



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 967 363 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.05.2003 Patentblatt 2003/18

(51) Int Cl.7: **F01D 11/12**

(21) Anmeldenummer: **99110083.5**

(22) Anmeldetag: **22.05.1999**

(54) **Wabenstruktur-Dichtung insbesondere für eine Gasturbine**

Honeycomb seal especially for a gas turbine

Joint de type nid d'abeille spécialement pour une turbine à gaz

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(72) Erfinder: **Schreiber, Karl**
15806 Mellensee (DE)

(30) Priorität: **24.06.1998 DE 19828065**

(56) Entgegenhaltungen:

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.1999 Patentblatt 1999/52

EP-A- 0 626 502 JP-A- 57 187 242
JP-A- 62 116 132 US-A- 3 670 843
US-A- 4 295 787 US-A- 4 377 370
US-A- 4 534 698 US-A- 5 192 623

(73) Patentinhaber: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Dahlewitz (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1997, no. 05, 30. Mai 1997 (1997-05-30) -& JP 09 001701 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC), 7. Januar 1997 (1997-01-07)

EP 0 967 363 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wabenstruktur-Dichtung zwischen einem rotierenden Element und einem Stator-Element einer Turbine, insbesondere für eine Gasturbine, mit einem den Spitzen der Turbinen-Schaufeln zugewandten Anstreif-Abschnitt sowie mit einer dem anderen Element der Turbine zugewandten Grundplatte. Insbesondere kann es sich bei den besagten Turbinen-Schaufeln um die Rotorschaufeln handeln, so daß die Grundplatte der Gehäusewand (=Stator-Element) der Turbine zugewandt ist, alternativ kann jedoch die Grundplatte auch der rotierenden Turbinen-Welle zugewandt sein, so daß der besagte Anstreif-Abschnitt den Spitzen der Turbinen-Statorschaufeln zugewandt ist. Zum technischen Umfeld wird beispielshalber auf die DE 32 35 745 A1 verwiesen. Ferner sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der Begriff der "Wabenstruktur" allgemein zu verstehen ist, d.h. es muß sich hierbei nicht unbedingt um die dem Fachmann geläufige Bienenwabenstruktur handeln. Vielmehr ist hierunter eine beliebige Anordnung von einander benachbarten Hohlräumen beliebiger Geometrie zu verstehen.

[0002] Anstreifdichtungen für die Rotorschaufeln bspw. von Gasturbinen, die an der Innenwand des Turbinengehäuses angeordnet sind, werden unter anderem als Wabenstruktur-Dichtungen, auch "Honeycomb-Dichtung" genannt, ausgebildet. Die Wabenstruktur wird dabei von einer Grundplatte getragen, während die die Wabenstruktur bildenden Stegwände mit ihren freien Endabschnitten den Spitzen der Rotorschaufeln zugewandt sind. Die von den Stegwänden begrenzten Wabenzellen können dabei zumindest teilweise mit einem geeigneten Isolationsmaterial befüllt sein, so wie dies in der o.g. Schrift beschrieben ist.

[0003] Anstreifdichtungen von Gasturbinen müssen zwei Hauptaufgaben erfüllen, nämlich das Arbeitsgas möglichst wirkungsvoll von einer Umströmung der Rotorschaufelspitzen abzuhalten und darüberhinaus das Turbinengehäuse zumindest abschnittsweise gegenüber dem heißen Arbeitsgas zu isolieren. Diese Wärmeisolationswirkung soll dabei derart sein, daß die thermische Gehäusedehnung simultan zur thermischen und der überlagerten, fliehkraftinduzierten Dehnung der Rotor-Scheibe und der Rotorschaufeln verläuft, um das Spaltmaß zwischen den Schaufelspitzen und dem Turbinengehäuse auch während instationärer Betriebszustände (bspw. während der Aufheizphase) der Turbine zu minimieren. Eine Spaltmaßminimierung über dem gesamten Arbeitszyklus einer Gasturbine, insbesondere Flug-Gasturbine ist notwendig, da jede Vergrößerung des Spaltmaßes eine Schub- und Wirkungsgradverminderung bedeutet.

[0004] Diese soeben beschriebenen Anforderungen werden mit den bestehenden Lösungen von Wabenstruktur-Dichtungen zumindest teilweise nur unzureichend erfüllt. Entweder sind gut dichtende, feinstrukturierte Honeycomb-Strukturen nicht hinreichend gut mit

isolierendem Material zu füllen, oder es weisen die größeren, gut füllbaren Honeycomb-Strukturen keine befriedigenden Dichteigenschaften auf. Die thermische Isolation des Turbinengehäuses ist als Folge hiervon nicht ausreichend groß, darüberhinaus weisen Metall-Keramik Verbindungen (wenn die Honeycomb- oder Waben-Struktur wie üblich metallisch und das in die Waben eingebrachte isolierende Material keramisch ist) insbesondere bei thermozyklischer Belastung eine eingeschränkte Lebensdauer auf. Weiterhin können die keramischen Füllstoffe Beschädigungen an den dem Fachmann bekannten Einlaufstegen hervorrufen.

