

(19)



(11)

**EP 3 418 500 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.12.2018 Patentblatt 2018/52**

(51) Int Cl.:  
**F01D 11/02 (2006.01) F01D 11/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17177017.5**

(22) Anmeldetag: **21.06.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**  
**80995 München (DE)**

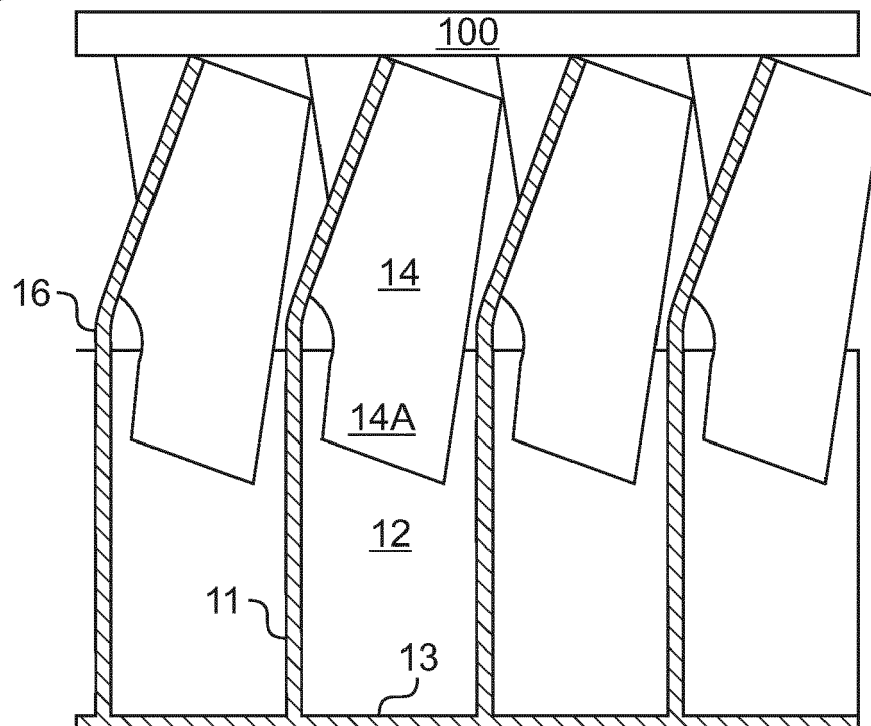
(72) Erfinder: **Scharl, Richard**  
**85757 Karlsfeld (DE)**

### (54) **DICHTUNGSANORDNUNG FÜR EINE TURBOMASCHINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung zum Dichten eines durch wenigstens einen Dichtfin (100) einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, begrenzten Radialspalts, wobei die Dichtungsanordnung mehrere in Umfangs- und/oder Axialrichtung verteilte Dichtelemente (11-16) aufweist, de-

ren dichtfinzugewandte radiale Endabschnitte (14, 15) gegeneinander beweglich sind, wobei die Dichtelemente (11-16) zum elastisch federnden Umbiegen bei einem Anstreifen durch den Dichtfin (100) jeweils wenigstens in einem radialen Abschnitt (16) flexibel ausgebildet sind.

**Fig. 3**



**EP 3 418 500 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung zum Dichten eines Radialspalts, der durch einen oder mehrere Dichtfins einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, begrenzt ist, eine Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit der Dichtungsanordnung sowie ein Verfahren zum Herstellen der Dichtungsanordnung.

**[0002]** Durch rotor- oder statorseitige Radialflansche, die in Umfangs- bzw. Rotationsrichtung umlaufend ausgebildet sind, sogenannte Dichtfins, können Radialspalte in Turbomaschinen vorteilhaft gedichtet, insbesondere Labyrinthdichtungen zur Verfügung gestellt werden.

**[0003]** Insbesondere aufgrund von Manöverlasten bei Flugtriebwerken, thermischen Ausdehnungen und/oder Schwingungen kann es zum Anstreifen solcher Dichtfins an den diesen radial gegenüberliegenden Dichtflächen kommen, so dass sich die Dichtfins im Betrieb in diese Dichtflächen einreiben bzw. diese eingelaufen werden.

**[0004]** Insbesondere, um dabei einen Abrieb der Dichtfins und/oder eine Erwärmung zu reduzieren, können solche Dichtflächen starre (Honig)Waben(dichtungen) aufweisen, bei denen die Wabenwände besser eingerieben werden können als Vollmaterial und/oder die Wabenstruktur den Strömungswiderstand erhöht bzw. die Dichtwirkung verbessert.

**[0005]** Nachteilig vergrößert ein solcher Einrieb jedoch den entsprechenden Radialspalt, insbesondere, sobald die thermische Ausdehnung bzw. Schwingung (wieder) kleiner wird bzw. die Flugmanöver beendet sind.

