

(19)



(11)

EP 2 044 293 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.06.2018 Patentblatt 2018/24

(51) Int Cl.:
F01D 11/10^(2006.01) F01D 11/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07785646.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2007/001276

(22) Anmeldetag: **18.07.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/011864 (31.01.2008 Gazette 2008/05)

(54) **GASTURBINE MIT EINEM MANTELRINGSEGMENT, DAS EINEN REZIRKULATIONSKANAL UMFASST**

GAS TURBINE WITH A PERIPHERAL RING SEGMENT COMPRISING A RECIRCULATION CHANNEL

TURBINE À GAZ DOTÉE D'UN SEGMENT ANNULAIRE COMPRENANT UN CANAL DE RECIRCULATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **26.07.2006 DE 102006034424**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.04.2009 Patentblatt 2009/15

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **SEITZ, Peter**
81243 München (DE)

• **HUTTNER, Roland**
82287 Jesenwang (DE)
• **DUSEL, Karl-Heinz**
85716 Unterschleissheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 497 574 EP-A- 0 719 908
EP-A- 0 751 280 EP-A- 0 992 656
EP-A- 1 149 985 EP-A- 1 286 022
WO-A-2005/061855 GB-A- 504 214
US-A- 3 053 694 US-A- 5 474 417
US-A1- 2003 152 455

EP 2 044 293 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere ein Gasturbinenflugtriebwerk, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Gasturbinen, insbesondere Gasturbinenflugtriebwerke, weisen in der Regel im Bereich eines Verdichters und einer Turbine mehrere rotierende Laufschaufeln sowie mehrere feststehende Leitschaufeln auf, wobei die Laufschaufeln zusammen mit einem Rotor rotieren, und wobei die Laufschaufeln sowie die Leitschaufeln von einem feststehenden Gehäuse umgeben sind. Zur Leistungssteigerung ist es von Bedeutung, alle Komponenten und Subsysteme zu optimieren. Hierzu zählen auch die sogenannten Dichtsysteme.

[0003] Besonders problematisch ist die Einhaltung eines minimalen Spalts zwischen den rotierenden Laufschaufeln und dem feststehenden Gehäuse eines Hochdruckverdichters einer Gasturbine. Bei Hochdruckverdichtern treten nämlich hohe absolute Temperaturen sowie Temperaturengradienten auf, was die Spalthaltung der rotierenden Laufschaufeln zum feststehenden Gehäuse erschwert. Dies liegt unter anderem auch darin begründet, dass bei Verdichterlaufschaufeln auf Deckbänder, wie sie üblicherweise bei Turbinenlaufschaufeln verwendet werden, verzichtet wird. Es sind auch Turbinenlaufschaufeln ohne Deckbänder bekannt.

[0004] Wie bereits erwähnt, verfügen Laufschaufeln insbesondere im Verdichter über kein Deckband. Daher sind die radial außen liegenden Enden der Laufschaufeln beim sogenannten Anstreifen in das feststehende Gehäuse einem direkten Reibkontakt mit dem Gehäuse ausgesetzt. Ein solches Anstreifen der Spitzen der Laufschaufeln in das Gehäuse wird bei Einstellung eines minimalen Radialspalts durch Fertigungstoleranzen hervorgerufen. Da durch den Reibkontakt der Spitzen der Laufschaufeln an denselben Material abgetragen wird, kann sich über den gesamten Umfang von Gehäuse und Rotor eine unerwünschte Spaltvergrößerung einstellen. Um dies zu vermeiden ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, die Enden der Laufschaufeln mit einem harten Belag oder mit abrasiven Partikeln zu panzern.

[0005] Eine andere Möglichkeit, den Verschleiß an den Spitzen bzw. radial außen liegenden Enden der Laufschaufeln zu vermeiden und für eine optimierte Abdichtung zwischen den Enden bzw. Spitzen der Laufschaufeln und dem feststehenden Gehäuse zu sorgen, besteht in der Beschichtung des Gehäuses mit einem sogenannten Einlaufbelag.