[0005] Eine Abhilfemaßnahme für diese geschilderte Problematik aufzuzeigen, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Die Lösung dieser Aufgabe ist gekennzeichnet durch einen mehrlagigen Aufbau der Wabenstruktur-Dichtung derart, daß sich an die Grundplatte ein luftevakuierter und somit in Teilflächen durch Vakuum isolierender Wabenstruktur-Abschnitt anschließt, der durch eine Zwischenplatte abgedeckt ist, auf deren dem Wabenstruktur-Abschnitt abgewandten Seite der Anstreif-Abschnitt angeordnet ist. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche. Dabei sei nochmals darauf hingewiesen, daß der sog. Wabenstruktur-Abschnitt als eine Anordnung von mehreren Hohlräumen von im wesentlichen beliebiger Form nebeneinander zu verstehen ist.

[0006] Näher erläutert wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispieles, wobei in der beigefügten einzigen Figur eine erfindungsgemäße Wabenstruktur-Dichtung in perspektivischer Explosionsdarstellung gezeigt ist.

[0007] Mit der Bezugsziffer 1 ist eine Grundplatte bezeichnet, auf deren Oberfläche eine bei Honeycomb-Dichtungen an sich übliche Wabenstruktur angeordnet ist. Diese der Grundplatte 1 benachbarte Wabenstruktur wird im weiteren als Wabenstruktur-Abschnitt 2 der erfindungsgemäßen Wabenstruktur-Dichtung bezeichnet.

[0008] Auf der der Grundplatte 1 gegenüberliegenden Seite schließt sich an den Wabenstruktur-Abschnitt 2 eine Zwischenplatte 3 an, d.h. der Wabenstruktur-Abschnitt 2 ist von der Zwischenplatte 3 abgedeckt. In diesem Zusammenhang sei nochmals darauf hingewiesen, daß es sich bei der beigefügten Figur um eine Explosionsdarstellung handelt, d.h. in der Realität ist der Wabenstruktur-Abschnitt 2 direkt zwischen der Grundplatte 1 einerseits und der Zwischenplatte 3 andererseits eingebettet.

Auf der Zwischenplatte 3 ihrerseits, und zwar auf deren dem Wabenstruktur-Abschnitt 2 abgewandten Seite ist ein sogenannter Anstreif-Abschnitt 4 angeordnet. Auch dieser Anstreif-Abschnitt 4 liegt wieder direkt auf der Zwischenplatte 3 auf.

[0009] Die gezeigte und insoweit beschriebene Wabenstruktur-Dichtung zeichnet sich somit durch einen mehrlagigen Aufbau aus, bestehend aus der Grundplat-

te 1, dem Wabenstruktur-Abschnitt 2, der Zwischenplatte 3 und dem Anstreif-Abschnitt 4. Im Einbauzustand dieser Wabenstruktur-Dichtung in einer Turbine, insbesondere einer Flug-Gasturbine, liegt dabei die Grundplatte 1 mit ihrer freien (hier unteren) Oberfläche an der Innenwand des nicht gezeigten Turbinen-Gehäuses an, während die (in der Figurendarstellung obere) freie Oberfläche des Anstreif-Abschnittes 4 den (ebenfalls nicht gezeigten) Schaufelspitzen der Turbinen-Rotorschaukeln zugewandt ist.

[0010] Demzufolge ist der Anstreif-Abschnitt 4 im Hinblick auf die erforderliche Dichtwirkung, d.h. auf die Abdichtung des Spaltes zwischen den nicht gezeigten Schaufelspitzen und der Wabenstruktur-Dichtung hin ausgebildet. Bei diesem Anstreif-Abschnitt 4, an welchem die Schaufelspitzen zur Erzielung einer optimalen Dichtwirkung tatsächlich anstreifen können bzw. sollen, kann es sich somit um eine Bürstendichtung, um eine Plasmaspritzschicht, um ein Metallfilz oder um eine dem Fachmann bekannte "Metco"-Schicht, oder auch um andere geeignete Dichtstrukturen handeln. Beim hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist dieser Anstreif-Abschnitt 4 selbst wieder in Form einer (an sich üblichen) Wabendichtung ausgebildet, d.h. er besteht wie üblich aus einer Vielzahl von hier bspw. bzw. bevorzugt bienenwaben-förmig angeordneten Stegwänden 5, die jeweils sogenannte Wabenzellen 6 bilden. In die Wabenzellen 6 dieses als Wabendichtung ausgebildeten Anstreif-Abschnittes 4 ist dabei kein thermisches Dichtmaterial eingebracht, da die Funktion dieses Anstreif-Abschnittes 4 wie bereits erwähnt lediglich darin liegt, den Spalt zwischen den Schaufelspitzen des Turbinen-Rotors und der gesamten Wabenstruktur-Dichtung gegen eine Durchströmung mit Arbeitsgas so gut als möglich abzudichten.