**[0006]** Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Dichtung für bzw. in eine(r) Turbomaschine zu verbessern.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch eine Dichtungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ansprüche 11, 13 stellen eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit einer oder mehreren hier beschriebenen Dichtungsanordnungen bzw. ein Verfahren zum Herstellen einer hier beschriebenen Dichtungsanordnung unter Schutz. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0008]** Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist eine Dichtungsanordnung, die einen Radialspalt dichtet bzw. hierzu vorgesehen, insbesondere eingerichtet, ist bzw. verwendet wird, der durch einen oder mehrere, insbesondere axial und/oder radial voneinander beabstandete, Dichtfin(s) einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, (radial) begrenzt ist bzw. wird, mehrere in Umfangs- und/oder Axialrichtung, insbesondere regelmäßig bzw. äquidistant oder unregelmäßig, verteilt (angeordnet) Dichtelemente auf, deren dichtfinzugewandte radiale Endabschnitte gegeneinander bzw. relativ zueinander, insbesondere wenigstens in einer Klapprichtung, die, insbesondere in einer Abwicklung um die Rotationsachse bzw. in einer (Schnitt)Ebene senkrecht zur Radialrichtung, mit der Umfangsrichtung einen Winkel

einschließt, welcher höchstens 40°, insbesondere höchstens 25°, insbesondere höchstens 15° beträgt, beweglich (angeordnet bzw. ausgebildet) sind, wobei die Dichtelemente jeweils wenigstens in einem radialen Abschnitt flexibel ausgebildet sind, so dass sie bei einem Anstreifen durch den bzw. einen der Dichtfin(s) elastisch (rück)federnd umgebogen, insbesondere ihre dichtfinzugewandten radialen Endabschnitte weggebogen bzw. -klappt, werden bzw. die hierzu eingerichtet sind bzw. verwendet werden.

**[0009]** Hierdurch können diese Dichtelemente bzw. deren Endabschnitte in einer Ausführung dem bzw. den anstreifenden Dichtfin(s) unter Umbiegen in dem flexiblen radialen Abschnitt elastisch ausweichen, um anschließend wieder zurückzufedern, wenn thermische Ausdehnungen, Schwingungen, Manöverlasten oder dergleichen, die zu dem Anstreifen geführt haben, sich reduzieren. Dadurch können durch den bzw. die Dichtfin(s) begrenzte Radialspalte besser gedichtet werden. Zusätzlich oder alternativ kann hierdurch in einer Ausführung Abrieb der Dichtfins und/oder eine Erwärmung reduziert werden.

**[0010]** Die Richtungsangabe "axial" bezeichnet vorliegend insbesondere in fachüblicher Weise eine Richtung parallel zu einer (Haupt)Rotations- bzw. Maschinenachse der Turbomaschine, die Angabe "Umfangsrichtung" entsprechend insbesondere in fachüblicher Weise eine Rotations- bzw. Umlaufrichtung der Turbomaschine, die Richtungsangabe "radial" entsprechend insbesondere in fachüblicher Weise eine zur Axial- und Umfangsrichtung senkrechte Richtung.

**[0011]** In einer Ausführung werden bzw. sind diese Dichtelemente, insbesondere integral miteinander, teilweise oder vollständig mithilfe eines generativen Verfahrens bzw. schichtweise durch lokales bzw. selektives, insbesondere optisches, thermisches und/oder chemisches, Verfestigen und/oder -binden von, insbesondere flüssigem, pastösen oder schüttfähigem, insbesondere körnigem oder pulverförmigem, Ausgangsmaterial, insbesondere Metall und/oder Kunststoff, hergestellt.

**[0012]** Hierdurch können in einer Ausführung insbesondere auch komplexe(re) und/oder filigranere Dichtelemente und/oder abschnittsweise erhöhte Flexibilität realisiert werden.

**[0013]** In einer Ausführung können ein oder mehrere, insbesondere wenigstens die Mehrzahl der Dichtelement(e jeweils) ein Vollprofil(Querschnitt) aufweisen, insbesondere (bürsten)borsten- bzw. stabförmig ausgebildet sein bzw. werden.

**[0014]** In einer Ausführung weist bzw. weisen ein oder mehrere, insbesondere wenigstens die Mehrzahl der Dichtelement(e jeweils) in einem dichtfinabgewandten radialen Abschnitt ein, insbesondere vier-, insbesondere rechteckiges, Hohlprofil auf, das durch einen Boden in Radialrichtung verschlossen ist.

**[0015]** Hierdurch kann in einer Ausführung Gewicht reduziert und/oder, insbesondere durch zusätzlich induzierte Verwirbelungen oder dergleichen, eine Dichtwir-

kung verbessert werden.