[0006] Bei einem Materialabtrag an einem Einlaufbelag wird der Radialspalt nicht über den gesamten Umfang vergrößert, sondern in der Regel nur sichelförmig. Gehäuse mit Einlaufbelag sind aus dem Stand der Technik bekannt, wobei der Einlaufbelag typischerweise gehäuseseseitigen Mantelringsegmenten zugeordnet ist, die als Träger für den Einlaufbelag dienen. Solche Mantelringsegmente werden auch als Shrouds bezeichnet.

[0007] Wie oben ausgeführt, vergrößert sich auch bei

Verwendung eines Einlaufbelags der Spalt zwischen den Spitzen bzw. radial außen liegenden Enden der Laufschaufeln und dem Gehäuse, so dass nach dem Stand der Technik eine aerodynamische Strömung durch diesen Spalt von einer Hochdruckseite der Laufschaufeln zu einer Niederdruckseite derselben nicht gänzlich unterbunden werden kann. Es stellen sich demnach aerodynamische Spaltverluste ein. Dies reduziert den Wirkungsgrad von Gasturbinen.

[0008] In der Druckschrift US 5,474,417 ist ein Dichtungssystem für Gasturbinen vorgestellt, das einen Einlaufbelag und einen Kanal aufweist. Der Einlaufbelag befindet sich auf der Höhe des Spalts zwischen dem Gehäuse und der Laufschaufel. Der Kanal weist eine Eintrittsöffnung auf Höhe des Spaltes und eine Austrittsöffnung außerhalb des Spaltes auf.

[0009] Die in der Druckschrift EP 0 497 574 A1 ist eine Dichtungsanordnung offenbart, die einen Einlaufbelag und einen Kanal aufweist. Der Einlaufbelag ist auf der Höhe des Spaltes zwischen der Laufschaufel und dem Gehäuse vorgesehen. Der Kanal weist eine Eintrittsöffnung auf der Höhe des Spaltes und eine Austrittsöffnung auf der Höhe des Spaltes auf.

[0010] EP 0 992 656 A1 zeigt einen Rotor mit Laufschaufeln und ein den Rotor umgebendes Gehäuse einer Strömungsmaschine. Die Laufschaufeln weisen Laufschaufelenden auf, deren Flächen in etwa parallel zu einer Innenwand des Gehäuses verlaufen. In dem Gehäuse ist ein Kanal vorgesehen, der in Strömungsrichtung betrachtet vor und hinter den Laufschaufelenden mündet. Entlang der Laufschaufel liegt ein positiver Druckgradient vor, der eine parallele zur Hauptströmung gerichtete Strömung in dem Kanal bewirkt. Die Ein- und Austrittsöffnungen des Kanals entsprechen den Zwischenspalten zwischen Stator- und Rotorstufen. Durch die spezielle Ausgestaltung des Kanals wird in dem Kanal eine Strömung von der Niederdruckseite zu der Hochdruckseite erzeugt, so dass die dort herrschenden dynamischen Druckverhältnisse in etwa den an den Ein- und Austrittsöffnungen statischen Druckverhältnissen aus der Hauptströmung entsprechen, wodurch Leckageströme reduziert werden.

[0011] US2005/0226717A1 zeigt eine Laufschaufel, die von einer Gehäuseinnenwand in radialer Richtung teilweise beabstandet angeordnet ist. In der Gehäuseinnenwand ist ein Kanal vorgesehen, der in Strömungsrichtung betrachtet vor und hinter der Laufschaufel mündet. Entlang der Laufschaufel liegt ein negativer Druckgradient vor, der eine Rückströmung durch den Kanal bedingt.

[0012] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Gasturbine mit verringerten aerodynamischen Spaltverlusten zu schaffen. Dieses Problem wird durch eine Gasturbine gemäß Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß weist die Gasturbine mindestens einen Kanal auf, um einen auf der Hochdruckseite von Laufschaufeln eines Rotors herrschenden Druck an einer Niederdruckseite dersel-

ben im Bereich des Spalts zwischen den radial außenliegenden Enden der Laufschaufeln und dem Gehäuse anzulegen und so eine Strömung durch den Spalt zu unterbinden. Dabei verläuft der Kanal zumindest abschnittsweise in einem als Träger für den Einlaufbelag dienenden, gehäuseseitigen Mantelringsegment, derart, dass der Kanal auf der Hochdruckseite im Bereich des Mantelringsegments außerhalb des Spalts in einen Strömungskanal und auf der Niederdruckseite im Bereich des Einlaufbelags in den abzudichtenden Spalt mündet.

