



(11) **EP 2 907 976 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.08.2015 Patentblatt 2015/34

(51) Int Cl.:
F01D 5/30^(2006.01) F01D 5/32^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14176760.8**

(22) Anmeldetag: **11.07.2014**

(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 AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Kaltenbach, Sebastian**
80636 München (DE)
• **Kammerer, Armin**
85244 Röhrmoos (DE)
• **Böck, Alexander**
82288 Kottgeisering (DE)

(30) Priorität: **30.07.2013 DE 102013214933**

(54) **Verfahren zum Montieren einer Gasturbinenschaufel in einer zugeordneten Aufnahme eines Rotorgrundkörpers**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Montieren einer Gasturbinenschaufel (14) in einer zugeordneten Aufnahme (24) eines Rotorgrundkörpers (16). Zunächst wird die Gasturbinenschaufel (14) bereitgestellt, wobei diese in ihrem Schaufelfuß (34) eine sich entlang des Schaufelfußes (34) erstreckende Nut (36) umfasst, welche die Form eines geraden Zylinders besitzt, dessen Längsachse (L) parallel zu einer Einschubrichtung (IV) des Schaufelfußes (34) in die Aufnahme (24) angeordnet ist. Weiterhin wird ein Schaufelsicherungsblech (26) bereitgestellt, welches einen ersten Sicherungsbereich (40a) und einen zweiten Sicherungsbereich (40b) aufweist, die durch einen Schaftbereich (38) miteinander verbunden sind, wobei der Schaftbereich (38) die Form eines geraden Zylinders besitzt, der korrespondierend zur Nut (36) des Schaufelfußes (34) ausgebildet ist. Das Schaufelsicherungsblech (26) wird so angeordnet, so dass der Schaftbereich (38) auf einem Boden der Aufnahme (24) des Rotorgrundkörpers (16) zu liegen kommt, wobei der erste Sicherungsbereich (40a) derart umgeformt wird, dass er einen ersten Anschlag für eine erste Stirnwand (42a) des Schaufelfußes (34) bildet, und

wobei der zweite Sicherungsbereich (40b) derart umgeformt wird, dass ein Einschieben des Schaufelfußes (34) entlang der Einschubrichtung (IV) in die Aufnahme (24) ermöglicht ist. Der Schaufelfuß (34) der Gasturbinenschaufel (14) wird entlang der Einschubrichtung (IV) in die Aufnahme (24) des Rotorgrundkörpers (16) eingeschoben, bis die erste Stirnwand (42a) des Schaufelfußes (34) am durch den umgeformten ersten Sicherungsbereich (40a) gebildeten Anschlag anliegt, wobei der Schaftbereich (38) des Schaufelsicherungsblechs (26) innerhalb der Nut (36) des Schaufelfußes (34) angeordnet wird und diese ausfüllt, wenn die erste Stirnwand (42a) am Anschlag anliegt. Abschließend wird der zweite Sicherungsbereich (40b) des Schaufelsicherungsblechs (26) umgeformt, so dass der zweite Sicherungsbereich (40b) einen zweiten Anschlag für eine der ersten Stirnwand (42a) gegenüberliegende zweite Stirnwand (42b) des Schaufelfußes (34) bildet und der Schaufelfuß (34) in der Aufnahme (24) lagegesichert wird.

EP 2 907 976 A1

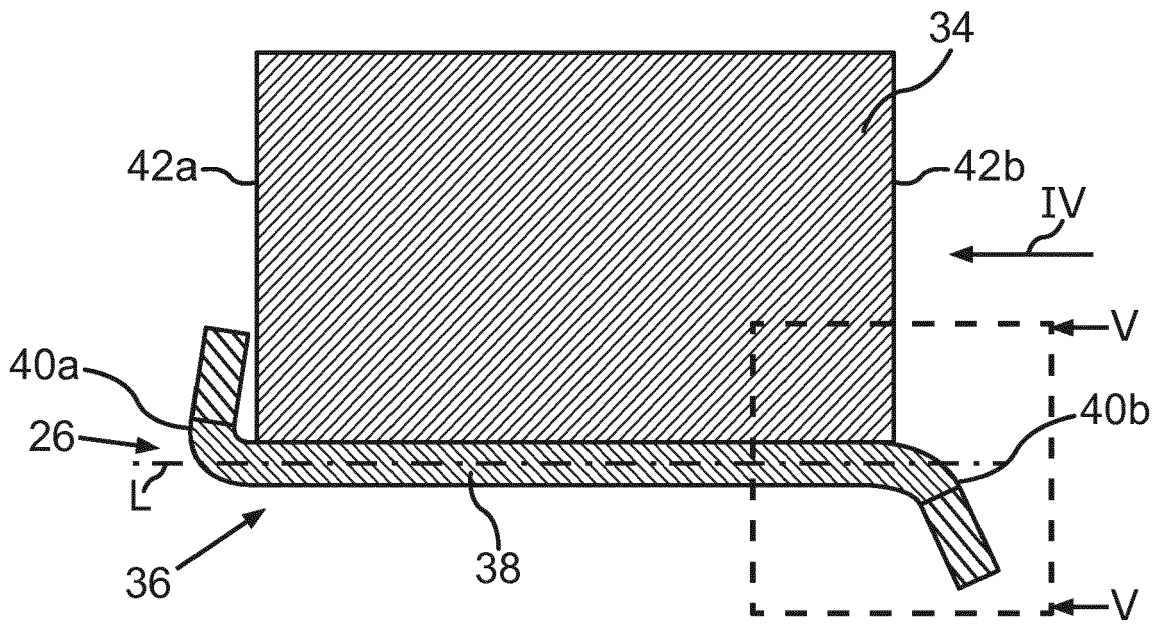


Fig.4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Montieren einer Gasturbinenschaufel in einer zugeordneten Aufnahme eines Rotorgrundkörpers. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Rotor für eine Gasturbine sowie eine Gasturbine mit einem solchen Rotor.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, ein Schaufelsicherungsblech unterhalb eines Schaufelfußes einer Gasturbinenschaufel zwischen dem Boden des Schaufelfußes und dem Boden einer Aufnahme eines Rotorgrundkörpers anzuordnen und derart umzubiegen, dass die Gasturbinenschaufel gegen ein Verschieben relativ zum Rotorgrundkörper gesichert ist. Auf diese Weise werden mehrere Gasturbinenschaufel in entsprechenden Aufnahmen am Rotorgrundkörper befestigt, bis der resultierende Rotor vollständig beschaufelt ist. Die Gasturbinenschaufel-Rotorgrundkörper-Verbindung wird dabei auch als "Live Rim" bezeichnet. Der Rotorgrundkörper kann beispielsweise als Rotorscheibe oder als Rotorring ausgebildet sein. Alternativ ist es aus der DE 1 426 797 A1 bekannt, ein elastisches Sicherungselement mit endständigen Querstegen zu verwenden, welches in einer sich schräg zu einer Rotorgrundkörperstirnfläche hin vertiefenden Nut im Rotorgrundkörper angeordnet wird, um eine Lagesicherung der Gasturbinenschaufel zu erzielen.

