

(19)



(11)

EP 2 586 999 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

01.05.2013 Patentblatt 2013/18

(51) Int Cl.:

F01D 21/04 ^(2006.01)**F01D 25/24** ^(2006.01)**F04D 29/52** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **11186419.5**(22) Anmeldetag: **25.10.2011**

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

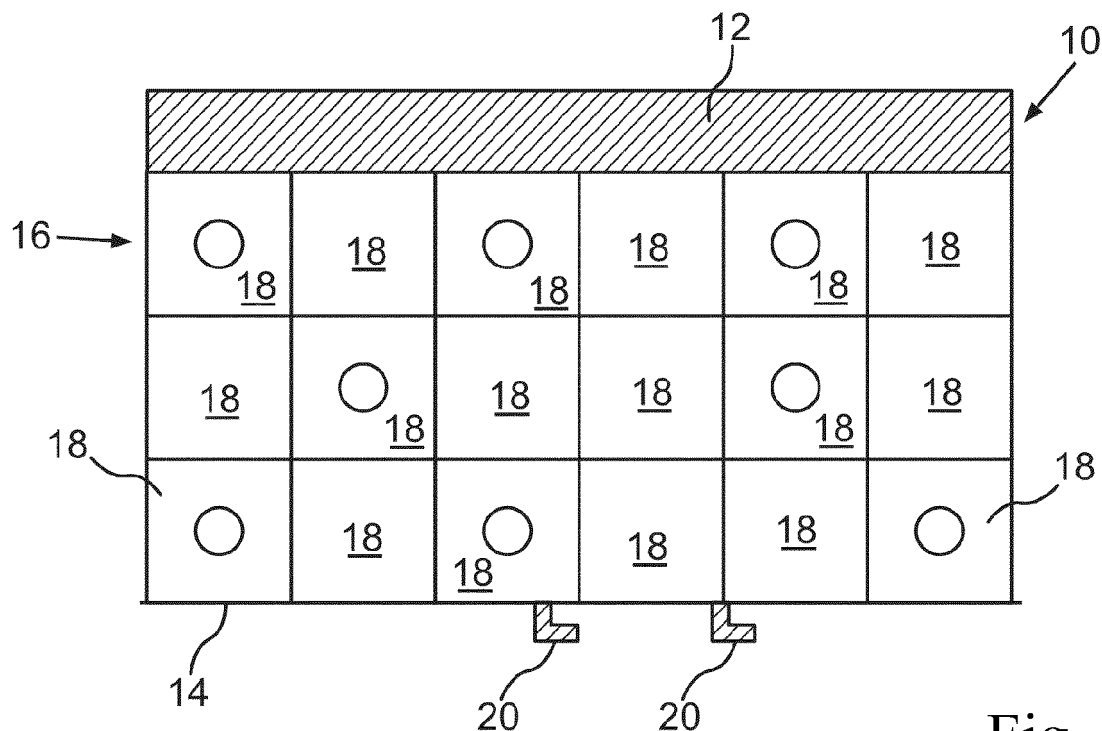
(72) Erfinder:

- **Heß, Thomas**
81541 München (DE)
- **Bayer, Erwin, Dr.**
85221 Dachau (DE)
- **Geiger, Peter**
80997 München (DE)
- **Hiller, Sven, Dr.**
85244 Röhrmoos (DE)

(54) **Gehäuseteil und Verfahren zum Herstellen eines Gehäuseteils für eine Strömungsmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Gehäuseteil (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, mit wenigstens einer Außenwand (12) und einer Innenwand (14), zwischen welchen eine Versteifungsstruktur (16) angeordnet ist, wobei die Versteifungsstruktur (16) zumindest teilweise aus Einzelelementen (18) gebildet ist, welche jeweils die Form eines platonischen Körpers aufweisen. Die Erfindung betrifft

weiterhin ein Verfahren zum Herstellen eines Gehäuseteils (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, bei welchem eine Versteifungsstruktur (16) zwischen wenigstens einer Außenwand (12) und einer Innenwand (14) des Gehäuseteils (10) angeordnet wird, wobei die Versteifungsstruktur (16) zumindest teilweise aus Einzelelementen (18) gebildet wird, welche jeweils die Form eines platonischen Körpers aufweisen.

**Fig. 1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Gehäuseteil der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art für eine Strömungsmaschine. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Strömungsmaschine mit einem derartigen Gehäuseteil sowie ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 10 angegebenen Art zum Herstellen eines Gehäuseteils für eine Strömungsmaschine.

