



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.10.2014 Patentblatt 2014/40

(51) Int Cl.:
F01D 11/12 ^(2006.01) **F01D 5/28** ^(2006.01)
F01D 5/00 ^(2006.01) **F01D 5/20** ^(2006.01)
C23C 28/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13161673.2**

(22) Anmeldetag: **28.03.2013**

(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

(72) Erfinder:
• **Hiller, Sven**
85244 Röhrmoos (DE)
• **Bayer, Erwin**
85221 Dachau (DE)
• **Heß, Thomas**
81541 München (DE)
• **Geiger, Peter**
80997 München (DE)

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

(54) **Eine Turbinenschaufelaussendichtung bestehend aus jeweils einer keramischen abrasiven Schicht auf dem Stator und dem Rotor.**

(57) Offenbart ist eine Strömungsmaschine (6) mit zumindest einer Radialspaltdichtung (1), die zumindest zwei gegenüberliegende Keramikbeschichtungen (40, 2) aufweist, die jeweils aus einem Keramikpulver aufgebaut sind, dessen Partikelgröße kleiner als 1,0 µm ist, und eine Strömungsmaschine (6) mit zumindest einer Radi-

alspaltdichtung (1), wobei die Beschichtungen aus pulverbasierten Einzelschichten aufgebaut sind, deren äußere Schicht einen höheren Keramikanteil als eine rotor- bzw. statorabschnittsnahe Grundschrift aufweist, wobei die Partikelgröße des Pulvermaterials kleiner als 1,0 µm ist.

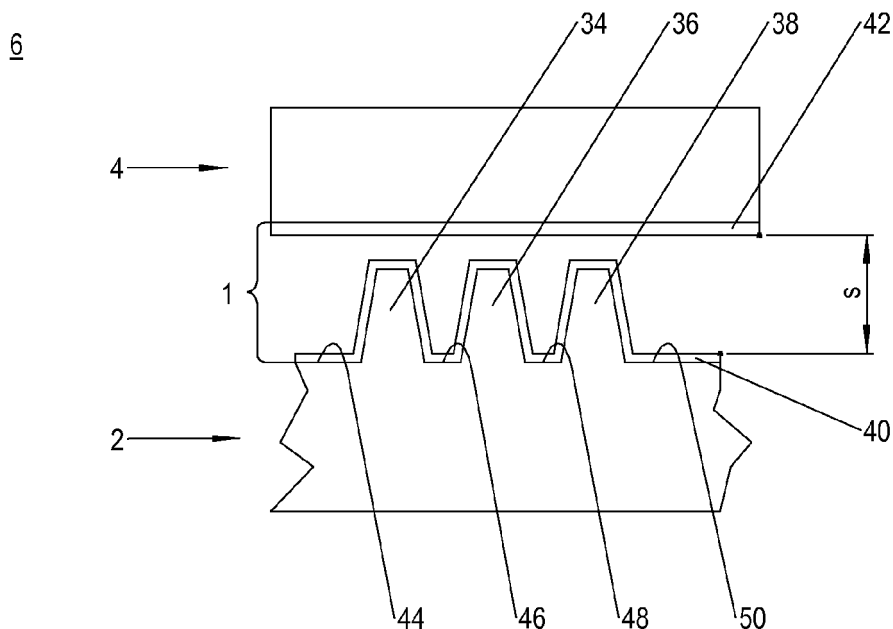


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Strömungsmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

[0002] Bei Strömungsmaschinen wie Gastrubinen und Dampfturbinen müssen Radialspalte zwischen rotierenden und statischen Maschinenteilen abgedichtet werden, um Sekundärstromverluste zu vermeiden. Dies gilt beispielsweise für die Abdichtung des Radialspaltes zwischen einer Leitschaufelspitze und einem gegenüberliegenden Scheibenflügel oder zwischen einer Laufschaufelspitze und einem gegenüberliegenden Statorabschnitt.