[0003] Als nachteilig an den bekannten Verfahren und Rotoren ist der Umstand anzusehen, dass es im Betrieb einer zugeordneten Gasturbine durch ein Verkanten oder Verschieben des Schaufelsicherungsblechs zu kritischen Spannungsüberhöhungen im sogenannten Live Rim des Rotors kommen kann.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Montieren einer Gasturbinenschaufel in einer zugeordneten Aufnahme eines Rotorgrundkörpers zu schaffen, durch welches das Auftreten kritischer Spannungsüberhöhungen im späteren Betrieb des Rotors zuverlässig verhindert wird. Weitere Aufgaben der Erfindung sind die Bereitstellung eines entsprechenden Rotors sowie einer mit wenigstens einem solchen Rotor versehenen Gasturbine.

[0005] Die Aufgaben werden erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, einen Rotor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 sowie durch eine Gasturbine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens als vorteilhafte Ausgestaltungen des Rotors und der Gasturbine anzusehen sind. Umgekehrt sind auch vorteilhafte Ausgestaltungen des Rotors als vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens anzusehen.

[0006] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Montieren einer Gasturbinenschaufel in einer zugeordneten Aufnahme eines Rotorgrundkörpers umfasst zumindest die Schritte Bereitstellen der Gasturbinenschaufel, wobei

diese in ihrem Schaufelfuß eine sich entlang des Schaufelfußes erstreckende Nut umfasst, welche die Form eines geraden Zylinders besitzt, dessen Längsachse parallel zu einer Einschubrichtung des Schaufelfußes in die Aufnahme angeordnet ist, Bereitstellen eines Schaufelsicherungsblechs, welches einen ersten Sicherungsbereich und einen zweiten Sicherungsbereich aufweist, die durch einen Schaftbereich miteinander verbunden sind, wobei der Schaftbereich die Form eines geraden Zylinders besitzt, der korrespondierend zur Nut des Schaufelfußes ausgebildet ist, Anordnen des Schaufelsicherungsblechs, so dass der Schaftbereich auf einem Boden der Aufnahme des Rotorgrundkörpers zu liegen kommt, wobei der erste Sicherungsbereich derart umgeformt wird, dass er einen ersten Anschlag für eine erste Stirnwand des Schaufelfußes bildet, und wobei der zweite Sicherungsbereich derart umgeformt wird, dass ein Einschieben des Schaufelfußes entlang der Einschubrichtung in die Aufnahme ermöglicht ist, Einschieben des Schaufelfußes der Gasturbinenschaufel entlang der Einschubrichtung in die Aufnahme des Rotorgrundkörpers bis die erste Stirnwand des Schaufelfußes am durch den umgeformten ersten Sicherungsbereich gebildeten Anschlag anliegt, wobei der Schaftbereich des Schaufelsicherungsblechs innerhalb der Nut des Schaufelfußes angeordnet wird und diese ausfüllt, wenn die erste Stirnwand am Anschlag anliegt, und Umformen des zweiten Sicherungsbereichs des Schaufelsicherungsblechs, so dass der zweite Sicherungsbereich einen zweiten Anschlag für die der ersten Stirnwand gegenüberliegende zweite Stirnwand des Schaufelfußes bildet und der Schaufelfuß in der Aufnahme lagegesichert wird. Mit anderen Worten ist es im Unterschied zum Stand der Technik vorgesehen, dass der Schaufelfuß der Gasturbinenschaufel eine Nut zur vollständigen Aufnahme des Schaftbereichs des Schaufelsicherungsblechs aufweist. Sowohl die Nut als auch der Schaftbereich weisen jeweils die Form eines geraden Zylinders auf und sind miteinander korrespondierend ausgebildet. Unter einem geraden Zylinder wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Körper verstanden, der zwei parallele, ebene, kongruente Grundflächen und eine Mantel- bzw. Zylinderfläche aufweist, die von parallelen Geraden gebildet wird, wobei sowohl die parallelen Geraden als auch die Längsachse des Zylinders senkrecht zu den Grundflächen angeordnet sind. Die Länge des Zylinders und damit die Länge seiner Längsachse ist gegeben durch den Abstand der beiden Grundflächen. Die Grundflächen können grundsätzlich eine beliebige ebene Form aufweisen und beispielsweise quadratisch, rechteckig, kreisförmig, elliptisch etc. ausgebildet sein. Bevorzugt sind die Grundflächen quadratisch bzw. rechteckig ausgestaltet, so dass der Schaftbereich in diesem Fall die Form eines Parallelepipeds bzw. eines Quaders aufweist. Sowohl die Nut als auch der Schaftbereich sind damit frei von lokalen Erhebungen, Vertiefungen, Schrägen oder dergleichen ausgebildet. Zumindest während der Montage bzw. im montierten Zustand verlaufen sowohl die Längs-