**[0016]** In einer Ausführung weist bzw. weisen ein oder mehrere, insbesondere wenigstens die Mehrzahl der Dichtelement(e jeweils) in einem dichtfinzugewandten radialen Abschnitt, insbesondere Endabschnitt, insbesondere in einer Abwicklung um die Rotationsachse bzw. in einer (Schnitt)Ebene senkrecht zur Radialrichtung, ein, insbesondere U-förmiges und/oder in Umfangsrichtung offenes bzw. geschlitztes, Profil mit einem, zwei oder mehr Schenkel(n) auf, der bzw. die (jeweils) mit der Umfangsrichtung einen Winkel einschließt/einschließen, welcher höchstens 40°, insbesondere höchstens 25°, insbesondere höchstens 15° beträgt, und/oder (jeweils) eine Wand eines Profils in einem dichtfinabgewandten radialen Abschnitt dieses Dichtelements und/oder einen Schenkel eines Profils in einem (axial) benachbarten radialen Abschnitt eines weiteren Dichtelements wenigstens teilweise ab- bzw. überdeckt bzw. - greift.

**[0017]** Durch solche Schenkel bzw. Profile kann in einer Ausführung eine Vorzugsbiege- bzw. -klapprichtung ausgeprägt bzw. -bildet werden bzw. sein, die mit der Umfangsrichtung höchstens den genannten Winkel einschließt, insbesondere - wenigstens im Wesentlichen - parallel zur Umfangsrichtung ist, so dass die Dichtelemente bei einem Anstreifen des bzw. der in Umfangsrichtung rotierenden Dichtfins vorteilhaft elastisch ausweichen bzw. umgebogen bzw. -klappt werden können. Zusätzlich oder alternativ können Schenkel der dichtfinzugewandten radialen Abschnitte, die (radial darunter liegende) Wände der dichtfinabgewandten radialen Abschnitte, insbesondere der vorstehend erläuterten Hohlprofile, wenigstens teilweise überdecken, und/oder (axial) benachbarten Schenkel benachbarter Dichtelemente wenigstens teilweise überdecken, eine Dichtung, insbesondere in Axialrichtung, verbessert werden.

**[0018]** In einer Ausführung weist bzw. weisen ein oder mehrere, insbesondere wenigstens die Mehrzahl der Dichtelement(e jeweils) in einem radialen Verbindungsabschnitt zwischen einem bzw. dem dichtfinzugewandten radialen Abschnitt und einem bzw. dem dichtfinabgewandten radialen Abschnitt in einer bzw. der Klapprichtung, die mit der Umfangsrichtung einen Winkel einschließt, welcher höchstens 40°, insbesondere höchstens 25°, insbesondere höchstens 15° beträgt, eine Biegesteifigkeit auf, die wenigstens 1%, insbesondere wenigstens 5%, insbesondere wenigstens 10%, und/oder höchstens 90%, insbesondere höchstens 75%, insbesondere höchstens 50%, insbesondere höchstens 35%, einer Biegesteifigkeit dieses dichtfinzugewandten und/oder dichtfinabgewandten Abschnitts in der Klapprichtung beträgt.

**[0019]** Hierdurch können die Dichtelemente in einer Ausführung dem bzw. den anstreifenden Dichtfin(s) vorteilhaft elastisch ausweichen und anschließend wieder zurückfedern.

**[0020]** Unter einer Biegesteifigkeit  $c$  wird vorliegend insbesondere in fachüblicher Weise der Quotient aus einer Biegung verursachenden Belastung  $P$  und einer

resultierenden Biegung  $B$  verstanden ( $c = P/B$ ), insbesondere ein Produkt aus Elastizitätskoeffizient und entsprechendem Flächenträgheits- bzw. Biegegewiderstandsmoment.

**[0021]** In einer Weiterbildung kann der Verbindungsabschnitt (jeweils) ein, insbesondere in Umlaufrichtung des bzw. der Dichtfins vorderes, Bandscharnier aufweisen, insbesondere hieraus bestehen, in einer Ausführung in Form eines durchgehenden oder mehrerer, insbesondere paralleler, freistehenden Stege(s), der bzw. die in einer Ausführung, insbesondere stufenlos oder gestuft, in eine Wand des Hohlprofils des dichtfinabgewandten radialen Abschnitts und/oder eine Wand des offenen Profils des dichtfinzugewandten radialen Abschnitts übergeht/übergehen.

**[0022]** Hierdurch kann in einer Ausführung, insbesondere in Verbindung mit einer generativen Herstellung, eine vorteilhafte Verformungscharakteristik ausgebildet werden.

**[0023]** In einer Ausführung ist/sind ein oder mehrere, insbesondere wenigstens die Mehrzahl der Dichtelement(e jeweils) bereits i(n seine)m unverformten bzw. nicht elastisch umgebogenen Zustand in Umlaufrichtung des bzw. der Dichtfins geneigt.

**[0024]** Hierdurch kann in einer Ausführung ein Umbiegen bzw. -klappen verbessert werden.

**[0025]** In einer Ausführung schließen wenigstens zwei der Dichtelemente, insbesondere mehrere der Dichtelemente jeweils paarweise, in Umfangsrichtung aneinander an, in einer Weiterbildung können sie insbesondere (jeweils bzw. paarweise) eine gemeinsame Wandung aufweisen. Zusätzlich oder alternativ schließen in einer Ausführung wenigstens zwei der Dichtelemente, insbesondere mehrere der Dichtelemente jeweils paarweise, in Axialrichtung aneinander an, in einer Weiterbildung können sie insbesondere (jeweils bzw. paarweise) eine gemeinsame Wandung aufweisen.