[0013] Mit der hier vorliegenden Erfindung können aerodynamische Spaltverluste im Bereich des Spalts zwischen den radial außen liegenden Enden der rotierenden Laufschaufeln und dem Gehäuse, der sich im Betrieb beim Einlaufen der Laufschaufeln in einen Einlaufbelag ausbildet, minimiert werden. Hierdurch wird der Wirkungsgrad von Gasturbinen optimiert.

[0014] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen stark schematisierten Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine.

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 in größerem Detail beschrieben.

[0016] Fig. 1 zeigt einen stark schematisierten Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Gasturbine 10 im Bereich eines Hochdruckverdichters 11, wobei der Hochdruckverdichter 11 einen rotierenden Rotor aufweist, von welchem in Fig. 1 eine Laufschaufel 12 gezeigt ist. Die Laufschaufeln 12 des Rotors des Hochdruckverdichters 11 sind von einem feststehenden Gehäuse 13 umgeben, wobei dem Gehäuse 13 Mantelringsegmente 14 zugeordnet sind, die unter anderem als Träger für einen Einlaufbelag 15 dienen.

[0017] Gemäß Fig. 1 laufen im Betrieb der Gasturbine radial außen liegende Enden 16 der Laufschaufeln 12 in den Einlaufbelag 15 ein, so dass sich zwischen dem Einlaufbelag 15 und den radial außen liegenden Enden 16 der Laufschaufeln ein Spalt 17 ausbildet. Durch diesen Spalt 17 kann sich im Betrieb der Gasturbine eine Leckageströmung von der Hochdruckseite der Laufschaufeln 12 zur Niederdruckseite derselben ausbilden, wobei in der Darstellung der Fig. 1 die rechte Seite der Laufschaufeln 12 die Hochdruckseite ist, in welcher der Druck P_H herrscht, und wobei die Niederdruckseite die linke Seite der Laufschaufeln ist, an welcher der Druck P_L herrscht.

[0018] Um nun eine Leckageströmung durch den Spalt 17 zu unterbinden, wird im Sinne der hier vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass die Gasturbine 10 mindestens einen Kanal 18 aufweist, um den auf der Hochdruckseite der Laufschaufeln 12 herrschenden Druck an der Niederdruckseite derselben im Bereich des abzudichtenden Spalts 17 anzulegen.

[0019] Hierdurch liegt dann im Bereich des Spalts 17 an der eigentlichen Niederdruckseite desselben in etwa der gleiche Druck an wie an der Hochdruckseite, so dass eine Leckageströmung durch den Spalt 17 und damit den Wirkungsgrad der Gasturbine beeinträchtigende, aerodynamische Spaltverluste effektiv vermieden werden können.

[0020] Bei dem Einlaufbelag 15 handelt es sich um einen gasdurchlässigen Einlaufbelag, der vorzugsweise eine offenporige Struktur aufweist. Insbesondere ist der Einlaufbelag 15 als offenporiger Metallschaum ausgebildet.

[0021] Der in Fig. 1 gezeigte Kanal 18 verläuft zumindest abschnittsweise in dem als Träger für den Einlaufbelag 15 dienenden, gehäuseseitigen Mantelringsegment 14, wobei der Kanal 18 auf der Hochdruckseite, an welcher der Druck P_H herrscht, im Bereich des Mantelringsegments 14 in einen Strömungskanal des Hochdruckverdichters 11 der Gasturbine 10 mündet. Auf der Niederdruckseite, an welcher der Druck P_L herrscht, mündet der Kanal 18 hingegen im Bereich des Einlaufbelags 15 in den abzudichtenden Spalt 17.

[0022] Ein Querschnitt des oder jedes Kanals 18 ist vorzugsweise derart bemessen, dass eine gegebenenfalls durch den jeweiligen Kanal strömende Luft im Bereich des abzudichtenden Spalts 17 als Sperrluft wirkt. In den oder jeden Kanal 18 können Leitelemente, z. B. Leitbleche oder Leitgitter, integriert sein, um die durch den Kanal 18 strömende Sperrluft aerodynamisch optimal zu führen.