[0003] Zur Abdichtungen der Radialspalte werden herkömmlicherweise Labyrinthdichtungen verwendet. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die die Labyrinthdichtungen bildenden Maschinenteile einem hohen Verschleiß und einer hohen Erwärmung beim Anstreifen unterliegen. Das Anschleifen und die Erwärmung kann zu Rissen führen, was insbesondere bei den rotierenden Teilen schwerwiegende Folgen haben kann. Daher wird meist das rotierende Teil mit einer sogenannten Panzerung versehen. Die Panzerung ist insbesondere eine harte Schicht, die durch ein thermisches Spritzverfahren aufgebracht wird. Das statische Teil bleibt dagegen unbeschichtet und somit gegenüber dem rotierenden Bauteil weich. Als Folge wird das statische Bauteil beim Anstreifen entsprechend abgetragen und verschlissen. Die Panzerungen sind jedoch meist rau, was beim Anstreifen zu einer entsprechenden Erwärmung führt. Zudem hat sich gezeigt, dass die Panzerungen zu Abplatzungen neigen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Strömungsmaschine zu schaffen, die eine langlebige Abdichtung bzw. Reduzierung eines Radialspaltes zwischen einem Rotor und einem Stator der Strömungsmaschine ermöglichen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7.

[0006] Eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine hat einen Rotor und einen Stator. In zumindest einem Radialspalt zwischen dem Rotor und dem Stator ist eine Dichtung zur Reduzierung des Radialspaltes angeordnet, die erfindungsgemäß zwei gegenüberliegende Beschichtungen aufweist, von denen die eine Beschichtung auf einen den Radialspalt radial außen begrenzenden Statorabschnitt aufgebracht ist und die andere Beschichtung auf einen den Radialspalt radial innen begrenzenden Rotorabschnitt aufgebracht ist, wobei die Beschichtungen aus einem Keramikpulver aufgebaut sind, dessen Partikelgröße kleiner als $1,0\ \mu\text{m}$ ist.

[0007] Die erfindungsgemäßen sogenannten Nano-Keramik-Beschichtungen weisen ein geringes Abplatzrisiko auf, die sie sehr gut mit dem Grundkörper und somit mit dem Rotorabschnitt und dem Statorabschnitt ver-

bindbar sind. Bevorzugterweise wird das Keramikpulver jeweils über eine metallorganische Verbindung auf dem Rotorabschnitt und dem Statorabschnitt angeordnet und dann einer Druck- und Temperaturbehandlung unterzogen. Die Beschichtungen können beispielsweise durch Sintern bei lediglich 800°C hergestellt werden. Zudem sind die Nano-Keramik-Beschichtungen sehr dünn, was das Abplatzrisiko weiter senkt. Vorzugsweise beträgt eine Gesamtschichtdicke maximal $0,1\ \text{mm}$. Die Partikelgröße beträgt bevorzugterweise maximal $100\ \text{nm}$. Des Weiteren weisen die Nano-Keramik-Beschichtungen eine sehr glatte Oberfläche auf, was zu geringen Reibungskoeffizienten beim Anstreifen führt, wodurch nur eine geringe Erwärmung der Beschichtungen erfolgt. Eine jeweilige Oberflächengüte der Nano-Keramik-Beschichtungen kann zusätzlich durch glättendes Schleifen verbessert werden.

[0008] Um beim heftigen Anstreifen der Beschichtungen eine Beschädigung der Rotor- und oder Statorabschnitte zu verhindern, können die Beschichtungen unterschiedlich hart ausgebildet sein.

[0009] Bevorzugterweise ist die rotorseitige Beschichtung härter als die statorseitige Beschichtung ausgebildet. Hierdurch kann ein katastrophales Versagen des Rotorabschnitts verhindert werden.