**[0026]** In einer Weiterbildung sind zwei oder mehr der Dichtelemente, die in Axialrichtung aneinander anschließen, in Umfangsrichtung, insbesondere alternierend und/oder um wenigstens 25% und/oder höchstens 75% ihrer Erstreckung in Umfangsrichtung, gegeneinander versetzt angeordnet.

**[0027]** Hierdurch kann in einer Ausführung, insbesondere in Verbindung mit einer generativen Herstellung, eine vorteilhafte (Honig)Waben(labyrinth)dichtung(sanordnung) realisiert werden bzw. sein, deren einzelne (Waben- bzw. Dicht)elemente dem bzw. den anstreifenden Dichtfin(s) elastisch ausweichen.

**[0028]** In einer Ausführung beträgt eine, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Erstreckung eines oder mehrerer, insbesondere wenigstens der Mehrzahl der Dichtelement(e) in Axialrichtung, insbesondere an der dichtfinzugewandten Stirnseite, (jeweils) wenigstens 10%, insbesondere wenigstens 25%, und/oder höchstens 200%, insbesondere höchstens 100%, insbesondere höchstens 75%, einer, insbesondere maximalen, minimalen oder mittleren, Wandstärke einer dichtelement-

zugewandten Stirnseite des bzw. jeweils eines der Dichtfins.

**[0029]** Durch eine solche Relation kann in einer Ausführung ein vorteilhaftes Umbiegen, insbesondere Umklappen, der Dichtelemente durch den bzw. die anstreichenden Dichtfin(s) realisiert werden, insbesondere ein Dichtfin nur eine geringe Anzahl von axial aufeinanderfolgenden Dichtelementreihen beaufschlagen, wobei nicht beaufschlagte Dichtelementreihen in einer Ausführung die Dichtung verbessern und/oder axiale Bewegungen des Dichtfins kompensieren können.

**[0030]** In einer Ausführung sind bzw. werden die Dichtelemente einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung gehäuseseitig bzw. -fest an, insbesondere in, der Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, angeordnet, die in einer Ausführung eine Flugtriebwerk-Gasturbine ist. In einer Weiterbildung ist/sind der bzw. die Dichtfin(s) auf einem Außendeckband eines Laufgitters bzw. von Laufschaufeln der Turbomaschine und die Dichtelemente entsprechend in einem diese(s/n) aufnehmenden Strömungskanal radial gegenüber dem bzw. den Dichtfin(s) angeordnet. In einer Weiterbildung ist/sind der bzw. die Dichtfin(s) auf einem Rotor der Turbomaschine und die Dichtelemente radial gegenüberliegend, insbesondere auf einem Innendeckband eines Leitgitters bzw. von Leitschaufeln der Turbomaschine, angeordnet.

**[0031]** Hierdurch werden die wenigstens abschnittsweise flexiblen Dichtelemente in einer Ausführung vorteilhaft nicht durch Fliehkräfte infolge der Rotation des Rotors der Turbomaschine beaufschlagt.

**[0032]** In einer Ausführung weist die Dichtungsanordnung einen, insbesondere einteiligen oder, insbesondere in Umfangsrichtung, segmentierten, Dichtring auf, an dem die Dichtelemente angeordnet sind, in einer Ausführung besteht sie hieraus. Die Dichtungsanordnung kann in einer Ausführung auch den bzw. die Dichtfins aufweisen bzw. umfassen.

**[0033]** Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Teil einer Dichtungsanordnung einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in radialer Richtung;

Fig. 2 einen Axialschnitt längs der Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3 einen Fig. 2 entsprechenden Schnitt bei anstreifendem Dichtfin; und

Fig. 4; einen Schnitt längs der Linie IV-IV in Fig. 2.

**[0034]** Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt einer Dichtungsanordnung einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in radialer Richtung, wobei gestrichelt eine dichtelementzugewand-

te Stirnseite eines Dichtfins 100 angedeutet ist. Fig. 2 - 4 zeigen einen Axialschnitt längs der Linie II-II in Fig. 1 (Fig. 2, 3) bzw. einen Schnitt längs der Linie IV-IV in Fig. 2.

**[0035]** In Fig. 1, 4 verläuft eine Umfangsrichtung horizontal und eine Axialrichtung vertikal, in Fig. 2, 3 die Umfangsrichtung ebenfalls horizontal und eine Radialrichtung vertikal.

**[0036]** Wie insbesondere in Fig. 1 erkennbar, weist die Dichtungsanordnung mehrere in Umfangs- und Axialrichtung verteilte baugleiche Dichtelemente auf, wobei in Umfangsrichtung aneinander anschließende Dichtelemente jeweils eine gemeinsame Wandung 11 aufweisen und in Axialrichtung aneinander anschließende Dichtelemente jeweils eine gemeinsame Wandung 12 aufweisen (vgl. Fig. 4) und in Umfangsrichtung alternierend um 50% ihrer Erstreckung in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt angeordnet sind.

