turbinen 16, 17, 18 vorstehen, und eine nachfolgende Anordnung von Turbinenrotorschaukeln 24, die nach außen von einer drehbaren Nabe 27 vorstehen. Die Kompressortrommel oder Kompressorscheibe 26 und die darauf angeordneten Schaufeln 22 sowie die Turbinenrotornabe 27 und die darauf angeordneten Turbinenrotorschaukeln 24 drehen sich im Betrieb um die Triebwerksachse 1.

[0024] Die Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Schnittansicht einer Schaufelspitze 29 einer Turbinenrotorschaukel 24. Das Bezugszeichen 35 zeigt die Saugseite, während das Bezugszeichen 36 die Druckseite wiedergibt. An der Schaufelspitze 29 sind stirnseitige Dichtkanten 33 vorgesehen. Weiterhin kann die Schaufelspitze 29 seitliche Überhänge (Winglet) 34 aufweisen. Stirnseitig ist an der Schaufelspitze 29 ein Strömungskanal 37 ausgebildet, welcher von einem Schutzdeckel 38 verschlossen wird. Der Schutzdeckel 38 ist profiliert ausgebildet, sodass eine Konturierung der Schaufelspitze 29 beibehalten werden kann.

[0025] Die Fig. 3 zeigt eine Ansicht analog Fig. 2, wobei zusätzliche Stege oder Stützen 39 vorgesehen sind, welche den Schutzdeckel 38 abstützen. Die Stege oder Stützen 39 führen weiterhin dazu, dass mehrere Strömungskanäle 37 gebildet werden können oder dass die Luftströmung durch den Strömungskanal 37 optimiert werden kann.

[0026] Die Fig. 4 zeigt eine Ansicht analog Figuren 2 und 3, wobei bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4 die Schaufelspitze keinen seitlichen Überhang (Wingletüberhänge) aufweist.

[0027] Die Fig. 5 bis 12 zeigen unterschiedliche Ausführungsbeispiele der Erfindung, wobei die perspektivische Darstellung schematisch erfolgt und wobei der Schutzdeckel 38 nur vereinfacht dargestellt ist, um die Strömung durch den Strömungskanal 37 zu verdeutlichen.

[0028] Bei allen Ausführungsbeispielen der Fig. 5 bis 12 ist der vordere saugseitige Bereich der Schaufelspitze 29 mit dem Bezugszeichen 30 versehen, während der hintere Bereich das Bezugszeichen 31 trägt. Eine Schaufelhinterkante 32 ist in üblicher Weise ausgebildet.

[0029] Die Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem der Schutzdeckel 38 an dem gesamten stirnseitigen Bereich der Schaufelspitze 29 vorgesehen ist. Die Einleitung der zur Kühlung der Schaufelspitze erfordernten Strömung erfolgt zentral an der Schaufelvorderkante, während die Ausströmung durch eine saugseitige Öffnung im hinteren Bereich der Schaufelspitze erfolgt.

[0030] Die Fig. 6 zeigt eine Ausgestaltungsvariante des Ausführungsbeispiels der Fig. 5, bei welcher der Schutzdeckel 38 sich nur über einen Teil der Gesamtlänge der Schaufelspitze 29 erstreckt.

[0031] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 7 ist, ergänzend zu der Ausgestaltungsvariante der Fig. 5, eine zentrische Stütze 39 vorgesehen, welche den Strömungskanal 37 teilt.

[0032] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 8 ist, in Abwandlung des Ausführungsbeispiels der Fig. 7, die Ausströmung an der Druckseite des hinteren Bereichs 31 der Schaufelspitze 29 vorgesehen.

[0033] Das Ausführungsbeispiel der Fig. 9 stellt eine Variante der Ausführungsbeispiele der Fig. 7 und 8 dar und weist eine zentrische Auslassöffnung im Bereich der Schaufelhinterkante 32 auf.

[0034] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 10 erstreckt sich der Schutzdeckel vollständig über den vorderen Bereich der Schaufelspitze 29 und weist nur an der Saugseite des hinteren Bereichs 31 eine Auslassöffnung auf. Die Kühlluft wird über Kanäle aus dem Schaufelinnenraum zugeführt.