[0023] Die Erfindung ist nicht auf den Einsatz an Hochdruckverdichtern beschränkt. Die Erfindung kann auch an anderen Verdichtern und an Turbinen zum Einsatz kommen.

Patentansprüche

1. Gasturbine, insbesondere Gasturbinenflugtriebwerk, mit mindestens einem Verdichter, mindestens einer Brennkammer und mindestens einer Turbine, wobei der oder jeder Verdichter und/oder die oder jede Turbine einen von einem feststehenden Gehäuse umgebenen, Laufschaufeln umfassenden Rotor aufweist, und wobei dem Gehäuse ein Einlaufbelag (15) zugeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Gasturbine mindestens einen Kanal (18) aufweist, um einen auf der Hochdruckseite von Laufschaufeln (12) eines Rotors herrschenden Druck an einer Niederdruckseite derselben im Bereich eines Spalts (17) zwischen den radial außenliegenden Enden (16) der Laufschaufeln (12) und dem Gehäuse (13) anzulegen und so eine Strömung durch den Spalt (17) zu unterbinden,

dass der oder jeder Kanal (18) auf der Niederdruckseite im Bereich des Einlaufbelags (15) in den abzudichtenden Spalt (17) mündet, und

dass der oder jeder Kanal (18) zumindest abschnittsweise in einem als Träger für den Einlaufbelag (15) dienenden, gehäuseseitigen Mantelringsegment (14), verläuft, derart, dass der Kanal (18) auf der Hochdruckseite im Bereich des Mantelringsegments (14) außerhalb des Spalts (17) in einen Strömungskanal mündet.

2. Gasturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Einlaufbelag (15) gasdurchlässig ist und eine offenporige Struktur aufweist.
3. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Einlaufbelag (15) als Metallschaum ausgebildet ist.

Claims

1. Gas turbine, in particular gas turbine aircraft engine, comprising at least one compressor, at least one combustion chamber and at least one turbine, the or each compressor and/or the or each turbine comprising a rotor that is surrounded by a stationary housing and comprises rotor blades, and an abrasion-resistant coating (15) being associated with the housing, **characterized in that** the gas turbine comprises at least one channel (18) in order to apply pressure, which prevails on a high-pressure side of the rotor blades (12) of a rotor, to a low-pressure side of said rotor blades in the region of a gap (17) between the radially external ends (16) of the rotor blades (12) and the housing (13) and thereby to prevent flow through the gap (17), **in that** the or each channel (18) on the low-pressure side in the region of the abrasion-resistant coating (15) opens into the gap (17) to be sealed, and **in that** the or each channel (18) extends, at least in portions, in a shroud segment (14) on the housing side, which shroud segment is used as a substrate for the abrasion-resistant coating (15), such that the channel (18) on the high-pressure side in the region of the shroud segment (14) outside the gap (17) opens into a flow channel.
2. Gas turbine according to claim 1, **characterized in that** the abrasion-resistant coating (15) is gas-permeable and has an open-pored structure.
3. Gas turbine according to either claim 1 or claim 2, **characterized in that** the abrasion-resistant coating (15) is in the form of a metal foam.

Revendications

1. Turbine à gaz, en particulier moteur d'aéronef à turbine à gaz, doté d'au moins un compresseur, d'au moins une chambre de combustion et d'au moins une turbine, le ou les compresseurs et/ou la ou les turbines comprenant un rotor entouré d'un carter fixe et comprenant des aubes directrices, et une garniture de rodage (15) étant affectée au carter, **caractérisée en ce que** la turbine à gaz comporte au moins un canal (18) pour appliquer une pression régnant sur le côté haute pression d'aubes directrices (12) d'un rotor sur un côté basse pression de celles-ci dans la zone d'une fente (17) entre les extrémités (16) situées radialement à l'extérieur des aubes directrices (12) et le carter (13) et donc pour éviter un écoulement à travers la fente (17), de manière à ce que le ou les canaux (18) du côté basse pression dans la zone de la garniture de rodage (15) débouchent dans la fente (17) à étanchéifier, et en ce que le ou les canaux (18) s'étendent au moins en partie dans un segment annulaire d'enveloppe (14) côté carter, servant de support à la garniture de rodage (15) de manière à ce que le canal (18) du côté haute pression dans la zone du segment annulaire d'enveloppe (14) débouche dans un canal d'écoulement à l'extérieur de la fente (17).
2. Turbine à gaz selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la garniture de rodage (15) est perméable aux gaz et possède une structure à pores ouverts.
3. Turbine à gaz selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la garniture de rodage (15) est conçue sous forme de mousse métallique.