[0002] Gehäuse von thermischen Strömungsmaschinen wie beispielsweise Flugzeugtriebwerken müssen hohe Anforderungen im Hinblick auf die Eindämmung (Containment) von beweglichen Teilen der Strömungsmaschine erfüllen. Daher muss das Gehäuse sehr massiv und mechanisch robust ausgebildet werden, was durch die Anordnung von Versteifungsstrukturen zwischen einer Außen- und einer Innenwand des Gehäuses erreicht wird. Das Gehäuse kann dabei grundsätzlich aus einem einzigen oder aus mehreren Gehäuseteilen bestehen. Aus der GB 2 361 032 B1 ist beispielsweise ein Gehäuse für ein Flugzeugtriebwerk bekannt, welches eine Versteifungsstruktur aus integralen Versteifungsrippen (sog. Isogrid) aufweist.

[0003] Versteifungsstrukturen, die die vorstehend genannten Anforderungen im Hinblick auf die Eindämmung beweglicher Teile erfüllen, steigern jedoch das Gewicht des Gehäuses erheblich. Derart verstärkte Gehäuse weisen zudem eine schlechte thermische Isolierung auf, wodurch Spalte zwischen bewegten und statischen Teilen der Strömungsmaschine regelmäßig sehr groß ausgelegt werden müssen. Dies führt zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrads und zu einem entsprechend höheren Kraftstoffbedarf der Strömungsmaschine.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Gehäuseteil der eingangs genannten Art zu schaffen, welches ein geringeres Gewicht aufweist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Gehäuseteils für eine Strömungsmaschine bereitzustellen.

[0005] Die Aufgaben werden erfindungsgemäß durch ein Gehäuseteil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 zum Herstellen eines Gehäuseteils für eine Strömungsmaschine gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des Gehäuseteils als vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und umgekehrt anzusehen sind.

[0006] Bei einem erfindungsgemäßen Gehäuseteil ist es vorgesehen, dass die Versteifungsstruktur zumindest teilweise aus Einzelelementen gebildet ist, welche jeweils die Form eines platonischen Körpers aufweisen. Mit anderen Worten ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die zwischen der Außen- und der Innenwand des Gehäuseteils angeordnete Versteifungsstruktur teilweise oder vollständig aus konvexen Polyedern gebildet ist. Die Gruppe der platonischen Körper umfasst Tetraeder

(Vierflächner), Hexaeder bzw. Würfel (Sechseckflächner), Oktaeder (Achtflächner), Dodekaeder (Zwölfflächner) sowie Ikosaeder (Zwanzigflächner). Alle platonischen Körper zeichnen sich dabei dadurch aus, dass ihre Seitenflächen aus Polygonen bestehen, die regelmäßig und zueinander kongruent sind. In jeder Ecke eines platonischen Körpers treffen zudem jeweils gleich viele Kanten zusammen. Unter einem platonischen Körper sind im Rahmen der Erfindung auch Einzelelemente zu verstehen, die im Wesentlichen die geometrisch exakte Form eines platonischen Körpers aufweisen, aber geringfügig gegenüber der Form eines regulären Polyeders deformiert sind. Indem die Versteifungsstruktur des Gehäuseteils zumindest teilweise aus Einzelelementen in Form platonischer Körper hergestellt ist, werden verschiedene Vorteile erzielt. Da die Ecken, Kanten und Flächen eines platonischen Körpers untereinander geometrisch gleichartig sind, können die Einzelelemente grundsätzlich lückenlos gestapelt werden und weisen dabei eine Vielzahl von Kontaktflächen auf. Dies ermöglicht während des Betriebs einer zugeordneten Strömungsmaschine eine besonders gute Energieabsorption, da Bewegungsenergie durch die aneinander reibenden Kontaktflächen besonders effektiv in Wärmeenergie umgewandelt werden kann. Hierdurch können die Versteifungsstruktur und damit das Gehäuseteil bei im Vergleich zum Stand der Technik gleichen oder besseren Containment-Eigenschaften dünner und damit besonders gewichtssparend ausgebildet sein. Gleichzeitig ist eine bessere thermische Isolierung des Gehäuseinnenraums ermöglicht, wobei mit Hilfe der Innenwand des Gehäuseteils eine gasdichte Trennung zwischen der Versteifungsstruktur und dem Innenraum des endgültigen Gehäuses sichergestellt werden kann. Es ist dabei zu betonen, dass das Gehäuseteil grundsätzlich das Gehäuse der zugeordneten Strömungsmaschine darstellen kann oder dass das Gehäuse der zugeordneten Strömungsmaschine durch die Montage mehrerer - beispielsweise als Gehäusesegmente ausgebildeter - Gehäuseteile erhältlich ist. Durch die verbesserte Umwandelbarkeit von Bewegungs- in Wärmeenergie mit Hilfe der Versteifungsstruktur werden zudem eine bessere Lärmabsorption sowie eine bessere Schwingungsdämpfung ermöglicht, was insbesondere bei Gehäuseteilen für Flugzeugtriebwerke von besonderem Vorteil ist. Durch das geringere Gewicht und die besseren Dämpfungseigenschaften des Gehäuseteils sind zudem neue Bauformen von Strömungsmaschinen ermöglicht. Beispielsweise können Strömungsmaschinen bereitgestellt werden, die kleinere, aber mit höheren Drehzahlen betreibbare Rotoren umfassen, wodurch der Wirkungsgrad dieser Strömungsmaschinen verbessert und ihr Treibstoffbedarf entsprechend gesenkt werden können.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrere Einzelelemente unmittelbar aneinander anliegen und/oder formschlüssig und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden sind und/oder durch eine Vorspannkraft aneinander verspannt

