

(19)



(11)

EP 2 125 292 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.11.2013 Patentblatt 2013/47

(51) Int Cl.:
B24C 1/10 (2006.01) F01D 11/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07856057.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2007/002196

(22) Anmeldetag: **05.12.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/071162 (19.06.2008 Gazette 2008/25)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM OBERFLÄCHENSTRAHLEN EINES TEILELEMENTS EINES BAUTEILS EINER GASTURBINE**

METHOD AND DEVICE FOR THE SURFACE PEENING OF A PARTIAL ELEMENT OF A COMPONENT OF A GAS TURBINE

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR GRENAILLER LA SURFACE D'UN ÉLÉMENT D'UNE PIÈCE DE TURBINE À GAZ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **13.12.2006 DE 102006058678**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

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

(72) Erfinder:
• **BAYER, Erwin**
85221 Dachau (DE)

- **NIEGL, Max**
81247 München (DE)
- **POLANETZKI, Holger**
85221 Dachau (DE)
- **PESCHKE, Thomas**
82194 Gröbenzell (DE)
- **DAUTL, Thomas**
85285 Weichs (DE)
- **THÜMLER, Philipp**
80939 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 623 794 WO-A-02/24411
FR-A- 2 689 431

EP 2 125 292 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 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Oberflächenstrahlen, insbesondere zum Ultraschall-Kugelstrahlen wenigstens eines Teilelements eines Bauteils, insbesondere einer Blisk einer Gasturbine der in den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 bzw. 9 angegebenen Art.

[0002] Ein solches Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind beispielsweise bereits aus der EP 1 101 568 B1 als bekannt zu entnehmen, wobei die Rotorschaukeln eines als Blisk ausgebildeten Rotors zur Verbesserung ihrer Ermüdungsfestigkeit kugelgestrahlt werden. Hierzu wird der Rotor in einer Halteeinrichtung positioniert, so dass dieser um seine Rotationsachse drehbar gehalten ist. Durch Drehung des Rotors werden dessen Rotorschaukeln durch eine Strahlkammer geführt, an deren Unterseite eine Vibrationseinrichtung in Form einer Ultraschall-Sonotrode mit einer zumindest annähernd horizontal verlaufenden schwingenden Oberfläche angeordnet ist. Die Strahlkammer wird dabei sowohl axial - also im Bereich der Breitseiten des Rotors - wie auch radial - also im Bereich der Rotorschaukeln - der Blisk durch entsprechende Kammerwände begrenzt.

[0003] Dokument EP 1623794 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 7.

[0004] Ein Problem von heute bekannten derartigen Verfahren zum Oberflächenstrahlen von Rotoren ist es, dass insbesondere bei dünnwandigen Teilelementen die Gefahr einer Verformung bzw. eines Verzugs durch das Oberflächenstrahlen besteht. Aus diesem Grund ist es heute üblich, derartige Teilelemente insbesondere mittels einer Abdeckung zu schützen. Da derartige dünnwandige Teilelemente beispielsweise einer Blisk oftmals in einem Fügereich mit einer benachbarten Blisk liegen, kann diese Abdeckung zu einer unzureichenden Verfestigung der Fügereiche führen. Darüber hinaus ergibt sich die weitere Problematik, dass das Teilelement selbst ebenfalls nicht verfestigt werden kann.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welchen bislang nicht zu bearbeitende Teilelemente des Bauteils der Gasturbine ohne die Gefahr von Verformungen oder Verzug durch Oberflächenstrahlen bearbeitet werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen und nicht-trivialen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es vorgesehen, dass die Oberfläche der wenigstens einen Vibrationseinrichtung und ein dünnwandiger Dichtfin bezogen auf dessen Erstreckungsrichtung in einem Winkel zwischen 70° und 90° relativ zueinander positioniert werden. Mit anderen Worten ist es erfindungsgemäß vorge-

sehen, die bislang beim Oberflächenstrahlen eines Rotors, insbesondere einer Blisk, nicht ohne Verformungen bzw. Verzug bearbeitbaren dünnwandigen Dichtfin dadurch zu bearbeiten, dass die Oberfläche der wenigstens einen Vibrationseinrichtung in Bezug den Dichtfin in dem angegebenen Winkelbereich angeordnet ist. Durch diese entsprechende Anordnung der Oberfläche der Vibrationseinrichtung relativ zu dem Dichtfin wird dabei erreicht, dass dessen Breitseiten während des Strahlvorgangs synchron mit Strahlgut bearbeitet werden können. Da der Dichtfin somit von beiden Seiten gleichermaßen mit Strahlgut beaufschlagt wird, wird eine Deformation oder gar ein Wegbiegen der üblicherweise wenige Millimeter dicken und hohen Teilelemente unter dem Einfluss des Kugelhagels vermieden. Die Stirnseite bzw. Spitze des jeweiligen Dichtfins, welche im Betrieb des Triebwerks mit einem Einlauf- oder Anstreifbelag in Kontakt kommt, wird hingegen in optimaler Weise verfestigt. Hierdurch steigen die Abriebhärte und die Lebensdauer der Stirnseite bzw. Spitze des Dichtfins erheblich.

