



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 37 019 A1** 2005.03.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 37 019.6**
(22) Anmeldetag: **12.08.2003**
(43) Offenlegungstag: **10.03.2005**

(51) Int Cl.7: **B23P 15/00**
B23P 15/02, F01D 5/28, B23P 9/00

(71) Anmelder:
ALSTOM Technology Ltd, Baden, CH

(74) Vertreter:
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241 München

(72) Erfinder:
Fried, Reinhard, Nussbaumen, CH

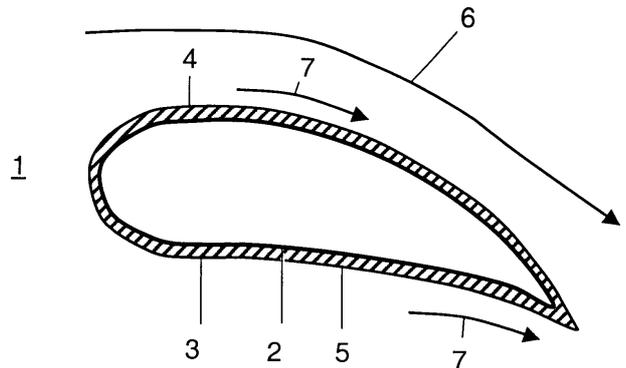
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE 695 04 023 T2
US 65 76 067 B2
US2003/00 41 928 A1
US 45 85 481 A
US 35 28 861 A
EP 12 84 337 A1
EP 10 88 908 A2
EP 09 37 787 B1
EP 04 41 095 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Bearbeitung einer beschichteten Gasturbinenschaufel**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Bearbeiten einer keramischen Schutzschicht (3), welche auf der Oberfläche (2) an der Saugseite (4) und an der Druckseite (5) einer Gasturbinenschaufel (1) aufgetragen wird, offenbart. Die Rauigkeit der keramischen Schutzschicht (3) wird an der gesamten Oberfläche (2) reduziert. Zusätzlich wird die Rauigkeit an mindestens einer stromabgelegenen Stelle (7) der Saugseite (4) oder Druckseite (5) durch Feinstschleifen oder Polieren reduziert. Das zusätzliche Glätten bringt einen zusätzlichen Wirkungsgradgewinn.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung eines mit einer keramischen Schutzschicht beschichteten Gasturbinenteils gemäss dem unabhängigen Anspruch.

Stand der Technik

[0002] Es ist allgemein und zahlreich bekannt, Turbinenschaufeln, also Leit- oder Laufschaufeln von Gasturbinen, mit einer oder mehreren Schutzschichten zu versehen, um die Turbinenschaufel vor den thermischen und mechanischen Belastungen, vor Oxidation oder anderen, schädlichen Einflüssen während des Betriebes zu schützen und die Lebensdauer der Turbinenschaufel auf diese Weise zu verlängern. Dabei besteht eine erste Schutzschicht der Turbinenschaufel in der Regel aus einer metallischen Legierung wie MCrAlY, wobei M für Ni, Co oder Fe steht. Diese Art der metallischen Beschichtung dient als Schutz vor Oxidation. Eine zweite, rauhere Beschichtung aus MCrAlY wird mit anderen Beschichtungsparametern darauf aufgetragen. Diese Schicht wird auch als „bond-coating“ bezeichnet. Solche Beschichtungen sind zahlreich aus dem Stand der Technik und beispielsweise aus US-A-3,528,861 oder US-A-4,585,481 bekannt.

[0003] Zudem wird eine weitere Schutzschicht genannt TBC (Thermal Barrier Coating), welche aus einem keramischen Material (Y stabilisiertes Zr-Oxid) besteht und als thermischer Schutz dient, aufgebracht. Keramische Beschichtungen und Methoden zur Beschichtung sind beispielsweise aus den Schriften EP-A2-441 095 oder EP-A1-937,787 bekannt. Die aufgetragenen Schutzschichten haben in der Regel eine relativ hohe Oberflächenrauigkeit. Eine rauhe Oberfläche erhöht den Wärmeübergang deutlich, so dass das Grundmaterial mit zunehmender Rauigkeit thermisch verstärkt belastet wird. Um dies zu vermeiden ist ein Verfahren zur Glättung der Oberfläche beispielsweise aus der Schrift EP-A2-1 088 908 bekannt. Auf der anderen Seite beeinflusst aber eine geschliffene Oberfläche das Strömungsverhalten und insbesondere das Ablöseverhalten der Strömung an der Hinterkante negativ.

[0004] Aus EP-A1-1 284 337 ist ein Verfahren zum Bearbeiten einer keramischen Schutzschicht, welche auf der Oberfläche eines Gasturbinenteils aufgetragen wird, offenbart. Die Rauigkeit der keramischen Schutzschicht wird an mindestens einer ersten Stelle reduziert und an mindestens einer zweiten Stelle in der ursprünglichen Rauigkeit beibehalten. Vorteilhaft wird an ablösegefährdeten Stellen einer Turbinenschaufel die Rauigkeit beibehalten, während die Rauigkeit der restlichen Oberfläche zum Zweck ei-

nes verschlechterten Wärmeübergangs zur umgebenden Heissgasströmung reduziert wird.

