

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 967 363 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(51) Int. Cl.⁶: **F01D 11/12**

(21) Anmeldenummer: **99110083.5**

(22) Anmeldetag: **22.05.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

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

(74) Vertreter:
Schmidt, Günter, Dipl.-Ing. et al
Bayerische Motoren Werke AG
Patentabteilung AJ-3
80788 München (DE)

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

(71) Anmelder: **BMW ROLLS-ROYCE GmbH**
61402 Oberursel (DE)

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

(57) Die Erfindung betrifft eine Wabenstruktur-Dichtung im Gehäuse einer Turbine, insbesondere Gasturbine, mit einer der Gehäusewand zugewandten Grundplatte sowie einem den Spitzen der Turbinen-Rotorschaukeln zugewandten Anstreif-Abschnitt. Die Dichtung ist gekennzeichnet durch einen mehrlagigen Aufbau 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 der Wabenstruktur abgewandten Seite der Anstreif-Abschnitt angeordnet ist. Bevorzugt ist die Zwischenplatte mit dem Wabenstruktur-Abschnitt verlötet, wobei dieser Herstellungsprozess unter Vakuumbedingungen erfolgt. Der Anstreif-Abschnitt kann ebenfalls als Wabdichtung ausgebildet sein, wobei die Wabenzellen des Wabenstruktur-Abschnittes eine signifikant größere Teilfläche aufweisen als die Wabenzellen des Anstreifabschnittes.

EP 0 967 363 A2

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 Rotorscheufeln 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-Statorscheufeln 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 Rotorscheufeln 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 Rotorscheufeln 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 Rotorscheufelspitzen abzuhalten und darüberhinaus das Turbinengehäuse zumindest abschnittsweise gegenüber dem heißen Arbeitsgas zu isolieren. Diese Wärmeisolationwirkung soll dabei derart sein, daß die thermische Gehäusedehnung simultan zur thermischen und der überlagerten, fliehkraftinduzierten Dehnung der Rotor-Scheibe und der Rotorscheufeln 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 hinrei-

chend 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 Ausführungsbeispiels, 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 Grundplatte 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 selbst-

verständlich 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. Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß der vakuumisolierte

[0016] 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 Vaku-

umisolierstruktur appliziert werden können. Selbstverständlich können dabei eine Vielzahl weiterer Details insbesondere konstruktiver Art durchaus abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

5

Bezugszeichenliste:

[0017]

		10
1	Grundplatte	
2	Wabenstruktur-Abschnitt	
3	Zwischenplatte	
4	Anstreif-Abschnitt	
5	Stegwand einer Wabenstruktur	15
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. 20
25
30
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. 35
3. Wabenstruktur-Dichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstreifabschnitt (4) ebenfalls als Wabendichtung ausgebildet ist. 40
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). 45
50

55