[0008] Ein weiterer Vorteil ist es, dass die oftmals im Bereich der dünnwandigen Dichtfins angeordneten Fügeseiten des Rotors bzw. der Blisk effektiv verfestigt werden können, so dass die Zugeigenspannungen in der Wärmeeinflusszone der Fügung oberflächennah in Druckspannungen umgewandelt werden können. Bei einer gegebenenfalls etwas schrägen Anordnung der Oberfläche der wenigstens einen Vibrationseinrichtung in Bezug auf die Erstreckungsrichtung des Dichtfins kann erreicht werden, dass dessen Steghals - also der Übergangsbereich zwischen dem Dichtfin und einer diesen tragenden Außenumfangswand des Rotors - verfestigt wird.

[0009] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform werden die Oberfläche der wenigstens einen Vibrationseinrichtung und der Dichtfin bezogen auf dessen Erstreckungsrichtung in einem Winkel zwischen 85° und 90°, und insbesondere zumindest annähernd senkrecht, relativ zueinander positioniert. Mit anderen Worten wird die Oberfläche der wenigstens einen Vibrationseinrichtung vorzugsweise zumindest etwa senkrecht relativ zu dem zu bearbeitenden Dichtfin positioniert, so dass sich eine besonders gleichmäßige und synchrone Strahlung der beiden Breitseiten des Dichtfins ergibt und eine Deformation oder ein Wegbiegen des Dichtfin verunmöglicht ist.

[0010] Eine besonders gleichmäßige und reproduzierbare Verfestigung des jeweiligen Dichtfins lässt sich erreichen, wenn dieser in einer die zugeordnete Vibrationseinrichtung umfassenden Strahlkammer bearbeitet wird. Durch die Strahlkammer kann dabei auf einfache Weise eine gleich bleibende Menge an Strahlgut und somit ein einheitliches und gleichmäßiges Strahlergebnis erzielt werden.

[0011] Sind die Begrenzungswände der Strahlkammer bezogen auf die Erstreckungsrichtung des Dichtfins im Wesentlichen parallel zu diesem angeordnet, so hat dies den Vorteil, dass sich eine besonders synchrone und

gleichmäßige Strahlung der beiden Breitseiten realisieren lässt.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden eine Mehrzahl von Dichtfins in einer gemeinsamen Strahlkammer bearbeitet. Hierdurch ergibt sich ein hinsichtlich der Bearbeitungszeit optimiertes Verfahren.

[0013] Die im Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren beschriebenen Vorteile gelten identisch auch für die Vorrichtung gemäß der Erfindung.

[0014] Dabei hat es sich bei der Vorrichtung als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn eine Strahlkammer mit Begrenzungswänden ausgestattet ist, welche als Trennwände zwei aneinander angrenzende Strahlkammern voneinander unterteilen. Hierdurch können die Trennwände eine Doppelfunktion als jeweilige Begrenzungswand erfüllen, wobei die beiden benachbarten Strahlkammern in engem Abstand zueinander angeordnet sein können.

[0015] Als weiterhin vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Strahlkammer mit Kammerwänden versehen ist, welche zumindest bereichsweise flexibel ausgebildet sind. Hierdurch kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch bei unterschiedlichen Bauteilen mit differierender Geometrie eingesetzt werden.

[0016] Schließlich hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn eine Verteilungseinrichtung vorzugsweise innerhalb der Strahlkammer vorgesehen ist, mit welcher das Strahlgut über die Oberfläche der wenigstens einen Vibrationseinrichtung verteilbar ist. Die Vibrationseinrichtung wird bevorzugt entsprechend an einer tiefsten Stelle der Oberflächen der Vibrationseinrichtungen angeordnet, so dass sich dort sammelndes Strahlgut gleichmäßig verteilt bzw. auch in oberen Bereichen der Oberflächen positioniert wird. Insgesamt wird somit erreicht, über die gesamten Oberflächen eine einheitliche Menge an Strahlgut vorliegt, so dass sich eine äußerst gleichmäßige Verfestigung des Dichtfins realisieren lässt.

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung.

[0018] Diese zeigt in einer schematischen Schnittansicht einen Rotor einer Gasturbine in Form einer Blisk, welche vorliegend zwei Stufen und im Bereich einer Umfangswand eine Mehrzahl von außenumfangseitig umlaufenden dünnwandigen Dichtfins umfasst, in deren Bereich jeweils zugeordnete Strahlkammern mit jeweils zugehörigen Vibrationseinrichtungen vorgesehen sind, deren jeweilige Oberflächen relativ zu dem zugeordneten Dichtfin bezogen auf dessen Erstreckungsrichtung in einem Winkel von im Wesentlichen 90° positioniert sind.