achse des Schaftbereichs als auch die Längsachse der Nut parallel zu einer Einschubrichtung bzw. einem Einschubvektor des Schaufelfußes in die zugeordnete Aufnahme, wodurch ein einfaches, lineares Einschieben des Schaufelfußes in die mit dem Schaufelsicherungsblech bestückte Aufnahme ermöglicht ist. Es versteht sich, dass auf das Umformen des zweiten Sicherungsbereichs grundsätzlich verzichtet werden kann, wenn das Einschieben des Schaufelfußes entlang der Einschubrichtung in die Aufnahme auch ohne Umformen des zweiten Sicherungsbereichs möglich ist. Da der Schaftbereich des Schaufelsicherungsblechs bei montierter Gasturbinenschaufel die Nut des Schaufelfußes ausfüllt und da die Sicherungsbereiche des Schaufelsicherungsblechs an den einander gegenüberliegenden Stirnwänden des Schaufelfußes anliegen, liegt eine eindeutige Positionierung des Schaufelsicherungsblechs innerhalb der Nut des Schaufelfußes sowie innerhalb der Aufnahme vor, so dass ein Verkatzen oder Verschieben des Schaufelsicherungsblechs relativ zur Aufnahme oder relativ zur Gasturbinenschaufel im späteren Betrieb einer zugeordneten Gasturbine verunmöglicht ist. Somit sind auch kritische Spannungsüberhöhungen im Live Rim-Bereich des fertigen Rotors ausgeschlossen. Darüber hinaus kann die Gasturbinenschaufel mit Hilfe eines einzigen weiteren Bauteils, nämlich dem Schaufelsicherungsblech, am Rotorgrundkörper befestigt werden. Weitere Bauteile sind nicht erforderlich. Schließlich verringert das bereichsweise in der Nut aufgenommene Schaufelsicherungsblech auch den Leckagequerschnitt im Bereich der Gasturbinenschaufel-Rotorgrundkörper-Verbindung. Die Demontage der Gasturbinenschaufel kann grundsätzlich in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt werden.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Nut im Schaufelfuß der Gasturbinenschaufel durch Auftragen und/oder Abtragen von Schaufelmaterial erzeugt wird. Dies stellt eine konstruktiv einfache Möglichkeit dar, um die Nut im Schaufelfuß zu erzeugen. Darüber hinaus können hierdurch auch bestehende Gasturbinenschaufeln, die noch keine Nut in ihrem Schaufelfuß aufweisen, mit einer Nut ausgestattet und im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Wenn die Nut durch Auftragen von Schaufelmaterial erzeugt wird, wird der Schaufelfuß radial nach innen vergrößert. Dies hat den Vorteil, dass der geometrische Durchtrittsquerschnitt im Nutgrund der Aufnahme vorteilhaft reduziert wird, wodurch im Betrieb der zugeordneten Gasturbine eine Verringerung von Leckageströmungen und eine entsprechende Effizienzsteigerung der Gasturbine erzielt werden. Das Schaufelsicherungsblech dient dabei vorteilhaft sowohl zur Lage-sicherung der Gasturbinenschaufel, als auch zur Abdichtung der Aufnahme.

[0008] Weitere Vorteile ergeben sich, indem wenigstens eine Kante im Bereich der Nut des Schaufelfußes vor dem Anordnen des Schaftbereichs des Schaufelsicherungsblechs innerhalb der Nut abgerundet wird. Mit

anderen Worten wird eine Gasturbinenschaufel verwendet, welche zumindest im Nutbereich keine scharfen Kanten aufweist. Durch das Fehlen von scharfen Kanten im Bereich des Schaufelfußes und damit des in der Nut angeordneten Schaufelsicherungsblechs wird ein Ausbrechen oder Einreißen von Material des Schaufelfußes, des Schaufelsicherungsblechs und/oder der Aufnahme zuverlässig verhindert.

[0009] Indem in weiterer Ausgestaltung der Erfindung eine Gasturbinenschaufel bereitgestellt wird, deren Schaufelfuß wenigstens einen Schwalbenschwanzabschnitt und/oder wenigstens einen Tannenbaumabschnitt aufweist, kann eine mechanisch besonders stabile Anbindung der Gasturbinenschaufel an den Rotorgrundkörper erzielt werden. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Schaufelfuß der Gasturbinenschaufel in radialer Richtung mehrere Schwalbenschwanz- und/oder Tannenbaumabschnitte aufweist.

[0010] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft einen Rotor für eine Gasturbine, welcher einen Rotorgrundkörper mit wenigstens einer Aufnahme umfasst, wobei in der Aufnahme ein Schaufelfuß einer zugeordneten Gasturbinenschaufel angeordnet und mittels eines Schaufelsicherungsblechs lagegesichert ist. Erfindungsgemäß ist es dabei zumindest vorgesehen, dass die Gasturbinenschaufel in ihrem Schaufelfuß eine sich entlang des Schaufelfußes erstreckende Nut umfasst, welche die Form eines geraden Zylinders besitzt, dessen Längsachse parallel zu einer Einschubrichtung des Schaufelfußes in die Aufnahme angeordnet ist. Weiterhin ist es vorgesehen, dass das Schaufelsicherungsblech einen ersten Sicherungsbereich und einen zweiten Sicherungsbereich aufweist, die durch einen Schaftbereich miteinander verbunden sind, wobei der Schaftbereich die Form eines geraden Zylinders besitzt, der korrespondierend zur Nut des Schaufelfußes ausgebildet ist. Schließlich ist das Schaufelsicherungsblech derart in der Aufnahme angeordnet, dass sein Schaftbereich innerhalb der Nut des Schaufelfußes angeordnet ist und diese ausfüllt, wobei der erste Sicherungsbereich derart umgeformt ist, dass er einen ersten Anschlag für eine erste Stirnwand des Schaufelfußes bildet, und wobei der zweite Sicherungsbereich derart umgeformt ist, dass der zweite Sicherungsbereich einen zweiten Anschlag für eine der ersten Stirnwand gegenüberliegende zweite Stirnwand des Schaufelfußes bildet. Hierdurch werden bei dem erfindungsgemäßen Rotor kritische Spannungsüberhöhungen im Live Rim des Rotorgrundkörpers verhindert, da das Schaufelsicherungsblech eindeutig positioniert ist und sich nicht innerhalb der Nut im Schaufelfuß verkatzen kann. Der Rotorgrundkörper kann beispielsweise als Rotorscheibe oder Rotorring ausgebildet sein. Weitere sich ergebende Vorteile und deren Merkmale sind den Beschreibungen des ersten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Erfindungsaspekts und umgekehrt anzusehen sind. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung

füllen der Schaufelfuß und der Schaftbereich des Schaufelsicherungsblechs die Aufnahme des Rotorgrundkörpers zumindest annähernd vollständig aus. Hierdurch ist ein geometrisch besonders kleiner Leckagequerschnitt im Nutgrund der Gasturbinenschaufel-Rotorgrundkörper-Verbindung vorhanden, wodurch die Effizienz einer mit dem erfindungsgemäßen Rotor ausgestatteten Gasturbine vorteilhaft gesteigert wird. Alternativ oder zusätzlich ist vorgesehen, dass der Schaftbereich des Schaufelsicherungsblechs komplementär zur Nut des Schaufelfußes ausgebildet ist. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Geometrie des Schaftbereichs exakt der Geometrie der Nut entspricht, so dass der Schaftbereich einerseits vollständig innerhalb der Nut angeordnet ist und diese andererseits auch vollständig ausfüllt.