[0010] Zudem können zur Schaffung einer gewissen Elastizität im Dichtungsbereich beim harten Anstreifen die Beschichtungen unterschiedliche Dicken aufweisen. Bevorzugterweise ist die rotorseitige Beschichtung dicker als die statorseitige Beschichtung ausgeführt, wodurch ebenfalls ein katastrophales Versagen des rotierenden Bauteils verhindert werden kann.

[0011] Bevorzugterweise bestehen die Beschichtungen aus einer Vielzahl von Einzelschichten. Die Einzelschichten haben dabei jeweils eine Einzelschichtdicke, die in der Summe die Gesamtschichtdicke von $0,1\ \text{mm}$ nicht übersteigt. Durch die Einzelschichten kann die Gesamtschichtdicke bequem variiert werden. Zudem wird selbst bei einer hohen Gesamtschichtdicke eine hohe Stabilität der Beschichtungen erreicht. Die Einzelschichten werden bevorzugterweise in Pulverform nacheinander aufgetragen und zusammen der Druck- und Temperaturbehandlung unterzogen. Die einzelnen Schichten sind nach der Druck- und Temperaturbehandlung nicht mehr zu erkennen, so dass im Falle einer ausschließlichen Verwendung von Keramikpulver nach der Druck- und Temperaturbehandlung eine einteilige Vollkeramik vorliegt.

[0012] Eine alternative erfindungsgemäße Strömungsmaschine hat einen Rotor und einen Stator. In zumindest einem Radialspalt zwischen dem Rotor und dem Stator ist eine Dichtung zur Reduzierung des Radialspaltes angeordnet, die erfindungsgemäß zwei gegenüberliegende Beschichtungen aufweist, von denen die eine Beschichtung auf einen den Radialspalt radial außen begrenzenden Statorabschnitt aufgebracht ist und die andere Beschichtung auf einen den Radialspalt radial innen begrenzenden Rotorabschnitt aufgebracht ist, wobei die

Beschichtungen aus pulverbasierten Einzelschichten aufgebaut sind, deren äußere Schicht einen höheren Keramikanteil als eine rotor- bzw. statorabschnittsnahe Grundschrift aufweist, wobei die Partikelgröße des Pulvermaterials kleiner als $1,0\ \mu\text{m}$ ist.

[0013] Durch die gradierte Ausbildung der Beschichtungen können große Materialsprünge zwischen dem Rotor- und Statorabschnitt und der Beschichtung verhindert werden. Die Beschichtung kann somit hinsichtlich ihrer thermischen Ausdehnung oder ihres Elastizitätsmoduls schichtweise an den Rotor- und Statorabschnitt angepasst werden. Insbesondere weist die äußere Einzelschicht einen Keramikanteil von 100% auf und besteht somit ausschließlich aus einem Nano-Keramikpulver. Die Grundschrift weist hingegen einen sehr hohen Metallanteil auf.

[0014] Eine hohe Dichtwirkung ist zu erzielen, wenn die Radialspaltabdichtung bei beiden Ausführungsbeispielen in Form einer Labyrinthdichtung erfolgt, wobei zumindest der Rotorabschnitt mit einer Vielzahl von in Richtung des Statorabschnitts weisenden Erhebungen ausgebildet ist. Sonstige vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

[0015] Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand stark vereinfachter schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Prinzipskizze einer Dichtung einer erfindungsgemäßen Strömungsmaschine, und

Figur 2 einen Teillängsschnitt durch eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine.

[0016] In Figur 1 ist eine Dichtung 1 zur Reduzierung eines Radialspaltes s zwischen einem Rotorabschnitt 2 und einem Statorabschnitt 4 einer Strömungsmaschine 6 gezeigt. Die Strömungsmaschine 6 ist bevorzugterweise eine Gasturbine und insbesondere ein Flugtriebwerk. Die Strömungsmaschine 6 kann allerdings auch als eine Dampfturbine und dergleichen ausgebildet sein.