sind. Hierdurch kann die Versteifungsstruktur besonders flexibel ausgebildet und optimal an unterschiedliche Einsatzzwecke und Anforderungsprofile angepasst werden.

[0008] Weitere Vorteile ergeben sich, indem alle Einzelelemente die Form desselben platonischen Körpers oder die Formen unterschiedlicher platonischer Körper aufweisen. Auf diese Weise können die Versteifungs- und Dämpfungseigenschaften der Versteifungsstruktur besonders einfach verändert und an das jeweilige Anforderungsprofil sowie an unterschiedliche geometrische Auslegungen des Gehäuseteils angepasst werden. Beispielsweise können alle Einzelelemente die Form regelmäßiger Hexaeder (Würfel) aufweisen. Dabei kann grundsätzlich vorgesehen sein, dass die Einzelelemente identische oder unterschiedliche Kantenlängen besitzen, das heißt gleich oder unterschiedlich groß sind. Alternativ können beispielsweise Einzelelemente in der Form von Tetraedern mit Einzelelementen in der Form von Oktaedern und/oder Ikosaedern kombiniert werden.

[0009] Weitere Vorteile ergeben sich, indem die Einzelelemente als Vollkörper und/oder als Hohlkörper ausgebildet sind. Auf diese Weise können das Gewicht des Gehäuseteils und die Versteifungseigenschaften der Versteifungsstruktur besonders einfach eingestellt werden. Die Verwendung von Hohlkörpern bietet den zusätzlichen Vorteil einer einstellbaren Deformierbarkeit der Versteifungsstruktur, so dass während des Betriebs der Strömungsmaschine abgelöste Teile wie etwa abgebrochene Schaufeln oder dergleichen im Unterschied zum Stand der Technik nicht von der Innenwand des Gehäuses in den Innenraum der zugeordneten Strömungsmaschine zurückgeschleudert, sondern von der Versteifungsstruktur aufgenommen und zurückgehalten werden. Auf diese Weise wird das Containment des Gehäuseteils wesentlich verbessert, da keine Teile von der Innenwand abrutschen und somit nachfolgende Stufen einer zugeordneten Strömungsmaschine auch in einem Schadensfall nicht beschädigt oder sogar zerstört werden.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Einzelelemente aus einem temperaturbeständigen Material, insbesondere aus einer Hochtemperaturlegierung, bestehen. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Versteifungsstruktur und damit das Gehäuseteil auch für die Verwendung unter extremen thermischen und mechanischen Belastungen, wie sie beispielsweise in Flugzeugtriebwerken auftreten, geeignet sind. Als Material für die Einzelelemente eignen sich beispielsweise an sich bekannte Nickel-, Kobalt- oder Titanbasislegierungen. Dabei kann weiterhin vorgesehen sein, dass alle Einzelelemente aus demselben Material oder aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass einzelne Einzelelemente aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Hierdurch ist es möglich, die Eigenschaften der Einzelelemente in Abhängigkeit ihrer Position innerhalb der Versteifungsstruktur zu optimieren.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Innenwand wenigstens ein Befestigungsmittel zum Festlegen einer Leitschaukel am Gehäuseteil umfasst. Dies ermöglicht in Verbindung mit der besonders hohen Steifigkeit des erfindungsgemäßen Gehäuseteils eine besonders schnelle, einfache und mechanisch robuste Befestigung wenigstens einer Leitschaukel.