[0019] Von einem in einer schematischen und axialen Schnittansicht dargestellten drehbaren Rotor einer Gasturbine in Form einer Blisk 10 sind vorliegend zwei Stufen erkennbar, welchen jeweils eine erste und eine zweite Scheibe 12, 14 sowie ein Kranz von ersten und zweiten Rotorscheaufeln 16, 18 zugeordnet ist. Von jeder der Scheiben 12, 14 ist im Wesentlichen eine linienförmig

dargestellte, außenumfangseitige Plattform 20 erkennbar, an welche sich radial nach innen jeweils ein Unterplattformbereich 22 anschließt. Jeder der beiden Unterplattformbereiche 22 geht radial in Richtung nach innen in einen jeweiligen Scheibenhals 24 über, der den zugehörigen Unterplattformbereich 22 mit einem Scheibenkörper 26 verbindet. Das radial innere Ende des jeweiligen Scheibenkörpers 26 wird durch eine zugehörige Nabe 28 gebildet, welche ein Gegengewicht zu den jeweiligen Rotorscheaufeln 16, 18 darstellt. Die beiden Scheiben 12, 14 sind über eine Umfangswand 30 verbunden, welche rotationssymmetrisch um eine Rotationsachse R der Blisk 10 ausgebildet ist und sich auf die einen Seite bis zu einem Wing 32 und auf die andere Seite bis zu einem Flansch 34 hin erstreckt.

[0020] Außenumfangseitig der Umfangswand 30 umfasst die vorliegende Blisk 10 fünf als Teilelemente ausgebildete dünnwandige Dichtfins 36, welche radial umlaufend etwa senkrecht im Bezug auf die Rotationsachse R der Blisk 10 von der Umfangswand 30 nach außen hin abstehen. Diese dünnwandigen Dichtfins 36 werden im Allgemeinen auch "Fin-Dichtlippen" oder "Dichtstege" genannt und weisen beispielsweise eine radiale Höhe von 3 mm und eine Dicke von 2 mm auf. Die Dichtfins 36 dienen zum Zusammenwirken mit einem nicht dargestellten Einlauf- oder Anstreifbelag, welcher innenumfangsseitig von ebenfalls nicht dargestellten turbinenfesten Leitschaufeln ringförmig um den jeweils zugehörigen Dichtfin 36 umläuft.

[0021] Um die Dichtfins 36 durch Oberflächenstrahlen mittels eines Strahlguts insbesondere in Form von Kugeln zu verfestigen, sind vorliegend insgesamt drei Strahlkammer 38, 40, 42 vorgesehen, welche durch jeweilige Begrenzungs- bzw. Trennwände 44, 45, 46, 47, 48, 49 begrenzt bzw. voneinander unterteilt sind. Neben den drei, den jeweiligen Dichtfins 36 zugeordneten Strahlkammern 38, 40, 42 sind zwei weitere Strahlkammer 50 vorgesehen, innerhalb welchen die Rotorscheaufeln 16, 18 mittels Oberflächenstrahlen verfestigt werden können. Neben den Begrenzungs- bzw. Trennwänden 44, 45, 46, 47, 48, 49 sind den Strahlkammer 38, 40, 42 auch Stirnwände 52 zugeordnet, welche im Bereich der Dichtfins 36 gegebenenfalls entsprechende Aussparungen aufweisen können.

[0022] Aus der Figur ist erkennbar, dass die vier mittleren Begrenzungs- bzw. Trennwände 45, 46, 47, 48 jeweils gegen die zugeordnete Plattform 20 der Rotorscheaufeln 16, 18 abgedichtet sind. Hierdurch kann ein Verlust bzw. ein Übertritt von Strahlgut aus der einen in die andere Strahlkammer 38, 40, 42 bzw. 50 verhindert werden. Zwischen der jeweiligen Begrenzungs- bzw. Trennwand 45, 46, 47, 48 und der zugeordneten Plattform 20 können dabei entsprechende Dichtmittel angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich ist der Spalt bzw. der Abstand zwischen der jeweiligen Begrenzungs- bzw. Trennwand 45, 46, 47, 48 und der zugeordneten Plattform 20 so gewählt, dass das Strahlgut nicht dazwischen hindurch gelangen kann. Die äußeren Begrenzungs-

bzw. Trennwände 44 bzw. 49 sind in entsprechender Weise gegenüber der Umfangswand 30 abgedichtet angeordnet. Darüber hinaus können die Begrenzungs- bzw. Trennwände 44, 45, 46, 47, 48, 49 auch flexibel ausgebildet sein, um eine Anpassung an Bauteile bzw. Rotoren mit unterschiedlicher Geometrie zu erreichen.