[0017] Der Rotorabschnitt 2 bildet einen Teil eines in Figur 2 angedeuteten Rotors 8 der Strömungsmaschine 6. Der Rotor 8 rotiert um eine sich in Axialrichtung der Strömungsmaschine 6 erstreckende Maschinenachse M und weist im Wesentlichen eine Vielzahl von in Strömungsrichtung eines Heißgases hintereinander angeordneten Rotorscheiben 10 auf, die jeweils eine Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl von Laufschaufeln 12 tragen und auf einer gemeinsamen nicht gezeigten Rotor-nabe angeordnet sind.

[0018] Der Statorabschnitt 4 bildet einen Teil eines in Figur 2 angedeuteten Stators 14 der Strömungsmaschine 6. Der Stator 14 weist im Wesentlichen ein Gehäuse 16 und eine Vielzahl von abwechselnd mit den Laufschaufelreihen angeordneten Leitschaufelreihen auf, die aus einzelnen in Aufnahmen des Gehäuses 16 eingesetzten Leitschaufeln 18 bestehen. Zudem hat der Stator

14 zwischen den Leitschaufeln 18 und somit gegenüberliegend zu den Laufschaufeln 12 jeweils einen in das Gehäuse 16 eingesetzten Außendichtring 20. Der Außendichtring 20 kann ein einteiliges und umfangsseitig geschlossener Außendichtring oder ein aus einer Vielzahl von Dichtringsegmenten bestehen.

[0019] Die Dichtung 1 ist beispielsweise in den in Figur 2 skizzierten Bereichen 22, 24, 26 als jeweils eine sogenannte Zwischenstufendichtung vorgesehen. In dem in Strömungsrichtung des Heißgases betrachtet vorderen Bereich 22 wird der Rotorabschnitt 2 von den Außendeckbändern 28 der Laufschaufeln 12 einer vorderen Laufschaufelreihe und der gegenüberliegende Statorabschnitt 4 vom gegenüberliegenden Außendichtring 20 gebildet. Dieser Aufbau gilt ebenso für den hinteren Bereich 26. Im mittleren Bereich 24 stellt der Rotorabschnitt 2 einen sich zwischen den Rotorscheiben 10 erstreckenden Scheibenflügel 30 und der Statorabschnitt 4 einen Innendichtring 32, der an einen die Leitschaufeln 18 miteinander verbindenden Innenring angeordnet ist.

[0020] Wie in Figur 1 beziffert, weist die Dichtung 1 eine Vielzahl von hintereinander angeordneten Erhebungen 34, 36, 38, eine rotorseitige Beschichtung 40 und eine statorseitige Beschichtung 42 auf. In dem hier skizzierten Ausführungsbeispiel, in dem die Dichtung 1 in den Bereichen 22 und 26 angeordnet ist, sind die Erhebungen 34, 36, 38, rotorseitig angeordnet. Die Erhebungen 34, 36, 38 sind dann beispielsweise Dichtspitzen der Außendeckbänder 28. Die Erhebungen 34, 36, 38 können grundsätzlich jedoch auch statorseitig angeordnet sein. Der jeweils gegenüberliegende Rotorabschnitt 2 bzw. Statorabschnitt 4 ist bevorzugterweise plan ausgebildet, kann jedoch auch mit entsprechenden Vorsprüngen versehen sein, die radial jeweils zwischen zwei Erhebungen 34, 36, 38 eintauchen.