[0011] Die - wie eingangs erläutert - daneben noch benötigte zweite thermische Dichtfunktion der erfindungsgemäßen Wabenstruktur-Dichtung wird hingegen vom Wabenstruktur-Abschnitt 2 übernommen. Letzterer ist hierzu luftevakuiert, d.h. in den Teilflächen der einzelnen Wabenzellen 6 des Wabenstruktur-Abschnittes 2 liegt eine durch Vakuum bedingte thermische Isolation vor. Damit das in den Wabenzellen 6 zumindest im wesentlichen vorliegende Vakuum erhalten bleibt, ist es selbstverständlich erforderlich, daß die Wabenzellen 6 (in der Figurendarstellung nach oben und nach unten hin) abgeschlossen sind, was durch die Grundplatte 1 einerseits und durch die Zwischenplatte 3 andererseits gewährleistet ist.

[0012] Hergestellt werden kann dabei zumindest der durch den Wabenstruktur-Abschnitt 2 sowie die Grundplatte 1 und die Zwischenplatte 3 gebildete Abschnitt der Wabenstruktur-Dichtung durch Hochtemperaturlöten unter Vakuumbedingungen. Dies bedeutet, daß auf den bereits mit der Grundplatte 1 geeignet verbundenen Wabenstruktur-Abschnitt 2 im Vakuum (soweit technisch erreichbar; ein absolutes Vakuum ist selbstverständlich nicht möglich) die Zwischenplatte 3 aufgelötet

wird. Im gleichen Fertigungsprozess kann dabei gleichzeitig auch der Anstreif-Abschnitt 4 mit der Zwischenplatte 3 verbunden werden.

[0013] Die hier vorgeschlagene Wabenstruktur-Dichtung besteht somit aus zwei, durch eine Zwischenplatte 3 voneinander getrennten Honeycomb-Strukturen, nämlich dem Wabenstruktur-Abschnitt 2 und dem Anstreif-Abschnitt 4. Diese beiden Honeycomb-Strukturen können handelsüblich sein und bestehen bevorzugt aus dünnen, metallischen Hochtemperaturlegierungen. Der (hier untere) Wabenstruktur-Abschnitt 3 übernimmt dabei die Funktion der Wärmedämmung; demzufolge kann er konstruktiv durch Variation der Struktur-Größe und -Höhe der erforderlichen Isoliercharakteristik angepasst werden. Da die gewünschte thermische Isolationswirkung durch das in den Wabenzellen 6 herrschende (zumindest im wesentlichen) Vakuum erzielt wird, sollten diese Wabenzellen 6 bevorzugt eine möglichst große Grund- bzw. Querschnittsfläche aufweisen.

[0014] Demgegenüber ist die hier obere dichtende Honeycomb-Struktur, d.h. der Anstreif-Abschnitt 4 in ihrer/seiner Ausführung an die Erfordernisse der Dichtwirkung bezüglich des daran vorbeistreichenden Turbinen-Arbeitsgases angepasst. Bei einer Ausbildung als Waben- oder Honeycomb-Struktur ist die erzielbare Dichtwirkung wie bekannt umso besser, je kleiner die Grund- bzw. Querschnittsflächen der Wabenzellen 6 dieser Wabenstruktur sind. Demzufolge ist wie ersichtlich vorgesehen, daß die Wabenzellen 6 des als Wabendichtung ausgebildeten Anstreif-Abschnittes 4 eine signifikant kleinere Teilfläche aufweisen als die Wabenzellen 6 des Wabenstruktur-Abschnittes 2.

[0015] Insgesamt ist an einer erfindungsgemäßen Wabenstruktur-Dichtung durch Variation des (hier unteren) luftevakuierten Wabenstruktur-Abschnittes 2 hinsichtlich Strukturgröße, Strukturhöhe und Stegstärke in weiten Grenzen eine gewünschte Wärmedämmung (und auch Wärmeleitung) erzielbar. Durch die kleineren und daher eine passierende Arbeitsgas-Strömung besser behindernde und hierdurch besser abdichtende (hier obere) Wabenstruktur als Anstreif-Abschnitt 4 wird die Umströmung der diesem Anstreif-Abschnitt 4 zugewandten (nicht gezeigten) Schaufelspitzen vermindert. Da die Wärmedämmung vom hier unten liegenden Wabenstruktur-Abschnitt 2 übernommen wird, ist eine Füllung der (hier oberen) Wabenzellen 6 des Anstreif-Abschnittes 4 nicht erforderlich, ggf. jedoch möglich.