[0012] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die Außenwand über wenigstens zwei und/oder über höchstens zehn übereinander angeordnete Einzelelemente an der Innenwand abgestützt ist. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Versteifungsstruktur 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 übereinander angeordnete Einzelelemente aufweist. Hierdurch können die Dicke und die Steifigkeit des Gehäuseteils besonders einfach und flexibel an unterschiedliche Anforderungsprofile angepasst werden.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Außenwand und/oder die Innenwand platonische Körper umfasst und/oder aus platonischen Körpern gebildet ist. Hierdurch können die bereits im Zusammenhang mit der Versteifungsstruktur beschriebenen Merkmale und deren Vorteile auch für die Außen- und/oder Innenwand des Gehäuseteils verwirklicht werden.

[0014] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine umfassend wenigstens ein Gehäuseteil nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele. Die sich hieraus ergebenden

[0015] Merkmale und deren Vorteile sind den vorstehenden Ausführungen zum erfindungsgemäßen Gehäuseteil zu entnehmen. Bevorzugt ist die Strömungsmaschine als Flugzeugtriebwerk ausgebildet und umfasst ein oder mehrere Gehäuseteile der vorstehend beschriebenen Art.

[0016] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Gehäuseteils für eine Strömungsmaschine, wobei es erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass die Versteifungsstruktur zumindest teilweise aus Einzelelementen gebildet wird, welche jeweils die Form eines platonischen Körpers aufweisen. Mit anderen Worten ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass zwischen der Außen- und der Innenwand des Gehäuseteils eine Versteifungsstruktur angeordnet wird, welche teilweise oder vollständig aus konvexen Polyedern hergestellt wird. Die Gruppe der platonischen Körper umfasst Tetraeder (Vierflächner), Hexaeder (Würfel, Sechseckflächner), Oktaeder (Achtflächner), Dodekaeder (Zwölfeckflächner) sowie Ikosaeder (Zwanzigflächner). Alle platonischen Körper zeichnen sich dabei dadurch aus, dass ihre Seitenflächen aus Polygonen bestehen, die regelmäßig und zueinander kongruent sind. In jeder Ecke eines platonischen Körpers treffen zudem jeweils gleich viele Kanten zusammen. Unter einem platonischen Körper sind im Rahmen der Erfindung auch Einzelelemente zu verstehen, die im Wesentlichen die geometrisch exakte Form eines platonischen Körpers aufweisen, aber geringfügig gegenüber der Form eines regulären Poly-

ders deformiert sind. Indem die Versteifungsstruktur des Gehäuseteils zumindest teilweise aus Einzelementen in Form platonischer Körper hergestellt wird, werden verschiedene Vorteile erzielt. Da die Ecken, Kanten und Flächen eines platonischen Körpers untereinander geometrisch gleichartig sind, können die Einzelemente grundsätzlich lückenlos gestapelt werden und weisen dabei eine Vielzahl von Kontaktflächen auf. Dies ermöglicht während des Betriebs einer zugeordneten Strömungsmaschine eine besonders gute Energieabsorption, da Bewegungsenergie durch die aneinander reibenden Kontaktflächen besonders effektiv in Wärmeenergie umgewandelt werden kann. Hierdurch können die Versteifungsstruktur und damit das Gehäuseteil bei im Vergleich zum Stand der Technik gleichen oder besseren Containment-Eigenschaften dünner und damit besonders gewichtssparend ausgebildet sein. Gleichzeitig ist eine bessere thermische Isolierung des Gehäuseinnenraums ermöglicht, wobei mit Hilfe der Innenwand des Gehäuseteils eine gasdichte Trennung zwischen der Versteifungsstruktur und dem Innenraum des endgültigen Gehäuses sichergestellt wird. Es ist dabei zu betonen, dass das Gehäuseteil grundsätzlich das Gehäuse der zugeordneten Strömungsmaschine darstellen kann oder dass das Gehäuse der zugeordneten Strömungsmaschine durch die Montage mehrerer - beispielsweise als Gehäusesegmente ausgebildeter - Gehäuseteile erhältlich ist. Durch die verbesserte Umwandelbarkeit von Bewegungs- in Wärmeenergie mit Hilfe der Versteifungsstruktur werden zudem eine bessere Lärmabsorption sowie eine bessere Schwingungsdämpfung ermöglicht, was insbesondere bei Gehäuseteilen für Flugzeugtriebwerke von besonderem Vorteil ist. Durch das geringere Gewicht und die besseren Dämpfungseigenschaften des Gehäuseteils sind zudem neue Bauformen von Strömungsmaschinen ermöglicht. Beispielsweise können Strömungsmaschinen bereitgestellt werden, die kleinere, aber mit höheren Drehzahlen betreibbare Rotoren umfassen, wodurch der Wirkungsgrad dieser Strömungsmaschinen verbessert und ihr Treibstoffbedarf entsprechend gesenkt werden können.