[0035] Das Ausführungsbeispiel der Fig. 11 zeigt ebenfalls einen im vorderen Bereich geschlossenen Schutzdeckel, analog Fig. 10, wobei ein zentraler Steg 39 den Strömungskanal 37 unterteilt.

[0036] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 12 ist in Abwandlung zu den Ausführungsbeispielen der Fig. 10 und 11 vorgesehen, dass in dem Strömungskanal 37 einzelne Stützen angeordnet sind, welche als Turbulatoren wirken.

[0037] Die Ausführungsbeispiele der Figuren 10 bis 12 zeigen jeweils eine Zuführung der Strömung durch Kühlluftbohrungen 41 (Dustholes).

Bezugszeichenliste:

[0038]

- | | |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Triebwerksachse |
| 10 | Gasturbinentriebwerk / Kerntriebwerk |
| 11 | Luftinlass |
| 12 | Fan |
| 13 | Mitteldruckkompressor (Verdichter) |
| 14 | Hochdruckkompressor |
| 15 | Brennkammer |

- 16 Hochdruckturbine
- 17 Mitteldruckturbine
- 18 Niederdruckturbine
- 19 Abgasdüse
- 20 Leitschaufeln
- 21 Triebwerkgehäuse
- 22 Kompressorlaufschaufeln
- 23 Leitschaufeln
- 24 Turbinenrotorschaukel
- 25 ---
- 26 Kompressortrommel oder -scheibe
- 27 Turbinenrotornabe
- 28 Auslasskonus
- 29 Schaufelspitze
- 30 vorderer saugseitiger Bereich der Schaufelspitze 29
- 31 hinterer Bereich der Schaufelspitze 29
- 32 Schaufelhinterkante
- 33 Dichtkante
- 34 Überhang
- 35 Saugseite
- 36 Druckseite
- 37 Strömungskanal
- 38 Deckel/Schutzdeckel
- 39 Steg/Stütze
- 40 Gehäuse
- 41 Kühlluftbohrung

Patentansprüche

1. Turbinenrotorschaukel einer Gasturbine mit einer Schaufelspitze (29), an welcher sich von einem vorderen saugseitigen Bereich (30) der Schaufelspitze (29) zu einem hinteren Bereich (31) der Schaufelspitze (29) erstreckende Mittel zur kanalartigen Führung von Kühlluft ausgebildet sind. 35
2. Turbinenrotorschaukel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zumindest längs eines Teils der Schaufelspitzenlänge ausgebildet sind. 40
3. Turbinenrotorschaukel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Eintritt von Kühlluft aus dem Heißgasstrom im vorderen saugseitigen Bereich (30) der Schaufelspitze (29) ausgebildet sind. 45
4. Turbinenrotorschaukel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Austritt von Kühlluft am druckseitigen Bereich der hinteren Schaufelspitze (29) oder am saugseitigen Bereich der hinteren Schaufelspitze (29) oder am Bereich der Schaufelhinterkante (32) ausgebildet sind. 50
55
5. Turbinenrotorschaukel nach einem der Ansprüche 1

bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Schaufelspitze (29) eine Dichtkante (33) und/oder ein Überhang (34) ausgebildet sind.

- 5 6. Turbinenrotorschaukel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel in Form eines an der Schaufelspitze (29) angeordneten, einen Strömungskanal (37) bildenden Deckels (38) ausgebildet sind. 10

7. Turbinenrotorschaukel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Einleitung von aus zumindest einem innerhalb der Turbinenrotorschaukel (24) verlaufenden Luftkanal austretender Luft ausgebildet sind. 15

8. Turbinenrotorschaukel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Schaufelspitze (29) zumindest ein Steg (39) oder eine Stütze zur Führung der Kühlluft in dem Strömungskanal (37) ausgebildet ist. 20

9. Turbinenrotorschaukel nach einem der Ansprüche 6 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckel (38) an dem Steg (39) angeordnet ist. 25