[0011] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn der Schaufelfuß der Gasturbinenschaufel zumindest im Bereich seiner Nut kantenfrei ausgebildet ist. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass der Schaufelfuß zumindest im Bereich seiner Nut nicht scharfkantig ausgebildet ist, wodurch ein Ausbrechen oder Anreißen von Material während des Betriebs des Rotors besonders zuverlässig verhindert wird.

[0012] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere ein Flugzeugtriebwerk, mit wenigstens einem Rotor, der einen Rotorgrundkörper mit wenigstens einer Aufnahme, in welcher ein Schaufelfuß einer zugeordneten Gasturbinenschaufel angeordnet und mittels eines Schaufelsicherungsblechs lagegesichert ist, umfasst. Erfindungsgemäß ist es dabei vorgesehen, dass die Gasturbinenschaufel mittels eines Verfahrens gemäß dem ersten Erfindungsaspekt in der Aufnahme des Rotorgrundkörpers montiert ist und/oder dass der Rotor gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt ausgebildet ist. Die sich hieraus ergebenden Merkmale und deren Vorteile sind den Beschreibungen des ersten bzw. des zweiten Erfindungsaspekts zu entnehmen.

[0013] 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 einen schematischen Ausschnitt einer Gasturbine, wobei ein Teil eines Rotors erkennbar ist;
- Fig. 2 einen schematischen Querschnitt eines Schaufelfußes einer konventionellen Gasturbinenschaufel, die in einer Aufnahme eines Rotorgrundkörpers angeordnet ist;
- Fig. 3 einen schematischen Querschnitt eines Schaufelfußes einer Gasturbinenschaufel, die mit Hil-

fe eines in einer Nut des Schaufelfußes angeordneten Schaufelsicherungsblechs in einer Aufnahme eines Rotorgrundkörpers montiert ist;

- 5 Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt des in Fig. 3 gezeigten Schaufelfußes und Schaufelsicherungsblechs;
- 10 Fig. 5 eine schematische Frontalansicht des in Fig. 4 gezeigten Details V-V;
- Fig. 6 eine schematische Frontalansicht des in Fig. 5 gezeigten Details VI; und
- 15 Fig. 7 eine schematische Frontalansicht des in Fig. 6 gezeigten Details VII.

[0014] Fig. 1 zeigt einen schematischen Ausschnitt einer vorliegend als Flugzeugtriebwerk ausgebildeten Gasturbine 10, deren grundlegender Aufbau als solcher bekannt ist. Man erkennt einen Teil eines scheibenförmigen Rotors 12, welcher einen mit mehreren konventionellen Gasturbinenschaufeln 14 versehenen Rotorgrundkörper 16 umfasst. Jede Gasturbinenschaufel 14 weist in an sich bekannter Weise ein Schaufelblatt 18, eine radial darunter liegende Schaufelplattform 20 sowie einen radial darunter liegenden Schaufelfuß 22 auf. Eine vergrößerte Darstellung des Bereichs des Schaufelfußes 22 ist in Fig. 2 als schematischer Querschnitt abgebildet. Man erkennt, dass der Schaufelfuß 22 der konventionellen Gasturbinenschaufel 14 als sogenannter Schwalbenschwanzfuß ausgebildet und in einer zugeordneten Aufnahme 24 des Rotorgrundkörpers 16 angeordnet ist. Die Kontur der Aufnahme 24 korrespondiert dabei weitgehend mit der Außenkontur des Schaufelfußes 22. Die gezeigte Schaufel-Scheibe-Verbindung wird auch als "Live Rim" bezeichnet. Unterhalb des Schaufelfußes 22 befindet sich zwischen dem Schaufelfuß 22 und dem Boden der Aufnahme 24 ein Schaufelsicherungsblech 26, welches auch als "Blade Retainer" bezeichnet wird. Man erkennt unterhalb und seitlich des Schaufelsicherungsblechs mit Pfeilen II kenntlich gemachte Hohlräume, die während des Betriebs der Gasturbine 10 signifikante Leckageströmungen durch die Aufnahme 24 ermöglichen. Aufgrund der Hohlräume ist die relative Position des Schaufelsicherungsblechs 26 sowohl bezüglich des Schaufelfußes 22 als auch bezüglich der Aufnahme 24 nicht eindeutig definiert und vergleichsweise geringen Zwangsbedingung unterworfen. Daher kann es im Betrieb der Gasturbine 10 durch Verrutschen oder Verkannten des Schaufelsicherungsblechs 26 zu kritischen Spannungsüberhöhungen im Live Rim-Bereich des Rotors 12 kommen. Wie man in Fig. 1 weiterhin erkennt, befinden sich stromauf und stromab des Rotors 12 ebenfalls an sich bekannte Leitschaufelsegmente 28, die über Dichtungselemente 30 gegenüber den mit dem Rotor 12 verbundenen Trommeln 32 abgedichtet sind. Die Dich-

tungselemente 30 können beispielsweise als Honigwabenabdichtungen ausgebildet sein.

[0015] Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt eines erfindungsgemäß ausgebildeten Schaufelfußes 34 einer Gasturbinenschaufel 14 und wird im Folgenden in Zusammenschau mit Fig. 4 erläutert werden, welche einen schematischen Längsschnitt des in Fig. 3 gezeigten Schaufelfußes 34 und Schaufelsicherungsblechs 26 zeigt. Man erkennt, dass der Schaufelfuß 34 eine Nut 36 umfasst, in welcher ein Schaftbereich 38 des Schaufelsicherungsblechs 26 angeordnet ist. Zur Ausbildung der Nut 36 ist der Schaufelfuß 34 im Bereich des Nutgrundes der Schaufel-Scheiben-Verbindung (Live Rim) durch Materialauftrag radial nach innen vergrößert. Dies ist mit den Pfeilen III symbolisiert. Durch den Materialauftrag wird einerseits die Nut 36 ausgebildet, andererseits werden die in Fig. 2 gezeigten seitlichen Hohlräume II verschlossen, so dass im in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel zumindest im Wesentlichen lediglich der radial untere Hohlraum II als mögliche Leckagestelle verbleibt.