[0017] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrere und/oder alle Einzelemente über ihre jeweiligen Kanten und/oder ihre jeweiligen Flächen stoffschlüssig miteinander verbunden werden. Hierdurch wird eine mechanisch besonders robuste Ausgestaltung der Versteifungsstruktur erreicht.

[0018] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn zum Verbinden von zwei benachbarten Einzelementen zunächst eine Pulverschicht auf eine Kante und/oder eine Fläche eines ersten der Einzelemente aufgebracht und vorzugsweise mittels eines Laser- und/oder Elektronenstrahls aufgeschmolzen wird, wonach ein zweites der Einzelemente in Anlage mit dem ersten der Einzelemente gebracht und unter Aushärten der aufgeschmolzenen Pulverschicht stoffschlüssig mit diesem verbunden wird. Dieses Verfahren, welches Ähnlichkeiten mit Laser-Pulver-Auftragsschweißverfahren aufweist, er-

möglicht eine besonders schnelle und kostengünstige Herstellung der Versteifungsstruktur aus stoffschlüssig miteinander verbundenen Einzelementen. Als Pulver können dabei grundsätzlich alle geeigneten Metall- und Metalllegierungspulver oder -pulvergemische verwendet werden, wobei das verwendete Pulver vorzugsweise einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Material des betreffenden Einzelements besitzt.

[0019] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, dem Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in dem Ausführungsbeispiel genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Gehäuseteils; und
Fig. 2 fünf Einzelemente in der Form platonischer Körper.

[0020] Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Gehäuseteils 10 für ein Flugzeugtriebwerk. Das Gehäuseteil 10 umfasst eine Außenwand 12 und eine Innenwand 14, zwischen welchen eine Versteifungsstruktur 16 angeordnet ist. Die Versteifungsstruktur 16 besteht aus mehreren Einzelementen 18, wobei jedes Einzelement 18 die Form eines platonischen Körpers aufweist. Jeweils drei Einzelemente 18 sind übereinander angeordnet und verbinden die Außenwand 12 mit der Innenwand 14. Mit anderen Worten wird die Höhe der Versteifungsstruktur 16 im Wesentlichen durch die Höhe von drei Einzelementen 18 definiert. In Abhängigkeit der Ausgestaltung des Gehäuseteils 10 kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Versteifungsstruktur 16 an manchen Stellen mehr oder weniger übereinander angeordnete Einzelemente 18, unterschiedliche hohe Einzelemente 18 oder Lücken aufweist, so dass die Dicke des Gehäuseteils 10 ortsspezifisch anpassbar ist.

[0021] Im in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel besitzen dabei alle Einzelemente 18 die Form eines Würfels bzw. eines regelmäßigen Hexaeders und weisen identische Kantenlängen auf. Man erkennt, dass die Einzelemente 18 lückenlos stapelbar sind. Alternativ oder zusätzlich kann es jedoch auch vorgesehen sein, dass die Einzelemente 18 die Form eines Tetraeders (Vierflächner), Oktaeders (Achtflächner), Dodekaeders (Zwölfflächner) und/oder Ikosaeders (Zwanzigflächner) aufweisen oder unterschiedlich groß sind. Fig. 2 zeigt hierzu exemplarisch fünf Einzelemente 18, welche jeweils die Form eines der fünf platonischen Körper besitzen.