10. Verfahren zur Kühlung einer Schaufelspitze (29) einer Turbinenrotorschaukel (24) einer Gasturbine, bei welchem Luft aus einem Heißgasstrom von einem vorderen saugseitigen Bereich (30) einer Schaufelspitze (29) durch eine kanalartige Führung (37) zu einem hinteren Bereich (31) der Schaufelspitze (29) geleitet wird. 30

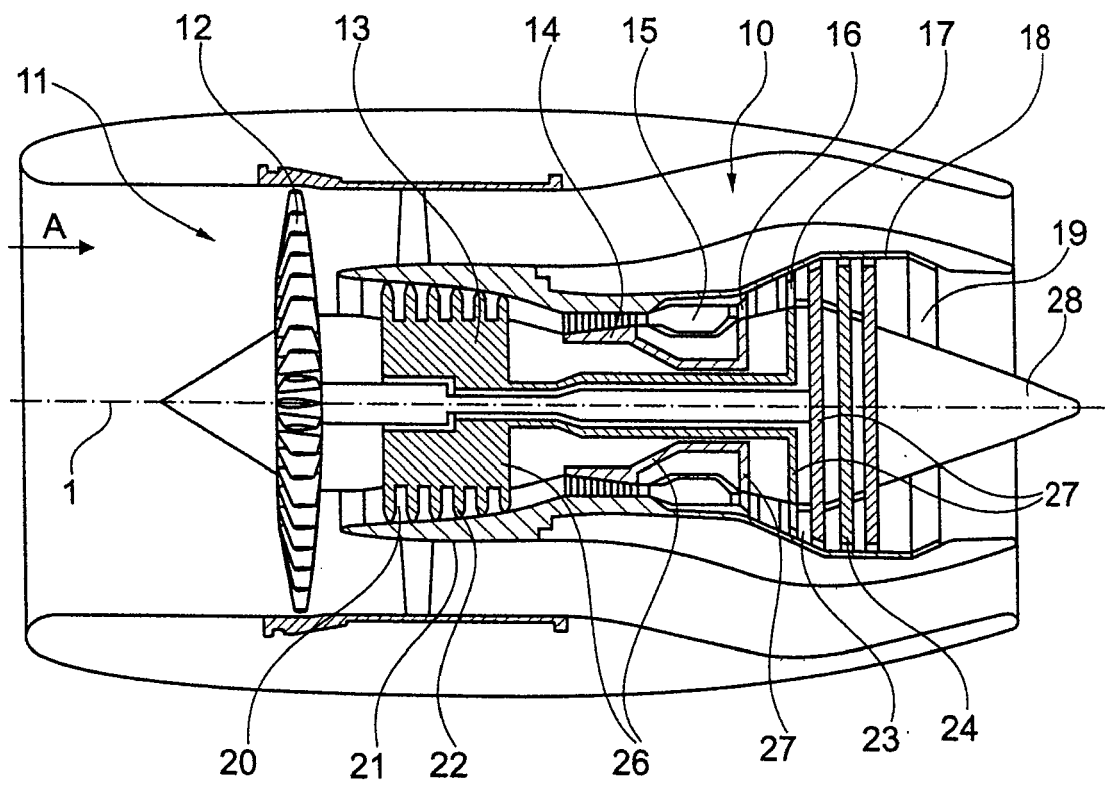


Fig. 1

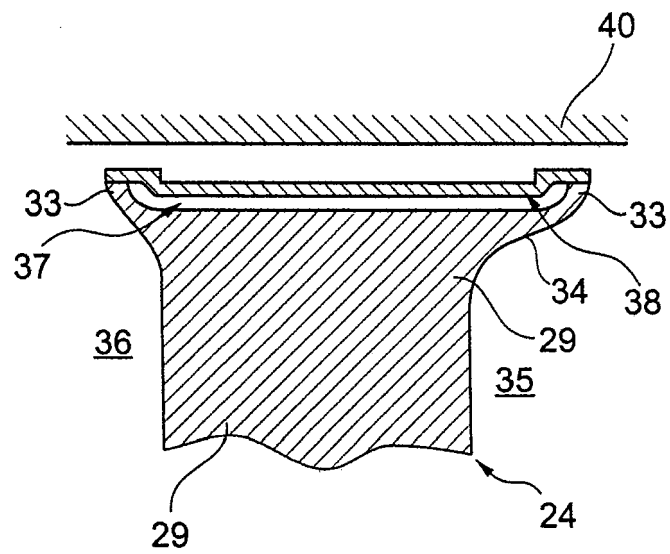


Fig. 2

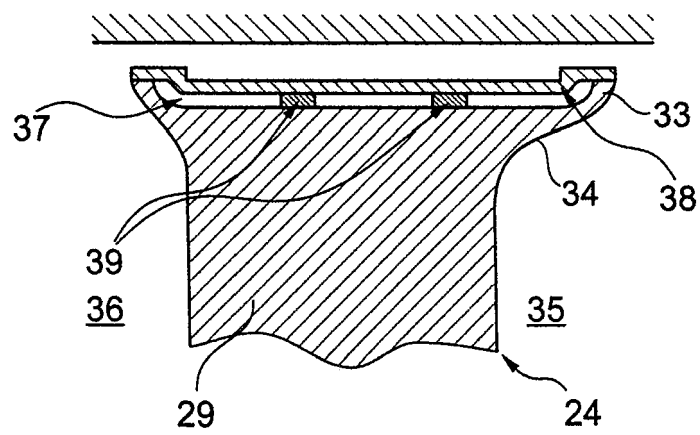


Fig. 3

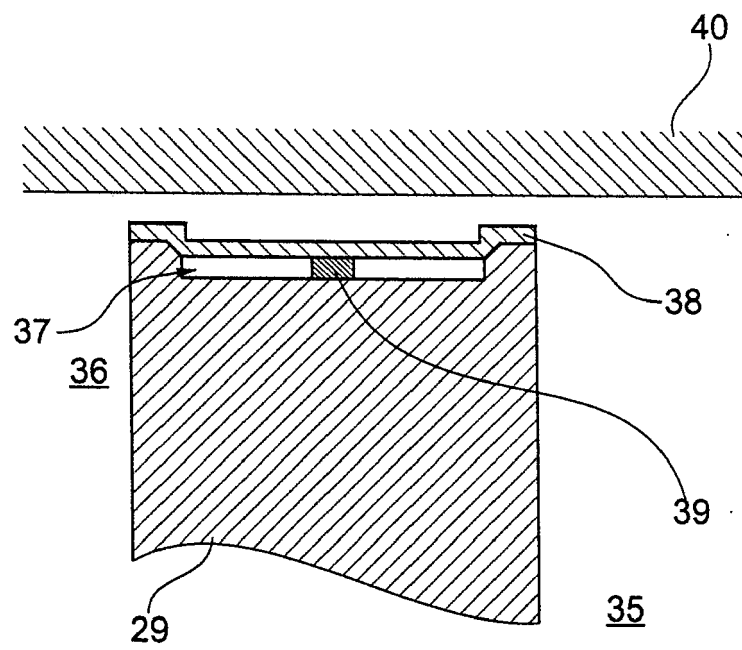


Fig. 4

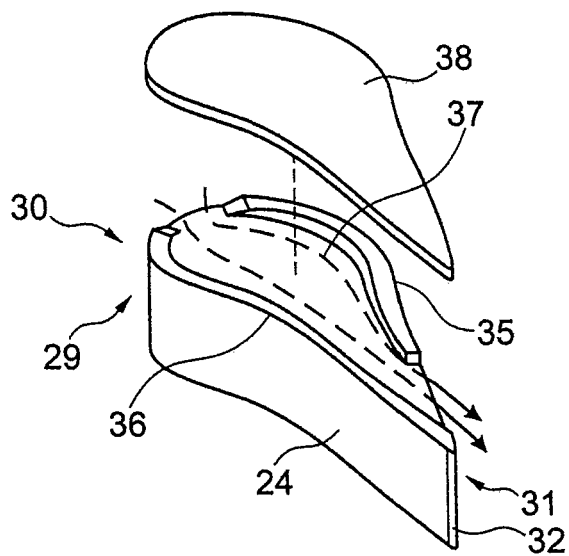


Fig. 5

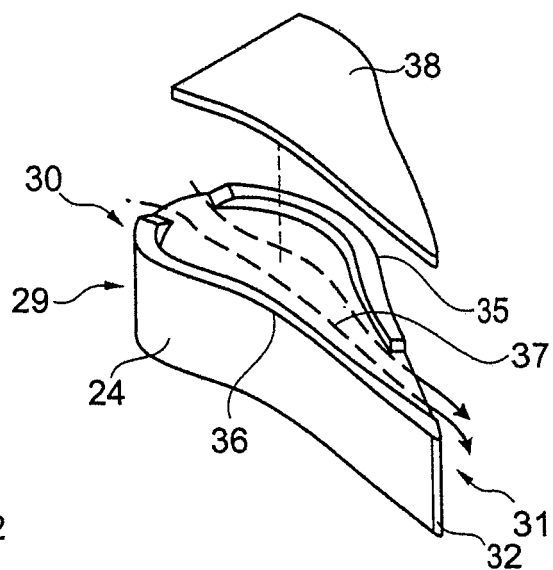


Fig. 6

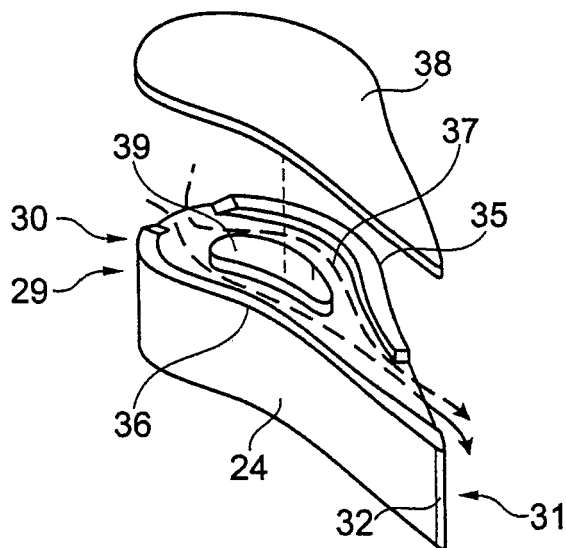


Fig. 7

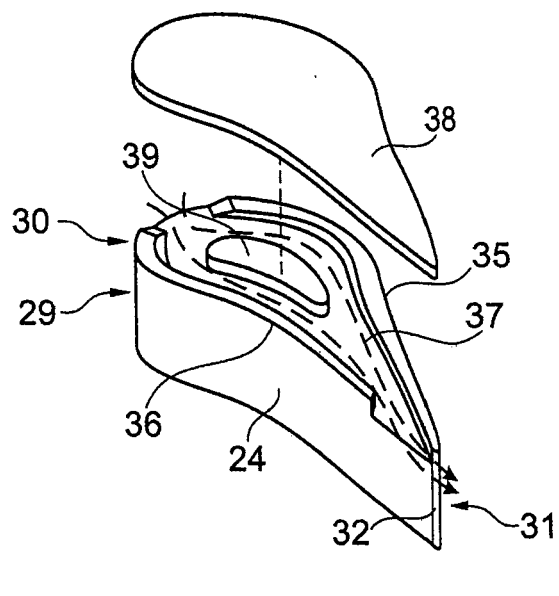


Fig. 8

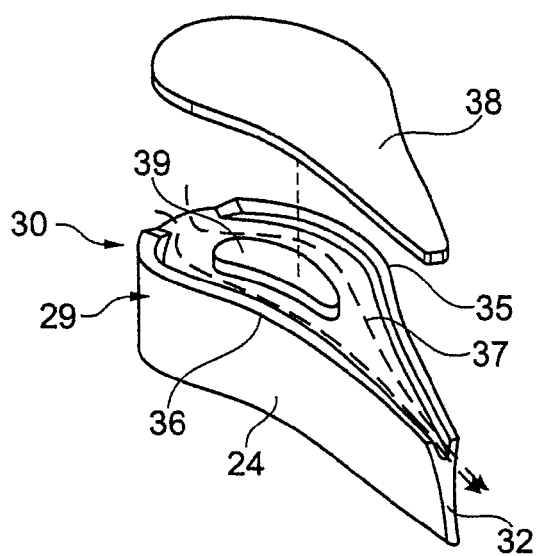


Fig. 9

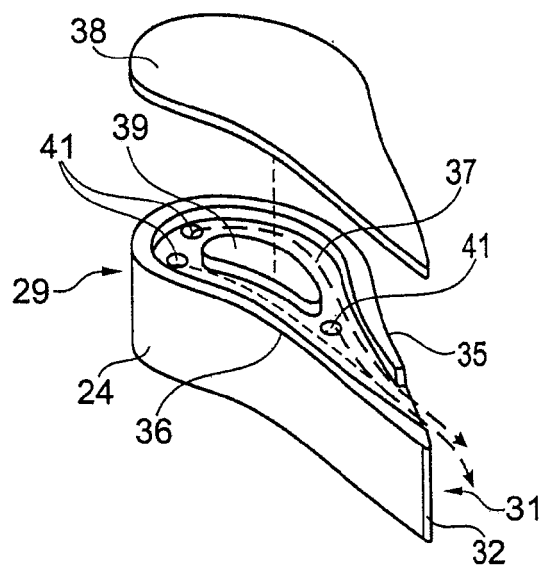


Fig. 10

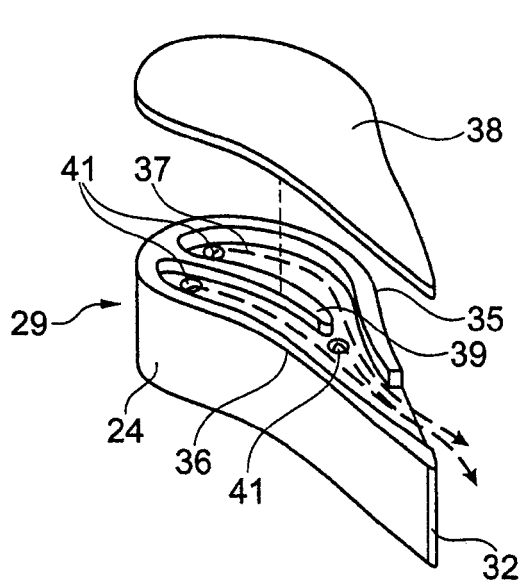