Aufgabenstellung

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit dem der Wärmeübergang vom Heissgas zu einem mit einer keramischen Schutzschicht beschichteten Gasturbinenbauteil verschlechtert wird, so dass ein verbesserter Schutz des Grundmaterials des Gasturbinenteils erreicht wird. Gleichzeitig soll das Strömungsverhaltensverhalten um das Gasturbinenteil und damit der Wirkungsgrad der gesamten Anlage positiv beeinflusst werden.

[0006] Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäss Anspruch 1 gelöst.

[0007] Die Erfindung besteht darin, bei einer mit einer keramischen Schutzschicht beschichteten Gasturbinenschaufel Rauigkeit der gesamten keramischen Schutzschicht durch Trowalisieren zu reduzieren und an ausgewählten Stellen der Gasturbinenschaufel die Rauigkeit durch eine zusätzliche Glättung mittels Feinstschleifen oder Polieren weiter zu reduzieren. Derart ausgewählte Stellen sind insbesondere in der Mitte der Profil-Saugseite und an dem Ende der Profil-Druckseite zu finden.

[0008] Das allgemeine Trowalisieren ist für die anliegende Heissgasströmung, den Wärmeübergang und für eine geringere Verschmutzung nützlich. Das zusätzliche Glätten bringt einen zusätzlichen Wirkungsgradgewinn. In den genannten Bereichen bleibt die Rauigkeit lange erhalten, da Partikel, die im Heissgas enthalten sind, nicht senkrecht auf die Schaufeloberfläche treffen und damit nicht erosiv wirken, wie die beispielsweise an der Eintrittskante der Turbinenschaufel der Fall ist.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiel

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0010] Die Erfindung ist anhand der beiliegenden Figur näher erläutert, wobei die einzige Figur einen Schnitt durch eine Turbinenschaufel zeigt, welche nach dem erfindungsgemässen Verfahren bearbeitet wurde. Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die **Fig. 1** zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Turbinenschaufel **1** einer Gasturbine. Die

Turbinenschaufel **1** ist an der Oberfläche **2** der Saugseite **4** und der Druckseite **5** mit einer keramischen Schutzschicht **3** beschichtet worden. Die keramische Schutzschicht **3** (engl. Thermal Barrier Coating, TBC), bei der es sich in der Regel um Y stabilisiertes Zr-Oxid handelt, dient als Schutz vor dem die Turbinenschaufel **1** umströmenden Heissgas **6**, dessen Stromlinien in der **Fig. 1** sichtbar sind. Derartige keramische Beschichtungen und Verfahren zur Beschichtung sind beispielsweise aus der Schrift EP-A2-0 441 095 bekannt. Es ist dabei bekannt, dass die aufgetragene Schutzschicht eine gewisse Oberflächenrauigkeit aufweist.

[0012] Erfindungsgemäss wird daher vorgeschlagen, die Rauigkeit der bereits aufgetragenen keramischen Schicht **3** an der Oberfläche gesamthaft zu reduzieren. Beispielsweise kann also die Durchschnittsrauigkeit (R_a , average roughness) auf maximal 1/3 der ursprünglichen Durchschnittsrauigkeit reduziert werden. Die Rauigkeit R_T wird sich damit beispielsweise von etwa 50 μm auf 20 μm reduzieren. Unter sehr günstigen Bedingungen erreicht man dabei ein R_a zwischen 6 μm und 3.0 μm . An den glatt geschliffenen Teilen der Oberfläche wird der Wärmeübergang damit vorteilhaft reduziert, so dass der Wärmeübergang hier weiter verringert wird, und somit – bei gleicher Kühlleistung – das Grundmaterial verbessert gekühlt wird. Eine solche Glättung der TBC Oberfläche senkt die Wärmeübergangszahl um 20% bis 30%. Dies bringt also einen deutlich verbesserten Schutz des eingesetzten Grundmaterials **1** vor den Heissgasen **6**.

[0013] Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, die Rauigkeit durch Schleifen, Sandstrahlen, Polieren, Trowalisieren, Bürsten oder auf andere, geeignete Arten, welche aus dem Stand der Technik bekannt sind, zu reduzieren. Zum Schleifen besonders geeignet sind Siliziumkarbid oder Diamanten, welche mit einer Kunststoffbindung auf Bändern oder Scheiben befestigt sind.