[0021] Die in Figur 2 gezeigten Erhebungen 34, 36, 38 verlaufen in Umfangsrichtung und in Radialrichtung der Strömungsmaschine 8 in Richtung des Statorabschnitts 4. Hierdurch ist die Dichtung 1 als eine Labyrinthdichtung ausgeführt. Die Erhebungen 34, 36, 38 haben eine derartige radiale Erstreckung, dass sie im aufgeheizten Zustand der Strömungsmaschine 6 von dem Statorabschnitt 4 minimal beanstandet sind bzw. kopfseitig leicht entlang der statorseitigen Beschichtung 42 schleifen, so dass der Radialspalt s geschlossen ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind drei Erhebungen 34, 36, 38 gezeigt, allerdings können auch mehr oder weniger Erhebungen 34, 36, 38 vorgesehen sein. Die Erhebungen 34, 36, 38 sowie seitlich der Erhebungen 34, 36, 38 verlaufende Planflächen 44, 46, 48, 50 des Rotorabschnitts 2 sind jeweils mit der rotorseitigen Beschichtung 40 versehen.

[0022] Die Beschichtungen 40, 42 sind sogenannte Nano-Keramik-Beschichtungen mit jeweils einer Gesamtschichtdicke von bevorzugterweise maximal $0,1\ \text{mm}$. Sie sind jeweils aus einem Keramikpulver aufgebaut, dessen Partikelgröße kleiner als $1,0\ \mu\text{m}$ ist. Bevorzugterweise beträgt ihre Partikelgröße $100\ \text{nm}$. Die Be-

schichtungen 40, 42 werden mittels einer Druck- und Temperaturbehandlung, insbesondere eines Sinterprozesses, an dem Rotorabschnitt 4 bzw. dem Statorabschnitt 6 angebunden. Hierdurch bildet sich eine Verbindung mit hohen Adhäsionskräften zwischen dem Rotorabschnitt 4 bzw. dem Statorabschnitt 6 aus und den Beschichtungen 40, 42 aus. Bevorzugterweise ist das Keramikpulver zum Auftragen auf die Abschnitte 4, 6 in einer metallorganischen Verbindung gebunden.

[0023] Die Beschichtungen 40, 42 bestehen jeweils aus einer Vielzahl von Einzelschichten, die zusammen die Gesamtschichtdicke nicht überschreiten. Die Einzelschichten bestehen bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ausschließlich aus dem Keramikpulver, so dass die Beschichtungen 40, 42 nach ihrer Herstellung Vollkeramiken sind.

[0024] Alternativ können die Einzelschichten unterschiedliche Keramikanteile aufweisen und so eine äußere Einzelschicht einen höheren Keramikanteil als eine rotor- bzw. statorabschnittsnahe Grundsicht haben. Bevorzugterweise weist die äußere Einzelschicht einen Keramikanteil von 100% auf, da so ein geringer Reibkoeffizient erreicht wird. Die Grundsicht weist hingegen einen sehr hohen Metallanteil auf. Eine Partikelgröße des Keramikpulvers und der Metallpulvers ist jedoch stets kleiner als 1,0 µm. Konsequenterweise wird bei diesem Ausführungsbeispiel der Keramikanteil ausgehend vom Rotorabschnitt 4 bzw. Statorabschnitt 6 in Richtung der äußeren Einzelschicht erhöht und der Metallanteil korrespondierend gesenkt. Hierdurch lassen sich große Materialsprünge zwischen dem Rotorabschnitt 4 bzw. dem Statorabschnitt 6 und den Beschichtungen 40, 42 verhindern. Alternativ können auch einzelne Keramikschichten und Metallschichten alternierend angeordnet sein, wobei jeweils eine Keramikschicht die äußere Schicht bildet.

[0025] Um eine Zerstörung des Rotorabschnitts 4 in Folge eines heftigen Anstreichens der Erhebungen 34, 36, 38 am Statorabschnitt 4 zu verhindern, sind die Beschichtungen 40, 42 unterschiedlich hart ausgebildet. Bevorzugterweise ist die rotorseitige Beschichtung 40 härter als die statorseitige Beschichtung 42. Hierdurch laufen die Erhebungen 34, 36, 38 im Falle eines heftigen Anstreichens in die statorseitige Beschichtung 42 ein und brechen nicht ab.