[0016] Zur Montage der mit dem erfindungsgemäßen Schaufelfuß 34 versehenen Gasturbinenschaufel 14 wird zunächst das Schaufelsicherungsblech 26 auf dem Boden der Aufnahme 24 gelegt, so dass sich der Schaftbereich 38 durch die Aufnahme 24 erstreckt. Vorher oder anschließend wird ein erster Sicherungsbereich 40a radial nach oben gebogen, um einen Anschlag für eine erste Stirnwand 42a des Schaufelfußes 34 zu bilden. Wie man in Fig. 4 erkennt, wird der über den Schaftbereich 38 mit dem ersten Sicherungsbereich 40a verbundene zweite Sicherungsbereich 40b - falls erforderlich - radial leicht nach unten gebogen, um ein Einschleiben des Schaufelfußes 34 in der mit Pfeil IV symbolisierten Einschubrichtung zu ermöglichen. Der Schaufelfuß 34 der Gasturbinenschaufel 14 wird dabei entlang der Einschubrichtung IV in die Aufnahme 24 des Rotorgrundkörpers 16 eingeschoben, bis seine erste Stirnwand 42a am durch den umgeformten ersten Sicherungsbereich 40a gebildeten Anschlag anliegt. Man erkennt, dass in dieser Endstellung des Schaufelfußes 34 der Schaftbereich 38 des Schaufelsicherungsblechs 26 vollständig innerhalb der Nut 36 des Schaufelfußes 34 angeordnet ist und diese ausfüllt. Wie man in Fig. 4 weiterhin erkennt, sind sowohl die Nut 36 als auch der Schaftbereich 38 frei von Erhebungen, Vertiefungen, Schrägen und dergleichen ausgebildet.

[0017] Insbesondere in Fig. 5, welche eine schematische Frontalansicht des in Fig. 4 gezeigten Details V-V zeigt, erkennt man, dass sowohl die Nut 36 als auch der Schaftbereich 38 jeweils die Form eines geraden Zylinders besitzen, dessen Längsachse L während des Einschlebens und in der in Fig. 4 gezeigten Endstellung des Schaufelfußes 34 parallel zur Einschubrichtung IV verläuft. Im vorliegenden Fall sind die geraden Zylinder beispielhaft als Quader ausgebildet, wobei der Schaftbereich 38 komplementär zur Nut 36 ausgebildet ist. Zum abschließenden Lagesichern des Schaufelfußes 34 in der Aufnahme 24 wird nach Erreichen der in Fig. 4 ge-

zeigten End- oder Montagstellung auch der zweite Sicherungsbereich 40b des Schaufelsicherungsblechs 26 analog zum ersten Sicherungsbereich 40a radial nach oben gebogen, so dass der zweite Sicherungsbereich 40b einen zweiten Anschlag für die zweite Stirnwand 42b des Schaufelfußes 34 bildet und der Schaufelfuß 34 damit in der Aufnahme 24 lagegesichert ist.

[0018] Die Sicherungsbereiche 40a, 40b sind im gezeigten Ausführungsbeispiel T-förmig bzw. als Rückhaltetaschen ausgebildet. Grundsätzlich können jedoch auch andere Geometrien vorgesehen sein. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Sicherungsbereiche 40a, 40b unterschiedlich ausgebildet sind.

[0019] Um eine Beschädigung des Schaufelsicherungsblechs 26 oder des Schaufelfußes 34 sowohl während der Montage bzw. Demontage als auch während des Betriebs der zugeordneten Gasturbine 10 zu vermeiden, ist der Schaufelfuß 34 insbesondere im Bereich seiner Nut 36 frei von scharfen Kanten und dergleichen ausgebildet, um ein Ausbrechen oder Einreißen von Material zu verhindern. Scharfe Kanten können beispielsweise bei der Herstellung der Nut 36 am Schaufelfuß 34 entstehen. Solche scharfen Kanten werden daher vorzugsweise abgerundet. Fig. 6 zeigt hierzu eine schematische Frontalansicht des in Fig. 5 gezeigten Details VI, während Fig. 7 eine schematische Frontalansicht des in Fig. 6 gezeigten Details VII zeigt. Man erkennt, dass der Schaufelfuß 34 frei von scharfen Kanten ausgebildet ist und - soweit möglich - runde bzw. abgerundete Flächen und Flächenübergänge besitzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Montieren einer Gasturbinenschaufel (14) in einer zugeordneten Aufnahme (24) eines Rotorgrundkörpers (16), folgende Schritte umfassend:

- Bereitstellen der Gasturbinenschaufel (14), wobei diese in ihrem Schaufelfuß (34) eine sich entlang des Schaufelfußes (34) erstreckende Nut (36) umfasst, welche die Form eines geraden Zylinders besitzt, dessen Längsachse (L) parallel zu einer Einschubrichtung (IV) des Schaufelfußes (34) in die Aufnahme (24) angeordnet ist;
- Bereitstellen eines Schaufelsicherungsblechs (26), welches einen ersten Sicherungsbereich (40a) und einen zweiten Sicherungsbereich (40b) aufweist, die durch einen Schaftbereich (38) miteinander verbunden sind, wobei der Schaftbereich (38) die Form eines geraden Zylinders besitzt, der korrespondierend zur Nut (36) des Schaufelfußes (34) ausgebildet ist;
- Anordnen des Schaufelsicherungsblechs (26), so dass der Schaftbereich (38) auf einem Boden der Aufnahme (24) des Rotorgrundkörpers (16)