[0016] Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß der vakuumisolierte Wabenstruktur-Abschnitt 2 alternativ auch als isolierender Unterbau für einen anderen als den gezeigten Anstreif-Abschnitt 4 nutzbar ist, d.h. für diesen Anstreif-Abschnitt 4 sind auch andere Dichtungssysteme einsetzbar, wie bspw. eine Bürstendichtung, METCO-Schichten, Plasmaspritzschichten, Metallfilze oder ähnliches, die jeweils auf die beschriebene Vakuumisolierstruktur appliziert werden können. Selbstverständlich können dabei eine Vielzahl weiterer Details insbesondere konstruktiver Art durchaus abwei-

chend vom gezeigten Ausführungsbeispiel gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

[0017]

- 1 Grundplatte
- 2 Wabenstruktur-Abschnitt
- 3 Zwischenplatte
- 4 Anstreif-Abschnitt
- 5 Stegwand einer Wabenstruktur
- 6 Wabenzelle einer Wabenstruktur

Patentansprüche

1. Wabenstruktur-Dichtung zwischen einem rotierenden Element und einem Stator-Element einer Turbine, insbesondere für eine Gasturbine, mit einem den Spitzen der Turbinen-Schaufeln zugewandten Anstreif-Abschnitt (4) sowie mit einer dem anderen Element der Turbine zugewandten Grundplatte (1), **gekennzeichnet durch** einen mehrlagigen Aufbau derart, daß sich an die Grundplatte (1) ein luftevakuierter und somit in Teilflächen **durch** Vakuum isolierender Wabenstruktur-Abschnitt (2) anschließt, der **durch** eine Zwischenplatte (3) abgedeckt ist, auf deren der Wabenstruktur (2) abgewandten Seite der Anstreif-Abschnitt (4) angeordnet ist.
2. Wabenstruktur-Dichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenplatte (3) mit dem Wabenstruktur-Abschnitt (2) verlötet ist, wobei dieser Herstellungsprozess unter Vakuumbedingungen erfolgt.
3. Wabenstruktur-Dichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Anstreifabschnitt (4) ebenfalls als Wabendichtung ausgebildet ist.
4. Wabenstruktur-Dichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wabenzellen (6) des als Wabendichtung ausgebildeten Anstreif-Abschnittes (4) eine signifikant kleinere Teilfläche aufweisen als die Wabenzellen (6) des Wabenstruktur-Abschnittes (2).

Claims

1. Honeycomb seal between a rotor element and a stator element of a turbine, in particular a gas turbine, with an abradable section (4) facing the tips of the turbine blades and with a backing panel (1)

facing the other element of the turbine, **characterized by** a multi-layer arrangement such that a honeycomb-structure section (2), which is air-evacuated and thus provides sectoral vacuum-insulation, is arranged next to the backing panel (1), with the honeycomb-structure section (2) being covered by an intermediate panel (3) on which the abradable section (4) is arranged on that side of the intermediate panel (3) that faces away from the honeycomb-structure section (2).

2. Honeycomb seal in accordance with Claim 1, **characterized in that** the intermediate panel (3) is braze-joined to the honeycomb structure section (2), with this production process being executed in vacuum.
3. Honeycomb seal in accordance with Claim 1 or 2, **characterized in that** the abradable section (4) is also of the honeycomb type.
4. Honeycomb seal in accordance with one of the preceding Claims, **characterized in that** the cells (6) of the honeycomb-type abradable section (4) have a significantly smaller sectoral area than the cells (6) of the honeycomb-structure section (2).

Revendications

1. Joint à structure alvéolaire compris entre un élément rotatif et un élément de stator d'une turbine, notamment d'une turbine à gaz, comportant un segment de raclage (4) tourné vers les pointes des aubes de la turbine ainsi qu'une plaque de base (1) tournée vers l'autre élément de la turbine, **caractérisé par** une structure en plusieurs couches avec un segment de structure alvéolaire (2) adjacent à la plaque de base (1), vide d'air et ainsi isolé par le vide en surface partielle, ce segment étant couvert par une plaque intermédiaire (3), recevant le segment de raclage (4) sur la face opposée de la structure alvéolaire (2).
2. Joint à structure alvéolaire selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque intermédiaire (3) est soudée au segment de structure alvéolaire (2), ce procédé de fabrication étant fait sous vide.
3. Joint à structure alvéolaire selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le segment de raclage (4) est également constitué par un joint alvéolaire.

4. Joint à structure alvéolaire selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les alvéoles (6) du segment de raclage (4) en forme de joint alvéolaire ont une section partielle significativement plus petite que les alvéoles (6) du segment de structure alvéolaire (2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