[0022] Die Einzelemente 18 der Versteifungsstruktur 16 bestehen aus einer hochtemperaturbeständigen Me-

talllegierung, beispielsweise einer Nickelbasislegierung. Die Versteifungsstruktur 16 umfasst dabei sowohl Einzelelemente 18, die als Vollkörper ausgebildet sind, als auch Einzelelemente 18, die als Hohlkörper ausgebildet sind. Hierdurch kann die Versteifungsstruktur 16 einerseits leicht ausgebildet werden, besitzt jedoch andererseits eine hohe Steifigkeit. Darüber hinaus verhindert die Kombination aus Voll- und Hohlkörpern das "Abprallen" von gebrochenen Schaufeln oder ähnlichen Bauteilen und verbessert dadurch die Containment-Eigenschaften des Gehäuseteils 10. Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Gehäuseteils 10 bestehen in einer guten thermischen Isolierung, der Möglichkeit die Außenwand 12 und die Innenwand 14 dünnwandig auszubilden, der Trennung von Struktursteifigkeit und Abdichtung des Gasraums eines zugeordneten Flugzeugtriebwerks sowie in einer guten Lärmabsorption und Schwingungsdämpfung.

[0023] Wie in Fig. 1 weiterhin zu erkennen ist, weist die Innenwand 14 des Gehäuseteils 10 zwei Befestigungsmittel 20 auf, über welche Leitschaufeln (nicht gezeigt) am Gehäuseteil 10 festgelegt werden können. Mit anderen Worten umfasst das erfindungsgemäße Gehäuseteil 10 eine integrierte Leitschaufelaufhängung, wodurch eine entsprechend steife und robuste Anbindung von Leitschaufeln ermöglicht ist.

[0024] Zum Herstellen der Versteifungsstruktur 16 werden die Einzelelemente 18 paarweise stoffschlüssig miteinander verbunden. Zum Verbinden von zwei benachbarten Einzelelementen 18 wird hierbei zunächst eine Pulverschicht (nicht gezeigt) auf eine Kante und/oder eine Fläche eines ersten Einzelelementes 18 aufgebracht. Die Pulverschicht wird anschließend, beispielsweise mittels eines Laser- und/oder Elektronenstrahls, aufgeschmolzen. Anschließend wird ein zweites Einzelelement 18 in Anlage mit dem ersten Einzelelement 18 gebracht und unter Aushärten der aufgeschmolzenen Pulverschicht stoffschlüssig mit diesem verbunden. Dabei kann vorgesehen sein, dass alle Einzelelemente 18 stoffschlüssig mit ihren jeweils benachbarten Einzelelementen 18 verbunden werden. Alternativ kann vorgesehen sein, dass manche Einzelelemente 18 nicht oder nur über eine Kante und/oder Fläche mit einem benachbarten Einzelelement 18 verbunden werden. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Einzelelemente 18, beispielsweise durch die Außenwand 12 und die Innenwand 14, durch einen Rahmen oder dergleichen, durch eine Vorspannkraft aneinander verspannt werden. Vorzugsweise werden die Einzelelemente 18 dabei derart angeordnet bzw. miteinander verbunden, dass zumindest geringe Relativbewegungen zwischen benachbarten Einzelelementen 18 möglich sind, um einerseits einen Toleranzausgleich und andererseits eine Umwandlung von mechanischer Energie in thermische Energie zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Gehäuseteil (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, mit wenigstens einer Außenwand (12) und einer Innenwand (14), zwischen welchen eine Versteifungsstruktur (16) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (16) zumindest teilweise aus Einzelelementen (18) gebildet ist, welche jeweils die Form eines platonischen Körpers aufweisen.
2. Gehäuseteil (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Einzelelemente (18) unmittelbar aneinander anliegen und/oder form-schlüssig und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden sind und/oder durch eine Vorspannkraft aneinander verspannt sind.
3. Gehäuseteil (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Einzelelemente (18) die Form desselben platonischen Körpers oder die Formen unterschiedlicher platonischer Körper aufweisen.
4. Gehäuseteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelelemente (18) als Vollkörper und/oder als Hohlkörper ausgebildet sind.
5. Gehäuseteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelelemente (18) aus einem temperaturbeständigen Material, insbesondere aus einer Hochtemperaturlegierung, bestehen.
6. Gehäuseteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenwand (14) wenigstens ein Befestigungsmittel (20) zum Festlegen einer Leitschaufel am Gehäuseteil (10) umfasst.
7. Gehäuseteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwand (12) über wenigstens zwei und/oder über höchstens zehn übereinander angeordnete Einzelelemente (18) an der Innenwand (14) abgestützt ist.
8. Gehäuseteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwand (12) und/oder die Innenwand (14) platonische Körper umfasst und/oder aus platonischen Körpern gebildet ist.
9. Strömungsmaschine, insbesondere Flugzeugtriebwerk, umfassend wenigstens ein Gehäuseteil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Verfahren zum Herstellen eines Gehäuseteils (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugzeugtriebwerk, bei welchem eine Versteifungsstruktur (16) zwischen wenigstens einer Außenwand (12) und einer Innenwand (14) des Gehäuseteils (10) angeordnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (16) zumindest teilweise aus Einzelelementen (18) gebildet wird, welche jeweils die Form eines platonischen Körpers aufweisen. 5 10
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere und/oder alle Einzelelemente (18) über ihre jeweiligen Kanten und/oder ihre jeweiligen Flächen stoffschlüssig miteinander verbunden werden. 15
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Verbinden von zwei benachbarten Einzelelementen (18) zunächst eine Pulverschicht auf eine Kante und/oder eine Fläche eines ersten der Einzelelemente (18) aufgebracht und vorzugsweise mittels eines Laser- und/oder Elektronenstrahls aufgeschmolzen wird, wonach ein zweites der Einzelelemente (18) in Anlage mit dem ersten der Einzelelemente (18) gebracht und unter Aushärten der aufgeschmolzenen Pulverschicht stoffschlüssig mit diesem verbunden wird. 20 25 30