- zu liegen kommt, wobei der erste Sicherungsbereich (40a) derart umgeformt wird, dass er einen ersten Anschlag für eine erste Stirnwand (42a) des Schaufelfußes (34) bildet, und wobei der zweite Sicherungsbereich (40b) derart umgeformt wird, dass ein Einschleiben des Schaufelfußes (34) entlang der Einschubrichtung (IV) in die Aufnahme (24) ermöglicht ist;
- Einschleiben des Schaufelfußes (34) der Gasturbinenschaufel (14) entlang der Einschubrichtung (IV) in die Aufnahme (24) des Rotorgrundkörpers (16) bis die erste Stirnwand (42a) des Schaufelfußes (34) am durch den umgeformten ersten Sicherungsbereich (40a) gebildeten Anschlag anliegt, wobei der Schaftbereich (38) des Schaufelsicherungsblechs (26) innerhalb der Nut (36) des Schaufelfußes (34) angeordnet wird und diese ausfüllt, wenn die erste Stirnwand (42a) am Anschlag anliegt; und
- Umformen des zweiten Sicherungsbereichs (40b) des Schaufelsicherungsblechs (26), so dass der zweite Sicherungsbereich (40b) einen zweiten Anschlag für eine der ersten Stirnwand (42a) gegenüberliegende zweite Stirnwand (42b) des Schaufelfußes (34) bildet und der Schaufelfuß (34) in der Aufnahme (24) lagegesichert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (36) im Schaufelfuß (34) der Gasturbinenschaufel (14) durch Auftragen und/oder Abtragen von Schaufelmaterial erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Kante im Bereich der Nut (36) des Schaufelfußes (34) vor dem Anordnen des Schaftbereichs (38) des Schaufelsicherungsblechs (26) innerhalb der Nut (36) abgerundet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gasturbinenschaufel (14) bereitgestellt wird, deren Schaufelfuß (34) wenigstens einen Schwalbenschwanzabschnitt und/oder wenigstens einen Tannenbaumabschnitt aufweist.
5. Rotor (12) für eine Gasturbine (10), mit einem Rotorgrundkörper (16), welcher wenigstens eine Aufnahme (24) umfasst, in welcher ein Schaufelfuß (22, 34) einer zugeordneten Gasturbinenschaufel (14) angeordnet und mittels eines Schaufelsicherungsblechs (26) lagegesichert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Gasturbinenschaufel (14) in ihrem Schaufelfuß (34) eine sich entlang des Schaufelfußes (34) erstreckende Nut (36) umfasst, welche die Form eines geraden Zylinders besitzt, dessen Längsachse (L) parallel zu einer Einschubrichtung (IV) des Schaufelfußes (34) in die Aufnahme (24) angeordnet ist;
- das Schaufelsicherungsblech (26) einen ersten Sicherungsbereich (40a) und einen zweiten Sicherungsbereich (40b) aufweist, die durch einen Schaftbereich (38) miteinander verbunden sind, wobei der Schaftbereich (38) die Form eines geraden Zylinders besitzt, der korrespondierend zur Nut (36) des Schaufelfußes (34) ausgebildet ist;
- das Schaufelsicherungsblech (26) derart in der Aufnahme (24) angeordnet ist, dass sein Schaftbereich (38) innerhalb der Nut (36) des Schaufelfußes (34) angeordnet ist und diese ausfüllt, wobei der erste Sicherungsbereich (40a) derart umgeformt ist, dass er einen ersten Anschlag für eine erste Stirnwand (42a) des Schaufelfußes (34) bildet, und wobei der zweite Sicherungsbereich (40b) derart umgeformt ist, dass der zweite Sicherungsbereich (40b) einen zweiten Anschlag für eine der ersten Stirnwand (42a) gegenüberliegende zweite Stirnwand (42b) des Schaufelfußes (34) bildet.
6. Rotor (12) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaufelfuß (34) und der Schaftbereich (38) des Schaufelsicherungsblechs (26) die Aufnahme (24) des Rotorgrundkörpers (16) zumindest annähernd vollständig ausfüllen und/oder dass der Schaftbereich (38) des Schaufelsicherungsblechs (26) komplementär zur Nut (36) des Schaufelfußes (34) ausgebildet ist.
7. Rotor (12) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaufelfuß (34) der Gasturbinenschaufel (14) zumindest im Bereich seiner Nut (36) kantenfrei ausgebildet ist.
8. Gasturbine (10), insbesondere Flugzeugtriebwerk, mit wenigstens einem Rotor (12), der einen Rotorgrundkörper (16) mit wenigstens einer Aufnahme (24), in welcher ein Schaufelfuß (22, 34) einer zugeordneten Gasturbinenschaufel (14) angeordnet und mittels eines Schaufelsicherungsblechs (26) lagegesichert ist, umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasturbinenschaufel (14) mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 in der Aufnahme des Rotorgrundkörpers (16) montiert ist und/oder dass der Rotor (12) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7 ausgebildet ist.