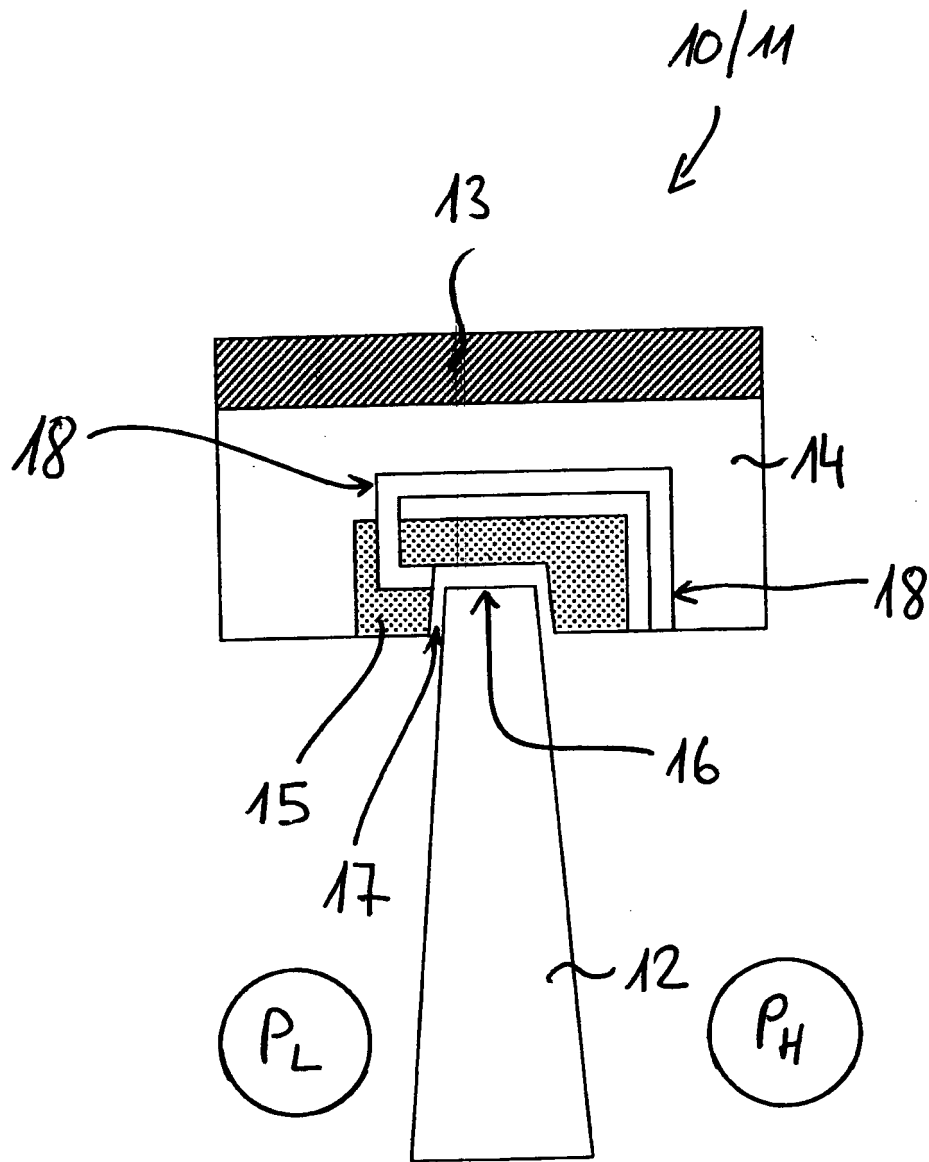


Fig. 1

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

- US 5474417 A [0008]
- EP 0497574 A1 [0009]
- EP 0992656 A1 [0010]
- US 20050226717 A1 [0011]