[0026] Zudem sind zur Verbesserung eines Versagensverhaltens der Dichtung 1 die Beschichtungen 40, 42 unterschiedlich dick ausgeführt. Insbesondere ist die rotorseitige Beschichtung 40 dicker als die statorseitige Beschichtung 42. Selbstverständlich sind die unterschiedlichen Beschichtungshärten und die unterschiedlichen Beschichtungsdicken sowohl als Einzelmerkmale als auch in Kombination miteinander realisierbar.

[0027] Offenbart ist eine Strömungsmaschine mit zumindest einer Radialspaltdichtung, die zumindest zwei gegenüberliegende Keramikbeschichtungen aufweist, die jeweils aus einem Keramikpulver aufgebaut sind, dessen Partikelgröße kleiner als 1,0 µm ist, und eine

Strömungsmaschine mit zumindest einer Radialspaltdichtung, wobei die Beschichtungen aus pulverbasierten Einzelschichten aufgebaut sind, deren äußere Schicht einen höheren Keramikanteil als eine rotor- bzw. statorabschnittsnahe Grundsicht aufweist, wobei die Partikelgröße des Pulvermaterials kleiner als 1,0 µm ist.

Bezugszeichenliste

10 **[0028]**

1	Dichtung
2	Rotorabschnitt
4	Statorabschnitt
6	Strömungsmaschine
8	Rotor
10	Rotorscheibe
12	Laufschaufeln
14	Stator
16	Gehäuse
18	Leitschaufeln
20	Außendichtring
22	Bereich
24	Bereich
26	Bereich
28	Außendeckband
30	Scheibenflügel
32	Innendichtring
34	Erhebung
36	Erhebung
38	Erhebung
40	rotorseitige Beschichtung
42	statorseitige Beschichtung
44	Planfläche
46	Planfläche
48	Planfläche
50	Planfläche
M	Maschinenachse
s	Radialspalt

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (6), mit einem Rotor (8) und einem Stator (14), wobei in zumindest einem Radialspalt (s) zwischen dem Rotor (8) und dem Stator (14) eine Dichtung (1) zur Reduzierung des Radialspaltes (s) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (1) zwei gegenüberliegende Beschichtungen (40, 42) aufweist, von denen die eine Beschichtung (42) auf einen den Radialspalt (s) radial außen begrenzenden Statorabschnitt (4) aufgebracht ist und die andere Beschichtung (40) auf einen den Radialspalt (s) radial innen begrenzenden

Rotorabschnitt (2) aufgebracht ist, wobei die Beschichtungen (40, 42) aus einem Keramikpulver aufgebaut sind, dessen Partikelgröße kleiner als $1,0\text{ }\mu\text{m}$ ist.

5

2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, wobei die Beschichtungen (40, 42) unterschiedlich hart sind.
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, wobei die rotorseitige Beschichtung (40) härter als die statorseitige Beschichtung (42) ist. 10
4. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Beschichtungen (40, 42) unterschiedliche Dicken aufweisen. 15
5. Strömungsmaschine nach Anspruch 5, wobei die rotorseitige Beschichtung (40) dicker als die statorseitige Beschichtung (42) ist. 20
6. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Beschichtungen (40, 42) aus Einzelschichten aufgebaut sind.
7. Strömungsmaschine (6), mit einem Rotor und einem Stator (14), wobei in zumindest einem Radialspalt (s) zwischen dem Rotor (8) und dem Stator (14) eine Dichtung (1) zur Reduzierung des Radialspaltes (s) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (1) zwei gegenüberliegende Beschichtungen (40, 42) aufweist, von denen die eine Beschichtung (42) auf einen den Radialspalt (s) radial außen begrenzenden Statorabschnitt (4) aufgebracht ist und die andere Beschichtung (40) auf einen den Radialspalt (s) radial innen begrenzenden Rotorabschnitt (2) aufgebracht ist, wobei die Beschichtungen (40, 42) aus pulverbasierten Einzelschichten aufgebaut sind, deren äußere Schicht einen höheren Keramikanteil als eine rotor- bzw. statorabschnittsnahe Grundschicht aufweist, wobei die Partikelgröße des Pulvermaterials kleiner als $1,0\text{ }\mu\text{m}$ ist. 25
30
35
40
8. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest der Rotorabschnitt (2) mit einer Vielzahl von in Richtung des Statorabschnitts (4) weisenden Erhebungen (34, 36, 38) ausgebildet ist. 45