Fig. 11

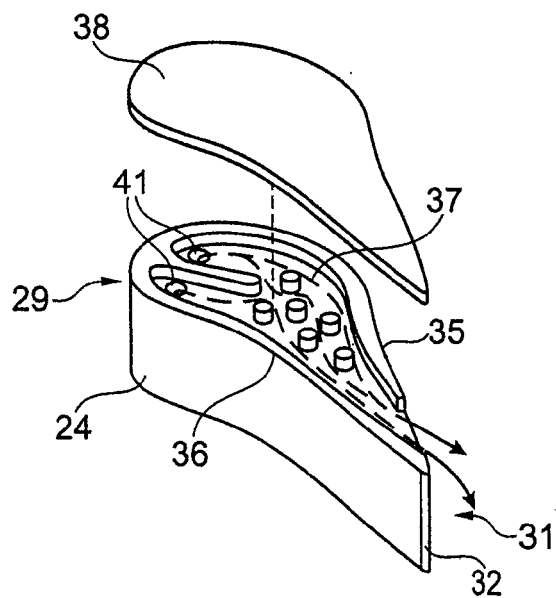


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 1699

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H03 194101 A (TOSHIBA CORP) 23. August 1991 (1991-08-23) * Zusammenfassung; Abbildungen 3-10 *	1,2,4-9	INV. F01D5/18 F01D5/20 F01D11/10
X	US 2011/135496 A1 (BOTREL ERWAN [FR] ET AL) 9. Juni 2011 (2011-06-09) * Absatz [0016]; Abbildungen 4-6 *	1-5,7,8,10	
X	US 6 059 530 A (LEE CHING-PANG [US]) 9. Mai 2000 (2000-05-09) * Abbildungen 3-5 *	1-5,7,8,10	
X	US 5 503 527 A (LEE CHING-PANG [US] ET AL) 2. April 1996 (1996-04-02) * Abbildung 1 *	1-5,10	
X	US 2009/162200 A1 (TIBBOTT IAN [GB] ET AL) 25. Juni 2009 (2009-06-25) * Absätze [0005], [0006], [0035] - [0037]; Abbildungen 3-8 *	1-5,7,10	
X,P	EP 2 713 011 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 2. April 2014 (2014-04-02) * Abbildungen 4-12 *	1,2,4-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