[0023] Auf der den Dichtfins 36 gegenüberliegenden Seite der zugeordneten Strahlkammer 38, 40, 42 ist jeweils eine Oberfläche 54 einer zugeordneten Vibrationseinrichtung 56 vorgesehen, welche vorliegend als nicht weiter dargestellte Ultraschall-Sonotrode ausgebildet und als stirnseitige Begrenzungswand der jeweiligen Strahlkammer 38, 40, 42 zugeordnet ist. Mittels der jeweiligen Ultraschall-Sonotrode ist die jeweilige Oberfläche 54 der Vibrationseinrichtung 56 in Schwingung zu versetzen, wodurch das Strahlgut - welches vorliegend als Kugel ausgebildet ist - zum Kugelstrahlen beschleunigt wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird für alle Strahlkammern 38, 40, 42 - also auch für die Strahlkammern 50 der Rotorscheufeln 16, 18 - ein und dieselbe Vibrationseinrichtung 56 eingesetzt, wobei die der jeweiligen Strahlkammer 38, 40, 42 bzw. 50 zugeordnete vibrierende bzw. das Strahlgut beaufschlagende Oberfläche 54 entsprechend durch die Begrenzungs- bzw. Trennwände 44, 45, 46, 47, 48, 49 unterteilt sind. Als im Rahmen der Erfindung mit umfasst ist es jedoch zu betrachten, dass jede der Strahlkammer 38, 40, 42 auch eine separate Vibrationseinrichtung 56 aufweisen kann.

[0024] Jeder der Dichtfins 36 umfasst zwei - in Draufsicht ringförmige - Breitseiten 58, 60 sowie eine abgerundete schmale Stirnseite 62. Weiterhin ist erkennbar, dass jeder Dichtfin 36 einen Steghals 64 umfasst, bei welchem die Umfangswand 30 in den Dichtfin 36 übergeht. Gegebenenfalls kann sich der Dichtfin 36 - wie insbesondere aus Fig. 1 erkennbar ist - zur Außenumfangsseite hin verjüngen, wobei sich die jeweils einzelnen Teilflächen jeder der beiden Breitseiten 58, 60 im Wesentlichen planparallel zueinander erstrecken. Dabei ist mit der strichpunktiierten Linie E (Strahlkammer 38) eine radiale Erstreckungsrichtung an einem der Dichtfins 36 dargestellt. Diese Erstreckungsrichtung E ist vorliegend bei allen Dichtfins 36 im Wesentlichen identisch.

[0025] Damit beim Kugelstrahlen die Dichtfins 36 nicht verformt bzw. verbogen oder anderweitig verzogen werden, sind die Oberflächen 54 der dem jeweiligen Dichtfin 36 zugeordneten Vibrationseinrichtungen 56 bezogen auf die radiale Erstreckungsrichtung E des entsprechenden Dichtfins 36 in einem Winkel α zwischen 70° und 90° relativ zueinander positioniert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt dieser Winkel α zumindest annähernd 90° , da sich hierdurch eine besonders gleichmäßige Strahlung beider Breitseiten 58, 60 des jeweiligen Dichtfins 36 realisieren lässt. Diese sich hierdurch ergebende besonders vorteilhafte Verfestigung der beiden Breitseiten 58, 60 stellt sich insbesondere auch ein, wenn der Winkel α zwischen 85° und 90° liegt. Demzufolge verlaufen im vorliegenden Ausführungsbeispiel jede der Oberflächen 54 der zugeordneten Vibrationseinrichtung

56 und eine jeweilige Oberflächennormale O (Strahlkammer 42) der jeweils korrespondierenden Breitseite 58, 60 des entsprechenden Dichtfins 36 im Wesentlichen zumindest etwa parallel relativ zueinander. Mittels der Oberfläche 54 der Vibrationseinrichtung 56 werden somit die zwei einander gegenüberliegenden Breitseiten 58, 60 des Dichtfins 36 synchron oberflächengestrahlt. Die Begrenzungs- bzw. Trennwände 44, 45, 46, 47, 48, 49 der Strahlkammern 38, 40, 42 verlaufen vorliegend im Wesentlichen parallel zur Erstreckungsrichtung E des jeweiligen Dichtstegs 36 bzw. parallel zu dessen jeweiligen Breitseiten 58, 60. Wenn - wie oben erläutert - die Oberfläche 54 nicht zumindest annähernd senkrecht zur radialen Erstreckungsrichtung des Dichtfins 36 angeordnet ist, sondern der Winkel α zwischen 70° und 90° beträgt, so verläuft jede der Begrenzungs- bzw. Trennwände 44, 45, 46, 47, 48, 49 relativ zu der jeweiligen Oberflächennormalen O natürlich auch in einem korrelierenden Winkel.