50

55

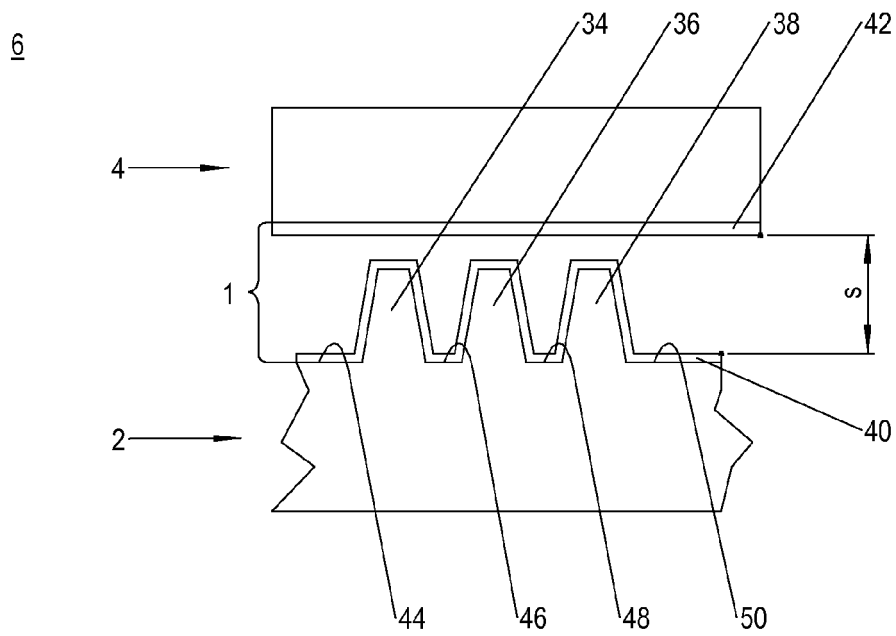


Fig. 1

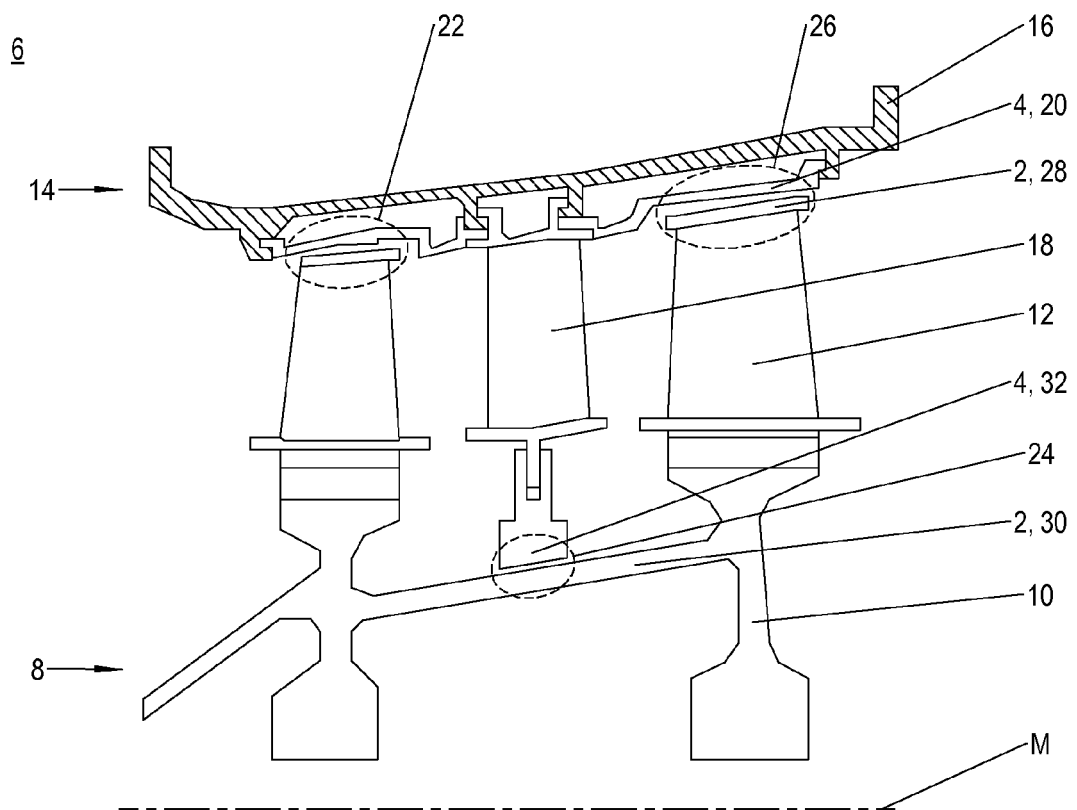


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 13 16 1673

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 2 540 973 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2. Januar 2013 (2013-01-02) * Abbildungen 1-3 * * Absätze [0001], [0015], [0020] * * Absätze [0011], [0016], [0017], [0021] *	1-8	INV. F01D11/12 F01D5/28 F01D5/00 F01D5/20 C23C28/00
Y	EP 2 009 141 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 31. Dezember 2008 (2008-12-31) * Abbildung 4 * * Absatz [0027] *	1-7	
Y	EP 1 739 204 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 3. Januar 2007 (2007-01-03) * Anspruch 1 * * Absatz [0029] *	1-7	
Y	EP 0 292 250 A1 (UNION CARBIDE CORP [US]) 23. November 1988 (1988-11-23) * Abbildungen 1-4 * * Spalte 4, Zeile 55 - Zeile 58 * * Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 37 *	8	
A	DE 102 25 532 C1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) * Zusammenfassung * * Anspruch 1 *	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D C23C
A	DE 10 2011 081323 B3 (SIEMENS AG [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) * Anspruch 1 * * Abbildungen 1-3 *	1-8	