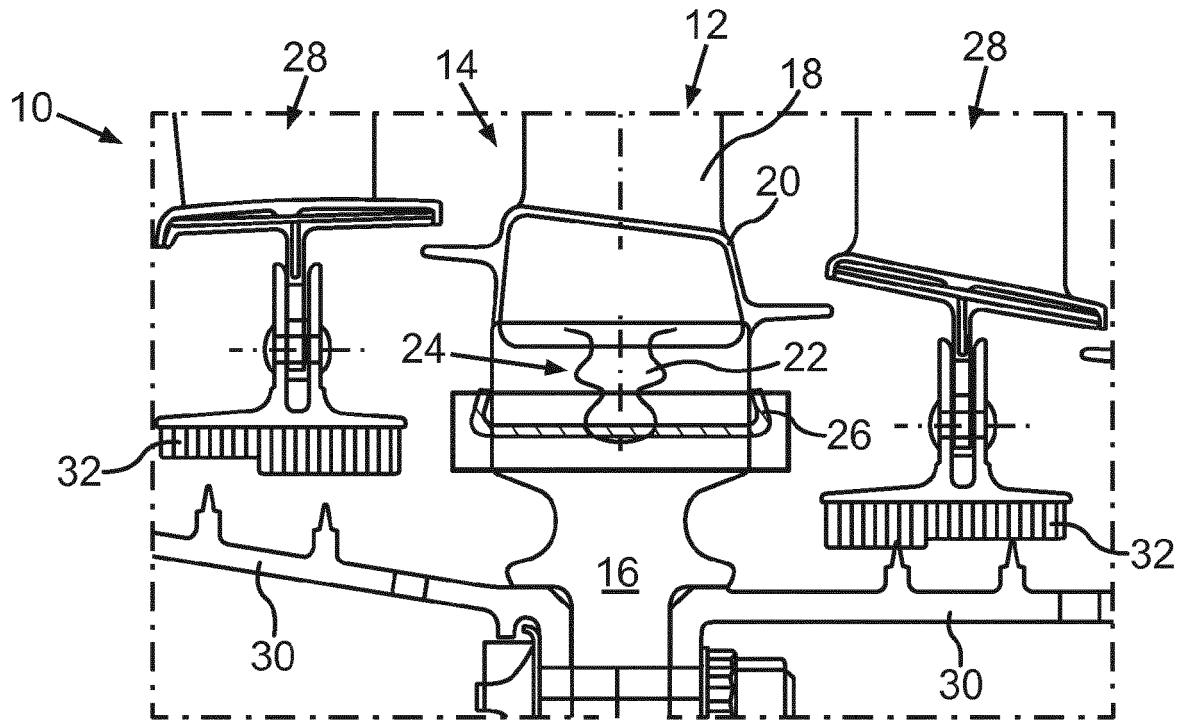


Fig. 1

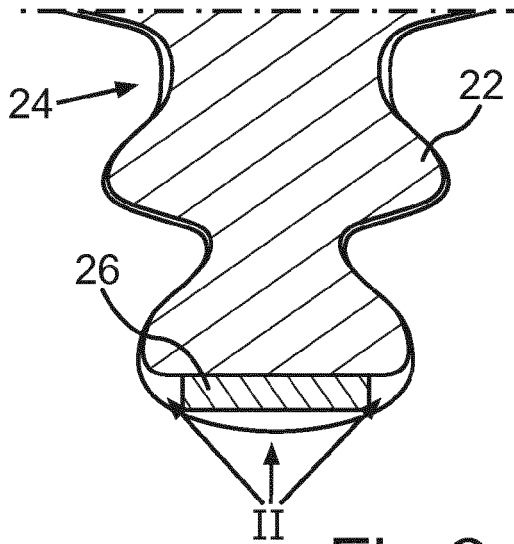


Fig. 2

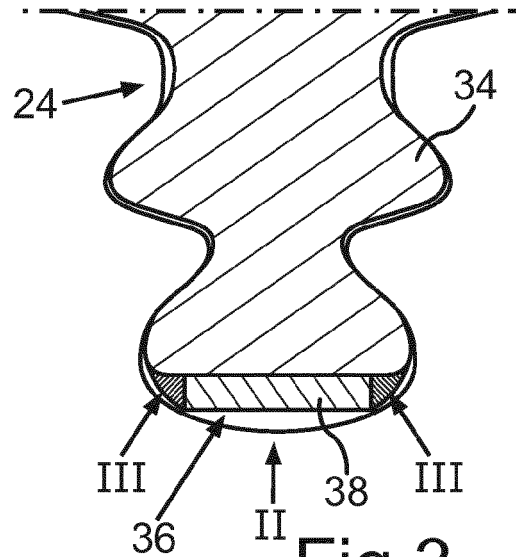


Fig. 3

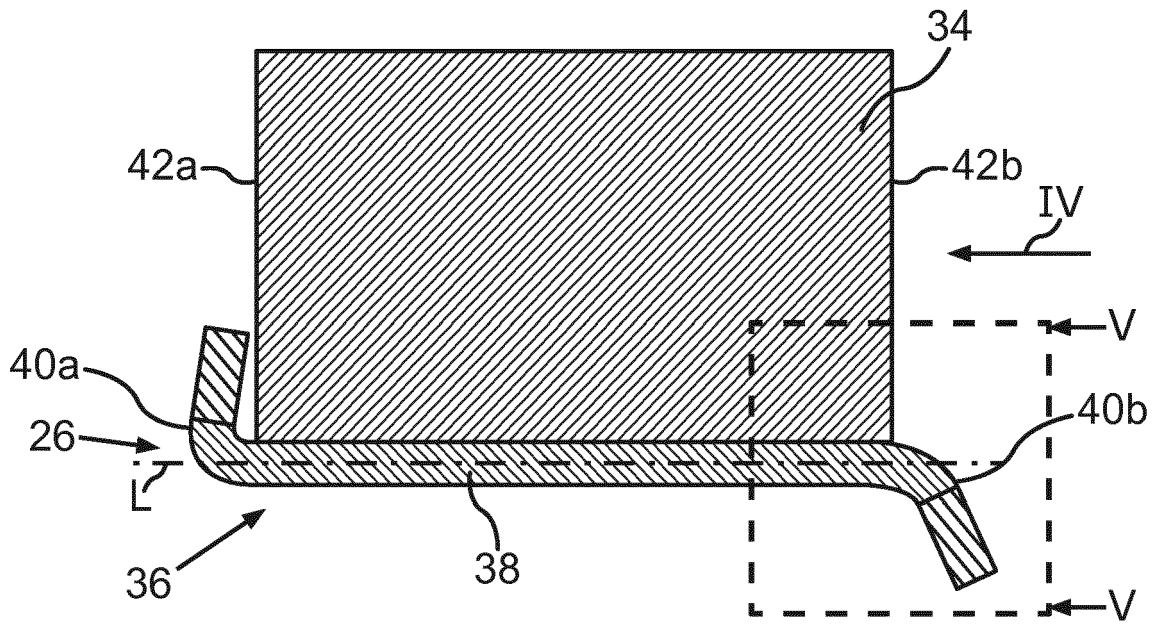


Fig.4

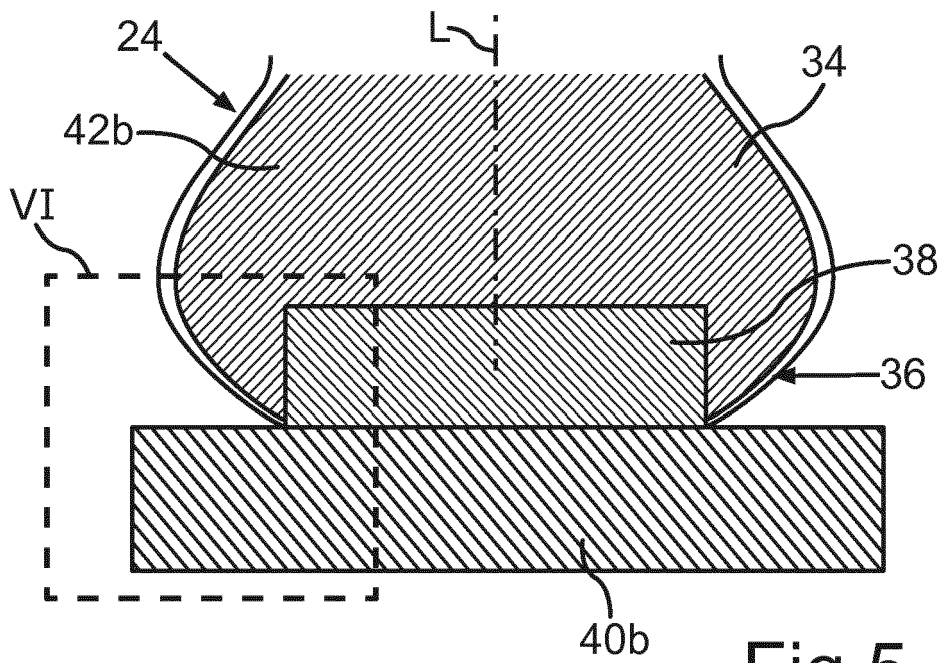


Fig.5

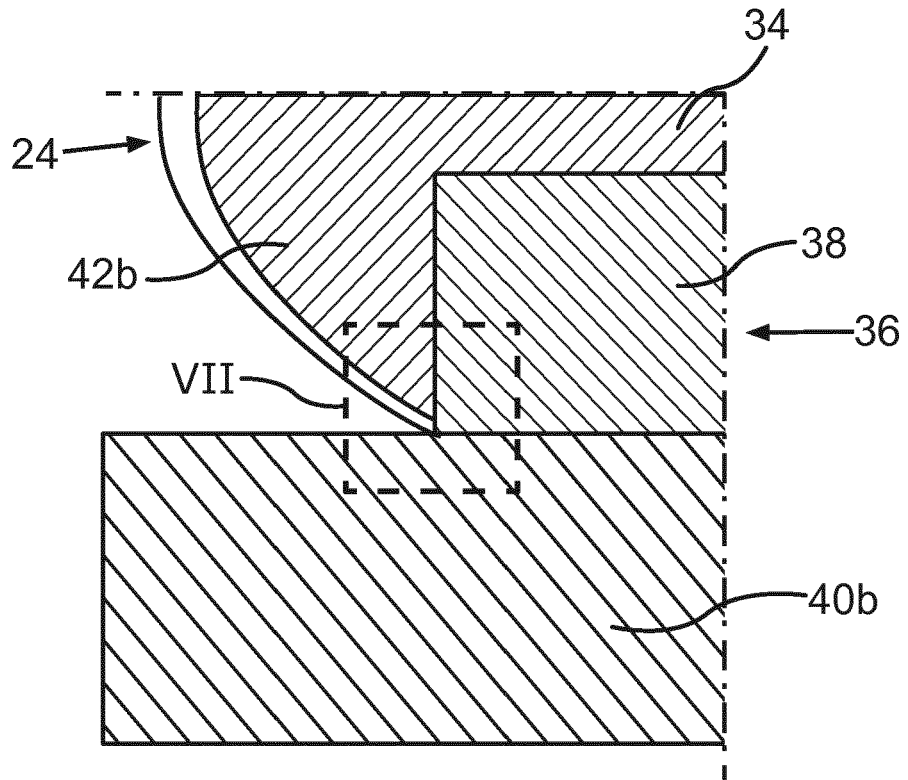


Fig.6

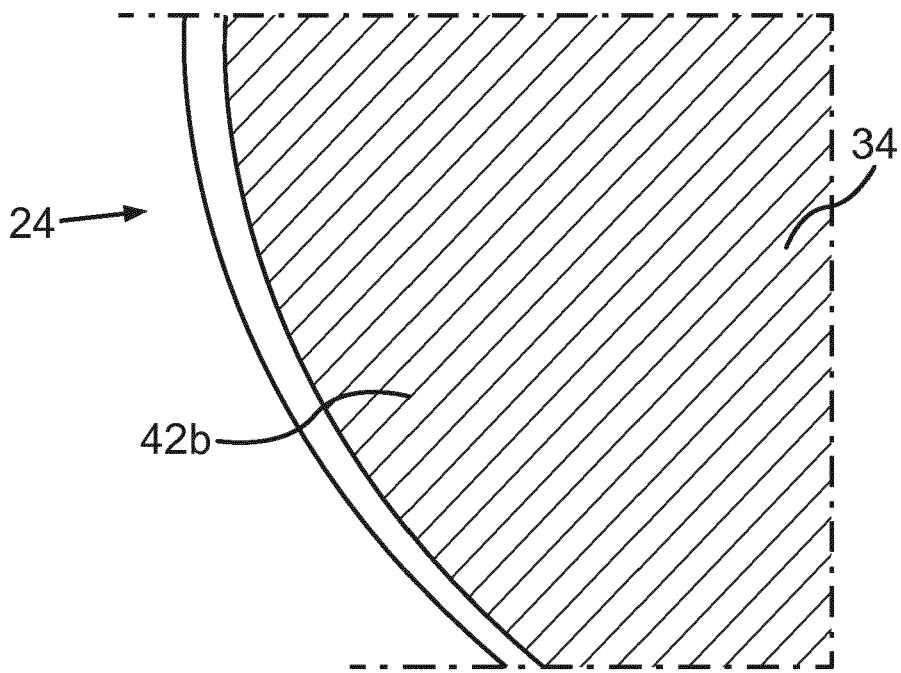


Fig.7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 17 6760

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	GB 1 255 873 A (GEN ELECTRIC [US]) 1. Dezember 1971 (1971-12-01) * Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 11 - Zeile 21 * * Seite 1, Zeile 90 - Seite 2, Zeile 74 * * Seite 3, Zeile 3 - Zeile 12 * * Abbildungen *	1-8	INV. F01D5/30 F01D5/32
A	GB 2 408 296 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 25. Mai 2005 (2005-05-25) * Zusammenfassung * * Seite 7, Zeile 3 - Zeile 7 * * Abbildungen *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 13. Juli 2015	Prüfer Mielimonka, Ingo
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 14 17 6760

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.

10

13-07-2015

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1255873 A	01-12-1971	BE 730808 A	01-09-1969
		DE 1915920 A1	15-01-1970
		FR 2008530 A1	23-01-1970
		GB 1255873 A	01-12-1971
		JP S4815324 B1	14-05-1973
		US 3479009 A	18-11-1969

GB 2408296 A	25-05-2005	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

- DE 1426797 A1 [0002]