30

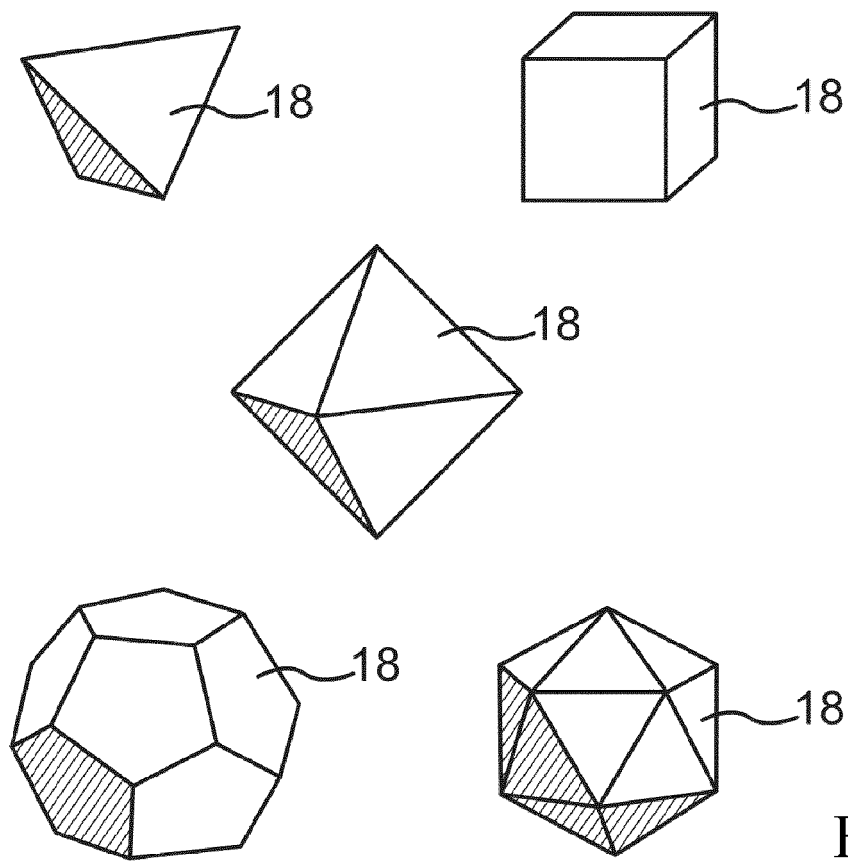
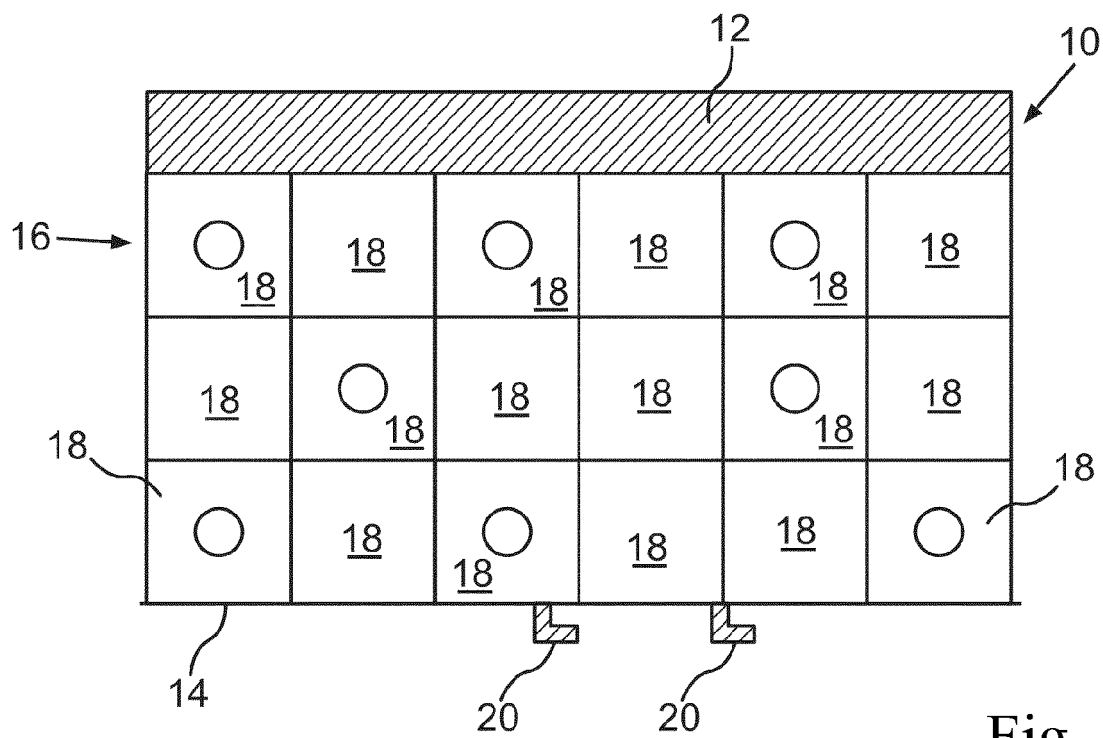
35