A	DE 10 2009 012945 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 16. September 2010 (2010-09-16) * Anspruch 1 *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Mai 2013	Prüfer Klados, Iason
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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 13 16 1673

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.

17-05-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2540973 A1	02-01-2013	EP 2540973 A1 WO 2013001091 A1	02-01-2013 03-01-2013
EP 2009141 A2	31-12-2008	EP 2009141 A2 US 2010021716 A1	31-12-2008 28-01-2010
EP 1739204 A2	03-01-2007	EP 1739204 A2 JP 5095138 B2 JP 2007007647 A SG 128645 A1 SG 149050 A1 US 2007134408 A1	03-01-2007 12-12-2012 18-01-2007 30-01-2007 29-01-2009 14-06-2007
EP 0292250 A1	23-11-1988	CA 1324166 C DE 3869657 D1 EP 0292250 A1 US 4884820 A	09-11-1993 07-05-1992 23-11-1988 05-12-1989
DE 10225532 C1	04-12-2003	DE 10225532 C1 EP 1375696 A2 US 2004012152 A1	04-12-2003 02-01-2004 22-01-2004
DE 102011081323 B3	21-06-2012	DE 102011081323 B3 WO 2013026870 A1	21-06-2012 28-02-2013
DE 102009012945 A1	16-09-2010	DE 102009012945 A1 WO 2010102609 A1	16-09-2010 16-09-2010

EPO FORM P0461

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