**[0037]** In ihren dichtfinabgewandten radialen Abschnitten (unten in Fig. 2, 3) weisen die Dichtelemente jeweils ein rechteckiges Hohlprofil (vgl. den Schnitt der Fig. 4 in diesem dichtfinabgewandten radialen Abschnitten) auf, das durch einen Boden 13 in Radialrichtung verschlossen ist.

**[0038]** In ihren dichtfinzugewandten radialen Endabschnitten (oben in Fig. 2, 3) weisen die Dichtelemente jeweils ein U-förmiges, in Umfangsrichtung offenes Profil mit zwei Schenkeln 14, 15 auf, die im Ausführungsbeispiel parallel zur Umfangsrichtung sind.

**[0039]** Diese Schenkel 14, 15 überdecken mit einem unteren Flügel 14A jeweils teilweise eine radial darunterliegende Wand 12 des vorstehend genannten Hohlprofils.

**[0040]** Zugleich überdecken die Schenkel 14, 15 mit ihrem dichtfinzugewandten Teil (oben in Fig. 2, 3) jeweils teilweise entsprechende Schenkel 15 bzw. 14 eines Profils in einem dichtfinzugewandten radialen Abschnitt eines axial benachbarten weiteren Dichtelements (vgl. Fig. 1).

**[0041]** Die in Umlaufrichtung (von links nach rechts in Fig. 1-4) des Dichtfins 100 vorderen Wände (links in Fig. 1-3) der Hohl- und der U-Profile der Dichtelemente sind jeweils durch einen freistehenden Steg 16 miteinander verbunden, der ein Bandscharnier bzw. einen Verbindungsabschnitt bildet, der das dichtfinzugewandten U-Profil mit den Schenkeln 14, 15 und das dichtfinabgewandten Hohlprofil mit den Wänden 11, 12 verbindet.

**[0042]** Da der freistehenden Steg 16 in Umfangsrichtung nicht wie das Hohlprofil durch die Wände 12 und nicht wie das U-Profil durch die Schenkel 14, 15 versteift ist, trägt seine Biegesteifigkeit in dieser Klapprichtung nur einen Bruchteil der Biegesteifigkeit von Hohl- und U-Profil.

**[0043]** Entsprechend werden die Dichtelemente, die in diesen Verbindungsabschnitten 16 flexibel ausgebildet sind, bei einem Anstreifen durch den Dichtfin 100 elastisch federnd umgebogen. Insbesondere klappen ihre dichtfinzugewandten U-Profile sozusagen in den Bandscharnieren 16 elastisch um, wie die Zusammenschau

der Fig. 2, 3 verdeutlicht, wobei sie bei Entfernen des Dichtfins wieder elastisch zurückfedern (vgl. Fig. 3 → Fig. 2).

**[0044]** Wie in Fig. 1 verdeutlicht, beträgt eine Erstreckung der Dichtelemente in Axialrichtung im Ausführungsbeispiel etwa 120% einer Wandstärke der dichtelementzugewandten Stirnseite des Dichtfins 100. In einer nicht dargestellten Abwandlung kann umgekehrt auch die Stirnseite des Dichtfins 100 axial breiter sein als die einzelnen Dichtelemente, so dass der Dichtfin 100 stets wenigstens an zwei oder mehr axial benachbarte Dichtelementreihen anstreift bzw. deren U-Profile umklappt.

**[0045]** Die Dichtelemente sind bzw. werden mithilfe eines generativen Verfahrens hergestellt und können beispielsweise in einem Strömungskanal der Turbomaschine gehäuseseitig angeordnet sein bzw. werden, so dass sie dem Dichtfin 100 radial gegenüberliegen, der seinerseits beispielsweise auf einem Außendeckband eines Laufgitters oder einer anderen Mantelfläche eines Rotors der Turbomaschine angeordnet sein kann.

**[0046]** Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist.

**[0047]** So sind im Ausführungsbeispiel die Dichtelemente bzw. deren U-Profile im unverformten bzw. nicht elastisch umgebogenen Zustand radial ausgerichtet. In einer nicht dargestellten Abwandlung können diese auch bereits im unverformten bzw. nicht elastisch umgebogenen Zustand in Umlaufrichtung des Dichtfins 100 geneigt sein und durch den anstreifenden Dichtfin 100 dann stärker in Umlaufrichtung weggebogen bzw. -klappt zu werden (vgl. Fig. 3).

**[0048]** Desweiteren schließen im Ausführungsbeispiel die Schenkel 14, 15 mit der Umfangsrichtung einen Winkel von 0° ein, welcher in einer nicht dargestellten Abwandlung auch bis zu 40° betragen kann. Mit anderen Worten können die Dichtelemente auch schräg zur Umfangsrichtung ausgerichtet sein bzw. verlaufen.