[0014] Gemäss der vorliegenden Erfindung wird die Rauigkeit der keramischen Schutzschicht **3** an mindestens einer stromabgelegenen Stelle **7** zusätzlich durch Feinstschleifen oder Polieren zusätzlich reduziert. Dabei kann eine Rauigkeit R_a von 2 μm bis 1 μm erreicht werden. Wie in der einzigen Figur dargestellt, sind derartige Stellen **7** in der Mitte der Profil-Saugseite **4** und an dem Ende der Profil-Druckseite **5** (nahe der Hinterkante der Turbinenschaufel **1**) zu finden. Das allgemeine Trowalisieren ist für die anliegende Strömung, den Wärmeübergang und für eine geringere Verschmutzung nützlich. Das zusätzliche Glätten bringt aber einen zusätzlichen Wirkungsgewinn. In den genannten Bereichen bleibt die erzeugte geringe Rauigkeit (Glättung) lange erhalten, da Partikel, die im Heissgas enthalten sind, nicht senkrecht auf die Schaufeloberfläche treffen und da-

mit nicht erosiv wirken, wie dies beispielsweise an der Eintrittskante der Fall ist.

[0015] Der Wirkungsgrad der gesamten Anlage wird durch diese einfache Massnahmen vorteilhaft erhöht.

Bezugszeichenliste

1	Turbinenschaufel, Gasturbinenteil
2	Oberfläche der Turbinenschaufel 1
3	Keramische Schutzschicht
4	Saugseite
5	Druckseite
6	Heissgas
7	Stellen der Schutzschicht 3 , zusätzlich bearbeitet

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten einer keramischen Schutzschicht (**3**),
 – welche auf der Oberfläche (**2**) an der Saugseite (**4**) und an der Druckseite (**5**) einer Gasturbinenschaufel (**1**) aufgetragen wird,
 – wobei die keramische Schutzschicht (**3**) nach dem Auftragen auf der Gasturbinenteil (**1**) eine gewisse Rauigkeit aufweist,
 – wobei die Rauigkeit der bereits aufgetragenen keramischen Schicht (**3**) auf dem Grundmaterial (**1**) an der gesamten Oberfläche (**2**) reduziert wird und
 – an mindestens einer stromabgelegenen Stelle (**7**) der Saugseite (**4**) oder Druckseite (**5**) die Rauigkeit zusätzlich reduziert wird.

2. Bearbeitungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit der aufgetragenen keramischen Schicht (**3**) an der gesamten Oberfläche (**2**) auf bis maximal 1/3 der ursprünglichen Durchschnittsrauigkeit (R_a) reduziert wird.

3. Bearbeitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit in der Mitte Saugseite (**4**) und an dem Ende der Druckseite (**5**) zusätzlich reduziert wird.

4. Bearbeitungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Durchschnittsrauigkeit (R_a) bei gesamthaften Schleifvorgang zwischen 6.0 μm und 3.0 μm erreicht wird und an mindestens einer stromabgelegenen Stelle (**7**) der Saugseite (**4**) oder Druckseite (**5**) eine Durchschnittsrauigkeit (R_a) von 2 μm bis 1 μm erreicht wird.

5. Bearbeitungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit durch Schleifen, Sandstrahlen, Polieren, Trowalisieren, Bürsten oder auf andere, geeignete Art gesamthaft reduziert wird.

6. Bearbeitungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit an mindestens einer Stelle (7) der Saugseite (4) oder Druckseite (5) zusätzlich durch Feinstschleifen oder Polieren reduziert wird.

7. Bearbeitungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Oberfläche (2) des Gasturbinenteils (1) ein Y stabilisiertes Zr-Oxid als keramische Schutzschicht aufgetragen wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

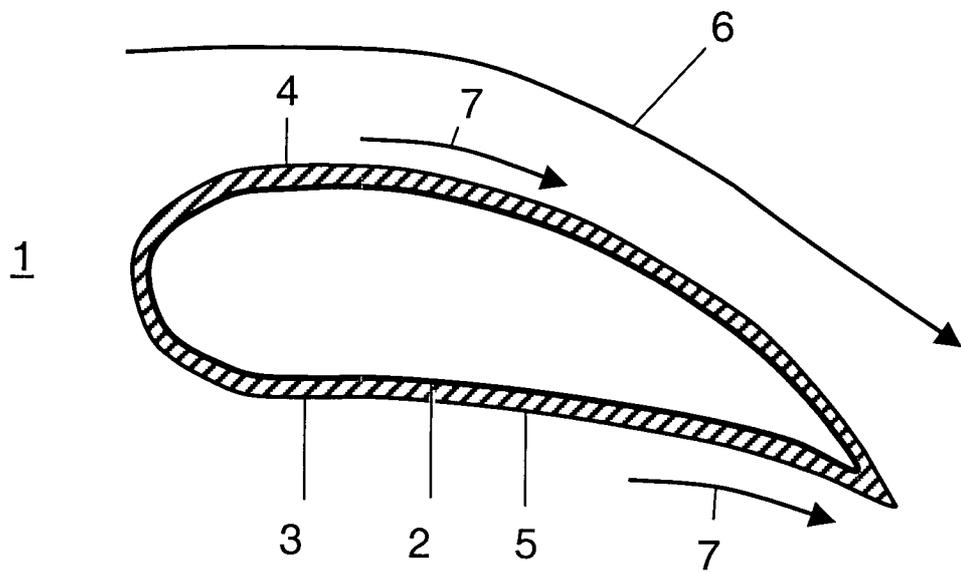


Fig.