X	EP 1 557 533 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27. Juli 2005 (2005-07-27) * Absatz [0029] - Absatz [0037]; Abbildungen 2,3 *	1,2,4-9	
X	US 2011/255990 A1 (DIAMOND STEPHEN C [GB] ET AL) 20. Oktober 2011 (2011-10-20) * Absatz [0049]; Abbildungen 2-15 *	1-10	
X	US 2004/146401 A1 (CHLUS WIESLAW A [US] ET AL) 29. Juli 2004 (2004-07-29) * Abbildungen 1-7 *	1-10	
	-/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. März 2015	Prüfer Koch, Rafael
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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	

 1
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 19 1699

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 8 337 158 B1 (LIANG GEORGE [US]) 25. Dezember 2012 (2012-12-25) * Abbildungen 1-5 *	1,2,4-9	
X	JP S59 231102 A (TOSHIBA KK) 25. Dezember 1984 (1984-12-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1,2,4,6,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. März 2015	Prüfer Koch, Rafael
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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	

 1
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 14 19 1699

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.

12-03-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H03194101 A	23-08-1991	KEINE	
US 2011135496 A1	09-06-2011	CA 2716543 A1	24-09-2009
		CN 101960097 A	26-01-2011
		EP 2268901 A1	05-01-2011
		FR 2928405 A1	11-09-2009
		JP 5349503 B2	20-11-2013
		JP 2011513638 A	28-04-2011
		RU 2010140596 A	10-04-2012
		US 2011135496 A1	09-06-2011
		WO 2009115728 A1	24-09-2009
US 6059530 A	09-05-2000	DE 69922328 D1	05-01-2005
		DE 69922328 T2	15-12-2005