**[0049]** Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

#### Bezugszeichenliste

#### [0050]

11, 12 gemeinsame Wand von Hohlprofilen  
13 radialer Boden

14, 15 Schenkel von U-Profilen  
14A Flügel  
16 Bandscharnier (Verbindungsabschnitt)  
100 Dichtfin

#### Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung zum Dichten eines durch wenigstens einen Dichtfin (100) einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, begrenzten Radialspalts, wobei die Dichtungsanordnung mehrere in Umfangs- und/oder Axialrichtung verteilte Dichtelemente (11-16) aufweist, deren dichtfinzugewandte radiale Endabschnitte (14, 15) gegeneinander beweglich sind, wobei die Dichtelemente (11-16) zum elastisch federnden Umbiegen bei einem Anstreifen durch den Dichtfin (100) jeweils wenigstens in einem radialen Abschnitt (16) flexibel ausgebildet sind.
2. Dichtungsanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtelemente (11-16) wenigstens teilweise mithilfe eines generativen Verfahrens hergestellt sind.
3. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dichtelemente (11-16) in einem dichtfinabgewandten radialen Abschnitt ein, insbesondere vier-, insbesondere rechteckiges, Hohlprofil (11, 12) aufweist, das durch einen Boden (13) in Radialrichtung verschlossen ist.
4. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dichtelemente (11-16) in einem dichtfinzugewandten radialen Abschnitt ein, insbesondere U-förmiges und/oder in Umfangsrichtung offenes, Profil mit wenigstens einem Schenkel (14, 15) aufweist, der mit der Umfangsrichtung einen Winkel einschließt, welcher höchstens 40° beträgt, und/oder eine Wand (12) eines Profils in einem dichtfinabgewandten radialen Abschnitt des Dichtelements und/oder einen Schenkel (15, 14) eines Profils in einem benachbarten radialen Abschnitt eines weiteren Dichtelements wenigstens teilweise überdeckt.
5. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dichtelemente (11-16) in einem radialen Verbindungsabschnitt (16) zwischen einem dichtfinzugewandten radialen Abschnitt (14, 15) und einem dichtfinabgewandten radialen Abschnitt (11-13) in einer Klapprichtung, die mit der Umfangsrichtung einen Winkel einschließt, welcher höchstens 40° beträgt, eine Biegesteifigkeit aufweist, die wenigstens 1% und/oder höchstens 90%

einer Biegesteifigkeit des dichtfinzugewandten und/oder dichtfinabgewandten Abschnitts (11-15) in der Klapprichtung beträgt.

6. Dichtungsanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungsabschnitt ein, insbesondere in Umlaufrichtung des Dichtfins (100) vorderes, Bandscharnier (16) aufweist. 5  
10
7. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dichtelemente (11-16) im unverformten Zustand in Umlaufrichtung des Dichtfins (100) geneigt ist. 15
8. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei der Dichtelemente (11-16) in Umfangsrichtung aneinander anschließen, insbesondere eine gemeinsame Wandung (11) aufweisen, und/oder wenigstens zwei der Dichtelemente (11-16) in Axialrichtung aneinander anschließen, insbesondere eine gemeinsame Wandung (12) aufweisen. 20  
25
9. Dichtungsanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Axialrichtung aneinander anschließende Dichtelemente (11-16) in Umfangsrichtung, insbesondere alternierend und/oder um wenigstens 25% und/oder höchstens 75% ihrer Erstreckung in Umfangsrichtung, gegeneinander versetzt angeordnet sind. 30
10. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Erstreckung wenigstens eines der Dichtelemente (11-16) in Axialrichtung wenigstens 10% und/oder höchstens 200% einer Wandstärke einer dichtelementzugewandten Stirnseite des Dichtfins (100) beträgt. 35  
40
11. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einer Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 45
12. Turbomaschine nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtelemente (11-16) der Dichtungsanordnung gehäuseseitig angeordnet sind. 50
13. Verfahren zum Herstellen einer Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtelemente (11-16) wenigstens teilweise mithilfe eines generativen Verfahrens hergestellt werden. 55