40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 18 6419

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 547 122 A (LEECH JOHN W [US]) 15. Oktober 1985 (1985-10-15) * das ganze Dokument * * Spalte 2, Zeilen 29-49 * * Spalte 4, Zeilen 26-45 * * Abbildungen 2-7 * -----	1-5,8-10	INV. F01D21/04 F01D25/24 F04D29/52
X	US 4 967 533 A (WEISSE DICK O [US]) 6. November 1990 (1990-11-06) * das ganze Dokument * * Spalte 1, Zeilen 45-52 * * Spalte 2, Zeilen 19-22 * * Spalte 5, Zeilen 11-53 * * Spalte 10, Zeile 41 - Spalte 12, Zeile 18 * * Abbildungen 1,2,19,31-36 * -----	1-5,7,8, 10,11	
X	EP 1 245 791 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 2. Oktober 2002 (2002-10-02) * das ganze Dokument * * Absätze [0048] - [0050] * * Abbildung 5 * -----	1-5,7,9, 10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	US 7 246 993 B2 (BOLMS HANS-THOMAS [DE] ET AL) 24. Juli 2007 (2007-07-24) * das ganze Dokument * * Spalte 6, Zeilen 37-41 * * Spalte 8, Zeilen 29-35 * * Spalte 12, Zeile 65 - Spalte 13, Zeile 15 * * Abbildungen 5,7 * -----	1-5,8-10	F01D F04D
A	US 7 334 984 B1 (STINE FREDERICK J [US] ET AL) 26. Februar 2008 (2008-02-26) * das ganze Dokument * * Abbildung 4 * -----	1,6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		13. März 2012	
		Prüfer	
		Gombert, Ralf	
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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 18 6419

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

13-03-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4547122	A	15-10-1985	KEINE
US 4967533	A	06-11-1990	AU 4381289 A 02-08-1990 BR 8905603 A 29-05-1990 US 4967533 A 06-11-1990
EP 1245791	A2	02-10-2002	EP 1245791 A2 02-10-2002 US 2002164244 A1 07-11-2002
US 7246993	B2	24-07-2007	AT 284513 T 15-12-2004 CN 1527922 A 08-09-2004 DE 60202212 D1 13-01-2005 DE 60202212 T2 02-06-2005 EP 1407193 A1 14-04-2004 JP 2004534178 A 11-11-2004 US 2004146399 A1 29-07-2004 WO 03006883 A1 23-01-2003
US 7334984	B1	26-02-2008	KEINE

EPO FORM P0461

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

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

- GB 2361032 B1 [0002]