[0026] Die relative Anordnung der Dichtfins 36 in Bezug auf die korrespondierenden Oberflächen 54 der zugeordneten Vibrationseinrichtung 56 kann entweder dadurch geschehen, dass die jeweilige Strahlkammer 38, 40, 42 entsprechend gegenüber der Blisk 10 positioniert wird, oder aber umgekehrt, dass die Blisk 10 entsprechend gegenüber der jeweiligen Strahlkammer 38, 40, 42 angeordnet wird. In letzterem Fall kann - wie vorliegend gezeigt - eine Halteeinrichtung 66 vorgesehen werden, durch welche die Blisk 10 gegenüber der Strahlkammer 38, 40, 42 anzuordnen ist. Die Halteeinrichtung 66 umfasst dabei beispielsweise in der Figur lediglich schematisch angedeutete Lagerböcke 68, durch welche die Blisk 10 um ihre Rotationsachse R drehbar gelagert ist. Somit kann jeder der Dichtfins 36 in einem Verfahrensschritt umlaufend verfestigt bzw. gestrahlt werden. Die relative Positionierung der Dichtfins 36 und der Oberflächen 54 kann jedoch auch dadurch vorgenommen werden, dass die Kammerwände 44, 45, 46, 47, 48, 49 der jeweiligen Strahlkammer 38, 40, 42 als Anschläge gegenüber der Umfangswand 30 der Blisk 10 dienen.

[0027] Damit sich das Strahlgut nicht übermäßig an einer tiefsten Stelle der zugeordneten Strahlkammer 38, 40, 42 sammelt, sondern vielmehr gleichmäßig über die jeweiligen Oberflächen 54 verteilt ist, ist - beispielhaft - im unteren Bereich der Strahlkammer 42 eine Verteilungseinrichtung 70 vorgesehen, welche ebenfalls eine schwingende Oberfläche 72 umfasst. Die Verteilungseinrichtung 72 kann dabei ebenfalls als Ultraschall-Sonotrode ausgebildet sein. Gleichfalls wären hier auch andere Gestaltungen wie beispielsweise eine Drucklufteinrichtung denkbar, mit welchen sich eine homogene Verteilung des Strahlguts über die jeweiligen Oberflächen 54 realisieren lässt.

[0028] Als im Rahmen der Erfindung mit umfasst ist es zu betrachten, dass die vorliegend beschriebene Vorrichtung bzw. das zugeordnete Verfahren nicht nur bei einer Blisk 10 angewendet werden kann, sondern natürlich auch bei anderen Bauteilen von Gasturbinen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Oberflächenstrahlen, insbesondere zum Ultraschall-Kugelstrahlen, wenigstens eines Teilelements (36) eines Bauteils (10) einer Gasturbine, bei welchem das Teilelement (36) und wenigstens eine das Strahlgut beaufschlagende Oberfläche (54) einer Vibrationseinrichtung (56) relativ zueinander positioniert werden, wobei die Oberfläche (54) der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) und ein Dichtfin (36) bezogen auf dessen Erstreckungsrichtung (E) in einem Winkel (α) zwischen 70° und 90° relativ zueinander positioniert werden, wobei der wenigstens eine Dichtfin (36) in mindestens einer ersten die zugeordnete Vibrationseinrichtung (56) umfassenden Strahlkammer (38, 40, 42) bearbeitet wird, Begrenzungs- bzw. Trennwände (44, 45, 46, 47, 48, 49) der Strahlkammer (38, 40, 42) bezogen auf die Erstreckungsrichtung (E) des Dichtfins (36) im Wesentlichen parallel zu diesem angeordnet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** in mindestens einer zweiten durch die Trennwände (45,46) begrenzte Strahlkammer (50) eine Rotor-schaukel (16, 18) des Bauteils (10) angeordnet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche (54) der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) und der Dichtfin (36) bezogen auf dessen Erstreckungsrichtung (E) in einem Winkel (α) zwischen 85° und 90°, und insbesondere zumindest annähernd senkrecht, relativ zueinander positioniert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Oberfläche (54) der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) zwei einander gegenüberliegende Breitseiten (58, 60) des Dichtfins (36) synchron oberflächengestrahlt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Dichtfins (36) in einer gemeinsamen Strahlkammer (38,40,42) bearbeitet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Oberflächenstrahlen des Dichtfins (36) das Bauteil (10) um seine Rotationsachse (R) gedreht wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) mittels einer Halteeinrichtung (66) relativ zu der Oberfläche (54) der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) angeordnet wird.
7. Vorrichtung zum Oberflächenstrahlen, insbesondere zum Ultraschall-Kugelstrahlen, wenigstens eines Teilelements (36) eines Bauteils (10) einer Gasturbine, mit wenigstens einer Vibrationseinrichtung (56), welche eine das Strahlgut beaufschlagende Oberfläche (54) umfasst, und mit einer Halteeinrichtung (66), mittels welcher das Teilelement (36) und die Oberfläche (54) der Vibrationseinrichtung (56) relativ zueinander positionierbar sind, wobei mittels der Halteeinrichtung (66) die Oberfläche (54) der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) und ein Dichtfin (36) bezogen auf dessen Erstreckungsrichtung (E) in einem Winkel (α) zwischen 70° und 90° relativ zueinander positionierbar sind, wobei der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) mindestens eine erste Strahlkammer (38, 40, 42) zugeordnet ist, in welcher der wenigstens eine Dichtfin (36) bearbeitbar ist, wobei Begrenzungs- bzw. Trennwände (44, 45, 46, 47, 48, 49) der Strahlkammer (38,40,42) bezogen auf die Oberfläche (54) der Vibrationseinrichtung (56) im Wesentlichen senkrecht zu diesem angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine zweite durch die Trennwände (45, 46) begrenzte Strahlkammer (50) vorhanden ist, in welcher wenigstens eine Rotorschaukel (16, 18) bearbeitbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Halteeinrichtung (66) die Oberfläche (54) der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) und der Dichtfin (36) bezogen auf dessen Erstreckungsrichtung (E) in einem Winkel (α) zwischen 85° und 90°, und insbesondere zumindest annähernd senkrecht, relativ zueinander positionierbar sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Begrenzungswände der Strahlkammer (38, 40, 42) als Trennwände (45, 46, 47, 48) ausgebildet sind,
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein- und dieselbe Vibrationseinrichtung (56) für eine Mehrzahl von Strahlkammern (38, 40, 42) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Begrenzungs- bzw. Trennwände (44, 45, 46, 47, 48, 49) der Strahlkammer (38, 40, 42) zumindest bereichsweise flexibel ausgebildet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verteilungseinrichtung (70) vorgesehen ist, mit welcher das Strahlgut über die Oberfläche (54) der wenigstens einen Vibrationseinrichtung (56) verteilbar ist.