		EP 1013878 A2	28-06-2000
		JP 4463917 B2	19-05-2010
		JP 2000297603 A	24-10-2000
		US 6059530 A	09-05-2000
US 5503527 A	02-04-1996	DE 69515442 D1	13-04-2000
		DE 69515442 T2	26-10-2000
		EP 0718467 A1	26-06-1996
		US 5503527 A	02-04-1996
US 2009162200 A1	25-06-2009	EP 2450532 A1	09-05-2012
		US 2009162200 A1	25-06-2009
EP 2713011 A1	02-04-2014	EP 2713011 A1	02-04-2014
		US 2014083116 A1	27-03-2014
EP 1557533 A1	27-07-2005	KEINE	
US 2011255990 A1	20-10-2011	EP 2378076 A1	19-10-2011
		US 2011255990 A1	20-10-2011
US 2004146401 A1	29-07-2004	CN 1525046 A	01-09-2004
		EP 1441107 A2	28-07-2004
		EP 1950380 A1	30-07-2008
		EP 2302168 A1	30-03-2011
		JP 2004225701 A	12-08-2004
		KR 20040068478 A	31-07-2004
		US 2004146401 A1	29-07-2004
US 8337158 B1	25-12-2012	KEINE	
JP S59231102 A	25-12-1984	JP H0421042 B2	08-04-1992

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