Fig. 2

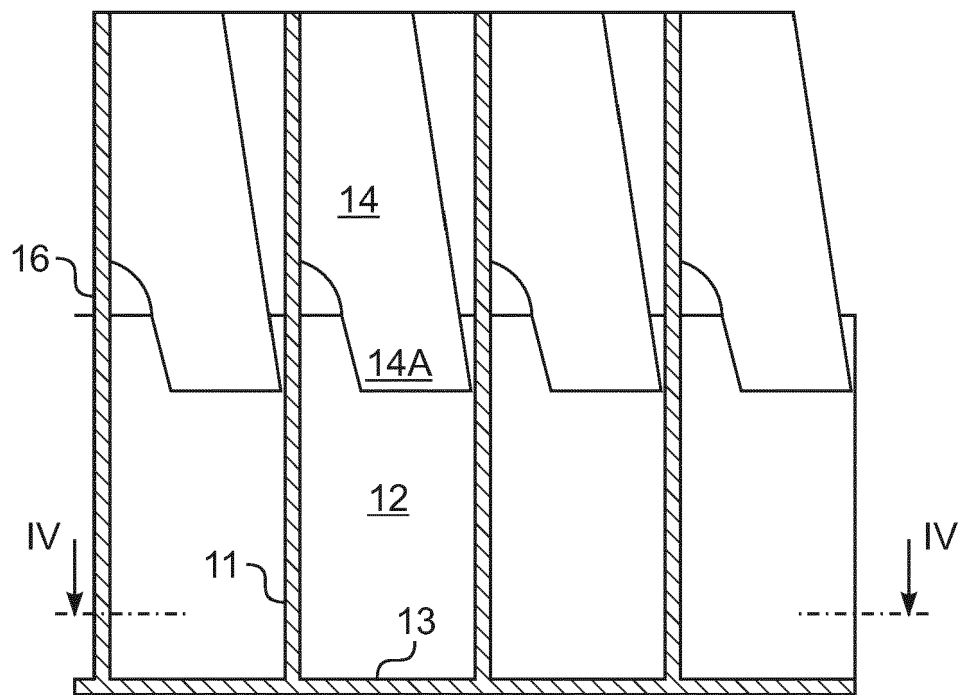


Fig. 1

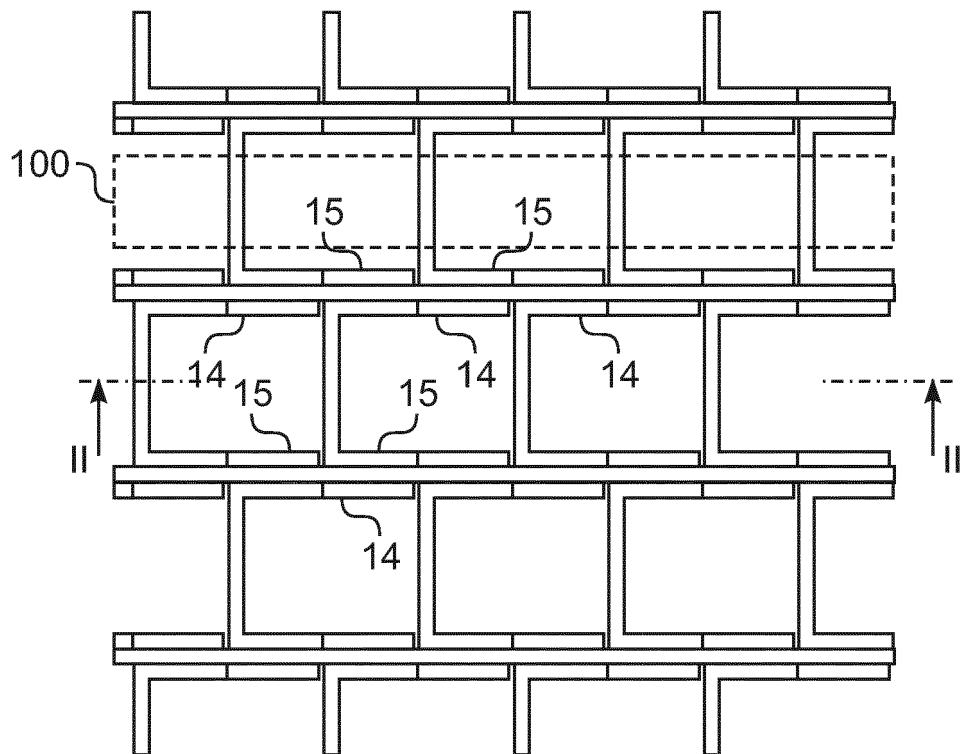


Fig. 3

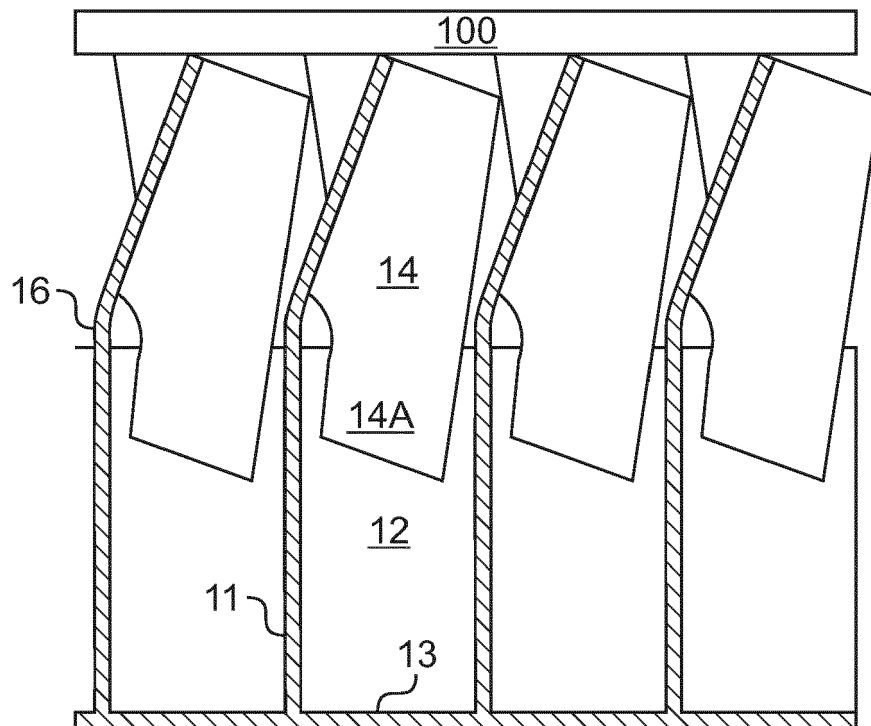
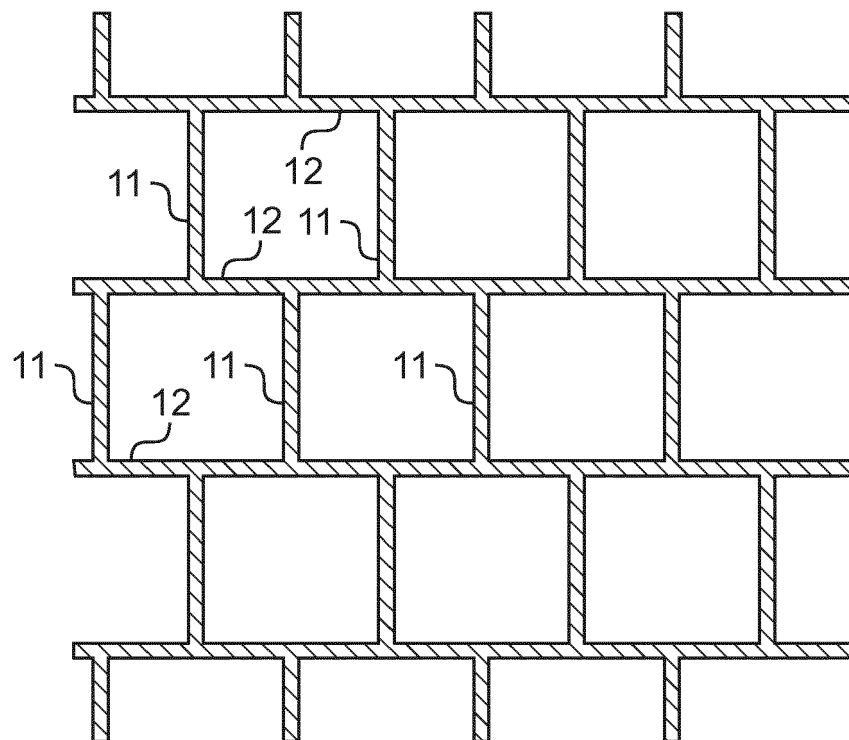


Fig. 4





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 17 7017

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	JP 2011 208502 A (HITACHI LTD) 20. Oktober 2011 (2011-10-20) * Seite 4, Absatz 25 - Seite 6, Absatz 44; Abbildungen 2-5 *	1,2,4-7, 9-13 3,8	INV. F01D11/02 F01D11/12
X	GB 222 866 A (ERSTE BRUENNER MASCHINEN FAB) 1. Oktober 1925 (1925-10-01) * Seite 1, Zeile 13 - Seite 2, Zeile 8; Abbildungen 1-3 *	1,2,4, 11-13	
X	US 1 708 044 A (KARL BAUMANN) 9. April 1929 (1929-04-09) * Seite 1, Zeile 25 - Zeile 551 * * Seite 2, Zeile 44 - Seite 2, Zeile 66; Abbildungen 11,13,14 *	1,2,4, 11-13	
X	US 2015/308280 A1 (DUFFET JEAN-CHRISTOPHE [FR] ET AL) 29. Oktober 2015 (2015-10-29) * Seite 4, Absatz 74; Abbildungen 3-8 *	1,2,4, 11-13	
X	EP 1 231 416 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 14. August 2002 (2002-08-14) * das ganze Dokument *	1,2,12, 13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. Dezember 2017</b>	Prüfer <b>Rau, Guido</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 17 7017

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-12-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2011208502 A	20-10-2011	KEINE	
GB 222866 A	01-10-1925	KEINE	
US 1708044 A	09-04-1929	KEINE	
US 2015308280 A1	29-10-2015	FR 3010443 A1	13-03-2015
		GB 2520799 A	03-06-2015
		US 2015308280 A1	29-10-2015
EP 1231416 A2	14-08-2002	CA 2359933 A1	08-08-2002
		DE 60121539 T2	05-07-2007
		EP 1231416 A2	14-08-2002
		US 2002105146 A1	08-08-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82