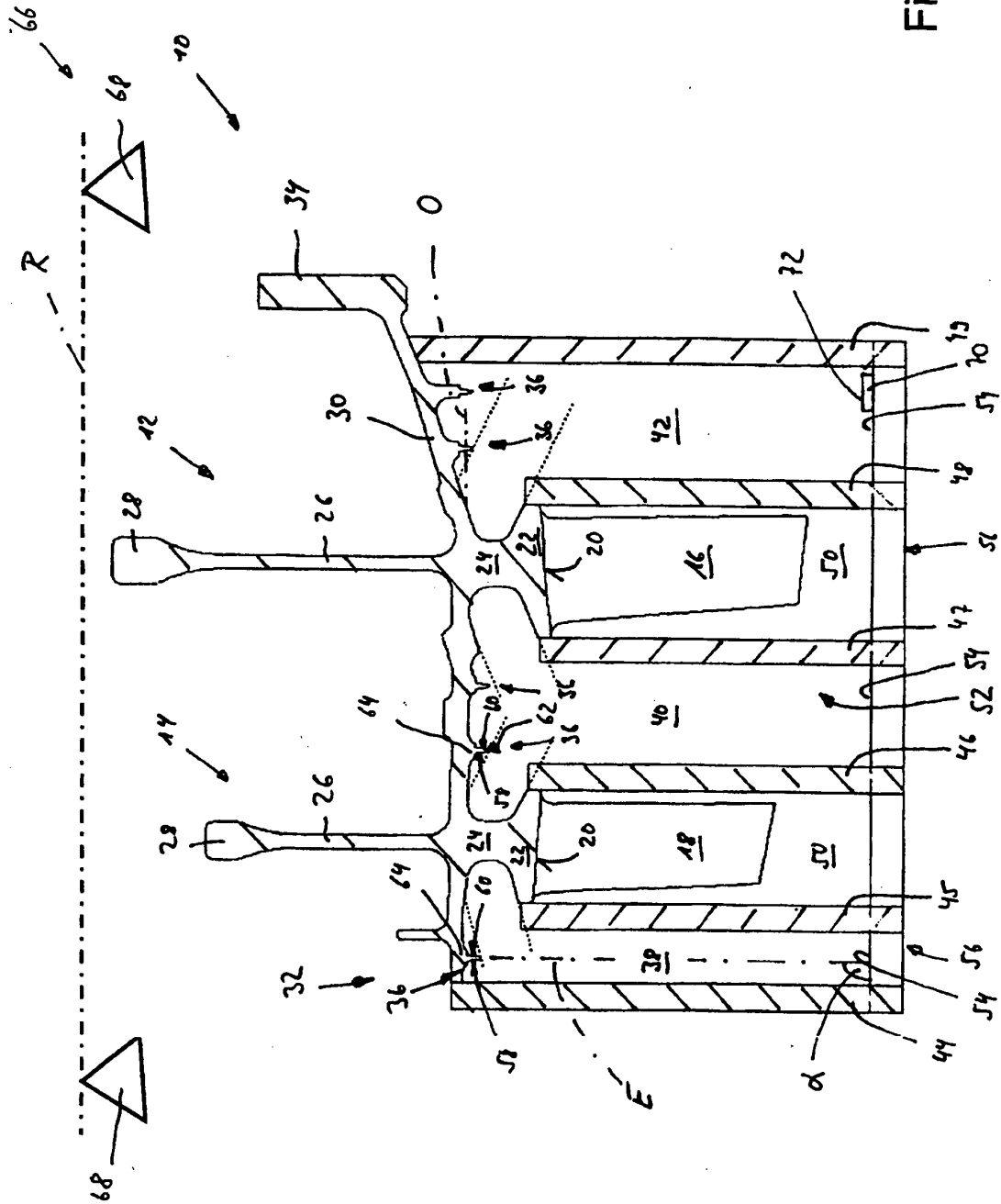
Claims

1. Method for surface-peening, in particular ultrasonic shot-peening, of at least one partial element (36) of a component (10) of a gas turbine, in which the partial element (36) and at least a surface (54) of a vibration device (56) impinging the peening material are positioned relative to each other, wherein the surface (54) of the at least one vibration device (56) and a sealing fin (36) are positioned with reference to the latter's direction of extension (E) at an angle (α) between 70° and 90° relative to each other, wherein the at least one sealing fin (36) is processed in at least a first peening chamber (38, 40, 42) containing the associated vibration device (56), boundary or dividing walls (44, 45, 46, 47, 48, 49) of the peening chamber (38, 40, 42) are arranged with reference to the direction of extension (E) of the sealing fin (36) so as to be substantially parallel to the fin, **characterised in that** a rotor blade (16, 18) of the component (10) is arranged in at least a second peening chamber (50) delimited by the dividing walls (45, 46).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the surface (54) of the at least one vibration device (56) and the sealing fin (36) are positioned with reference to the latter's direction of extension (E) at an angle (α) between 85° and 90°, and in particular at least approximately perpendicularly, relative to each other.
3. Method according to claim 1 and 2, **characterised in that** two opposing broad sides (58, 60) of the sealing fin (36) are surface-peened synchronously by means of the surface (54) of the at least one vibration device (56).
4. Method according to claim 1, **characterised in that** a plurality of sealing fins (36) is processed in a common peening chamber (38, 40, 42).
5. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** in order to surface-peen the sealing fin (36) the component (10) is rotated about its rotational axis (R).
6. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the component (10) is arranged by means of a holding device (66) relative to the surface (54) of the at least one vibration device (56).
7. A device for surface-peening, in particular ultrasonic shot-peening, at least one partial element (36) of a component (10) of a gas turbine, having at least one vibration device (56) which comprises a surface (54) impinging the peening material, and having a holding device (66) by means of which the partial element (36) and the surface (54) of the vibration device (56) can be positioned relative to each other, wherein by means of the holding device (66) the surface (54) of the at least one vibration device (56) and a sealing fin (36) can be positioned with reference to the latter's direction of extension (E) at an angle (α) between 70° and 90° relative to each other, wherein associated with the at least one vibration device (56) there is at least a first peening chamber (38, 40, 42) in which the at least one sealing fin (36) can be processed, with boundary or dividing walls (44, 45, 46, 47, 48, 49) of the peening chamber (38, 40, 42) being arranged with reference to the surface (54) of the vibration device (56) so as to be substantially perpendicular thereto, **characterised in that** there is at least a second peening chamber (50) which is delimited by the dividing walls (45, 46) and in which at least one rotor blade (16, 18) can be processed.
8. A device according to claim 7, **characterised in that** by means of the holding device (66) the surface (54) of the at least one vibration device (56) and the sealing fin (36) can be positioned with reference to the latter's direction of extension (E) at an angle (α) between 85° and 90°, and in particular at least approximately perpendicularly, relative to each other.
9. A device according to claim 7 or 8, **characterised in that** boundary walls of the peening chamber (38, 40, 42) are formed as dividing walls (45, 46, 47, 48).
10. A device according to one of claims 7 to 9, **characterised in that** one and the same vibration device (56) is provided for a plurality of peening chambers (38, 40, 42).
11. A device according to one of claims 7 to 10, **characterised in that** boundary or dividing walls (44, 45, 46, 47, 48, 49) of the peening chamber (38, 40, 42) are formed so as to be flexible at least in regions.
12. A device according to one of claims 7 to 11, **characterised in that** a distributing device (70) is provided with which the peening material can be distributed over the surface (54) of the at least one vibration device (56).

Revendications

1. Procédé pour le grenaillage de surfaces, en particulier pour le grenaillage par ultrasons, d'au moins un élément de pièce (36) d'une pièce (10) d'une turbine à gaz, selon lequel l'élément de pièce (36) et au moins une surface (54), sollicitant la grenaillage, d'un dispositif vibratoire (56) sont positionnés l'un par rapport à l'autre, dans lequel la surface (54) du au moins

- un dispositif vibratoire (56) et une lèvre d'étanchéité (36), rapporté à la direction d'extension de celle-ci, sont positionnées l'une par rapport à l'autre selon un angle (α) compris entre 70 ° et 90 °, dans lequel la au moins une lèvre d'étanchéité (36) est usinée dans au moins une première chambre de grenailage (38, 40, 42) comportant le dispositif vibratoire (56) associé, des parois de délimitation ou de séparation (44, 45, 46, 47, 48, 49) de la chambre de grenailage (38, 40, 42) sont disposées, rapporté à la direction d'extension (E) de la lèvre d'étanchéité (36), sensiblement parallèlement à celle-ci, **caractérisé en ce qu'une aube de rotor (16, 18) de la pièce (10) est disposée dans au moins une seconde chambre de grenailage (50) délimitée par les parois de séparation (45, 46).**
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface (54) du au moins un dispositif vibratoire (56) et la lèvre d'étanchéité (36), rapporté à la direction d'extension (E) de celle-ci, sont positionnées l'une par rapport à l'autre selon un angle (α) compris entre 85 ° et 90 °, et sont en particulier positionnées l'une par rapport à l'autre au moins presque perpendiculairement.
 3. Procédé selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** deux grands côtés (58, 60), opposés l'un à l'autre, de la lèvre d'étanchéité (36) sont grenailés en surface de manière synchrone au moyen de la surface (54) du au moins un dispositif vibratoire (56).
 4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une pluralité de lèvres d'étanchéité (36) sont usinées dans une chambre de grenailage (38, 40, 42) commune.**
 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce (10) est amenée en rotation autour de son axe de rotation (R) pour le grenailage de la surface de la lèvre d'étanchéité (36).
 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce (10) est disposée au moyen d'un dispositif de retenue (66) par rapport à la surface (54) du au moins un dispositif vibratoire (56).
 7. Dispositif pour le grenailage de surfaces, en particulier pour le grenailage par ultrasons, d'au moins un élément de pièce (36) d'une pièce (10) d'une turbine à gaz, comprenant au moins un dispositif vibratoire (56), lequel comporte une surface (54) sollicitant la grenaille, et comprenant un dispositif de retenue (66), au moyen duquel l'élément de pièce (36) et la surface (54) du dispositif vibratoire (56) peuvent être positionnés l'un par rapport à l'autre, dans lequel la surface (54) du au moins un dispositif vibratoire (56) et une lèvre d'étanchéité (36), rapporté à la direction d'extension (E) de celle-ci, peuvent être positionnées l'une par rapport à l'autre selon un angle (α) compris entre 70 ° et 90 ° au moyen du dispositif de retenue (66), dans lequel au au moins un dispositif vibratoire (56) est associée au moins une première chambre de grenailage (38, 40, 42) dans laquelle la au moins une lèvre d'étanchéité (36) peut être usinée, dans lequel des parois de délimitation ou de séparation (44, 45, 46, 47, 48, 49) de la chambre de grenailage (38, 40, 42), rapporté à la surface (54) du dispositif vibratoire (56), sont disposées sensiblement perpendiculairement à celle-ci, **caractérisé en ce qu'au moins une seconde chambre de grenailage (50), dans laquelle au moins une aube de rotor (16, 18) peut être usinée, est délimitée par les parois de séparation (45, 46).**
 8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la surface (54) du au moins un dispositif vibratoire (56) et la lèvre d'étanchéité (36), rapporté à la direction d'extension (E) de celle-ci, peuvent être positionnées l'une par rapport à l'autre selon un angle (α compris entre 85 ° et 90 °, et peuvent en particulier être positionnées l'une par rapport à l'autre au moins approximativement perpendiculairement.
 9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** les parois de délimitation de la chambre de grenailage (38, 40, 42) sont conçues comme des parois de séparation (45, 46, 47, 48).
 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce qu'un seul et même dispositif vibratoire (56) est prévu pour une pluralité de chambres de grenailage (38, 40, 42).**
 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** les parois de délimitation ou de séparation (44, 45, 46, 47, 48, 49) de la chambre de grenailage (38, 40, 42) sont flexibles au moins par endroits.
 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce qu'un dispositif répartiteur (70), avec lequel la grenaille est répartie au-dessus de la surface (54) du au moins un dispositif vibratoire (56), est prévu.**



Figur

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 1101568 B1 [0002]
- EP 1623794 A [0003]